



MONITORUL OFICIAL

AL

ROMÂNIEI

Anul 191 (XXXV) — Nr. 43 bis

PARTEA I
LEGI, DECRETE, HOTĂRĂRI ȘI ALTE ACTE

Luni, 16 ianuarie 2023

SUMAR

Pagina

Anexa la Ordinul ministrului dezvoltării, lucrărilor publice și administrației nr. 15/2023 pentru aprobarea reglementării tehnice „Normativ privind proiectarea, execuția și exploatarea sistemelor de alimentare cu apă și canalizare ale localităților, indicativ NP 133-2022, volumul I — Sisteme de alimentare cu apă” 3–391

ACTE ALE ORGANELOR DE SPECIALITATE ALE ADMINISTRAȚIEI PUBLICE CENTRALE

MINISTERUL DEZVOLTĂRII, LUCRĂRILOR PUBLICE ȘI ADMINISTRAȚIEI

ORDIN

pentru aprobarea reglementării tehnice „Normativ privind proiectarea, execuția și exploatarea sistemelor de alimentare cu apă și canalizare ale localităților, indicativ NP 133-2022, volumul I — Sisteme de alimentare cu apă”*)

În conformitate cu prevederile art. 10 din Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții, republicată, cu modificările și completările ulterioare, ale art. 2 din Regulamentul privind activitatea de reglementare în construcții și categoriile de cheltuieli aferente, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 203/2003, cu modificările și completările ulterioare, ale art. 5 pct. 31) din Hotărârea Guvernului nr. 477/2020 privind organizarea și funcționarea Ministerului Dezvoltării, Lucrărilor Publice și Administrației, cu modificările și completările ulterioare, precum și ale Hotărârii Guvernului nr. 1.016/2004 privind măsurile pentru organizarea și realizarea schimbului de informații în domeniul standardelor și reglementărilor tehnice, precum și al regulilor referitoare la serviciile societății informaționale între România și statele membre ale Uniunii Europene, precum și Comisia Europeană, cu modificările și completările ulterioare,

având în vedere procesele-verbale de avizare nr. 1 din 19.04.2022 și nr. 2 din 10.05.2022 ale Comitetului tehnic de specialitate CTS B — Siguranță în exploatare, Subcomitetul construcții aferente rețelelor edilitare și de gospodărie comunală, precum și Procesul-verbal de avizare nr. 13 din 27.09.2022 al Comitetului tehnic de coordonare generală al Ministerului Dezvoltării, Lucrărilor Publice și Administrației,

în temeiul art. 12 alin. (6) din Hotărârea Guvernului nr. 477/2020 privind organizarea și funcționarea Ministerului Dezvoltării, Lucrărilor Publice și Administrației, cu modificările și completările ulterioare,

ministrul dezvoltării, lucrărilor publice și administrației emite prezentul ordin.

Art. 1. — Se aprobă reglementarea tehnică „Normativ privind proiectarea, execuția și exploatarea sistemelor de alimentare cu apă și canalizare ale localităților, indicativ NP 133-2022, volumul I — Sisteme de alimentare cu apă”, prevăzută în anexa care face parte integrantă din prezentul ordin.

Art. 2. — Prezentul ordin se publică în Monitorul Oficial al României, Partea I, și intră în vigoare în 30 de zile de la data publicării.

Art. 3. — Prezentul ordin nu se aplică obiectivelor/proiectelor de investiții privind sistemele de alimentare cu apă ale localităților:

a) ale căror lucrări sunt în curs de execuție la data intrării în vigoare a prezentului ordin;

b) pentru ale căror proiecte tehnice/studii de fezabilitate/documentații de avizare a lucrărilor de intervenții au fost inițiate procedurile de achiziție publică până la data intrării în vigoare a prezentului ordin, prin transmiterea spre publicare a anunțului de participare/emiterea invitației de participare, respectiv ale căror proiecte tehnice/studii de fezabilitate/documentații de avizare a lucrărilor de intervenții au fost recepționate de investitor/beneficiar ori au fost depuse spre aprobare/avizare;

c) ale căror proiecte tehnice sunt elaborate în baza studiilor de fezabilitate/documentațiilor de avizare a lucrărilor de intervenții menționate la lit. b);

d) ale căror proiecte tehnice/studii de fezabilitate/documentații de avizare a lucrărilor de intervenții necesită actualizare, în conformitate cu actele normative în vigoare, dacă au fost elaborate și recepționate de investitor/beneficiar până la data intrării în vigoare a prezentului ordin, ori sunt depuse spre re aprobare/reavizare;

e) pentru care a fost aprobată finanțarea.

Art. 4. — La data intrării în vigoare a prezentului ordin, anexa nr. 1 „Partea I-a: Sisteme de alimentare cu apă a localităților. Indicativ NP 133/1-2013”, la reglementarea tehnică „Normativ privind proiectarea, execuția și exploatarea sistemelor de alimentare cu apă și canalizare a localităților. Indicativ NP 133-2013”, aprobată prin Ordinul viceprim-ministrului, ministrul dezvoltării regionale și administrației publice, nr. 2.901/2013, publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 660 și 660 bis din 28 octombrie 2013, cu modificările și completările ulterioare, se abrogă.

Ministrul dezvoltării, lucrărilor publice și administrației,

Cseke Attila-Zoltán

București, 5 ianuarie 2023.

Nr. 15.

*) Ordinul nr. 15/2023 a fost publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 43 din 16 ianuarie 2023 și este reprodus și în acest număr bis.

ANEXĂ

**NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA, EXECUȚIA
ȘI EXPLOATAREA SISTEMELOR DE ALIMENTARE
CU APĂ ȘI CANALIZARE ALE LOCALITĂȚILOR**

Indicativ NP 133-2022

VOLUMUL I - SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ

CUPRINS

Abrevieri

- 1 Elemente generale
 - 1.1 Obiectul volumului I al normativului
 - 1.2 Obiectivele volumul I normativului
 - 1.3 Beneficiarii normativului
 - 1.3.1 Competențe necesare pentru specialiștii din domeniul alimentărilor cu apă
 - 1.4 Domeniul de aplicabilitate
 - 1.5 Durata de viață estimată a sistemelor de alimentare cu apă
 - 1.6 Corelarea cu alte normative, legi și standarde în vigoare
- 2 Schema generală a sistemului de alimentare cu apă
 - 2.1 Studii necesare pentru proiectarea obiectelor sistemului de alimentare cu apă
 - 2.1.1 Studii hidrologice
 - 2.1.2 Studii hidrogeologice
 - 2.1.3 Studii geotehnice
 - 2.1.4 Studii topografice
 - 2.1.5 Studii de inundabilitate
 - 2.1.6 Studii de calitate a apei brute
 - 2.1.7 Studii de tratabilitate
 - 2.1.8 Studiu privind balanța apei
- 3 Debite de calcul ale obiectelor sistemului de alimentare cu apă
 - 3.1 Debite ale necesarului de apă
 - 3.1.1 Consumuri specifice ale necesarului de apă
 - 3.1.1.1 Consumuri specifice pentru nevoi gospodărești
 - 3.1.1.2 Consumuri specifice pentru nevoi publice și industrie locală
 - 3.1.1.3 Consumuri specifice pentru creșterea animalelor domestice în gospodarii
 - 3.1.1.4 Consumuri specifice pentru alte folosințe asigurate din sistemul centralizat
 - 3.1.2 Coeficienți de variație ai necesarului de apă
 - 3.1.2.1 Coeficienți de variație zilnică ai necesarului de apă
 - 3.1.2.1.1 Coeficienți de variație zilnică pentru nevoi gospodărești
 - 3.1.2.1.2 Coeficienți de variație zilnică pentru nevoi publice și industrie locală
 - 3.1.2.1.3 Coeficienți de variație zilnică pentru creșterea animalelor domestice în gospodării
 - 3.1.2.1.4 Coeficienți de variație zilnică pentru alte folosințe asigurate din sistemul centralizat
 - 3.1.2.2 Coeficienți de variație orară ai necesarului de apă
 - 3.1.2.2.1 Coeficienți de variație orară pentru nevoi gospodărești
 - 3.1.2.2.2 Coeficienți de variație orară pentru nevoi publice și industrie locală

- 3.1.2.2.3 Coeficienți de variație orară pentru creșterea animalelor domestice în gospodarii
- 3.1.2.2.4 Coeficienți de variație orară pentru alte folosințe asigurate din sistemul centralizat
- 3.1.3 Calculul debitelor necesarului de apă
 - 3.1.3.1 Debitul necesar zilnic mediu
 - 3.1.3.2 Debitul necesar zilnic maxim
 - 3.1.3.3 Debitul necesar orar maxim
- 3.2 Debite ale cerinței de apă
 - 3.2.1 Coeficienți de spor ai debitelor necesarului de apă
 - 3.2.2 Calculul debitelor cerinței de apă
 - 3.2.2.1 Debitul cerinței de apă zilnic mediu
 - 3.2.2.2 Debitul cerinței de apă zilnic maxim
 - 3.2.2.3 Debitul cerinței de apă orar maxim
- 3.3 Debite necesare pentru stingerea incendiilor
- 3.4 Debite de dimensionare și de verificare a obiectelor sistemului de alimentare cu apă
- 4 Captări de apă
 - 4.1 Proiectarea captărilor de apă
 - 4.1.1 Proiectarea captărilor din surse subterane
 - 4.1.1.1 Clasificare, caracteristici strate acvifere, realimentarea stratelor acvifere
 - 4.1.1.2 Reguli generale de alegere a tipului de captare a apei din subteran
 - 4.1.1.3 Principii generale în dimensionarea captărilor din apă subterană
 - 4.1.1.4 Studii necesare pentru elaborarea proiectului captărilor din sursa subterană
 - 4.1.1.4.1 Studiu hidrogeologic
 - 4.1.1.4.2 Studii de calitate a apei subterane
 - 4.1.1.5 Captarea apei subterane prin puțuri
 - 4.1.1.5.1 Elementele generale ale captării
 - 4.1.1.5.2 Conținutul cadrului al unui proiect de captare a apei prin puțuri
 - 4.1.1.5.3 Prescripții generale privind proiectarea elementelor constructive ale puțurilor de captare a apei
 - 4.1.1.5.4 Colectarea apei din puțuri
 - 4.1.1.5.4.1 Sistemul de colectare cu sifonare clasică
 - 4.1.1.5.4.2 Sistemul de colectare cu electropompe submersibile
 - 4.1.1.6 Alte prevederi
 - 4.1.1.6.1 Protecția sanitară a captărilor cu puțuri
 - 4.1.1.7 Captări cu dren
 - 4.1.1.7.1 Aplicabilitatea captărilor cu dren
 - 4.1.1.7.2 Elementele componente, clasificarea drenurilor
 - 4.1.1.7.3 Elemente constructive

- 4.1.1.7.4 Calculul hidraulic al drenului
 - 4.1.1.7.4.1 Calculul hidraulic al drenurilor în acvifer cu nivel liber
 - 4.1.1.7.4.2 Calculul hidraulic al drenurilor în acvifer sub presiune
- 4.1.1.7.5 Protecția sanitară a captărilor cu dren
- 4.1.1.8 Captarea izvoarelor
 - 4.1.1.8.1 Studii necesare pentru captarea izvoarelor
 - 4.1.1.8.2 Condiționări privind captarea izvoarelor
 - 4.1.1.8.3 Prescripții generale privind construcția captărilor de izvoare
 - 4.1.1.8.4 Protecția sanitară a captărilor de izvoare
- 4.1.2 Proiectarea captărilor din râuri
 - 4.1.2.1 Clasificare, tipuri de captări, alegerea tipului și amplasamentului captării
 - 4.1.2.2 Studii necesare pentru elaborarea proiectului captărilor din râuri
 - 4.1.2.3 Prescripții generale de proiectare pentru captările din râuri
- 4.1.3 Proiectarea captărilor din lacuri
 - 4.1.3.1 Clasificare, tipuri de captări, alegerea tipului și amplasamentului captării
 - 4.1.3.2 Studii necesare pentru elaborarea proiectului captărilor din lacuri
 - 4.1.3.3 Prescripții de proiectare pentru captările din lacuri
- 4.2 Execuția captărilor de apă
 - 4.2.1 Execuția captărilor subterane
 - 4.2.1.1 Execuția captărilor cu puțuri
 - 4.2.1.1.1 Amplasamentele puțurilor și montarea instalației de foraj
 - 4.2.1.1.2 Săparea batalului pentru fluidul de foraj
 - 4.2.1.1.3 Prepararea și întreținerea fluidului de foraj
 - 4.2.1.1.4 Săparea forajului
 - 4.2.1.1.5 Tubarea coloanei de ancoraj și/sau protecție
 - 4.2.1.1.6 Investigațiile geofizice
 - 4.2.1.1.7 Tubarea coloanei de exploatare
 - 4.2.1.1.8 Realizarea coroanei filtrante
 - 4.2.1.1.9 Realizarea deznisipării
 - 4.2.1.1.10 Izolarea spațiului inelar din dreptul coloanei de prelungire
 - 4.2.1.1.11 Testele de eficiență și performanță și calculul eficienței hidrodinamice a puțului
 - 4.2.1.1.12 Sterilizarea puțului
 - 4.2.1.1.13 Recoltarea probelor de apă
 - 4.2.1.1.14 Întocmirea cărții tehnice a forajului (studiul hidrogeologic final)
 - 4.2.1.2 Execuția captărilor cu drenuri
 - 4.2.1.3 Execuția captărilor din izvoare

- 4.2.2 Execuția captărilor din surse de suprafață
- 4.3 Exploatarea captărilor de apă
 - 4.3.1 Regulamentul de exploatare și întreținere
 - 4.3.2 Regulamentul de exploatare și întreținere specific
 - 4.3.3 Planul de mentenanță și procedurile de intervenție (planificare și de urgență)
 - 4.3.4 Intervențiile în sistemul de alimentare cu apă
 - 4.3.5 Înregistrarea documentelor
 - 4.3.6 Exploatarea captărilor subterane
 - 4.3.6.1 Exploatarea captărilor cu puțuri
 - 4.3.6.2 Exploatarea captărilor cu drenuri
 - 4.3.6.3 Exploatarea captărilor din izvoare
 - 4.3.7 Exploatarea captărilor din surse de suprafață
- 5 Stații de tratare a apei
 - 5.1 Calitatea apei
 - 5.1.1 Calitatea apei din surse subterane
 - 5.1.2 Calitatea apei din râuri
 - 5.1.3 Calitatea apei din lacuri
 - 5.1.4 Calitatea apei din alte surse
 - 5.1.4.1 Calitatea apei de mare
 - 5.1.4.2 Calitatea apei meteorice
 - 5.1.5 Calitatea apei destinată consumului uman
 - 5.2 Proiectarea stațiilor de tratare a apei
 - 5.2.1 Schema generală a stației de tratare. Criterii de alegere a schemei
 - 5.2.2 Studii minime necesare pentru elaborarea proiectului tehnologic al stației de tratare
 - 5.2.3 Deznisiparea apei
 - 5.2.4 Procese de coagulare-floculare. Camere de reacție
 - 5.2.5 Decantarea apei
 - 5.2.5.1 Decantoare statice
 - 5.2.5.1.1 Decantoare orizontal-longitudinale
 - 5.2.5.1.2 Decantoare orizontal radiale
 - 5.2.5.1.3 Decantoare verticale
 - 5.2.5.2 Decantoare cu strat suspensional
 - 5.2.6 Filtrarea apei
 - 5.2.6.1 Filtre lente
 - 5.2.6.2 Filtre rapide de nisip

- 5.2.6.3 Filtre rapide sub presiune
- 5.2.6.4 Filtrarea pe membrane
- 5.2.7 Procese de oxidare și dezinfectie
 - 5.2.7.1 Selectarea agenților oxidanți, criterii de utilizare
 - 5.2.7.1.1 Procese de pre-oxidare
 - 5.2.7.2 Ozonul
 - 5.2.7.2.1 Generatoare de ozon
 - 5.2.7.3 Clorul
 - 5.2.7.3.1 Stații de clor gazos
 - 5.2.7.3.2 Neutralizarea pierderilor accidentale de clor
 - 5.2.7.3.3 Hipocloritul de sodiu
 - 5.2.7.3.4 Clorarea la breakpoint
 - 5.2.7.4 Dioxidul de clor
 - 5.2.7.5 Permanganatul de potasiu
 - 5.2.7.6 Radiații ultraviolete
- 5.2.8 Procese de adsorbție pe cărbune activ
 - 5.2.8.1 Caracteristici cărbune activ. Forme de prezentare
 - 5.2.8.2 Proiectarea sistemelor de adsorbție pe cărbune activ pudră
 - 5.2.8.3 Criterii de proiectare a filtrelor CAG
- 5.2.9 Procese de deferizare și demanganizare
 - 5.2.9.1 Deferizarea
 - 5.2.9.1.1 Deferizarea fără sedimentare
 - 5.2.9.1.1.1 Aerarea apei
 - 5.2.9.1.2 Deferizarea cu sedimentare
 - 5.2.9.2 Demanganizarea
 - 5.2.9.3 Reținerea fierului și a manganului
 - 5.2.9.4 Reținerea fierului și a manganului prin filtrare pe medii catalitice
- 5.2.10 Procese de dedurizare și decarbonatare a apei
 - 5.2.10.1 Decarbonatarea apei
 - 5.2.10.2 Dedurizarea
 - 5.2.10.2.1 Precipitare chimică
 - 5.2.10.2.2 Dedurizarea prin schimb ionic
- 5.2.11 Procese de corecție a echilibrului calco-carbonic
 - 5.2.11.1 Indicele Langelier
 - 5.2.11.2 Indicele Larson
- 5.2.12 Osmoză inversă și remineralizare

- 5.2.12.1 Osmoza inversă
- 5.2.12.2 Remineralizarea
 - 5.2.12.2.1 Remineralizarea cu var stins și dioxid de carbon
 - 5.2.12.2.2 Remineralizarea cu clorură de calciu și bicarbonat de sodiu
- 5.2.13 Stații de reactivi
 - 5.2.13.1 Stocarea, prepararea și dozarea reactivilor pulverulenți sau granulari
 - 5.2.13.1.1 Dimensionare siloz stocare reactivi pulverulenți și granulari
 - 5.2.13.1.2 Dimensionare dozator uscat și transportor
 - 5.2.13.1.3 Dimensionare bazine de preparare și dozare
 - 5.2.13.1.4 Dimensionare pompe dozatoare
 - 5.2.13.1.5 Stocarea, prepararea și dozarea varului
 - 5.2.13.1.5.1 Dimensionare dozator uscat și transportor
 - 5.2.13.1.5.2 Dimensionare bazine de preparare lapte de var
 - 5.2.13.1.5.3 Dimensionare saturatoare de var
 - 5.2.13.1.5.4 Dimensionare bazine stocare-dozare apă de var
 - 5.2.13.1.5.5 Dimensionare pompe dozatoare
 - 5.2.13.1.6 Stocarea, prepararea și dozarea polimerilor
 - 5.2.13.1.6.1 Dimensionare bazine de preparare și dozare
 - 5.2.13.1.7 Dimensionare pompe dozatoare
 - 5.2.13.2 Stocarea, preparare și dozarea reactivilor lichizi
 - 5.2.13.2.1 Dimensionare bazin stocare, dozare reactiv
 - 5.2.13.2.2 Dimensionare pompe dozatoare
 - 5.2.13.3 Stocarea, preparare și dozarea reactivilor gazoși
 - 5.2.13.3.1 Stocarea și dozarea dioxidului de carbon
 - 5.2.13.3.2 Stocarea și dozarea oxigenului
- 5.2.14 Recuperarea apelor de la spălare filtre și a nămolului din decantoare
- 5.3 Execuția stațiilor de tratare a apei
 - 5.3.1 Elemente privind execuția construcțiilor din cadrul stațiilor de tratare
 - 5.3.2 Elemente privind execuția instalațiilor hidraulice aferente obiectelor tehnologice
- 5.4 Exploatarea stațiilor de tratare a apei
 - 5.4.1 Riscuri care pot să apară în operarea stației de tratare
 - 5.4.2 Exploatarea deznisipatoarelor
 - 5.4.3 Exploatarea decantoarelor
 - 5.4.4 Exploatarea filtrelor rapide de nisip
 - 5.4.5 Exploatarea filtrelor de cărbune activ granular
 - 5.4.6 Exploatarea stațiilor de reactivi

- 5.4.7 Exploatarea instalațiilor de preparare-dozare ozon
- 5.4.8 Exploatarea stațiilor de clor
- 5.4.9 Exploatarea instalațiilor de preparare-dozare dioxid de clor
- 5.4.10 Exploatarea instalațiilor de ultraviolete
- 5.4.11 Exploatarea instalațiilor de deferizare-demanganizare
- 5.4.12 Exploatarea instalațiilor de dedurizare și decarbonatare
- 5.4.13 Exploatarea instalațiilor de osmoza inversă și de remineralizare
- 6 Stații de pompare
 - 6.1 Elemente generale
 - 6.1.1 Tipuri de pompe, clasificare
 - 6.1.2 Parametri caracteristici ai pompelor
 - 6.2 Proiectarea stațiilor de pompare
 - 6.2.1 Criterii de selectare a pompelor. Punctul de funcționare
 - 6.2.2 Gruparea pompelor în serie și în paralel
 - 6.2.3 Determinarea cotei ax pompă
 - 6.2.4 Criterii de proiectare privind pompare apei din puțuri
 - 6.2.5 Instalația hidraulică aferentă stației de pompare
 - 6.2.6 Clădirea stației de pompare
 - 6.2.7 Instalații electrice și de automatizare
 - 6.3 Execuția stațiilor de pompare
 - 6.4 Exploatarea stațiilor de pompare
 - 6.4.1 Riscuri care pot să apară în operarea stațiilor de pompare
- 7 Aducțiuni
 - 7.1 Elemente generale
 - 7.1.1 Tipuri de aducțiuni. Clasificare
 - 7.1.1.1 Aducțiuni gravitaționale
 - 7.1.1.1.1 Aducțiuni gravitaționale cu nivel liber
 - 7.1.1.1.2 Aducțiuni gravitaționale sub presiune
 - 7.1.1.2 Aducțiuni prin pompare
 - 7.1.2 Studii necesare pentru elaborarea proiectului aducțiunii
 - 7.1.2.1 Studii hidrochimice
 - 7.1.3 Materiale și îmbinări pentru conducte sub presiune
 - 7.2 Proiectarea aducțiunilor
 - 7.2.1 Alegerea traseului aducțiunii
 - 7.2.2 Proiectarea hidraulică a aducțiunilor

- 7.2.2.1 Aducțiuni gravitaționale sub presiune
- 7.2.2.2 Aducțiuni gravitaționale cu nivel liber
- 7.2.3 Proiectarea tehnico-economică a aducțiunilor prin pompare
- 7.2.4 Dublarea aducțiunilor
- 7.2.5 Construcții accesorii în traseul aducțiunii
 - 7.2.5.1 Cămine de vane de linie și golire
 - 7.2.5.2 Cămine de ventil de aerisire-dezaerisire
 - 7.2.5.3 Cămine pentru echipamente de control
 - 7.2.5.4 Masive de ancoraj
 - 7.2.5.5 Traversări
- 7.2.6 Protecția la efectele loviturii de berbec
- 7.2.7 Protecția sanitară a aducțiunilor
- 7.3 Execuția aducțiunilor
 - 7.3.1 Elemente generale
 - 7.3.2 Ordinea generală de execuție a aducțiunilor
 - 7.3.3 Trasarea lucrărilor
 - 7.3.4 Criterii generale privind lucrările de terasamente
 - 7.3.4.1 Lățimea minimă a tranșeei
 - 7.3.4.2 Sprijinirea săpăturilor
 - 7.3.4.3 Săpătură sub nivelului apelor subterane
 - 7.3.5 Execuția săpăturii și instalarea conductelor
 - 7.3.6 Proba de presiune
 - 7.3.7 Spălarea și dezinfectarea conductei
 - 7.3.8 Umplerea tranșeei
- 7.4 Exploatarea aducțiunilor
- 8 Construcții pentru înmagazinarea apei
 - 8.1 Elemente generale
 - 8.1.1 Clasificarea construcțiilor pentru înmagazinarea apei
 - 8.2 Proiectarea construcțiilor pentru înmagazinarea apei
 - 8.2.1 Calculul volumului rezervoarelor
 - 8.2.1.1 Volumul de compensare
 - 8.2.1.2 Volumul rezervei intangibile de incendiu
 - 8.2.1.3 Volumul de avarie
 - 8.2.1.4 Numărul de cuve în funcție de volumul total
 - 8.2.2 Amplasarea complexului de înmagazinare. Cota rezervorului

- 8.2.3 Instalațiile rezervoarelor și castelelor de apă
 - 8.2.3.1 Instalația hidraulică a rezervoarelor și castelelor de apă
 - 8.2.3.2 Instalațiile de iluminat și semnalizare
 - 8.2.3.3 Instalațiile de ventilație
- 8.2.4 Măsuri pentru asigurarea termoizolației construcțiilor de înmagazinare
- 8.2.5 Măsuri pentru asigurarea etanșeității rezervoarelor
- 8.2.6 Dezinfectarea construcțiilor de înmagazinare apă potabilă
- 8.2.7 Monitorizarea nivelurilor și a debitelor de apă care tranzitează construcțiile de înmagazinare
- 8.2.8 Elemente de calculul de rezistență și de stabilitate pentru rezervoarele metalice
 - 8.2.8.1 Încărcări din zăpadă
 - 8.2.8.2 Evaluarea acțiunii vântului
 - 8.2.8.3 Acțiunea seismică
 - 8.2.8.4 Proiectarea fundațiilor
- 8.3 Prescripții constructive
- 8.4 Exploatarea rezervoarelor și castelelor de apă
- 9 Rețele de distribuție a apei
 - 9.1 Elemente generale
 - 9.1.1 Tipuri de rețele de distribuție. Clasificare
 - 9.1.1.1 Configurația în plan
 - 9.1.1.2 Schema tehnologică
 - 9.1.1.3 Modul de gestionare a presiunii maxime
 - 9.1.1.4 Presiunea asigurată în timpul incendiului
 - 9.1.2 Trasarea rețelei de distribuție
 - 9.1.3 Materiale și îmbinări pentru conductele de distribuție
 - 9.2 Proiectarea rețelelor de distribuție
 - 9.2.1 Calculul hidraulic – elemente generale
 - 9.2.1.1 Schema de calcul
 - 9.2.1.2 Evaluarea pierderilor de sarcină hidraulică
 - 9.2.1.3 Presiunea în rețeaua de distribuție
 - 9.2.1.4 Viteza de curgere admisă în rețeaua de distribuție
 - 9.2.1.5 Scenariile de calcul
 - 9.2.2 Calculul hidraulic al rețelelor ramificate
 - 9.2.3 Verificarea rețelei ramificate
 - 9.2.4 Calculul hidraulic al rețelelor inelare

- 9.2.5 Modelarea hidraulică a rețelelor de distribuție
- 9.2.6 Monitorizarea și zonarea rețelelor de distribuție
- 9.2.7 Construcții accesorii în rețelele de distribuție
 - 9.2.7.1 Branșamente
 - 9.2.7.2 Cămine și armaturi în rețelele de distribuție
 - 9.2.7.3 Hidranți în rețelele de distribuție
 - 9.2.7.4 Fântâni publice
 - 9.2.7.4.1 Fântâni publice pentru apă de băut
 - 9.2.7.4.2 Fântâni arteziene
 - 9.2.7.4.3 Cișmele
 - 9.2.7.4.4 Instalații de alimentare cu apă în piețe publice, fixe volante, amplasate în aer liber
 - 9.2.7.5 Traversări
- 9.3 Execuția rețelelor de distribuție
- 9.4 Cerințe privind exploatarea
 - 9.4.1 Regulamentul tehnic de exploatare a lucrărilor
 - 9.4.2 Măsuri generale de protecția, siguranța și igiena muncii la exploatarea lucrărilor
 - 9.4.3 Măsuri pentru apărarea împotriva incendiilor pe durata exploatarea conductelor pentru transportul apei
 - 9.4.4 Cerințe specifice privind exploatarea rețelelor de distribuție
 - 9.4.4.1 Lucrări de exploatare a conductelor pentru transportul apei potabile
 - 9.4.4.1.1 Lucrări pentru supravegherea rețelelor de distribuție
 - 9.4.4.1.2 Lucrări de reparații la aducțiuni și rețele de distribuție
 - 9.4.4.1.3 Lucrări de reabilitare la aducțiuni și rețele de distribuție
 - 9.4.5 Evaluarea performanței operării rețelelor de distribuție
 - 9.4.6 Managementul calității lucrărilor

BIBLIOGRAFIE

- ANEXA 1
- ANEXA 2
- ANEXA 3
- ANEXA 4
- ANEXA 5

TABELE

- Tabelul 1.1.** Standarde române de referință
Tabelul 1.2. Reglementări tehnice de referință
Tabelul 4.1. Viteza aparentă admisibilă de intrare a apei în puț
Tabelul 4.2. Programul minimal de recoltare a probelor de apă
Tabelul 4.3. Metode de intervenție foraje
Tabelul 5.1. Valori orientative ale vitezei de sedimentare vs, în funcție de diametrul particulelor d
Tabelul 5.2. Valorile coeficientului K
Tabelul 5.3. Clasificare decantoare
Tabelul 5.4. Variația coeficientului de vâscozitate cinematică a apei în funcție de temperatură
Tabelul 5.5. Clasificarea filtrelor în funcție de viteza de filtrare
Tabelul 5.6. Performanțele oxidanților utilizați în tratarea apei
Tabelul 5.7. Hidrojectoare utilizate, în funcție de presiunea în punctul de injecție
Tabelul 5.8. Condiții de montaj pentru dozatoare de clor cu vacuum
Tabelul 5.9. Doze relative UV pentru diferite microorganisme din apă
Tabelul 5.10. Doze stoechiometrice ale oxidanților pentru oxidarea fierului și a manganului
Tabelul 6.1. Presiunea de vaporizare p_v a apei la diferite temperaturi
Tabelul 7.1. Lățimea recomandată a șanțului de pozare
Tabelul 9.1. Valori rugozități conducte
Tabelul 9.2. Presiuni minime la branșament, Hb în funcție de înălțimea clădirilor de locuit
Tabelul 9.3. Valori preliminare ale vitezei economice
Tabelul 9.4. Calcule dimensionare rețea ramificată
Tabel 9.5. Matricea de evaluare a categoriilor de performanță pe baza indicatorului ILI
Tabel 9.6. Matricea de evaluare a categoriilor de performanță pe baza indicatorului NRW

FIGURI

- Figura 2.1.** Schema generală a sistemului de alimentare cu apă
Figura 3.1. Debitul de calcul pe componente ale sistemului de alimentare cu apă
Figura 4.1. Tipuri de captări din surse subterane
Figura 4.2. Tipuri de puțuri, în funcție de gradul de deschidere și tipul de acvifer exploatat
Figura 4.3. Calcul debit captare prin puțuri
Figura 4.4. Schemă decizională în alegerea diametrelor pentru execuția unui foraj
Figura 4.5. Determinarea debitului și denivelării optime pentru strat acvifer cu nivel liber
Figura 4.6. Determinarea debitului și denivelării optime pentru strat acvifer sub presiune
Figura 4.7. Delimitarea zonei de protecție sanitară pentru o captare cu puțuri
Figura 4.8. Diagrama pentru calculul distanțelor de protecție sanitară pentru captări cu puțuri sub presiune
Figura 4.9. Schema sistemului de colectare prin sifonare
Figura 4.10. Schema sistemului de colectare prin pompare
Figura 4.11. Determinarea punctului de funcționare pentru o electropompă
Figura 4.12. Elementele componente ale drenului
Figura 4.13. Dren perfect în acvifer sub presiune, situat într-un interfluviu
Figura 4.14. Dren perfect în acvifer sub presiune, executat în vecinătatea unei limite de alimentare
Figura 4.15. Captare de izvor
Figura 4.16. Captarea izvorului de coastă
Figura 4.17. Schema instalației de pompare aer-lift în sistem alăturat
Figura 4.18. Schema instalației de pompare aer-lift în sistem concentric
Figura 5.1. Schema generală a unei stații de tratare
Figura 5.2. Deznisipator orizontal cu curățire manuală
Figura 5.3. Decantor orizontal-longitudinal
Figura 5.4. Decantor orizontal radial
Figura 5.5. Decantor vertical cu doua cuve
Figura 5.6. Decantor suspensional cu camere de reacție, modul lamelar și concentrator de nămol

- Figura 5.7.** Tipuri uzuale de module lamelare
Figura 5.8. Determinarea lungimii modulului lamelar
Figura 5.9. Schema unui filtru lent
Figura 5.10. Secțiune longitudinală prin stația de filtre rapide de nisip
Figura 5.11. Schema unei stații de filtre rapid de nisip – secțiune transversală
Figura 5.12. Schema unei stații de filtre rapid de nisip – vedere în plan la diferite nivele
Figura 5.13. Schema unui filtru rapid sub presiune
Figura 5.14. Încadrarea procesului de post-oxidare în stația de tratare
Figura 5.15. Bazin contact ozon
Figura 5.16. Exemplu de curbă de clorare efectuată experimental
Figura 5.17. Diagrama Langelier [4]
Figura 5.18. Curba de titrare cu var
Figura 5.19. Preparare apă de var
Figura 5.20. Instalație de preparare polimer
Figura 5.21. Schema de recuperare apă de la spălarea filtre și nămol din decantoare
Figura 6.1. Schema unui sistem de pompare
Figura 6.2. Tipuri de pompe și curbe caracteristice. Alegerea tipului de pompă
Figura 6.3. Punct de funcționare pentru o stație de pompare cu (2+1) pompe
Figura 6.4. Punct de funcționare stație de pompare echipată cu 4 pompe identice dintre care una este acționată cu turație variabilă
Figura 6.5. Schema de calcul pentru o stație de pompare echipată cu două pompe cuplate în serie
Figura 6.6. Punctul de funcționare pentru două pompe identice cuplate în serie
Figura 6.7. Schema de calcul pentru o stație de pompare echipată cu două pompe cuplate în paralel
Figura 6.8. Punctul de funcționare pentru două pompe identice cuplate în paralel
Figura 6.9. Determinare cotă ax pompă
Figura 6.10. Sistem de colectare a apei cu pompe submersibile
Figura 6.11. Schema instalației hidraulice pentru o stație de pompare apă potabilă (3+1 pompe)
Figura 6.12. Stație de pompare. Secțiune orizontală
Figura 6.13. Stație de pompare. Secțiune longitudinală
Figura 6.14. Stație de pompare. Secțiune transversală
Figura 7.1. Masiv de ancoraj
Figura 7.2. Tipuri de masive de ancoraj
Figura 7.3. Masive de ancoraj
Figura 7.4. Ancorarea conductei înainte de turnarea betonului pentru prevenirea flotației
Figura 9.1. Scheme de rețele de distribuție
Figura 9.2. Scheme tehnologice de funcționare a rețelei de distribuție
Figura 9.3. Modul de gestionare a presiunii în rețea

ANEXE

- | | |
|----------------|--|
| Anexa 1 | Indicatori de calitate a apei, surse posibile, efecte posibile asupra sănătății umane, procese de tratare aplicabile |
| Anexa 2 | Metodologii pentru efectuarea unor determinări nestandardizate |
| Anexa 3 | Evaluarea riscurilor în exploatarea sistemelor de alimentare cu apă |
| Anexa 4 | Relații de calcul hidraulic utilizate frecvent în proiectarea sistemelor de alimentare cu apă și canalizare |
| Anexa 5 | Relații generale pentru calculul parametrilor hidrogeologici |

Abrevieri

AB	Apa brută
Adez.	Apa deznisipată
AD	Apa decantată
AF	Apa filtrată
Alk	Alcalinitatea totală a apei
AT	Apa tratată
AWWA	Asociația Americană a Producătorilor de Apă (American Water Works Association)
CaO	Oxid de calciu (var nestins)
Ca(OH) ₂	Hidroxid de calciu (var stins)
Ca(HCO ₃) ₂	Bicarbonat de calciu
CARL	Pierderile reale măsurate în rețea (Current Annual Real Losses)
ClO ₂	Dioxid de clor
CMA	Concentrația Maxim Admisă
CO ₂	Dioxid de carbon
CRL	Clor rezidual liber
EBCT	Timpul de contact aparent (Empty Bed Contact Time)
FIDIC	Federația Internațională a Inginerilor Consultanți (Fédération Internationale des Ingénieurs – Conseils)
d ₁₀	Diametrul ochiurilor sitei prin care trece 10% din materialul cernut
d ₆₀	Diametrul ochiurilor sitei prin care trece 60% din materialul cernut
ILI	Indicele de Pierderi al Infrastructurii (Infrastructure Leakage Index)
INHGA	Institutul Național de Hidrologie și Gospodărire a Apelor
IWA	Asociația Internațională a Apei (International Water Association)
LOX	Oxigen lichid
MON	Materii Organice Naturale
NTPA	Normativ Tehnic privind Protecția Apelor
NTU	Unități Nefelometrice de Turbiditate
NRW	Apa care nu aduce venit (Non Revenue Water)
O ₂	Oxigen
O ₃	Ozon
PAH	Hydrocarburi Aromatice Policiclice
PFAS	Substanțe Per- și Poli Fluoroalchilate
PMRSP	Planul de management al riscului asupra sănătății publice
PUG	Plan Urbanistic General
PUZ	Plan Urbanistic Zonal
SNC	Sistem Nervos Central
ST	Stație de Tratare
SP	Stație de Pompare
T _c	Timp de Contact
TDS	Total Substanțe Dizolvate
THM	Trihalometani
THMFP	Potențialul de Formare a Trihalometanilor
TOC	Carbon Organic Total
UARL	Pierderile reale medii care ar putea fi obținute din punct de vedere tehnic pentru rețeaua de distribuție (Unavoidable Average Real Losses)

1 Elemente generale

- (1) Normativul privind proiectarea, execuția și exploatarea sistemelor de alimentare cu apă și canalizare ale localităților, Indicativ NP 133-2022, denumit în continuare în acest document normativ NP 133, cuprinde pârgھیile necesare pentru asigurarea serviciilor fundamentale necesare dezvoltării umanității, în acord cu protejarea mediului, asigurând:
 - a. furnizarea apei potabile pentru localități;
 - b. colectarea, epurarea și descărcarea în condiții de siguranță a apelor uzate în mediul natural.
- (2) Normativul NP 133-2022 cuprinde prevederi specifice României, ținând cont de situația actuală a țării dar și de dezvoltările prognozate în următorii ani în domeniul alimentărilor cu apă și canalizărilor.
- (3) Normativul NP 133-2022 se dezvoltă pe trei volume:
 - Volumul I – Sistemul de alimentare cu apă;
 - Volumul II – Sistemul de canalizare;
 - Volumul III – Construcții din beton armat pentru sistemele de alimentare cu apă și canalizare.
- (4) Prevederile normativului NP 133 sunt obligatorii. Acolo unde anumite prevederi nu au caracter de obligativitate se precizează în mod specific. Excepțiile privind caracterul de obligativitate al anumitor prevederi ale normativului pot fi generate de:
 - a. schimbări frecvente ale anumitor componente și/sau procese tehnologice determinate de progresul tehnic și evoluția cunoașterii din domeniu;
 - b. protejarea prin patente pentru anumite materiale, prevederi tehnice, procese și tehnologii;
 - c. alte situații, a căror justificare se va prezenta în cadrul normativului.

1.1 Obiectul volumului I al normativului

- (1) Obiectul Volumului I al normativului NP 133 îl reprezintă componentele sistemului de alimentare cu apă al localităților, descrise în detaliu în cadrul reglementării.
- (2) Normativul NP 133 se adresează localităților unde serviciile de alimentare cu apă sunt furnizate pentru:
 - a. populație;
 - b. instituții publice;
 - c. industria locală și agenți economici.
- (3) Normativul NP 133, poate fi utilizat și de către platforme industriale care își dezvoltă propriile sisteme de alimentare cu apă, în condițiile necesității asigurării prevederilor legale pentru furnizarea apei potabile către angajații proprii.

1.2 Obiectivele volumul I normativului

- (1) Obiectivul principal al Volumului I al normativului NP 133 este asigurarea cunoștințelor minim necesare pentru:
 - a. proiectarea obiectelor sistemelor de alimentare cu apă;
 - b. execuția obiectelor sistemelor de alimentare cu apă;
 - c. exploatarea obiectelor sistemelor de alimentare cu apă.
- (2) Volumul I al normativului NP 133 asigură premisele necesare pentru:
 - a. conceperea de sisteme de alimentare cu apă noi;
 - b. extinderea și dezvoltarea sistemelor de alimentare cu apă existente;

- c. reabilitarea sistemelor de alimentare cu apă existente;
 - d. re tehnologizarea sistemelor de alimentare cu apă existente.
- (3) Volumul I al normativului NP 133 asigură dezvoltarea durabilă și judicioasă a sistemelor de alimentare cu apă, fiind conceput pe baze tehnico-economice.
- (4) Normativul NP 133 este conceput fără a încălca drepturile de autor ale proprietarilor de tehnologii, dar cu asigurarea deschiderii necesare în vederea asigurării posibilității utilizării tuturor tipurilor de tehnici și tehnologii existente, acolo unde acestea sunt aplicabile și optime din punct de vedere tehnico-economic.

1.3 Beneficiarii normativului

- (1) Volumul I al normativului NP 133 pleacă de la conceptul că apa este o componentă fundamentală în asigurarea vieții și în acest sens, asigurarea apei în condiții de potabilitate, continuitate și siguranță pentru beneficiarii sistemului de alimentare cu apă, reprezintă o premiză implicită; Apa nu este un produs comercial oarecare, ci este un patrimoniu natural care trebuie protejat, tratat și apărat ca atare, fiind o resursă strategică de siguranță și securitate națională.
- (2) Principalii beneficiari ai normativului NP 133 sunt:
- a. proiectanții sistemelor de alimentare cu apă;
 - b. constructorii sistemelor de alimentare cu apă;
 - c. operatorii sistemelor de alimentare cu apă.
- (3) De prevederile normativului NP 133 mai pot beneficia și următoarele categorii profesionale sau alți utilizatori:
- a. cercetători din domeniul alimentărilor cu apă sau din domenii conexe;
 - b. cadre didactice, studenți și elevi din instituțiile de învățământ care pregătesc profesioniști în domeniu;
 - c. instituții publice, agenți economici sau industriei, beneficiari sau deținători de sisteme sau de componente ale sistemelor de alimentare cu apă, verificatorii de proiecte, organele de avizare a proiectelor, publicul larg.
- (4) Normativul NP 133 este conceput în ideea de a fi un instrument flexibil și ușor de aplicat pentru specialiștii din domeniu care, dacă respectă prevederile sale, pot proiecta și executa în mod corect, respectiv pot exploata în condiții de siguranță componentele sistemului de alimentare cu apă.

1.3.1 Competențe necesare pentru specialiștii din domeniul alimentărilor cu apă

- (1) Competențele necesare pentru specialiștii din domeniul alimentărilor cu apă sunt următoarele:
- a. capacitatea de a proiecta, executa, exploata și întreține lucrări inginerești de construcții din domeniul construcțiilor aferente sistemelor de alimentări cu apă (de exemplu: captări de apă, stații de tratare a apei, aducțiuni de apă, stații de pompare, rezervoare de înmagazinare, rețele de distribuție a apei etc.);
 - b. managementul, organizarea și conducerea proceselor proiectare, execuție și exploatare a obiectelor și proceselor tehnologice din cadrul sistemelor de alimentări cu apă;
 - c. abilități de utilizare a programelor de calcul în domeniile: hidraulică, tratarea apei, rețele de distribuție, structuri hidroedilitare etc.
 - d. capacitatea de a evalua din punct de vedere tehnico-economic elementele componente aferente obiectelor tehnologice și a instalațiilor aferente construcțiilor din sistemele de alimentări cu apă;
 - e. abilitatea de a controla calitatea execuției și siguranță în exploatare a obiectelor aferente sistemelor de alimentări cu apă;

- f. capacitatea de a planifica, organiza și gestiona resursele tehnice și umane necesare pentru construirea și exploatarea sistemelor de alimentări cu apă;
 - g. capacitatea de a instrui și/sau evalua cunoștințele la nivel vocațional în domeniul sistemelor de alimentări cu apă;
 - h. abilitatea de a desfășura activități de cercetare, dezvoltare, consultanță, asistență tehnică, verificare de proiecte și expertize tehnice în ceea ce privește sistemele de alimentare cu apă.
- (2) Competențele specialiștilor din domeniul alimentărilor cu apă pot fi dobândite prin studii medii, universitare și post-universitare de profil sau prin certificare ca urmare a parcurgerii unor cursuri de pregătire profesională de specialitate, desfășurate de către instituții de învățământ de profil, în cadrul unor programe de studii adecvate.

1.4 Domeniul de aplicabilitate

- (1) Volumul I al normativului NP 133 este aplicabil și are caracter obligatoriu pentru sistemele publice de alimentare cu apă.
- (2) Sistemul public de alimentare cu apă se dezvoltă de la sursa de apă până la contorul/debitmetrul de la brașamentul către beneficiar. Nu fac parte din sistemul public de alimentare cu apă următoarele componente:
- a. rețelele de distribuție incintă, care se dezvoltă în platformele industriale sau private, dincolo de contorul/debitmetrul general de la brașamentul către beneficiar;
 - b. instalațiile interioare de alimentare cu apă care se dezvoltă în interiorul clădirilor, aflate dincolo de contorul/debitmetrul general de la brașamentul către beneficiar.

1.5 Durata de viață estimată a sistemelor de alimentare cu apă

- (1) Normativul NP 133 asigură concepția și dezvoltarea sistemului de alimentare cu apă, pentru o durată de viață care, în condițiile de dezvoltare actuale, este de 50 ani.

1.6 Corelarea cu alte normative, legi și standarde în vigoare

- (1) Normativul NP 133 se acordează cu legi, standarde, ghiduri de proiectare precum și cu alte normative existente, după cum se precizează în mod specific în fiecare capitol al normativului. Prezentul normativ a luat în considerare documentele de referință specificate în tabelele următoare.
- (2) Se utilizează cele mai recente ediții ale standardelor române de referință, împreună cu, după caz, anexele naționale, amendamentele și eratele publicate de către organismul național de standardizare.

Tabelul 1.1. Standarde române de referință.

Nr. crt.	Indicativ	Denumire
1	SR 10110	Alimentări cu apă. Stații de pompare. Prescripții generale de proiectare
2	SR 1343-1	Alimentări cu apă. Partea 1: Determinarea cantităților de apă potabilă pentru localități urbane și rurale
3	SR 1628-1	Alimentări cu apă. Surse de apă subterană. Investigații, studii de teren și cercetări de laborator
4	SR 1628-2	Alimentări cu apă. Surse de apă de suprafață. Investigații, studii și cercetări de laborator
5	STAS 1629/1	Captarea izvoarelor. Prescripții de proiectare
6	STAS 1629/2	Alimentări cu apă. Captarea apelor subterane prin puțuri. Prescripții de proiectare

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**
**CAPITOLUL 1
Elemente generale**

Nr. crt.	Indicativ	Denumire
7	STAS 1629/3	Alimentări cu apă. Captări de apă subterană prin drenuri. Prescripții generale de proiectare
8	STAS 1629/4	Alimentări cu apă. Captări de apă din râuri. Prescripții de proiectare
9	STAS 1629/5	Alimentări cu apă. Captări de apă din lacuri. Prescripții de proiectare
10	SR 4163-1	Alimentări cu apă. Rețele de distribuție. Prescripții fundamentale de proiectare
11	SR 4163-2	Alimentări cu apă. Rețele de distribuție. Prescripții de calcul
12	SR 4163-3	Alimentări cu apă. Rețele de distribuție. Prescripții de execuție și exploatare
13	SR 6819	Alimentări cu apă. Aducțiuni. Studii, prescripții de proiectare și de execuție
14	SR EN 124-1	Dispozitive de acoperire și de închidere pentru cămine de vizitare și guri de scurgere în zone carosabile și pietonale. Partea 1: Definiții, clasificare, principii generale de proiectare, cerințe de performanță și metode de încercare
15	SR EN 124-2	Dispozitive de acoperire și de închidere pentru cămine de vizitare și guri de scurgere în zone carosabile și pietonale. Partea 2: Dispozitive de acoperire și de închidere pentru cămine de vizitare și guri de scurgere de fontă
16	SR EN 124-3	Dispozitive de acoperire și de închidere pentru cămine de vizitare și guri de scurgere în zone carosabile și pietonale. Partea 3: Dispozitive de acoperire și de închidere pentru cămine de vizitare și guri de scurgere de oțel sau aliaje de aluminiu
17	SR EN 124-4	Dispozitive de acoperire și de închidere pentru cămine de vizitare și guri de scurgere în zone carosabile și pietonale. Partea 4: Dispozitive de acoperire și de închidere pentru cămine de vizitare și guri de scurgere de beton armat cu oțel
18	SR EN 124-5	Dispozitive de acoperire și de închidere pentru cămine de vizitare și guri de scurgere în zone carosabile și pietonale. Partea 5: Dispozitive de acoperire și de închidere pentru cămine de vizitare și guri de scurgere de materiale compozite
19	SR EN 124-6	Dispozitive de acoperire și de închidere pentru cămine de vizitare și guri de scurgere în zone carosabile și pietonale. Partea 6: Dispozitive de acoperire și de închidere pentru cămine de vizitare și guri de scurgere de polipropilenă (PP), polietilenă (PE) sau policlorură de vinil neplastifiată (PVC-U)
20	SR EN 1998-4	Eurocod 8: Proiectarea structurilor pentru rezistența la cutremur. Partea 4: Silozuri, rezervoare și conducte
21	SR EN 1993-1-5	Eurocod 3: Proiectarea structurilor de oțel. Partea 1-5: Elemente structurale din placi plane sollicitate în planul lor
22	SR EN 1993-1-11	Eurocod 3: Proiectarea structurilor de oțel. Partea 1-11: Proiectarea structurilor cu elemente întinse
23	SR EN 1993-1-2	Eurocod 3: Proiectarea structurilor de oțel. Partea 1-2: Reguli generale. Calculul structurilor la foc
24	SR EN 1993-1-6	Eurocod 3. Proiectarea structurilor de oțel. Partea 1-6: Rezistența și stabilitatea plăcilor curbe subțiri
25	SR EN 1993-1-8	Eurocod 3: Proiectarea structurilor de oțel. Partea 1-8: Proiectarea îmbinărilor
26	SR EN 1993-1-9	Eurocod 3: Proiectarea structurilor de oțel. Partea 1-9: Oboseala
27	SR EN 1993-1-10	Eurocod 3: Proiectarea structurilor de oțel. Partea 1-10: Alegerea claselor de calitate a oțelului
28	SR EN 1993-1-1	Proiectarea structurilor din oțel - Reguli generale și reguli pentru clădiri
29	SR EN 16907-1	Terasamente. Partea 1: Principii și reguli generale
30	SR EN 16907-2	Terasamente. Partea 2: Clasificarea materialelor
31	SR EN 16907-3	Terasamente. Partea 3: Proceduri de construcție
32	SR EN 16907-4	Terasamente. Partea 4: Tratarea pământurilor cu var și/sau lianți hidraulici
33	SR EN 16907-5	Terasamente. Partea 5: Proceduri de construcție
34	SR EN 12063	Execuția lucrărilor geotehnice speciale. Pereți din palplanșe
35	SR EN 15237	Execuția lucrărilor geotehnice speciale. Drenaj vertical
36	SR EN ISO 22282-1	Cercetări și încercări geotehnice. Încercări geohidraulice. Partea 1: Reguli generale
37	SR EN ISO 22282-2	Cercetări și încercări geotehnice. Încercări geohidraulice. Partea 2: Încercări depermeabilitate la apă în foraje utilizând sisteme cu tub deschis
38	SR EN ISO 22282-4	Investigații și încercări geotehnice. Încercări geohidraulice. Partea 4: Încercări de pompare
39	SR EN ISO 22282-5	Cercetări și încercări geotehnice. Încercări geohidraulice. Partea 5: Încercări cu infiltrometru

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**
**CAPITOLUL 1
Elemente generale**

Nr. crt.	Indicativ	Denumire
40	SR EN ISO 22282-6	Cercetări și încercări geotehnice. Încercări geohidraulice. Partea 6: Încercări depermeabilitate la apă în foraje utilizând sisteme cu tub închis
41	SR EN ISO 22475-1	Investigații și încercări geotehnice. Metode de prelevare și măsurări referitoare la apasubterană. Partea 1: Principii tehnice pentru prelevarea eșantioanelor de pământ, rocă și apă subterană
42	SR EN ISO 5817	Îmbinări sudate cu arc electric din oțel. Ghid pentru nivelurile de acceptare a defectelor
43	SR EN 1916	Tuburi și accesorii din beton simplu, beton slab armat și beton armat
44	SR EN 681-1	Garnituri de etanșare de cauciuc. Cerințe de material pentru garnituri de etanșare a îmbinărilor de țevi utilizate în domeniul apei și canalizării. Partea 1: Cauciuc vulcanizat
45	SR EN 681-2	Garnituri de etanșare de cauciuc. Cerințe de material pentru garnituri de etanșare a îmbinărilor de țevi utilizate în domeniul apei și canalizării. Partea 2: Elastomeri termoplastici
46	SR EN 681-3	Garnituri de etanșare de cauciuc. Cerințe de material pentru garnituri de etanșare a îmbinărilor de țevi utilizate în domeniul apei și canalizării. Partea 3: Materiale celulare de cauciuc vulcanizat
47	SR EN 681-4	Garnituri de etanșare de cauciuc. Cerințe de material pentru garnituri de etanșare a îmbinărilor de țevi utilizate în domeniul apei și canalizării. Partea 4: Garnituri de etanșare de poliuretan turnat
48	SR EN 805	Alimentări cu apă. Condiții pentru sistemele și componentele exterioare clădirilor
49	SR 8591	Rețele edilitare subterane. Condiții de amplasare
50	STAS 1478	Instalații sanitare. Alimentarea cu apă la construcții civile și industriale. Prescripții fundamentale de proiectare
51	STAS 9570/1	Marcarea și reperarea rețelilor de conducte și cabluri, în localități
52	STAS 4068/1	Debite și volume maxime de apă. Determinarea debitelor și volumelor maxime ale cursurilor de apă
53	STAS 4068/2	Debite și volume maxime de apă. Probabilitățile anuale ale debitelor și volumelor maxime în condiții normale și speciale de exploatare
54	STAS 9312	Subtraversări de căi ferate și drumuri cu conducte. Prescripții de proiectare
55	STAS 4273	Construcții hidrotehnice. Încadrarea în clase de importanță
56	STAS 1913/13	Teren de fundare. Determinarea caracteristicilor de compactare. Încercarea Proctor
57	STAS 6054	Teren de fundare. Adâncimi maxime de îngheț
58	STAS 9824/5	Măsurători terestre. Trasarea pe teren a rețelilor de conducte, canale și cabluri
59	SR EN 15975-1+A1	Securitatea alimentării cu apă potabilă. Linii directoare pentru gestionarea riscului și a crizei. Partea 1: Gestionarea crizei
60	SR EN 15975-2	Securitatea alimentării cu apă potabilă. Linii directoare pentru gestionarea riscului și a crizei. Partea 2: Gestionarea riscului
61	SR 1544	Ciment pentru sonde tip S1
62	SR EN 14339	Hidranți de incendiu subterani
63	SR EN 14384	Hidranți de incendiu supraterani

- (3) Lista reglementărilor tehnice de referință dată în această reglementare tehnică se consultă împreună cu lista documentelor normative aflate în vigoare publicată de către autoritățile de reglementare de resort.

Tabelul 1.2. Acte normative/Reglementări tehnice de referință.

Nr. crt.	Acte normative/Reglementare tehnică
1	Legea apelor nr. 107/1996, cu modificările și completările ulterioare.
2	Legea nr. 458/2002 privind calitatea apei potabile, republicată, cu modificările și completările ulterioare.

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**

**CAPITOLUL 1
Elemente generale**

Nr. crt.	Acte normative/Reglementare tehnică
3	Legea nr. 301/2015 privind stabilirea cerințelor de protecție a sănătății populației în ceea ce privește substanțele radioactive din apa potabilă
4	Ordinul ministrului mediului și schimbărilor climatice nr. 621/2014 privind aprobarea valorilor de prag pentru apele subterane din România
5	Prescripția tehnică PT C 4-2010 „Recipiente metalice stabile sub presiune”, aprobată prin Ordinul ministrului economiei, comerțului și mediului de afaceri nr. 663/2010, denumită în continuare în acest document prescripție tehnică PT C 4-2010.
6	Ordinul ministrului sănătății nr. 119/2014 pentru aprobarea Normelor de igienă și sănătate publică privind mediul de viață al populației, cu modificările și completările ulterioare.
7	Ordinul ministrului sănătății nr. 275/2012 privind aprobarea Procedurii de reglementare sanitară pentru punerea pe piață a produselor, materialelor, substanțelor chimice/ amestecurilor și echipamentelor utilizate în contact cu apa potabilă, cu modificările și completările ulterioare.
8	Ordinul ministrului sănătății nr. 10/2010 privind aprobarea procedurii de avizare a produselor biocide care sunt plasate pe piață pe teritoriul României, cu modificările și completările ulterioare.
9	Hotărârea Guvernului nr. 974/2004 pentru aprobarea Normelor de supraveghere, inspecție sanitară și monitorizare a calității apei potabile și a Procedurii de autorizare sanitară a producției și distribuției apei potabile, cu modificările și completările ulterioare.
10	Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții, republicată, cu modificările și completările ulterioare.
11	Normele de calitate pe care trebuie să le îndeplinească apele de suprafață utilizate pentru potabilizare, indicativ NTPA 013, aprobate prin Hotărârea Guvernului nr. 100/2002, cu modificările și completările ulterioare, denumite în continuare în prezentul document normă NTPA 013.
12	Ghid privind reabilitarea conductelor pentru transportul apei, indicativ GP 127-2014, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr.2359/2014, denumit în continuare în prezentul document ghid GP 127.
13	Ghid de proiectare și execuție privind protecția împotriva coroziunii, indicativ GP 121-2013, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 27/2014.
14	Normativ privind documentațiile geotehnice pentru construcții, indicativ NP 072-2014, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 1330/2014, denumit în continuare în prezentul document normativ NP 074.
15	Normativ privind proiectarea geotehnică a lucrărilor de epuizmente, Indicativ NP 134-2014, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 995/2014, denumit în continuare în acest document normativ NP 134
16	Normativ privind cerințele de proiectare și execuție a excavațiilor adânci în zone urbane, indicativ NP 120-2014, aprobat prin Ordinul ministrului transporturilor, construcțiilor și turismului nr. 2104/2014, denumit în continuare în prezentul document normativ NP 120.
17	Normativ pentru proiectarea structurilor de fundare directă, indicativ NP 112-2014, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării, lucrărilor publice și administrației nr. 2405/2022, denumit în continuare în prezentul document normativ NP 112.
18	Normativ privind proiectarea geotehnică a fundațiilor pe piloți, indicativ NP 123-2022, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării, lucrărilor publice și administrației nr. 2405/2022, denumit în continuare în prezentul document normativ NP 123.

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**
**CAPITOLUL 1
Elemente generale**

Nr. crt.	Acte normative/Reglementare tehnică
19	Normativul privind proiectarea geotehnică a lucrărilor de susținere, indicativ NP 124-2010, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și turismului nr. 2689/2010, denumit în continuare în prezentul document normativ NP 124.
20	Normativ privind fundarea construcțiilor pe pământuri sensibile la umezire, indicativ NP 125-2010, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și turismului nr. 2688/2010, denumit în continuare în prezentul document normativ NP 125.
21	Normativ privind fundarea construcțiilor pe pământuri cu umflări și contracții mari, indicativ NP 126-2010, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și turismului nr. 115/2010, denumit în continuare în prezentul document normativ NP 126.
22	Normativ privind prescripțiile generale de proiectare. Verificarea prin calcul a elementelor de construcții metalice și a îmbinărilor acestora, indicativ NP 042-2000, aprobat prin Ordinul ministrului lucrărilor publice și amenajării teritoriului nr. 28/N/2000, denumit în continuare în prezentul document normativ NP 042.
23	Instrucțiuni tehnice privind îmbinarea elementelor de construcții metalice cu șuruburi de înaltă rezistență pretensionate, indicativ C 133-2014, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 1004/2014, denumit în continuare în prezentul document C 133.
24	Normativ privind calitatea îmbinărilor sudate din oțel ale construcțiilor civile, industriale și agricole, indicativ C 150-1999, aprobat prin Ordinul ministrului lucrărilor publice și amenajării teritoriului nr. 81/N/1999, denumit în continuare în prezentul document normativ C 150.
25	Ghid pentru execuția și exploatarea rezervoarelor metalice pentru înmagazinarea apei potabile, indicativ GE 052-2004, aprobat prin Ordinul ministrului transporturilor, construcțiilor și turismului nr. 164/2005, denumit în continuare în prezentul document ghid GE 052-2004.
26	Normativ privind calculul loviturii de berbec și alegerea măsurilor optime de protecție, indicativ NP 128-2011, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și turismului nr. 255/06.02.2012, denumit în continuare în prezentul document normativ NP 128.
27	Hotărârea Guvernului nr. 668/2017 privind stabilirea condițiilor pentru comercializarea produselor pentru construcții
28	Hotărârea Guvernului nr. 750/2017 pentru modificarea anexei nr. 5 - Regulamentul privind acordul tehnic pentru produse, procedee și echipamente noi în construcții - la Hotărârea Guvernului nr. 766/1997 pentru aprobarea unor regulamente privind calitatea în construcții.
29	Legea nr. 307/2006 privind apărarea împotriva incendiilor, republicată, cu modificările și completările ulterioare.
30	Ordinul ministrului administrației și internelor nr. 163/2007 pentru aprobarea Normelor generale de apărare împotriva incendiilor.
31	Normativul privind securitatea la incendiu a construcțiilor, Partea a II-a - Instalații de stingere, indicativ P 118/2-2013, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 2463/2013, modificat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 6026/2018, denumit în continuare în prezentul document normativ P118/2.
32	Normativul privind securitatea la incendiu a construcțiilor, Partea a III-a - Instalații de detectare, semnalizare și avertizare, indicativ P118/3-2015, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 364/2015 și modificat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 6025/2018, denumit în continuare în prezentul document normativ P118/3.

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**
**CAPITOLUL 1
Elemente generale**

Nr. crt.	Acte normative/Reglementare tehnică
33	Ordinul ministrului mediului și pădurilor nr. 1278/2011 pentru aprobarea Instrucțiunilor privind delimitarea zonelor de protecție sanitară și a perimetrului de protecție hidrogeologică
34	Normativ pentru proiectarea și executarea sistemelor de iluminat artificial din clădiri, indicativ NP 061-2002, aprobat prin Ordinul ministrului lucrărilor publice, transporturilor și locuinței nr. 939/02.07.2002, denumit în continuare în prezentul document normativ NP 061.
35	Normativ privind stabilirea limitelor de încărcare cu poluanți a apelor uzate industriale și orășenești la evacuarea în receptorii naturali, indicativ NTPA – 001- 2002, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 188/2002, cu modificările și completările ulterioare, denumit în continuare în prezentul document normativ NP 001.
36	Normativ pentru proiectarea, execuția și exploatarea instalațiilor electrice aferente clădirilor, indicativ I7-2011, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și turismului nr. 2741/2011, denumit în continuare în prezentul document normativ I7
37	Cod de proiectare. Bazele proiectării construcțiilor, indicativ CR 0-2012, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și turismului nr. 1530/2012 și completat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 2411/2013, denumit în continuare în prezentul document cod de proiectare CR 0.
38	Cod de proiectare. Evaluarea acțiunii zăpezii asupra construcțiilor, indicativ CR1-1-3-2012, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și turismului nr. 1655/2012, completat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 2414/2013, denumit în continuare în prezentul document cod de proiectare CR 1-1-3.
39	Cod de proiectare. Evaluarea acțiunii vântului asupra construcțiilor, indicativ CR1-1-4-2012, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și turismului nr. 1751/2012, completat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 2413/2013, denumit în continuare în prezentul document CR 1-1-4.
40	Cod de proiectare seismică, Partea I, Prevederi de proiectare pentru clădiri, indicativ P100-1/2013, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 2465/2013, completat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 2956/2019, denumit în continuare în prezentul document cod de proiectare P100-1.

2 Schema generală a sistemului de alimentare cu apă

- (1) Sistemul de alimentare cu apă este complexul de lucrări ingineresti prin care se asigură prelevarea apei din mediul natural, corectarea calității, transportul, înmagazinarea și distribuția acesteia în cantitatea și la calitatea și presiunea solicitate de utilizator.
- (2) Obiectivul fundamental al sistemului de alimentare cu apă îl reprezintă asigurarea permanentă a apei potabile pentru comunități umane inclusiv instituții publice și agenți economici de deservire a comunității.
- (3) Sistemul de alimentare cu apă cuprinde următoarele obiecte:
- a. captarea apei, care poate fi din:
 - i. surse subterane;
 - ii. surse de suprafață;
 - b. aducțiune de apă brută;
 - c. stație de tratare a apei;
 - d. aducțiune de apă tratată;
 - e. rezervoare și castele de apă;
 - f. stații de pompare și de repompare;
 - g. rețele de distribuție a apei.

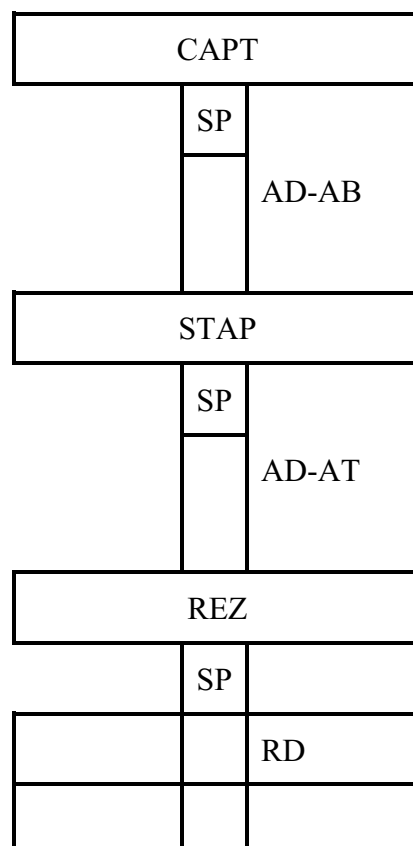


Figura 2.1. Schema generală a sistemului de alimentare cu apă.

Notății: CAPT – Captarea apei; SP – Stație de pompare; AD-AB – Aducțiune apă brută; STAP – Stația de tratare; AD-AT – Aducțiune apă tratată; REZ – Complex de înmagazinare (Rezervor și/sau castel de apă); RD – Rețea de distribuție a apei.

- (4) Configurația sistemului de alimentare cu apă se particularizează de la caz la caz, în funcție de necesități și de alte criterii care pot avea efect asupra proiectării, execuției și exploatării obiectelor componente.
- (5) Sistemul de alimentare cu apă trebuie să asigure următoarele cerințe:
- a. fiabilitatea ridicată a sistemului;
 - b. rezistența la schimbările climatice;
 - c. flexibilitatea proceselor, configurațiilor și sistemelor adoptate;
 - d. redundanța anumitor obiecte pentru a evita întreruperile îndelungate determinate de avarii;
 - e. durabilitatea ridicată a construcțiilor, instalațiilor și proceselor;
 - f. posibilitatea de adaptare la provocări generate de:
 - i. modificarea numărului de beneficiari;
 - ii. schimbarea calității apei sursei;
 - iii. modificarea tehnologiilor și creșterea gradului de cunoaștere.
 - g. posibilitatea de a asigura dezvoltarea în etape a sistemului de alimentare cu apă, în funcție de dezvoltarea estimată a centrului populat;
 - h. sistemul de alimentare cu apă se va încadra în Planul de amenajare și în Planul de Management al bazinului hidrografic, atât din punct de vedere al surselor de apă, cât și din punct de vedere al descărcării apelor uzate epurate.
- (6) Tipul și elementele componente ale sistemului de alimentare cu apă se aleg în baza unei analize tehnico-economice. Criteriile de alegere a schemei sistemului de alimentare cu apă sunt:
- a. sistemul de alimentare cu apă trebuie să asigure furnizarea apei pentru consumatori, în mod continuu, la nivelul de calitate, în cantitatea și la presiunea necesară;
 - b. sistemul de alimentare cu apă propus trebuie să conducă la valori minime ale costurilor de investiție amortizată însumate cu costurile de exploatare anuale. Atunci când există mai multe scheme care conduc la valori apropiate ale costurilor de investiție amortizate și de exploatare anuale, se preferă schemele care au costuri de exploatare mai reduse;
 - c. sistemul de alimentare cu apă trebuie să țină cont de capabilitatea operatorului:
 - i. când nivelul de cunoștințe al operatorului este limitat, se preferă scheme cu grad mare de automatizare;
 - ii. când nivelul de cunoștințe și experiența operatorului sunt ridicate, se pot utiliza orice tehnologii și procese, care trebuie însă să fie selectate pe baze tehnico-economice.
 - d. pentru sisteme de alimentare cu apă care deservește comunități mari, este de preferat, atunci când este posibil, ca alimentarea cu apă să se facă din mai multe surse;
 - e. se va acorda prioritate utilizării surselor de suprafață. Sursele subterane se vor utiliza, pe cât posibil, doar în situația în care nu sunt disponibile alte surse sau când sursele de suprafață sunt extrem de poluate sau cu un debit insuficient, fiind considerate surse strategice și cu un nivel de protecție ridicat;
 - f. în vederea reducerii consumurilor de energie se preferă, atunci când este posibil, sistemele de alimentare cu apă cu curgere preponderent gravitațională, în detrimentul sistemelor cu multe trepte de pompare;
 - g. în vederea optimizării schemei, atât din punct de vedere al costurilor de investiție, cât și al exploatării obiectelor, se preferă ca, atunci când este posibil, anumite obiecte ale sistemului să fie grupate.

2.1 Studii necesare pentru proiectarea obiectelor sistemului de alimentare cu apă

- (1) Studiile prealabile proiectării sistemelor de alimentare cu apă sunt necesare pentru:
 - a. alegerea sursei de apă și a sistemului constructiv al captării (studii hidrologice, hidrogeologice studii de calitate a apei care trebuie să precizeze elementele cantitative și calitative ale surselor subterane și de suprafață);
 - b. stabilirea sistemului de fundare a construcțiilor și de izolare hidrofugă a acestora (studii geotehnice și studii geologice);
 - c. alegerea materialelor conductelor și a sistemului de protecție anticorozivă (studii electrometrice, studiul calității apei subterane freatice și a apei de transport din punct de vedere al gradului de coroziune);
 - d. stabilirea schemei tehnologice pentru stația de tratare a apei (studiu de calitate a apei brute, studiu de tratabilitate);
 - e. stabilirea parametrilor stațiilor de pompare;
 - f. stabilirea situației existente a lucrărilor de alimentare cu apă;
 - g. stabilirea schemei generale a sistemului de alimentare cu apă în plan și pe verticală, a amplasamentului fiecărui obiect și a încadrării acestuia în teren (studii topografice);
 - h. stabilirea posibilităților de instaurare a zonelor de protecție sanitară la fiecare obiect al sistemului de alimentare cu apă;
 - i. stabilirea datelor cu caracter economic: sursa materialelor necesare, distanțe de transport, posibilități de alimentare cu energie electrică și combustibil.
- (2) Toate studiile necesare pentru proiectarea sistemelor de alimentare cu apă și canalizare se efectuează conform legislației în vigoare, de către instituții specializate și cu experiență în domeniu.

2.1.1 Studii hidrologice

- (1) Studiile hidrologice trebuie să stabilească:
 - a. dinamica albiei în zona captării cu referire la fenomenele de depunere și eroziune, afuieri generale și locale, limita de inundabilitate pentru probabilitatea de depășire a debitului maxim anual corespunzătoare clasei de importanță a lucrării;
 - b. debite medii lunare (dacă sursa este în regim amenajat) și zilnice (pentru sursa în regim neamenajat) corespunzătoare probabilităților de depășire necesare; calculele statistice se vor realiza pe baza unui șir de minim 30 ani;
 - c. debitul minim de calcul stabilit funcție de obiectivul pentru care se face captarea;
 - d. corelația între turbiditatea medie și debitul lichid corespunzător, precum și corelațiile între debitul solid (târât, respectiv în suspensie) și debitul lichid;
 - e. date statistice privind temperatura apei (medie, minimă, maximă) și variația ei în timp (pe luni sau preferabil pe sezoane);
 - f. corelația debit – nivelul apei din râu (cheia liminimetrică în secțiunea prizei);
 - g. încadrarea în Planul de amenajare și Planul de management pe bazin;
 - h. debite ecologice și de servitute în aval.

2.1.2 Studii hidrogeologice

- (1) Studiile hidrogeologice se execută în două etape:
 - a. studiul hidrogeologic preliminar, care are la bază:
 - i. cercetarea și interpretarea datelor existente (la autorități locale și/sau central) în zona viitoarei captări: foraje existente, date de exploatare, disfuncțiuni, cunoștințe existente despre stratele acvifere din zonă;

- ii. date obținute prin metodele: geoelectrică, microseismică, alte metode nedistructive prin care se pot pune în evidență: adâncimile la care sunt cantonate stratele de apă subterană, calitatea apei subterane.
 - iii. rezultatele studiului preliminar trebuie să pună în evidență: estimarea configurației viitoarei captări; estimarea complexității și extinderii studiului hidrogeologic definitiv; etapele de derulare a studiului hidrogeologic definitiv.
- b. studiul hidrogeologic definitiv - se execută prin foraje de explorare-exploatare, care vor fi definitivare ca părți componente ale viitoarelor lucrări de captare, precum și prin etapa de elaborare a modelului matematic al acviferului studiat. Studiul hidrogeologic trebuie să pună la dispoziția proiectantului cele ce urmează:
- i. poziția exactă a captării, grosimea formațiunilor acvifere, nivelul hidrostatic, inclusiv variația acestuia în timp pe baza precipitațiilor din zonă; se vor estima nivelele hidrostatice minime cu probabilitatea de depășire de 95 - 97%;
 - ii. coloana litologică din forajele de studiu;
 - iii. secțiuni hidrogeologice pe direcția de curgere și perpendicular pe aceasta;
 - iv. propunerea de foraje de observație;
 - v. hărți cu hidroizohipse medii multianuale;
 - vi. capacitatea de debitare a forajelor de studiu;
 - vii. conductivități hidraulice obținute prin probe de pompare;
 - viii. compoziția granulometrică a stratului;
 - ix. modelul conceptual al acviferului (extindere spațială în plan vertical și orizontal; model monostrat, bistrat sau multistrat; zone de alimentare și zone de drenaj natural etc);
 - x. modelul matematic al acviferului (condiții de margine, interacțiunea cu rețeaua hidrografică, evaluarea alimentării acviferelor freactice din precipitații, calibrarea și validarea parametrilor hidrogeologici) și evaluarea resursei de apă subterană;
 - xi. scenariu de exploatare a acviferului pentru a asigura gospodărirea durabilă a resursei de apă subterană;
 - xii. proiectarea frontului de puțuri ținând seama atât de restricțiile tehnologice (interferența dintre puțuri, nedepășirea vitezei de acces și prevenirea colmatării puțurilor) cât și de resursa disponibilă pentru exploatare;
 - xiii. definirea zonelor de protecție și a perimetrului de protecție hidrogeologică pe bază de formule și/sau modelare matematică.

(2) Studiul hidrogeologic trebuie să cuprindă și referat de expertiză INHGA, conform prevederilor legale în vigoare.

2.1.3 Studii geotehnice

(1) Se vor întocmi în conformitate cu cerințele normativului NP 074.

2.1.4 Studii topografice

(1) Studiul topografic se va realiza în sistemul de coordonate național STEREOGRAFIC 1970 și sistemul de cote Marea Neagră 1975; punctele rețelei de îndesire (materializată în teren prin borne rezistente și stabile – de exemplu din beton sau tip feno) vor fi determinate utilizând tehnologia GNSS (procedeul static) și stații totale (dacă este cazul), iar cotele vor fi determinate prin nivelment geometric; densitatea de puncte care se vor ridica prin studiul topografic este caracteristica planurilor la scara minim 1:2000.

- (2) Ridicarea topografică trebuie să conțină poziționarea tuturor elementelor existente de pe amplasamentul studiat (rețele edilitare, cursuri de apă, drumuri, canale de desecare, limite de proprietăți etc).

2.1.5 Studii de inundabilitate

- (1) Studiul de inundabilitate trebuie să conțină limitele de inundabilitate ale zonei funcție de categoria amenajărilor hidrotehnice (alimentare cu apă, canalizare) și de clasa de importanță, inclusiv referat Apele Române. Se recomandă ca pe hartă să fie trecută și limita de inundabilitate pentru debitul maxim cu probabilitatea de depășire de 1%, care reprezintă un standard de protecție.

2.1.6 Studii de calitate a apei brute

- (1) Studiul de calitate a apei are la bază analize de calitate iar interpretarea acestora se face în raport cu legislația în vigoare, astfel:
- pentru apa subterană - în raport cu Legea nr. 458/2002 privind calitatea apei destinată consumului uman, cu modificările și completările ulterioare, și cu Legea nr. 301/2015 privind stabilirea cerințelor de protecție a sănătății populației în ceea ce privește substanțele radioactive din apa potabilă;
 - pentru apa de suprafață - în raport cu norma NTPA 013, dar și cu Legea nr. 458/2002, cu modificările și completările ulterioare, pentru a identifica parametrii care trebuie corecți.
- (2) Evaluarea calității apei ține seama de:
- variația sezonieră a calității apei, de evenimentele meteorologice, de deversările și de afluenții de-a lungul sursei până la captare, de natura terenului, în cazul apelor de suprafață;
 - perioadele cu dezvoltare masivă a algelor, în cazul lacurilor.
- (3) Prelevarea probelor de apă pentru analiză se face astfel încât să se prindă cele mai defavorabile situații din punct de vedere al calității apei.
- (4) Studiul de calitate a apei sursei trebuie să conțină:
- analiza datelor istorice disponibile privind calitatea apei sursei;
 - analiza rezultatelor obținute în campaniile de recoltare efectuate conform Capitolului 5.1 – Calitatea apei.

2.1.7 Studii de tratabilitate

- (1) Studiul de tratabilitate a apei are la bază studiul de calitate a apei brute.
- (2) Pentru studiul de tratabilitate, apa se prelevează în cea mai defavorabilă perioadă din punct de vedere al calității apei.
- (3) Studiul de tratabilitate trebuie să furnizeze:
- schema optimă de tratare pentru apa respectivă, selectată pe baza analizei diverselor tipuri de scheme posibile;
 - tipul reactivilor de coagulare-floculare și dozele necesare;
 - gradienți de viteză pentru reacția lentă și reacția rapidă;
 - tehnologia de limpezire și parametrii tehnologici;
 - tipul reactivilor de oxidare, doze necesare, timpi de contact;
 - viteze de filtrare, încărcări hidraulice;
 - tipul reactivilor pentru corectarea caracterului coroziv, doze necesare, timpi de contact.

2.1.8 Studiu privind balanța apei

- (1) Studiu privind balanța apei cuprinde următoarele elemente:
- a. măsurători simultane ale debitelor de:
 - i. apa brută preluată de la sursă;
 - ii. apă brută intrată în stația de tratare;
 - iii. apa potabilă la ieșirea din stația de tratare;
 - iv. apa potabilă intrată în rezervoare;
 - v. apa potabilă injectată în rețea;
 - b. stabilirea nivelului de pierderi în sistemul de alimentare cu apă și a tuturor componentelor acestuia, conform metodologiei Asociației Internaționale a Apei (IWA);
 - c. balanța apei pentru situația existentă și balanța apei pentru situația propusă la orizontul proiectului, pentru apa potabilă.

3 Debite de calcul ale obiectelor sistemului de alimentare cu apă

3.1 Debite ale necesarului de apă

- (1) Necesarul de apă al unei localități reprezintă suma cantităților medii zilnice de apă distribuite fiecărui tip de consumator la bransamentul acestuia.
- (2) Cantitatea medie zilnică de apă necesară unui consumator, se numește consum (necesar) specific și se exprimă în l/om,zi. În funcție de tipul consumatorului, consumul specific al acestuia poate include cantități de apă necesare acestuia pentru:
 - a. nevoi gospodărești (casnice) (q_g): băut, preparare hrană, spălătul corpului, spălătul rufelor și vaselor, curățenia locuinței, utilizarea WC-ului, precum și pentru animale de companie;
 - b. nevoi publice (q_p) și industrie locală ($q_{ind.loc}$): unități de învățământ de toate gradele, creșe, spitale, policlinici, băi publice, cantine, cămine, hoteluri, moteluri, pensiuni, restaurante, magazine, spălătorii auto, cișmele publice de băut apă etc.;
 - c. nevoi pentru creșterea animalelor domestice în gospodării (q_{dom});
 - d. alte folosințe asigurate din sistemul centralizat; în această categorie intră stropitul străzilor, spălătul piețelor și străzilor (q_{ss}), stropitul spațiilor verzi (q_{sv}); pentru toate aceste folosințe este recomandabil să nu se utilizeze apă potabilă din sistemul centralizat, și să se folosească surse alternative de apă netratată (apă decantată din râuri/lacuri, apă subterană din stratul freatic).
- (3) Pentru agenții economici mari se pot asigura cantitățile de apă din sistemul de alimentare cu apă centralizat în cazul în care aceștia solicită, necesare pentru:
 - a. nevoi gospodărești în unități industriale, funcție de numărul de angajați, dacă acestea au asigurată apa potabilă din sistemul centralizat de alimentare cu apă;
 - b. nevoi tehnologice specifice activității de producție a agentului industrial respectiv.
- (4) Debitul total al necesarului de apă într-o localitate se calculează prin însumarea debitelor necesarului de apă, calculate pe tipuri de consumatori.

3.1.1 Consumuri specifice ale necesarului de apă

3.1.1.1 Consumuri specifice pentru nevoi gospodărești

- (1) Pentru sisteme noi de alimentare cu apă, atunci când nu pot fi justificate alte valori rezultate în urma unor studii legate de consumurile caracteristice specifice zonei în care se implementează proiectul, valorile consumului specific de apă pentru nevoi gospodărești (q_g) vor fi adoptate conform datelor din Tabelul 3.1.
- (2) Pentru localitățile în care se extinde sistemul de alimentare cu apă, valoarea consumului specific pentru nevoi gospodărești în zona de extindere se va adopta în funcție de gradul de dotare cu instalații de apă rece, caldă și canalizare în conformitate cu Tabelul 3.1.

Tabelul 3.1 Consumuri specifice pentru nevoi gospodărești*

Tip zona	Zone sau localități diferențiate în funcție de gradul de dotare cu instalații de apă rece, caldă și canalizare	Consum specific q_g [l/om,zi]	Coefficient de variație zilnică K_{zi}
1	Zone în care apa se distribuie prin cișmele amplasate pe străzi fără canalizare	50	1,50/2,00
2	Zone în care apa se distribuie prin cișmea amplasată în curte (bransament individual) fără canalizare	80	1,40/1,80
3	Zone cu gospodării având instalații interioare de apă rece, caldă și canalizare, cu preparare individuală a apei calde	100-120	1,30/1,40
4	Zone cu apartamente în blocuri cu instalații de apă rece, caldă și canalizare, cu preparare centralizată a apei calde	120-150	1,20/1,35

*NOTA 1 – Valorile orientative pentru q_g pot fi mărite sau micșorate funcție de:

- mărimea zonei sau a centrului populat, densitatea populației (loc/ha) și tipul de locuințe;
- specificul zonei/localității (urbană, rurală, stațiune turistică, balneară, etc.);
- gradul de confort al locuințelor: apartamente în blocuri cu centrală proprie sau asigurarea căldurii și apei calde centralizat, case individuale standard în mediul urban și/sau rural, vile în cartiere rezidențiale;
- obiceiurile utilizatorilor din zonă referitoare la utilizarea apei.

Creșterea valorilor va fi susținută prin studii care să demonstreze necesitatea valorii adoptate.

*NOTA 2 – Pentru K_{zi} valorile de deasupra liniei sunt date pentru localitățile având climă continental temperată, iar valorile de sub linie pentru localitățile având climă continental excesivă. Definierea climei se face pe baza numărului anual de zile de vară (n) ca medie multianuală, cu temperatură maximă măsurată $t^{\circ}C \geq 25^{\circ}$, astfel:

- $n \leq 80$ – climă continental temperată;
- $n > 80$ climă continental excesivă.

3.1.1.2 Consumuri specifice pentru nevoi publice și industrie locală

- (1) Necesarul de apă pentru consumatorii publici și agenții economici minori din localități sau zone ale acestora se va calcula analitic în funcție de tipul și mărimea acestuia, prin însumarea cantităților de apă necesare fiecărui utilizator în parte.
- (2) Valorile debitelor specifice medii se adoptă în conformitate cu datele din Tabelul 2 din SR 1343-1.
- (3) Pentru localitățile în care se extinde sistemul de alimentare cu apă, valorile consumurilor specifice pentru nevoi publice și industrie locală în zona de extindere se vor adoptă în conformitate cu datele din Tabelul 2 din SR 1343-1.
- (4) Necesarul de apă pentru agenții industriali mari, asigurat din rețeaua de apă potabilă pentru nevoile igienico-sanitare ale personalului, se consideră similar necesarului de apă potabilă pentru nevoi publice, și se calculează în concordanță din STAS 1478.

3.1.1.3 Consumuri specifice pentru creșterea animalelor domestice în gospodării

- (1) Necesarul de apă pentru creșterea animalelor domestice în gospodării se va calcula analitic, prin însumarea cantităților de apă necesare fiecărei categorii de animale în parte.
- (2) Valorile consumurilor specifice medii se adoptă conform celor prezentate în Tabelul 3.2.

Tabelul 3.2 Norme specifice pentru creșterea animalelor domestice

Nr. crt.	Categoriile de animale	Consum specific q_{dom} [l/animal, zi]
<i>Porcine</i>		
1	Vieri pentru reproducere	36
2	Scroafe de montă și gestație	36
3	Scroafe care alăptează	100
4	Tineret porcin pentru reproducere	31
5	Porci la îngrășat	31
6	Tineret porcin în creștere	13
<i>Taurine</i>		
7	Vaci cu lapte	100 – 120
8	Junici 18 ... 27 luni	70 – 90
9	Viței 0 ... 6 luni	20 – 25
10	Tineret bovin 6 ... 18 luni	40 – 60
11	Tineret bovin la îngrășat 6 ... 24 luni	50 – 70
<i>Ovine</i>		
12	Oi și berbeci	10
13	Tineret ovin și caprin	5
14	Caprine adulte	13
<i>Cabaline</i>		
15	Cabaline adulte	50
16	Cabaline tinere	30
<i>Iepuri</i>		
17	Femele gestante și iepuri pentru carne	0,7
18	Femele care alăptează și iepuri pentru reproducere	1,5
19	Tineret 28 ... 80 zile și tineret sacrificabil	1,0
<i>Animale pentru blana</i>		
20	Nutrii adulte	25
21	Tineret nutrii	7
22	Vulpi	7
23	Nurci	3
<i>Pasări</i>		
24	Găini adulte - rase ușoare	0,35
25	Tineret în creștere - rase ușoare	0,26
26	Găini adulte - rase grele	0,46
27	Tineret în creștere - rase grele	0,46
28	Pui (medii) de găina	0,29
29	Curci adulte	0,90
30	Tineret în creștere - curci	0,50
31	Pui (medii) de curcă	0,56
32	Gâște	1,50
33	Rațe	1,50
34	Boboci	0,80

3.1.1.4 Consumuri specifice pentru alte folosințe asigurate din sistemul centralizat

- (1) Necesarul de apă pentru stropitul străzilor, spălutul piețelor și străzilor se calculează analitic considerând consumurile specifice conform paragrafului 4.3.3.2 din SR 1343-1.
- (2) Necesarul de apă pentru stropit spații verzi se calculează analitic considerând consumurile specifice conform paragrafului 4.3.3.1 din SR 1343-1.
- (3) Consumul specific de apă pentru agenții industriali mari, asigurat din rețeaua de apă potabilă va fi stabilit de către agentul economic solicitant.

3.1.2 Coeficienți de variație ai necesarului de apă**3.1.2.1 Coeficienți de variație zilnică ai necesarului de apă****3.1.2.1.1 Coeficienți de variație zilnică pentru nevoi gospodărești**

- (1) Pentru sisteme noi de alimentare cu apă și pentru zonele de extindere a sistemelor de alimentare cu apă existente se vor adopta coeficienții de variație zilnică prezentați în Tabelul 3.1 în conformitate cu gradul de dotare cu instalații de apă rece, caldă și canalizare a zonelor respective.

3.1.2.1.2 Coeficienți de variație zilnică pentru nevoi publice și industrie locală

- (1) Pentru sisteme noi de alimentare cu apă și pentru zonele de extindere a sistemelor de alimentare cu apă existente se vor adopta coeficienții de variație zilnică similari celor din zonele de locuit în care este amplasat consumatorul, în conformitate cu Tabelul 3.1.

3.1.2.1.3 Coeficienți de variație zilnică pentru creșterea animalelor domestice în gospodării

- (1) Coeficienții de variație zilnică pentru creșterea animalelor domestice în gospodării se vor considera în conformitate cu Tabelul 3.3.

Tabelul 3.3 Coeficienți de variație zilnică pentru creșterea animalelor domestice

Nr. crt.	Categorii de animale	Coeficient de variație zilnică K_{zi}
1	Porcine	1
2	Gâște	1,1
3	Rațe și boboci	2
4	Celelalte categorii	1,1

3.1.2.1.4 Coeficienți de variație zilnică pentru alte folosințe asigurate din sistemul centralizat

- (1) Coeficientul de variație zilnică pentru alte folosințe asigurate din sistemul centralizat de alimentare cu apă se va considera $K_{zi} = 1$.

3.1.2.2 Coeficienți de variație orară ai necesarului de apă**3.1.2.2.1 Coeficienți de variație orară pentru nevoi gospodărești**

- (1) Pentru sisteme noi de alimentare cu apă și pentru zonele de extindere a sistemelor de alimentare cu apă existente, se vor adopta coeficienții de variație orară în conformitate cu Tabelul 3.4, în funcție de numărul total de consumatori din întreg sistemul de alimentare cu apă.

Tabelul 3.4 Coeficienți de variație orară pentru nevoi gospodărești*

Nr. de consumatori	Coeficient de variație orară Kor	Nr. de consumatori	Coeficient de variație orară Kor
≤500	3,00	15000	1,55
1000	2,80	25000	1,50
1500	2,60	50000	1,45
3000	2,50	100000	1,40
7000	2,20	200000	1,35
10000	2,00	>200000	1,25

*NOTA 1 – În cazul în care distribuția apei nu se face continuu (situație anormală) ci după un program de furnizare propriu, coeficientul de variație orară K_{or} poate fi mărit pe bază de calcule justificative. Alimentarea discontinuă cu apă trebuie însă considerată ca provizorie.

*NOTA 2 – Pentru valori intermediare ale numărului de consumatori coeficientul K_{or} se calculează prin interpolare; odată cu reducerea numărului de locuitori crește valoarea coeficientului de variație orară (valoare maximă 5,0 la un număr de 25 de locuitori).

*NOTA 3 – Pentru sistemele existente care se extind, coeficientul de variație orară pentru zona de extindere se determină luând în considerare numărul total de consumatori pentru întreg sistemul după finalizarea lucrărilor de extindere.

3.1.2.2.2 Coeficienți de variație orară pentru nevoi publice și industrie locală

- (1) Coeficientul de variație orară pentru un utilizator public sau din industria locală (consumator economic minor) se determină pe baza numărului de ore de funcționare zilnică a acestuia, ca raportul între numărul de ore dintr-o zi și numărul maxim zilnic de ore de funcționare din decursul unui an.
- (2) Pentru sisteme noi de alimentare cu apă și pentru zonele de extindere a sistemelor de alimentare cu apă existente se va calcula un coeficient mediu de variație orară pentru toți utilizatorii, determinat ca medie ponderată a coeficienților de variație orară ai fiecărui utilizator, conform relației următoare.

$$K_{or\ p\ ind\ loc\ med} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{ori} \times T_{Fi}}{\sum_{i=1}^n T_{Fi}} \quad (3.1)$$

în care:

$K_{or\ p\ ind\ loc\ med}$ – coeficient de variație orară mediu pentru consumatorii publici și ai industriei locale;

K_{ori} – coeficient de variație orară al consumatorului „i” public sau economic minor;

T_{Fi} – numărul de ore de funcționare a consumatorului „i” public sau economic minor;

i – consumator individual public sau economic minor.

3.1.2.2.3 Coeficienți de variație orară pentru creșterea animalelor domestice în gospodării

- (1) Coeficienții de variație orară pentru creșterea animalelor domestice în gospodării se vor considera în conformitate cu Tabelul 3.5.

Tabelul 3.5 Coeficienți de variație orară pentru creșterea animalelor domestice

Nr. crt.	Categoriile de animale	Coeficient de variație orară Kor
1	Porcine	2 ... 2,5
2	Gâște	2
3	Rațe și boboci	2
4	Celelalte categorii	2 ... 2,5

3.1.2.2.4 Coeficienți de variație orară pentru alte folosințe asigurate din sistemul centralizat

- (1) Coeficientul de variație orară pentru alte folosințe asigurate din sistemul centralizat de alimentare cu apă se va considera $K_{or} = 1$.

3.1.3 Calculul debitelor necesarului de apă

3.1.3.1 Debitul necesar zilnic mediu

- (1) Debitul necesar zilnic mediu de apă pentru toți consumatorii din sistemul de alimentare cu apă se calculează prin însumarea debitelor necesare zilnice medii de apă calculate pe tipuri de consumatori conform relației următoare:

$$Q_{n\text{ zi med}} = Q_{n\text{ zi med g}} + Q_{n\text{ zi med p indloc}} + Q_{n\text{ zi med dom}} + Q_{n\text{ zi med ss}} + Q_{n\text{ zi med sv}} + Q_{n\text{ ind}} \text{ [m}^3/\text{zi]} \quad (3.2)$$

în care:

$Q_{n\text{ zi med}}$ – Debitul necesar zilnic mediu pentru toți consumatorii din sistemul de alimentare cu apă;

$Q_{n\text{ zi med g}}$ – Debitul necesar zilnic mediu de apă potabilă pentru nevoi gospodărești;

$Q_{n\text{ zi med p indloc}}$ – Debitul necesar zilnic mediu de apă potabilă pentru nevoi publice și industrie locală;

$Q_{n\text{ zi med dom}}$ – Debitul necesar zilnic mediu de apă potabilă pentru creșterea animalelor domestice în gospodărie;

$Q_{n\text{ zi med ss}}$ – Debitul necesar zilnic mediu de apă potabilă pentru stropitul străzilor, spălatul piețelor și străzilor;

$Q_{n\text{ zi med sv}}$ – Debitul necesar zilnic mediu de apă potabilă pentru stropit spații verzi;

$Q_{n\text{ ind}}$ – Debitul necesar zilnic de apă pentru agenții industriali mari, asigurat din rețeaua de apă potabilă.

- (2) Debitul necesar zilnic mediu de apă potabilă pentru nevoi gospodărești $Q_{n\text{ zi med g}}$ se calculează prin însumarea debitelor necesare zilnice medii de apă pentru nevoi gospodărești calculate pe zone diferențiate în funcție de gradul de dotare cu instalații de apă rece, caldă și canalizare conform relației următoare:

$$Q_{n\text{ zi med g}} = \frac{1}{1000} \sum_{i=1}^n N_i \cdot q_{gi} \text{ [m}^3/\text{zi]} \quad (3.3)$$

în care:

N_i – numărul de consumatori casnici din zona de tip i ;

q_{gi} – consumul specific pentru nevoi gospodărești corespunzător zonei de tip i , determinat în conformitate cu Tabelul 3.1, exprimat în $[l/\text{om},\text{zi}]$;

i – tip de zonă, în conformitate cu Tabelul 3.1.

- (3) Debitul necesar zilnic mediu de apă potabilă pentru nevoi publice și industrie locală $Q_{n\text{ zi med p indloc}}$ se calculează prin însumarea debitelor necesare zilnice medii de apă pentru fiecare instituție publică și agent economic minor, conform relației următoare:

$$Q_{n\text{ zi med p indloc}} = \frac{1}{1000} \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^n N_{ik} \cdot q_{pik} \text{ [m}^3/\text{zi]} \quad (3.4)$$

în care:

N_{ik} – numărul de consumatori de tip i dintr-o instituție publică sau agent economic minor de tip k ;

$q_{p\ ik}$ – consumul specific corespunzător unei unități de consum de tip i pentru o categorie de instituție publică sau agent economic minor de tip k , adoptat conform Tabelului 2 din SR 1343-1, exprimat în $[l/unitate,zi]$;

i – tip de consumator din instituție publică sau agentul economic minor, conform Tabelului 2 din SR 1343-1;

k – tip de instituție publică sau agent economic minor, conform Tabelului 2 din SR 1343-1.

- (4) Debitul necesar zilnic mediu de apă potabilă pentru creșterea animalelor domestice în gospodăria $Q_{n\ zi\ med\ dom}$ se calculează prin însumarea debitelor necesare zilnice medii de apă calculate pe fiecare categorie de animale conform relației următoare:

$$Q_{n\ zi\ med\ dom} = \frac{1}{1000} \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^n N_{ik} \cdot q_{dom\ ik} [m^3/zi] \quad (3.5)$$

în care:

N_{ik} – numărul de animale de tip i dintr-o categorie de tip k ;

$q_{dom\ ik}$ – consumul specific corespunzător unui animal de tip i dintr-o categorie de tip k , conform cu Tabelul 3.2, exprimat în $[l/animal,zi]$;

i – tip de animal dintr-o categorie de tip k , în conformitate cu Tabelul 3.2;

k – categorie de animal, în conformitate cu Tabelul 3.2.

- (5) Debitul necesar zilnic mediu de apă potabilă pentru stropitul străzilor, spălatul piețelor și străzilor $Q_{n\ zi\ med\ ss}$ se calculează conform relației următoare:

$$Q_{n\ zi\ med\ ss} = \frac{1}{1000} N_{tot} \cdot q_{ss} [m^3/zi] \quad (3.6)$$

în care:

N_{tot} – numărul total de consumatori casnici din sistemul de alimentare cu apă;

q_{ss} – consumul specific pentru stropitul străzilor, spălatul piețelor și străzilor, adoptat conform paragrafului 4.3.3.2 din SR 1343-1 exprimat în $[l/om,zi]$.

- (6) Debitul necesar zilnic mediu de apă potabilă pentru stropit spații verzi $Q_{n\ zi\ med\ sv}$ se calculează conform relației următoare:

$$Q_{n\ zi\ med\ sv} = \frac{1}{1000} S_{tot} \cdot q_{sv} [m^3/zi] \quad (3.7)$$

în care:

S_{tot} – suprafața verde totală care se stropiște cu apă potabilă din sistemul de alimentare cu apă, exprimată în $[m^2]$;

q_{sv} – consumul specific pentru stropitul suprafețelor verzi, adoptat conform paragrafului 4.3.3.1 din SR 1343-1 exprimat în $[l/m^2,zi]$.

- (7) Debitul necesar zilnic de apă pentru agenții industriali mari, asigurat din rețeaua de apă potabilă Q_{nind} va fi stabilit de către agentul economic solicitant.

3.1.3.2 Debitul necesar zilnic maxim

- (1) Debitul necesar zilnic maxim de apă pentru toți consumatorii din sistemul de alimentare cu apă se calculează prin însumarea debitelor necesare zilnice maxime de apă calculate pe tipuri de consumatori conform relației următoare:

$$Q_{n\text{ zi max}} = Q_{n\text{ zi max g}} + Q_{n\text{ zi max p indloc}} + Q_{n\text{ zi max dom}} + Q_{n\text{ zi max ss}} + Q_{n\text{ zi max sv}} + Q_{n\text{ ind}} \text{ [m}^3\text{/zi]} \quad (3.8)$$

în care:

$Q_{n\text{ zi max}}$ – Debitul necesar zilnic maxim pentru toți consumatorii din sistemul de alimentare cu apă;

$Q_{n\text{ zi max g}}$ – Debitul necesar zilnic maxim de apă potabilă pentru nevoi gospodărești;

$Q_{n\text{ zi max p ind.loc}}$ – Debitul necesar zilnic maxim de apă potabilă pentru nevoi publice și industrie locală;

$Q_{n\text{ zi max dom}}$ – Debitul necesar zilnic maxim de apă potabilă pentru creșterea animalelor domestice în gospodărie;

$Q_{n\text{ zi max ss}}$ – Debitul necesar zilnic maxim de apă potabilă pentru stropitul străzilor, spălatal pietelor și străzilor;

$Q_{n\text{ zi max sv}}$ – Debitul necesar zilnic maxim de apă potabilă pentru stropit spații verzi;

$Q_{n\text{ ind}}$ – Debitul necesar zilnic de apă pentru agenții industriali mari, asigurat din rețeaua de distribuție apă potabilă.

- (2) Debitul necesar zilnic maxim de apă potabilă pentru nevoi gospodărești $Q_{n\text{ zi max g}}$ se calculează prin însumarea debitelor necesarului zilnice maxime de apă pentru nevoi gospodărești calculate pe zone diferențiate în funcție de gradul de dotare cu instalații de apă rece, caldă și canalizare conform relației următoare:

$$Q_{n\text{ zi max g}} = \frac{1}{1000} \sum_{i=1}^n K_{zi\ i} \cdot N_i \cdot q_{gi} \text{ [m}^3\text{/zi]} \quad (3.9)$$

în care:

$K_{zi\ i}$ – coeficient de variație zilnică a consumului specific pentru nevoi gospodărești corespunzător zonei de tip i , adoptat conform cu Tabelul 3.1

N_i – numărul de consumatori casnici din zona de tip i ;

q_{gi} – consumul specific pentru nevoi gospodărești corespunzător zonei de tip i , conform cu Tabelul 3.1 exprimat în [l/om,zi];

i – tip de zona conform cu Tabelul 3.1.

- (3) Debitul necesar zilnic maxim de apă potabilă pentru nevoi publice și industrie locală $Q_{n\text{ zi max p ind.loc}}$ se calculează prin însumarea debitelor necesare zilnice maxime de apă pentru fiecare instituție publică și agent economic minor, conform relației următoare:

$$Q_{n\text{ zi max p indloc}} = \frac{1}{1000} \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^n K_{zi\ i} \cdot N_{ik} \cdot q_{pik} \text{ [m}^3\text{/zi]} \quad (3.10)$$

în care:

$K_{zi\ i}$ – coeficient de variație zilnică a consumului specific pentru nevoi publice și industrie locală corespunzător zonei în care se găsește amplasat consumatorul de tip i , determinat conform specificațiilor subcapitolului 3.1.2.1.2

N_{ik} – numărul de consumatori de tip i dintr-o instituție publică sau agent economic minor de tip k ;

q_{pik} – consumul specific corespunzător unității de consum de tip i pentru o categorie de instituție publică sau agent economic minor de tip k , conform Tabelului 2 din SR 1343-1, exprimat în [l/unitate,zi];

i – tip de consumator din instituția publică sau agentul economic minor k , conform Tabelului 2 din SR 1343-1;

k – tip de instituție publică sau agent economic minor, conform Tabelului 2 din SR 1343-1.

- (4) Debitul necesar zilnic maxim de apă potabilă pentru creșterea animalelor domestice în gospodării $Q_{n\text{ zi max dom}}$ se calculează prin însumarea debitelor necesare zilnice maxime de apă calculate pe fiecare categorie de animale, conform relației următoare:

$$Q_{n\text{ zi max dom}} = \frac{1}{1000} \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^n K_{zi\ i} \cdot N_{ik} \cdot q_{\text{dom ik}} [\text{m}^3/\text{zi}] \quad (3.11)$$

în care:

$K_{zi\ i}$ – coeficient de variație zilnică a consumului specific pentru un animal de tip i , determinat conform specificațiilor subcapitolului 3.1.2.1.3

N_{ik} – numărul de animale de tip i dintr-o categorie de tip k ;

$q_{\text{dom ik}}$ – consumul specific corespunzător unui animal de tip i dintr-o categorie de tip k , conform cu Tabelul 3.2, exprimat în $[\text{l}/\text{animal}, \text{zi}]$;

i – tip de animal dintr-o categorie de tip k , în conformitate cu Tabelul 3.2;

k – categorie de animal, în conformitate cu Tabelul 3.2.

- (5) Debitul necesar zilnic maxim de apă potabilă pentru stropitul străzilor, spălătul piețelor și străzilor $Q_{n\text{ zi max ss}}$ se calculează conform relației următoare.

$$Q_{n\text{ zi max ss}} = \frac{1}{1000} \cdot K_{zi} \cdot N_{\text{tot}} \cdot q_{\text{ss}} [\text{m}^3/\text{zi}] \quad (3.12)$$

în care:

K_{zi} – coeficient de variație zilnică a consumului specific pentru stropitul străzilor, spălătul piețelor și străzilor i , determinat conform specificațiilor subcapitolului 3.1.2.1.4

N_{tot} – numărul total de consumatori casnici din sistemul de alimentare cu apă;

q_{ss} – consumul specific pentru stropitul străzilor, spălătul piețelor și străzilor, adoptat conform paragrafului 4.3.3.2 din SR 1343-1 exprimat în $[\text{l}/\text{om}, \text{zi}]$.

- (6) Debitul necesar zilnic maxim de apă potabilă pentru stropit spații verzi $Q_{n\text{ zi max sv}}$ se calculează conform relației următoare:

$$Q_{n\text{ zi max sv}} = \frac{1}{1000} \cdot K_{zi} \cdot S_{\text{tot}} \cdot q_{\text{sv}} [\text{m}^3/\text{zi}] \quad (3.13)$$

în care:

K_{zi} – coeficient de variație zilnică a consumului specific pentru stropit spații verzi, determinat conform specificațiilor subcapitolului 3.1.2.1.4;

S_{tot} – suprafața verde totală care se stropiște cu apă potabilă din sistemul de alimentare cu apă;

q_{sv} – consumul specific pentru stropitul suprafețelor verzi, adoptat conform paragrafului 4.3.3.1 din SR 1343-1 exprimat în $[\text{l}/\text{m}^2, \text{zi}]$.

- (7) Debitul necesar zilnic de apă pentru agenții industriali mari, asigurat din rețeaua de apă potabilă Q_{nind} va fi stabilit de către agentul economic solicitant.

3.1.3.3 Debitul necesar orar maxim

- (1) Debitul necesar orar maxim de apă pentru toți consumatorii din sistemul de alimentare cu apă se calculează prin însumarea debitelor necesare orare maxime de apă calculate pe tipuri de consumatori conform relației următoare:

$$Q_{n\text{ or max}} = Q_{n\text{ or max g}} + Q_{n\text{ or max p indloc}} + Q_{n\text{ or max dom}} + Q_{n\text{ or max ss}} + Q_{n\text{ or max sv}} + Q_{\text{nind}} \quad (3.14)$$

în care:

$Q_{n\ or\ max}$ – Debitul necesar orar maxim pentru toți consumatorii din sistemul de alimentare cu apă [m^3/h];

$Q_{n\ or\ max\ g}$ – Debitul necesar orar maxim de apă potabilă pentru nevoi gospodărești;

$Q_{n\ or\ max\ p\ ind.loc}$ – Debitul necesar orar maxim de apă potabilă pentru nevoi publice și industrie locală;

$Q_{n\ or\ max\ dom}$ – Debitul necesar orar maxim de apă potabilă pentru creșterea animalelor domestice în gospodărie;

$Q_{n\ or\ max\ ss}$ – Debitul necesar orar maxim de apă potabilă pentru stropitul străzilor, spălatul piețelor și străzilor;

$Q_{n\ or\ max\ sv}$ – Debitul necesar orar maxim de apă potabilă pentru stropit spații verzi;

$Q_{n\ ind}$ – Debitul necesar zilnic de apă pentru agenții industriali mari, asigurat din rețeaua de distribuție apă potabilă.

- (2) Debitul necesar orar maxim de apă potabilă pentru nevoi gospodărești $Q_{n\ or\ max\ g}$ se calculează prin însumarea debitelor necesare orare maxime de apă pentru nevoi gospodărești calculate pe zone diferențiate în funcție de gradul de dotare cu instalații de apă rece, caldă și canalizare conform relației următoare:

$$Q_{n\ or\ max\ g} = \frac{1}{24} \cdot K_{or} \cdot Q_{n\ zi\ max\ g} [m^3/h] \quad (3.15)$$

în care:

K_{or} – coeficient de variație orară a consumului specific pentru nevoi gospodărești, determinat conform specificațiilor subcapitolului 3.1.2.2.1

$Q_{n\ zi\ max\ g}$ – Debitul necesar zilnic maxim de apă potabilă pentru nevoi gospodărești, determinat conform specificațiilor subcapitolului 3.1.3.2 paragraful (2).

- (3) Debitul necesar orar maxim de apă potabilă pentru nevoi publice și industrie locală $Q_{n\ or\ max\ p\ ind.loc}$ se calculează prin însumarea debitelor necesare orare maxime de apă pentru fiecare instituție publică și agent economic minor, conform relației următoare:

$$Q_{n\ or\ max\ p\ ind.loc} = \frac{1}{24} \cdot K_{or\ p\ ind.loc\ med} \cdot Q_{n\ zi\ max\ p\ ind.loc} [m^3/h] \quad (3.16)$$

în care:

$K_{or\ p\ ind.loc\ med}$ – coeficient de variație orară a consumului specific pentru nevoi publice și industrie locală, determinat conform specificațiilor subcapitolului 3.1.2.2.2

$Q_{n\ zi\ max\ p\ ind.loc}$ – Debitul necesar zilnic maxim de apă potabilă pentru nevoi publice și industrie locală, determinat conform specificațiilor subcapitolului 3.1.3.2 paragraful (3).

- (4) Debitul necesar orar maxim de apă potabilă pentru creșterea animalelor domestice în gospodărie $Q_{n\ or\ max\ dom}$ se calculează prin însumarea debitelor necesare orare maxime de apă calculate pe fiecare categorie de animale conform relației următoare:

$$Q_{n\ or\ max\ dom} = \frac{1}{1000} \cdot \frac{1}{24} \cdot \sum_{k=1}^m K_{or\ k} \cdot \sum_{i=1}^n K_{zi\ i} \cdot N_{ik} \cdot q_{dom\ ik} [m^3/h] \quad (3.17)$$

în care:

$K_{or\ k}$ – coeficient de variație orară a consumului specific pentru un animal dintr-o categorie de tip k, determinat conform specificațiilor subcapitolului 3.1.2.2.3;

$K_{zi\ i}$ – coeficient de variație zilnică a consumului specific pentru un animal de tip i, determinat conform specificațiilor subcapitolului 3.1.2.1.3;

N_{ik} – numărul de animale de tip i dintr-o categorie de tip k;

$q_{\text{dom ik}}$ – consumul specific corespunzător unui animal de tip i dintr-o categorie de tip k , conform cu Tabelul 3.2, exprimat în $[l/\text{animal}, \text{zi}]$;

i – tip de animal dintr-o categorie de tip k , în conformitate cu Tabelul 3.2;

k – categorie de animal, în conformitate cu Tabelul 3.2.

- (5) Debitul necesar orar maxim de apă potabilă pentru stropitul străzilor, spălatul piețelor și străzilor $Q_{n \text{ or max ss}}$ se calculează conform relației următoare:

$$Q_{n \text{ or max ss}} = \frac{1}{24} \cdot K_{\text{or}} \cdot Q_{n \text{ zi max ss}} \text{ [m}^3/\text{h]} \quad (3.18)$$

în care:

K_{or} – coeficient de variație orară a consumului specific pentru stropitul străzilor, spălatul piețelor și străzilor, determinat conform specificațiilor subcapitolului 3.1.2.2.4;

$Q_{n \text{ zi max ss}}$ – Debitul necesar zilnic maxim de apă potabilă pentru stropitul străzilor, spălatul piețelor și străzilor, determinat conform specificațiilor subcapitolului 3.1.3.2 paragraful (5).

- (6) Debitul necesar orar maxim de apă potabilă pentru stropit spații verzi $Q_{n \text{ or max sv}}$ se calculează conform relației următoare:

$$Q_{n \text{ or max sv}} = \frac{1}{24} \cdot K_{\text{or}} \cdot Q_{n \text{ zi max sv}} \text{ [m}^3/\text{h]} \quad (3.19)$$

în care:

K_{or} – coeficient de variație orară a consumului specific pentru stropitul străzilor, spălatul piețelor și străzilor, determinat conform specificațiilor subcapitolului 3.1.2.2.4;

$Q_{n \text{ zi max sv}}$ – Debitul necesar zilnic maxim de apă potabilă pentru stropit spații verzi, determinat conform specificațiilor subcapitolului 3.1.3.2 paragraful (6).

- (7) Debitul necesar orar de apă pentru agenții industriali mari, asigurat din rețeaua de apă potabilă $Q_{n \text{ ind}}$ va fi stabilit de către agentul economic solicitant.

3.2 *Debite ale cerinței de apă*

- (1) Cerința de apă a unei localități reprezintă cantitatea totală de apă prelevată de la sursa sistemului de alimentare cu apă pentru asigurarea necesarului de apă a tuturor consumatorilor dintr-o localitate.
- (2) Debitele cerinței de apă se obțin prin suplimentarea debitelor corespunzătoare necesarului de apă cu cantități care să acopere nevoile tehnologice proprii sistemului de alimentare cu apă și a pierderilor fizice de apă din sistem. Debitele cerinței de apă se vor determina după următoarea relație generală:

$$Q_s = K_p \cdot K_s \cdot Q_n \quad (3.20)$$

în care:

Q_s – debitul cerinței de apă pentru asigurarea debitului corespunzător al necesarului de apă;

K_p – coeficient spor a debitului necesarului de apă pentru acoperirea pierderilor fizice de apă din sistem;

K_s – coeficient spor a debitului necesarului de apă pentru acoperirea nevoilor tehnologice proprii sistemului de alimentare cu apă;

Q_n – debit al necesarului de apă.

3.2.1 Coeficienții de spor ai debitelor necesarului de apă

- (1) Stabilirea coeficienților de spor ai debitelor necesarului de apă se va face diferențiat pentru sistemele noi de alimentare cu apă respectiv pentru sistemele existente de alimentare cu apă.
- (2) Pentru sistemele noi de alimentare cu apă se vor considera următorii coeficienți de spor:
- $K_p = 1,10$;
 - $K_S = (K_{SS} + K_{SR}) - 1.0$ – în funcție de tipul sursei și proceselor tehnologice din stația de tratare:
 - pentru surse subterane care nu necesită procese de tratare ce implică utilizarea frecventă de apă de spălare în funcționarea curentă a obiectelor tehnologice:
 - $K_{SS} = 1,02$ – coeficient de spor care ține cont de tipul sursei;
 - $K_{SR} = 1,03$ – coeficient de spor pentru compensarea nevoilor tehnologice proprii rețelei de distribuție;
 - pentru surse subterane sau de suprafață care necesită procese de tratare ce necesită utilizarea frecventă de apă de spălare în funcționarea curentă a obiectelor tehnologice.
 - $K_{SS} = 1,07$ – coeficient de spor care ține cont de tipul sursei;
 - $K_{SR} = 1,03$ – coeficient de spor pentru compensarea nevoilor tehnologice proprii rețelei de distribuție.
- (3) Pentru sistemele existente de alimentare cu apă, determinarea volumelor de apă pierdute, respectiv consumate pentru nevoi tehnologice proprii se vor stabili în urma întocmirii balanței de apă a sistemului, pe baza măsurătorilor de debite realizate de operatorul sistemului, în conformitate cu metodologia IWA (International Water Association). Componentele balanței de apă conform metodologiei IWA sunt prezentate în Tabelul 3.6.

Tabelul 3.6. Componentele balanței de apă [1]

[1] Volum de apă din surse proprii	[3] Volum de apă intrat în sistem	[4] Consum autorizat [inclusiv apă exportată]	[6] Consum autorizat facturat	Apă exportată facturată	Apă care aduce venituri	
			[7] Consum autorizat nefacturat	Consum măsurat facturat		Consum nemăsurat facturat
[2] Volum de apă importat		[5] Pierderi de apă		[8] Pierderi aparente	Consum măsurat nefacturat	(10) Apă care nu aduce venituri (NRW)
			[9] Pierderi reale	Consum nemăsurat nefacturat	Consum neautorizat	
				Pierderi pe conductele de aducțiune și/sau pe conductele de distribuție	Erori de măsurare	
					Pierderi și deversări la rezervoarele de înmagazinare	
		Scurgeri pe branșamente până la punctul de contorizare al consumatorului				

Sursa: Allan Lambert, „IWA Best Practice Water Balance,” 2022. [<https://www.leakssuitelibrary.com/iwa-water-balance/>]

Semnificațiile definițiilor din tabel sunt:

- Volumul de apă anual captat din sursele proprii [m^3/an];
- Volumul de apă anual cumpărat din alte sisteme de alimentare cu apă [m^3/an];
- Volumul de apă tratată ieșit din stația de tratare [m^3/an];
- Volumul anual de apă utilizat de consumatorii autorizați: persoane fizice, instituții publice, agenți economici, precum și de operatorul sistemului, inclusiv volume de apă exportate [m^3/an];
- Pierderi de apă [5] = diferența [3] – [4] [m^3/an];
- Volumele de apă facturate pe baza contorizării sau altor sisteme de estimare [m^3/an];
- Volumele de apă nefacturate: măsurate/nemăsurate, pentru: spălare rezervoare, spălare rețea, exerciții pompieri, alte utilități urbane/rurale [m^3/an];

- [8] Volume de apă utilizate de consumatori neautorizați, utilizare frauduloasă, erori tehnice la apometre și aparatele de măsură [m^3/an];
- [9] Pierderi reale [fizice] de apă - volume de apă pierdute prin avarii la conducte, branșamente, aducțiuni, deversări preaplin rezervoare [m^3/an];
- [10] Apa care nu aduce venit [NRW] rezultă suma [7]+[8]+[9] [m^3/an].
- (4) Pentru sistemele de alimentare cu apă existente, se vor realiza de campanii de măsurători simultane de debite și presiuni în toate secțiunile relevante ale sistemului (plecarea de la captare, intrarea în stația de tratare, plecările din stația de tratare, intrarea în rezervoare, plecările din rezervoare, ieșirile din arterele principale etc.), care se vor desfășura continuu pentru o perioadă de minim 7 zile. Se vor înregistra valorile debitelor vehiculate și presiunilor, din minut în minut. Valorile măsurate vor valida valorile înregistrate de operator în aceeași perioadă a anului cu cea în care s-au realizat măsurătorile și vor constitui baza în care se vor stabili componentele balanței de apă din sistem.
- (5) Pentru estimarea de perspectivă a debitelor de apă pierdută din sistemele existente, se va realiza o prognoză de variație a acestora, pornind de la situația măsurată, respectiv:
- consumul autorizat nefacturat [7], se evaluează pentru situația de perspectivă funcție de măsurile de investiție prevăzute în stațiile de tratare pentru recuperarea apelor tehnologice;
 - volumul fizic pierdut [9], luând în considerare efectele cumulate ale următoarelor componente:
 - înlocuirile/reconfigurările/extinderile sistemului de transport al apei se fac cu conducte noi, pierderile aferente fiind considerate în consecință;
 - conductele menținute vor înregistra o evoluție a pierderilor fizice, care se evaluează distinct, pe baza rezultatelor măsurătorilor și managementului pierderilor de apă.
- (6) Pe baza prognozei elaborate, la dimensionarea lucrărilor în sisteme existente:
- sporurile considerate în calcul reprezintă suma dintre consumul autorizat nefacturat [7] și pierderile fizice de apă [9];
 - pierderile aparente nu intră în calculul debitelor de dimensionare pentru situația de perspectivă, această componentă fiind gestionată prin programul de mentenanță al operatorului de apă.

3.2.2 Calculul debitelor cerinței de apă

3.2.2.1 Debitul cerinței de apă zilnic mediu

- (1) Debitul cerinței de apă zilnic mediu $Q_{s\text{ zi med}}$ pentru sistemele noi se calculează conform relației următoare:

$$Q_{s\text{ zi med}} = K_p \cdot K_s \cdot Q_{n\text{ zi med}} \quad (3.21)$$

în care:

$Q_{s\text{ zi med}}$ – debitul zilnic mediu al cerinței de apă pentru asigurarea debitului necesar zilnic mediu [m^3/zi];

K_p, K_s – coeficienți de spor a debitului necesarului de apă calculați conform prevederilor subcapitolului 3.2.1 pentru sisteme noi;

$Q_{n\text{ zi med}}$ – debit necesar zilnic mediu calculat conform subcapitolului 3.1.3.1.

- (2) Pentru sistemele existente, debitul cerinței zilnic mediu $Q_{s\text{ zi med}}$ se determină pe baza prognozelor de debite, adunând la debitul mediu consumat prognozat, debitele corespunzătoare prognozelor pentru apa tehnologică și pierderile fizice.

3.2.2.2 Debitul cerinței de apă zilnic maxim

- (1) Debitul cerinței de apă zilnic maxim $Q_{s\text{ zi max}}$ pentru sistemele noi se calculează conform relației următoare:

$$Q_{s\text{ zi max}} = K_p \cdot K_s \cdot Q_{n\text{ zi max}} \quad (3.22)$$

în care:

$Q_{s\text{ zi max}}$ – debitul zilnic maxim al cerinței de apă pentru asigurarea debitului necesar zilnic maxim [m^3/zi];

K_p, K_s – coeficienți de spor a debitului necesarului de apă calculați conform prevederilor subcapitolului 3.2.1 pentru sisteme noi;

$Q_{n\text{ zi max}}$ – debit necesar zilnic maxim calculat conform subcapitolului 3.1.3.2.

- (2) Pentru sistemele existente, debitul cerinței zilnic mediu $Q_{s\text{ zi max}}$ se determină pe baza prognozelor de debite, adunând la debitul mediu consumat prognozat, debitele corespunzătoare prognozelor pentru apa tehnologică și pierderile fizice.

3.2.2.3 Debitul cerinței de apă orar maxim

- (1) Debitul cerinței de apă zilnic maxim $Q_{s\text{ or max}}$ pentru sistemele noi se calculează conform relației următoare:

$$Q_{s\text{ or max}} = K_p \cdot K_{SR} \cdot Q_{n\text{ or max}} [\text{m}^3/\text{h}] \quad (3.23)$$

în care:

$Q_{s\text{ or max}}$ – debitul orar maxim al cerinței de apă pentru asigurarea debitului necesar orar maxim;

K_p, K_{SR} – coeficienți de spor a debitului necesarului de apă stabiliți conform prevederilor subcapitolului 3.2.1 pentru sisteme noi;

$Q_{n\text{ or max}}$ – debit necesar orar maxim calculat conform subcapitolului 3.1.3.2.

- (2) Pentru sistemele existente, debitul cerinței zilnic mediu $Q_{s\text{ or max}}$ se determină pe baza prognozelor de debite, adunând la debitul mediu consumat prognozat, debitele corespunzătoare prognozelor pentru apa tehnologică și pierderile fizice.

3.3 Debite necesare pentru stingerea incendiilor

- (1) Pentru determinarea debitului necesar pentru refacerea rezervei intangibile de incendiu Q_{RI} , se vor folosi toate elementele descriptive (definițiile, tabelele și explicațiile) prezentate în Capitolul 6 din SR 1343-1, cu excepția relațiilor (10), (11), (12) din SR 1343-1, care vor fi înlocuite cu expresia următoare:

$$V_{RI} = a \cdot Q_{s\text{ or max}} \cdot T_{ie} + 3,6 \cdot T_{ie} \sum_{i=1}^n Q_{ie} + \frac{3,6}{60} \cdot T_{ii} \sum_{i=1}^n Q_{ii} \quad (3.24)$$

în care:

V_{RI} – Volumul rezervei intangibile de incendiu [m^3];

a – coeficient de reducere a debitului necesar orar maxim în perioada de combatere a incendiului; coeficientul „a” are valoarea $a=0,7$;

$Q_{s\text{ or max}}$ – debitul cerinței de apă orar maxim calculat conform subcapitolului 3.2.2.3, exprimat în [m^3/h];

T_{ie} – este timpul teoretic de funcționare a hidranților exteriori; $T_{ie} = 3$ ore;

Q_{ic} – este debitul asigurat la un hidrant exterior [l/s];

T_{ii} – este timpul teoretic de funcționare a hidranților interiori; T_{ii} se adoptă conform prevederilor articolului 4.35 din normativul P11822;

Q_{ii} – este debitul asigurat la un hidrant interior [l/s];

n – numărul de incendii teoretice simultane din localitate; n se adoptă conform prevederilor normativului P118/2.

- (2) Pentru stabilirea volumului rezervei intangibile de incendiu, se vor considera incendiile amplasate în situația cea mai defavorabilă din punct de vedere al consumului, respectiv la clădirile care necesită cel mai mare volum de apă pentru stingerea incendiilor.
- (3) În situația în care într-o clădire sunt utilizate alte instalații interioare de stingere a incendiului interior decât hidranții interiori, în calculul rezervei intangibile de incendiu se vor utiliza pentru clădirea respectivă timpul teoretic de funcționare și debitul corespunzător instalației respective, conform normativului P118/2.
- (4) În cazul în care gospodăria de apă alimentează mai multe localități rurale, separate prin zone neconstruite de peste 500 m, se consideră condițiile de incendiu corespunzător localității cu cel mai mare număr de locuitori existenți.
- (5) În cazul localităților rurale care nu sunt separate prin zone neconstruite, sau zonele neconstruite sunt la mai puțin de 500 m, se consideră condițiile de incendiu corespunzător numărului total de locuitori din localitățile respective.

3.4 *Debite de dimensionare și de verificare a obiectelor sistemului de alimentare cu apă*

- (1) Pentru sisteme noi, toate obiectele sistemului de alimentare cu apă, de la captare până la ieșirea din stația de tratare, se dimensionează la debitul Q_{IC} , calculat conform relației următoare:

$$Q_{IC} = K_p \cdot K_S \cdot Q_{nzimax} + K_p \cdot K_S \cdot Q_{RI} = Q_{szimax} + K_p \cdot K_S \cdot Q_{RI} \quad (3.25)$$

în care:

Q_{IC} – debitul de dimensionare al tuturor obiectelor sistemului de alimentare cu apă, între captare și ieșirea din stația de tratare [m^3/zi];

$Q_{szi\ max}$ – debitul cerinței de apă zilnic maxim, calculat conform subcapitolului 3.2.2.2.;

K_p, K_S – coeficienți de spor, calculați conform specificațiilor din subcapitolului 3.2.1.;

Q_{RI} – Debitul de refacere al rezervei intangibile de incendiu, calculat conform specificațiilor subcapitolului 3.3.

- (2) Pentru sistemele existente:
 - a. debitele de dimensionare sunt cele corespunzătoare celei mai mari valori calculate din întreaga perioadă de prognoză;
 - b. în calculul debitului Q_{IC} se va avea în vedere suplimentarea debitului de refacere a rezervei intangibile Q_{RI} cu o valoare determinată pe baza măsurătorilor de debite, astfel încât să se acopere pierderea de apă pentru transportul acestuia la rezervoare.
- (3) Toate obiectele sistemului de alimentare cu apă, de la ieșirea din stația de tratare până la intrarea în rezervorul din cadrul complexului de înmagazinare, se dimensionează la debitul Q'_{IC} , calculat conform relațiilor următoare:
 - a. pentru sisteme noi de alimentare cu apă:

$$Q'_{IC} = Q_{IC} \cdot \frac{K_{SR}}{K_S} \quad (3.26)$$

- b. pentru sisteme existente de alimentare cu apă se va scădea din debitul Q_{IC} debitul măsurat consumat în stația de tratare.

în care:

Q'_{IC} – debitul de dimensionare al tuturor obiectelor sistemului de alimentare cu apă, între ieșirea din stația de tratare până la intrarea în rezervorul din cadrul complexului de înmagazinare [m^3/zi];

K_S, K_{SR} – coeficienți de spor, stabiliți conform specificațiilor din subcapitolului 3.2.1.;

Q_{IC} – Debitul de dimensionare al tuturor obiectelor sistemului de alimentare cu apă, între captare și ieșirea din stația de tratare [m^3/zi].

- (4) Toate obiectele sistemului de alimentare cu apă, de la ieșirea din rezervorul din cadrul complexului de înmagazinare până la brașamentele consumatorilor, se dimensionează la debitul Q_{IIC} și se verifică la debitul Q_{IIV} , calculate conform relațiilor următoare:

$$Q_{IIC} = Q_{s \text{ or } \max} + 3.6 \sum_{i=1}^n Q_{ii} \quad (3.27)$$

$$Q_{IIV} = Q_{s \text{ or } \max} + 3.6 \sum_{i=1}^n Q_{ie} \quad (3.28)$$

în care:

Q_{IIC} – debitul de dimensionare al tuturor obiectelor sistemului de alimentare cu apă, între ieșirea din rezervorul din cadrul complexului de înmagazinare până la brașamentele consumatorilor [m^3/h];

$Q_{s \text{ or } \max}$ – debitul cerinței de apă orar maxim, calculat conform subcapitolului 3.2.2.3 [m^3/h];

Q_{ii} – este debitul asigurat la un hidrant interior, conform specificațiilor subcapitolului 3.3 [l/s];

Q_{IIV} – debitul de verificare al tuturor obiectelor sistemului de alimentare cu apă, între ieșirea din rezervorul din cadrul complexului de înmagazinare până la brașamentele consumatorilor [m^3/h];

Q_{ie} – este debitul asigurat la un hidrant exterior, conform specificațiilor subcapitolului 3.3 [l/s];

n – numărul de incendii teoretice simultane din localitate, conform specificațiilor subcapitolului 3.3.

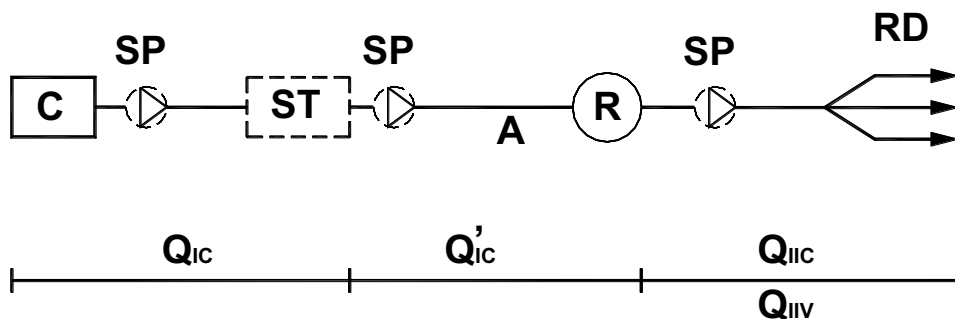


Figura 3.1. Debiturile de calcul pe componente ale sistemului de alimentare cu apă.

C – Captare, SP – Stație de tratare, ST – Stație de tratare, A – Aducțiune de apă tratată, R – Complex de înmagazinare, RD – Rețea de distribuție.

4 Captări de apă

4.1 Proiectarea captărilor de apă

4.1.1 Proiectarea captărilor din surse subterane

4.1.1.1 Clasificare, caracteristici strate acvifere, realimentarea stratelor acvifere

- (1) Prin ape subterane se înțeleg corpuri de apă, care circulă prin porii și fisurile rocilor, în interiorul scoarței terestre. În anumite condiții hidrogeologice, apele subterane pot ieși la suprafața terenului sub formă de izvoare [2].
- (2) Acviferul este partea saturată cu apă a unei formațiuni permeabile suficient de conductoare pentru a permite curgerea a unui curent semnificativ de apă și captarea profitabilă a apei subterane [3].
- (3) O formațiune suficient de conducătoare se referă la o formațiune caracterizată de o conductivitate hidraulică $K > 0,1$ m/zi. Curgerea semnificativă este reprezentată de o viteză minimă $v = 0,1 \times 10^{-3}$ m/s pentru un gradient hidraulic minim $i = 0,001$.
- (4) Acviferul este componenta elementară a hidrostructurilor, fiind situat pe prima treaptă într-o scară a complexității hidrogeologice.
- (5) În funcție de conductivitatea hidraulică, formațiunile geologice ce delimitează formațiunile acvifere (în partea inferioară – culcuș și uneori în partea superioară – acoperiș) se clasifică în:
 - a. formațiuni impermeabile, cu capacități de transfer și stocare practic nule (argile, marne);
 - b. formațiuni semipermeabile, cu capacitate de stocare redusă, dar care permit alimentarea acviferelor adiacente, prin drenanță.
- (6) Apa subterană provine din infiltrația directă a precipitațiilor atmosferice, și/sau din infiltrarea apei de suprafață și poartă denumirea de apă vadoasă. O mică parte din apa subterană provine din condensarea vaporilor de apă, în porii rocilor și reprezintă apa juvenilă.
- (7) Acviferele pot fi cu nivel liber (freatic) și sub presiune. Un strat acvifer este cu nivel liber atunci când la executarea unui foraj, nivelul apei în foraj coincide cu suprafața liberă a apei subterane - **nivel hidrostatic (nivelul apei subterane)**. În cazul stratelor acvifere sub presiune, nivelul apei se ridică deasupra acoperișului formațiunii până la un nivel potențial denumit **nivel piezometric (cotă piezometrică sau energetică)**. Dacă nivelul piezometric depășește nivelul terenului, acviferul se numește *artezian*. Nivelul acviferului poate scădea atunci când cantitatea de apă captată pentru aprovizionare sau pentru irigații depășește capacitatea naturală de realimentare a acestuia.
- (8) Funcțiile importante ale acviferului sunt: (1) de stocaj (capacitivă) realizată prin înmagazinarea sau cedarea apei subterane la variații de volum sau presiune, (2) conducătoare, care se manifestă prin transferul volumelor de apă, a substanțelor minerale și a microorganismelor și (3) funcția de schimb fizic, chimic, radioactiv și biologic între roca colectoare și apa subterană.
- (9) Realimentarea formațiunilor acvifere poate avea loc pe cale naturală sau artificială. Realimentarea naturală se realizează prin infiltrațiile apelor meteorice, din corpurile de apă de suprafață și/sau prin drenanță verticală ascendentă sau descendentă din formațiuni acvifere adiacente. **Realimentarea artificială** este rezultatul activităților antropice (amenajări pentru alimentarea artificială prin bazine, tranșee, foraje etc, irigații după depășirea capacității de câmp a solului pentru apă, pierderi din infrastructura hidroedilitară etc.).
- (10) Captările din resursă subterană sunt: captări cu puțuri (**Figura 4.1 a și b**), captări cu dren (**Figura 4.1. c și d**), captări de izvoare (**Figura 4.1.e**)

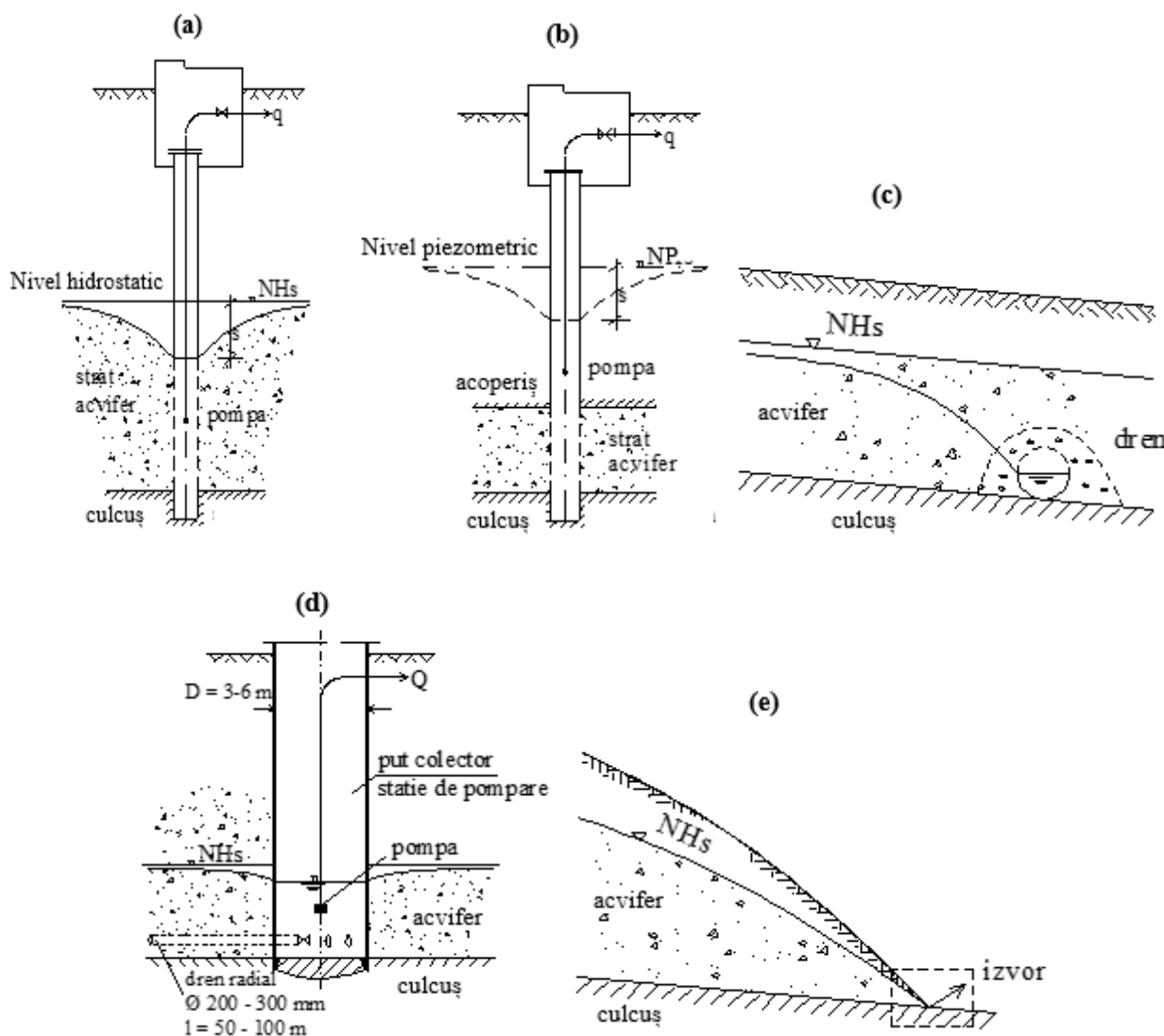


Figura 4.1. Tipuri de captări din surse subterane.

Notații: (a) captare prin puț din acvifer freatic, (b) captare prin puț din acvifer sub presiune, (c) captare prin dren, (d) sistem de drenuri radiale cu puț central colector, (e) captare izvor.

4.1.1.2 Reguli generale de alegere a tipului de captare a apei din subteran

- (1) **Regula calității apei** – se alege captarea de apă ale cărei caracteristici calitative sunt în limita de calitate cerută de normele în vigoare; se respectă astfel condiția de apă sanogenă pentru apa potabilă; în cazul captării din straturi acvifere cu alimentare din malul râurilor, se va urmări atât modificarea calității apei captate din subteran, precum și calitatea apei de suprafață.
- (2) **Regula existenței unei configurații hidrogeologice favorabile** pentru stratul acvifer: extinderea spațială și grosimea stratului acvifer ce asigură o resursă exploatabilă cu parametri hidrogeologici favorabili - conductivitate hidraulică, variații de nivel minime în timp (sezoniere/anuale).
- (3) **Regula disponibilității terenului** - se ia în studiu captarea (inclusiv zona de protecție sanitară cu regim sever) situată pe un teren liber sau care nu va fi destinat altei folosințe și care are sau poate avea destinație publică;
- (4) **Regula facilităților de exploatare** - se preferă amplasamentul la care există un drum de acces, o linie de alimentare cu energie electrică;

- (5) **Regula de disponibilitate** – se vor lua în considerare toate sistemele de exploatare ce utilizează apa din acviferul studiat, pentru a nu se depăși capacitatea de realimentare a acviferului.
- (6) **Regula alocării apei de calitate** - apa subterană de calitate va fi alocată în principal pentru folosința de apă potabilă;
- (7) **Regula economică** - se adoptă soluția cea mai economică din punct de vedere al costurilor totale, prin comparație cu alte variante viabile.
- (8) **Reguli tehnice:** (1) *pentru debite mici și strate sărace în apă* până la adâncimi de 8-10 m (grosime mică, conductivitate hidraulică redusă) se aplică soluția cu dren realizat în săpătură deschisă, iar pentru adâncimi mai mari se poate utiliza forajul dirijat orizontal; (2) *pentru debite mici*, dar în strate acvifere adânci se adoptă soluția cu puțuri forate; (3) *pentru debite mari și strat de adâncime mică-mare* se adoptă soluția cu puțuri forate; (4) în situațiile în care se întâlnesc *mai multe strate acvifere*, se va decide dacă exploatarea se face prin puțuri ce vor deschide doar stratele acvifere aparținând aceeași formațiuni sau orizont acvifer (caracteristici hidrogeologice și hidrochimice similare) sau o captare cu puțuri separate pe strate.
- (9) **Regula celei mai bune soluții:** într-o configurație hidrogeologică determinată, va exista o singură soluție tehnică optimă, și anume aceea care va asigura prelevarea unui debit maxim în condiții de siguranță, inclusiv a calității apei.

4.1.1.3 Principii generale în dimensionarea captărilor din apă subterană

- (1) Captarea de apă subterană se dimensionează atunci când se demonstrează, prin studii adecvate, că există o resursă de apă corespunzătoare.
- (2) Captarea se dimensionează la debitul Q_{IC} definit în subcapitolul 3.4.
- (3) Frontul de puțuri va avea un număr de puțuri de rezervă, numărul minim este de 20% din numărul celor necesare pentru debitul cerut.
- (4) Captarea se dimensionează și va funcționa continuu la debite cu valori constante pe perioade cât mai lungi de timp; reglarea debitului necesar consumului se va face numai prin rezervorul de compensare a debitelor din schema sistemului de alimentare cu apă.
- (5) Puțurile nu vor fi supraexploatate și nu vor funcționa dincolo de valoarea limită a vitezei de înnisipare; alegerea pompelor amplasate în puț este deosebit de importantă; este rațional ca alegerea pompelor și echiparea să se facă după cunoașterea efectivă a parametrilor fiecărui puț finalizat.
- (6) Fiecare puț va fi prevăzut cu un cămin (cabină) izolat etanș, cu ventilație asigurată natural și posibilitatea de intervenție la coloana definitivă a puțului.
- (7) Captarea va avea zona de protecție sanitară chiar dacă apa captată nu este potabilă.
- (8) Captarea se amplasează în concordanță cu prevederile planului de amenajare al bazinului hidrografic respectiv.
- (9) Captarea va fi astfel amplasată, încât să poată fi dezvoltată ulterior până la limita capacității stratului acvifer.

4.1.1.4 Studii necesare pentru elaborarea proiectului captărilor din sursă subterană

- (1) Pentru determinarea caracteristicilor hidrogeologice necesare proiectării și dimensionării unei captări de apă subterană, este necesară realizarea unor studii de specialitate conform STAS 1628-1.

- (2) Pentru formațiunile acvifere cu dezvoltare regională, de interes național, cu sisteme de exploatare a apei existente ce pot fi influențate, determinarea variantelor de poziție a zonelor de captare și debitele exploatabile se face prin modelare numerică a condițiilor hidrodinamice.
- (3) Lista minimă a studiilor necesare pentru realizarea proiectelor de captare a apei subterane include:
 - a. Studiu topografic;
 - b. Studiu geotehnic, hidrogeologic;
 - c. Studii de calitate a apei;
 - d. Studiu hidrologic (pentru izvoare și captare de mal prin foraje și drenuri);
 - e. Studiu de inundabilitate (pentru foraje și drenuri aflate în zone inundabile) a zonei corespunzând unei probabilități de depășire corespunzătoare clasei de importanță a captării.

4.1.1.4.1 Studiu hidrogeologic

- (1) În cazul în care în zona de amplasament a captării de apă există foraje/drenuri de exploatare pentru care se cunosc caracteristicile hidrogeologice ale formațiunilor acvifere (debite exploatare, niveluri hidrostatice și hidrodinamice, coloana litologică, poziții filtre, conductivități hidraulice, calitatea apei), se poate realiza un studiu hidrogeologic ce servește la proiectarea captării de apă.
- (2) În cazul în care în zona de amplasament nu există lucrări de exploatare a apei subterane prin foraje/drenuri, se va realiza un studiu hidrogeologic preliminar.
- (3) Studiul hidrogeologic preliminar se va realiza utilizând date regionale: geologice, hidrogeologice, hidrologice, măsurători prin metode neinvazive – geofizice, cartări geomorfologice, analiza apei de suprafață – în cazul exploatarea acviferelor de mică adâncime în contact hidraulic cu apele de suprafață.
- (4) În baza studiului hidrogeologic preliminar, împreună cu documentația de obținere a avizului de gospodărire a apelor, se va realiza un număr minim de foraje cu caracter de explorare, dependent de mărimea frontului de captare.
- (5) În cazul în care execuția forajelor de explorare respectă prevederile și prescripțiile SR 1629-2, acestea pot fi incluse ulterior în proiectul de captare, cu dimensionarea debitului aferent rezultatelor obținute. Dacă execuția forajelor de explorare nu respectă prevederile SR 1629-2, acestea pot deveni foraje de monitorizare pentru viitoarea captare, cu respectarea prevederilor delimitării zonei de protecție sanitară cu regim sever conform Ordinul ministrului mediului și pădurilor nr. 1278/2011 pentru aprobarea Instrucțiunilor privind delimitarea zonelor de protecție sanitară și a perimetrului de protecție hidrogeologică.
- (6) Pe baza acestor foraje, se vor realiza investigațiile și testele hidrogeologice necesare pentru caracterizarea corectă a resursei de apă subterană (debite admisibile, niveluri hidrostatice și hidrodinamice, coloana litologică, poziții filtre, conductivități hidraulice, calitatea apei).
- (7) Pentru captările prin drenuri, studiul hidrogeologic va conține suplimentar foraje de explorare poziționate după direcția normală la direcția de curgere a apei subterane la max. 500 m unul de altul. Aceste foraje de explorare se vor definitiva ca foraje de observație pentru viitoarea captare.
- (8) Pentru captările de apă infiltrată prin mal, studiul hidrogeologic se va derula pe o perioadă de minimum un an, astfel încât să surprindă integral relația dintre nivelele apei din râu și din stratul acvifer. Totodată, se va face și analiza colmatării zonei de infiltrație.
- (9) În cazul captării izvoarelor, studiul hidrogeologic se va face pe o durată de minimum un an (urmărire debite) numai dacă există posibilitatea completării datelor cu informații obținute de la autoritățile locale pe o perioadă de minimum 10 ani. În caz contrar perioada de studiu se va mări în funcție de informațiile certe existente.

(10) Datele de teren colectate vor sta, cel puțin în cazul acviferelor regionale și a captărilor importante, la baza elaborării modelului conceptual al acviferului în vederea elaborării unui model matematic pe baza căruia să fie estimată resursa și regimul de exploatare care să asigure gospodărirea durabilă a resurselor de apă subterană.

4.1.1.4.2 Studii de calitate a apei subterane

- (1) În cazul în care în zona de amplasament a captării de apă există foraje/drenuri de exploatare pentru care se cunosc caracteristicile organoleptice, fizico-chimice, bacteriologice și radioactive ale resursei de apă, studiul de calitate a apei subterane se va baza pe analiza indicatorilor ceruți prin Legea nr. 458/2002, cu modificările și completările ulterioare, și Legea nr. 301/2015.
- (2) Se vor lua în considerare buletinele de analiză de la execuție, precum și din exploatare.
- (3) În cazul în care pentru întocmirea studiului hidrogeologic se realizează foraje de explorare, studiul de calitate a apei se efectuează pe probe recoltate din fiecare foraj de explorare astfel: câte o probă înainte și după deznisipare foraj; o probă la fiecare mărime a debitului aferentă treptei de pompare la testare.
- (4) Pentru captările de apă infiltrată prin mal, studiul hidrogeologic se va derula pe o perioadă de minim un an, pentru a evidenția relația dintre modificările calitative ale apei din râu în raport cu apa subterană.
- (5) Pentru captarea izvoarelor, studiul de calitate a apei se va face pe o perioadă de minim un an, cu recoltare de probe săptămânal inclusiv în perioadele ploioase, sau după topirea zăpezii. Analizele de calitate vor urmări în mod obligatoriu: temperatura apei, culoare, turbiditate, gust, conductivitate, reziduu fix, substanțe organice, analize bacteriologice și biologice. La acestea se vor adăuga și alte elemente care pot prezenta depășiri, identificate în bazinul hidrogeologic de alimentare, cu ocazia execuției altor lucrări.
- (6) Se vor identifica toate sursele potențiale de poluare situate în cadrul perimetrului de protecție hidrogeologică și caracteristicile acestora în vederea modelării ulterioare a transportului de poluanți sub influența prelevării de debite în cadrul captării preconizate.

4.1.1.5 *Captarea apei subterane prin puțuri*

4.1.1.5.1 Elementele generale ale captării

- (1) Prezentul normativ stabilește prescripțiile de proiectare ale captării apei subterane prin puțuri pentru următoarele situații:
 - a. puțuri perfecte și imperfecte după gradul de deschidere ce exploatează acvifere cantonate în roci granulare (
 - b. **Figura 4.2** a), b)).
 - c. puțuri perfecte și imperfecte după gradul de deschidere ce exploatează acvifere cantonate în roci fisurate (
 - d. **Figura 4.2** c), d)).

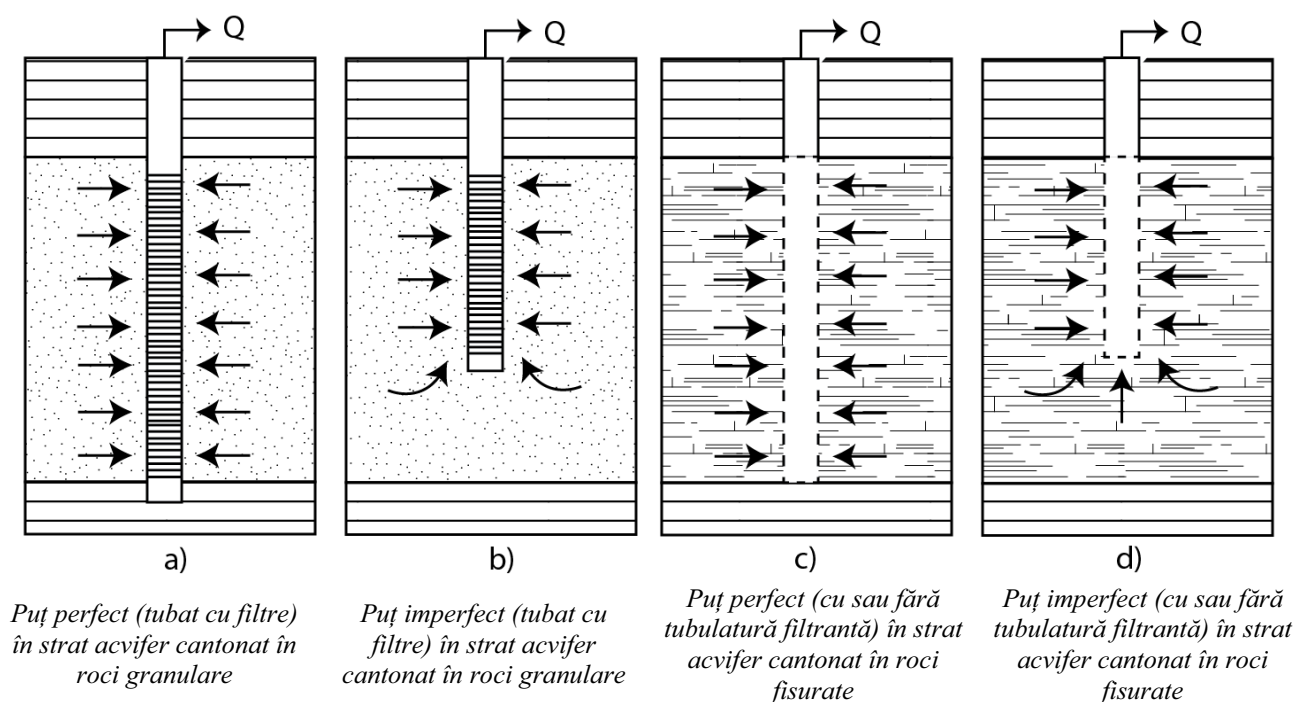


Figura 4.2. Tipuri de puțuri, în funcție de gradul de deschidere și tipul de acvifer exploatat

- (2) Elementele generale ale captării apei subterane sunt: puțurile care alcătuiesc frontul de captare, cabinele de protecție, instalația hidromecanică (pompa, conductă de refulare, racorduri, vane și robinet pentru recoltarea de probe de apă, supapă de sens, apometru, foraje de monitorizare), instalația electrică de comandă și control și perimetrul de protecție sanitară.
- (3) După modul de execuție, puțurile pentru captarea apei sunt de două feluri: puțuri forate și puțuri săpate.
- (4) Puțurile săpate sunt lucrări de captare cu diametrul interior al tubulaturii de cel puțin 1,5 m, la care coloana de exploatare, prevăzută cu barbacane în dreptul stratului acvifer, vine în contact direct cu acesta, fără a exista o coroană filtrantă intermediară. Sunt utilizate pentru captarea acviferelor freatice caracterizate de valori mici ale conductivității hidraulice când, pentru obținerea unor debite corespunzătoare, viteza mică de acces a apei subterane în puț este compensată de creșterea suprafeței de acces.
- (5) Puțurile forate au diametrul uzual de săpare sub 1,0 m și în dreptul stratelor acvifere sunt prevăzute cu filtre și coroană filtrantă, în spațiul inelar dintre coloana definitivă și pereții găurii de sondă existând posibilitatea izolării stratelor acvifere. Acestea pot fi realizate în sistem uscat, cu coloane de lucru recuperabile, sau în sistem hidraulic cu circulație directă sau inversă a fluidului de foraj.
- (6) După modul de extracție a apei, puțurile pot fi: prin pompare sau prin sifonare.
- (7) Pentru menținerea calității apei exploatate, se vor prevedea măsuri de protecție a integrității cabinei de foraj împotriva inundațiilor din apele de suprafață sau meteorice, și a infiltrațiilor diferitelor substanțe poluante.
- (8) Lucrările de protecție împotriva inundațiilor se vor realiza în conformitate cu prevederile STAS 4273 și STAS 4068/1.
- (9) În cazul captărilor de apă cu infiltrație prin mal, consolidarea malurilor și stabilizarea albiei se vor executa înainte sau în același timp cu captarea de apă, astfel încât să nu împiedice alimentarea captării sau colmatarea albiei.

- (10) În cazul captării apei din stratul freatic și prezenței în vecinătate a unor balastiere, amplasarea captării va ține cont de studii de specialitate ce evaluează impactul balastierelor asupra corpului de apă subteran.
- (11) Materialele folosite pentru captarea de apă nu trebuie să schimbe calitatea apei subterane și trebuie să fie rezistente la agresivitatea apelor sau a rocilor.

4.1.1.5.2 Conținutul cadrului al unui proiect de captare a apei prin puțuri

- (1) Primul pas, absolut obligatoriu, îl constituie elaborarea modelului matematic al acviferului și evaluarea resursei totale, respectiv a resursei exploatabile. Prin modelare matematică se va stabili poziția optimă a captării și extinderea acesteia ținând seama de grosimea formațiunilor acvifere și mai ales de capacitatea de stocare și regularizare naturală a bazinului hidrogeologic din amonte de captare. Cunoscând debitul solicitat de folosințe și care urmează să fie captat se va evalua impactul regional al captării (denivelări la nivelul întregului acvifer, favorizarea deplasării poluanților din zona depozitelor de deșeuri către zona captării etc). Se va stabili dacă potențialul acviferului (exprimat prin capacitatea sa de regularizare și de tranzitare) permite exploatarea debitului solicitat de folosințe.
- (2) Se vor stabili reguli de exploatare ale acviferului care să asigure sustenabilitatea resursei, adaptând debitul exploatabil la condițiile concrete din amonte de captare. Astfel, în condiții de secetă prelungită și la niveluri cu trend descendent, debitul exploatat va fi redus corespunzător pentru a nu supraexploata resursa și pentru a nu forța puțurile captării (prevenirea colmatării acestora).
- (3) De abia după stabilirea potențialului sursei se va proceda la dimensionarea tehnologică a captării (debitul capabil al fiecărui puț, numărul de puțuri necesare). Procesul de evaluare a resursei corespunzătoare frontului de captare și dimensionarea tehnologică a captării (număr puțuri, distanța dintre puțuri) poate presupune un proces iterativ.
- (4) Pentru dimensionarea captării cu puțuri prin pompare (dimensionare tehnologică) - se vor urmări etapele de calcul și prevederile SR 1629-2 pentru:
- a. determinarea debitelor de exploatare din condiții tehnologice, în următoarele condiții:
 - i. în situația în care roca gazdă este reprezentată prin nisipuri fine, nisipuri refulante sau materiale poros-permeabile granulare cu stratificație încrucișată și grosimi reduse și cu posibilă variabilitate spațială, diametrul de calcul d_e al debitului admisibil va fi egal cu diametrul filtrului, sau cel mult egal cu diametrul determinat la jumătatea spațiului inelar al coroanei filtrante (filtrul invers din pietriș);
 - ii. viteza aparentă admisă la intrarea apei în filtru V_a se determină pe baza rezultatelor din pompări experimentale realizate în forajele de explorare, sau în forajele de exploatare existente în proximitate. Valorile determinate pe baza curbelor granulometrice (D_{40}) din SR 1629-2 au doar un caracter estimativ.
 - iii. în cazul captării a două sau mai multe strate acvifere sub presiune în același foraj, determinarea debitului maxim exploatabil pe foraj Q_o , se face folosind reprezentarea grafică din **Figura 4.3**. în care:

$$Q_o = q_1 + q_2 + \dots = \pi * d_e * l_{f1} * V_{a1} + \pi * d_e * l_{f2} * V_{a2} + \dots \quad (4.1)$$

relație în care se va adoptă cea mai mică valoare dintre V_{a1} și V_{a2} . Reprezentarea grafică pentru fiecare strat acvifer se va face conform SR 1629-2.

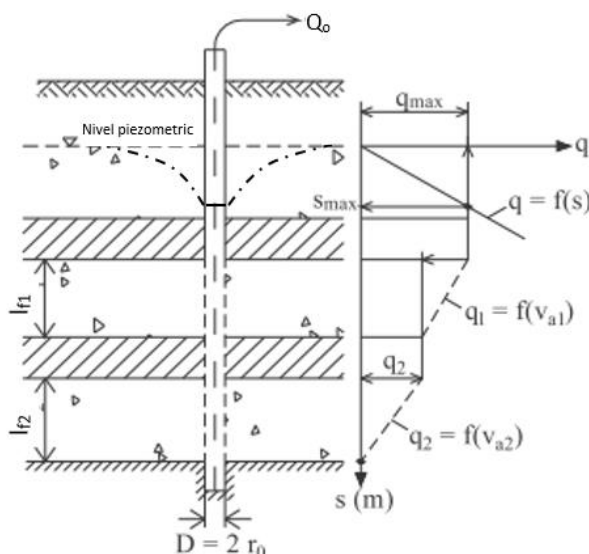


Figura 4.3. Calcul debit captare prin puțuri

- b. dimensionarea frontului de captare;
- i. fronturile de captare se vor amplasa, pe cât posibil, perpendicular pe direcția de curgere a apei subterane.
 - ii. fronturile de captare cu infiltrație de mal se vor amplasa paralel cu traseul apei de suprafață, la o distanță determinată conform SR 1629-2.
 - iii. se elaborează planul de situație cu amplasarea tuturor puțurilor, a forajelor de monitorizare, a zonelor de protecție sanitară, a lucrărilor hidrotehnice și hidroedilitare.
 - iv. se elaborează secțiuni hidrogeologice transversale și longitudinale pe aliniamentul frontului de captare cu indicarea forajelor de studiu executate.
 - v. se elaborează fișa prezumtivă a forajului/forajelor, conform studiului hidrogeologic.
 - vi. se elaborează planuri de execuție a cabinelor, instalații hidromecanice, electrice etc.
- c. se elaborează memoriile de execuție a componentelor captării.

(5) Memoriul de execuție a forajului/forajelor care va cuprinde:

- a. date generale:
 - i. denumirea investiției;
 - ii. proiectant general;
 - iii. proiectant de specialitate;
 - iv. amplasament;
 - v. scopul investiției;
 - vi. documente utilizate la întocmirea proiectului.
- b. organizarea de șantier: posibilități de acces, paza la punctul de lucru, depozitare utilaje, materiale, scule și dispozitive de foraj, identificarea surselor de apă tehnologică și energie electrică și posibilități de racordare.
- c. indicarea lucrărilor pregătitoare în funcție de caracteristicile fiecărui amplasament: predare-primire amplasamente, trasarea lucrărilor, instruirea personalului (proceduri de lucru, securitatea în muncă, apărarea împotriva incendiilor), modul de protejare a solului vegetal împotriva contaminării, săparea batalului, montarea instalației pe punctul de lucru etc.;
- d. programul de construcție al sondei:
 - i. date geotehnice și hidrogeologice (rezumativ din studiul hidrogeologic);
 - ii. alegerea diametrelor pompei submersibile, de săpare și tubare. Se va respecta schema din Figura 4.4.

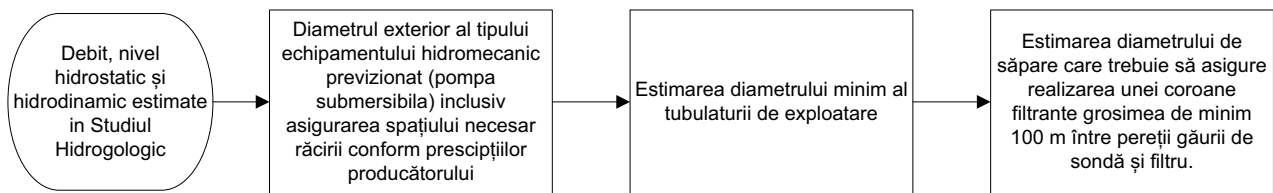


Figura 4.4. Schemă decizională în alegerea diametrelor pentru execuția unui foraj

- iii. stabilire diametru coloană de ancoraj și protecție (dacă este cazul);
 - iv. stabilire metodă de foraj;
 - v. stabilire componența garnitură de foraj;
 - vi. stabilire fluid de foraj (caracteristici).
- e. execuția găurii de sondă:
- i. regimul de foraj;
 - ii. calculul lungimii maxime a tronsonului de prăjini grele (dacă este cazul) cu relația:

$$L_{pg} = \frac{P}{\alpha \times K \times q_{pg}} \quad (\text{m}) \quad (4.2)$$

în care:

$\alpha=0,86$ este coeficientul de flotabilitate care depinde de valorile greutateilor specifice ale noroiului de foraj și oțelului;

$K=0,8$ este coeficientul de deviere;

q_{pg} – greutatea pe metru liniar a prăjinii grele (t/m);

P – apăsarea pe sapă (tf).

- iii. calculul sarcinii maxime la cârlig, determinată prin comparație între greutatea totală a garniturii de foraj posibil a fi utilizată (prăjini grele, prăjini obișnuite și sapă) și cu greutatea coloanei de ancoraj și cea a coloanei de exploatare. Se alege valoarea cea mai mare, care va fi multiplicată cu coeficientul de flotabilitate α și un coeficient de suprasarcină $\phi=1,1$;
 - iv. săparea forajului;
 - v. modul de prelevare și conservare a probelor de teren pe baza cărora se va realiza descrierea litologică;
 - vi. investigațiile geofizice (minim: rezistivitate electrică, potențial spontan și γ -natural)
- f. definitivarea forajului:
- i. tubarea coloanei de ancoraj;
 - ii. tubarea coloanei de exploatare (coloană de prelungire, filtre, decantor) și poziții. Instrucțiunile de montare a filtrelor și decantorului vor ține seama de prescripțiile SR 1629-2. Tubulatura folosită trebuie să fie agrementată pentru foraje de alimentare cu apă și să reziste la presiunea de colaps funcție de adâncimea forajului;
 - iii. dimensionarea și realizarea filtrului invers (coroana filtrantă) se va face conform SR 1629. Dacă studiul hidrogeologic nu oferă informații despre compoziția granulometrică a stratului acvifer, în faza de proiectare se va face o estimare a dimensionării coroanei filtrante urmând ca la execuție aceasta să fie redimensionată pe baza probelor recoltate în timpul săpării;
 - iv. modul de izolare a stratelor acvifere superioare (dacă este cazul) și a spațiului inelar la suprafața terenului. Pentru izolare se pot folosi lapte de ciment cu greutatea specifică $\gamma=1,7 \dots 1,75 \text{ tf/m}^3$ și granule de argilă bentonitică. Greutatea specifică a laptelui de ciment poate fi mărită, pe bază de calcul, în cazul în care stratul acvifer se manifestă artezian. Modul de introducere a materialului izolator va fi stabilit de proiectant astfel

încât să se realizeze o izolare completă a spațiului inelar pe înălțimea stabilită. Condițiile generale de utilizare a materialelor izolatoare sunt:

- aa. peste coroana filtrantă se va realiza un dop de argilă bentonitică granulată cu înălțimea de 20-50 cm;
 - bb. laptele de ciment se va turna peste dopul de argilă bentonitică, dar numai în dreptul intervalului cu rocă impermeabilă. Lungimea pe care se face turnarea trebuie corelată cu cota nivelului piezometric, cota nivelului hidrodinamic, caracteristicile de rezistență ale tubulaturii, astfel încât să nu se creeze suprapresiuni care pot conduce la colapsare. Se va evita pe cât posibil turnarea laptelui de ciment în dreptul stratelor poros-permeabile care urmează a fi izolate.
 - g. proceduri de dezvoltare - punerea în funcțiune - a forajului (deznisipare, testele de eficiență și de performanță). Se va indica modul de realizare, funcție de caracteristicile lucrării cu respectarea cerințelor minime conform SR 1629-2;
 - h. recoltarea probelor de apă, sterilizarea forajului și protecția provizorie;
 - i. prescripții privind determinarea zonelor și perimetrelor de protecție (sanitară și hidrogeologică) în conformitate cu Hotărârea Guvernului nr. 930/2005 pentru aprobarea Normelor speciale privind caracterul și mărimea zonelor de protecție sanitară și hidrogeologică, și Ordinul ministrului mediului și pădurilor nr. 1278/2011;
 - j. proiectul trebuie să prevadă întocmirea studiului hidrogeologic final, realizat pe baza testelor de pompare în foraje, cu calculul parametrilor hidrogeologici finali din vecinătatea puțurilor (parametri hidrogeologici locali), precum și a modelului matematic calibrat și validat (cu estimarea parametrilor hidrogeologici regionali) pentru evaluarea resursei și stabilirea regulilor de exploatare atât din punct de vedere al resursei cât și al protejării puțurilor împotriva colmatării și înnisipării. Studiul va conține și instrucțiunile generale de exploatare, întreținere și urmărire a calității apei;
 - k. prevederi privind protecția muncii, norme sanitare și apărarea împotriva incendiilor;
 - l. programul fazelor determinante de execuție.
- (6) Memoriu de execuție cabină de foraj.
- (7) Memoriu de execuție instalații hidraulice și hidromecanice.
- (8) Caiete de sarcini cu prescripții de calitate a materialelor și cerințe de execuție, antemăsurători și deviz.
- (9) Memoriul de execuție pentru puțurile care colectează apa prin sifonare este identic cu cel privind colectarea prin pompare cu deosebirea că forajele nu vor fi prevăzute cu pompe submersibile, însă testele de eficiență și performanță se vor realiza cu pompa submersibilă care, la final, se va recupera.

4.1.1.5.3 Prescripții generale privind proiectarea elementelor constructive ale puțurilor de captare a apei

- (1) Se vor respecta următoarele reguli generale, precum și prevederile din SR 1629-2.
- a. debitul optim și denivelarea optimă:
 - i. debitul optim se determină pe baza rezultatelor obținute la probele de pompare, punându-se condiția de limitare a vitezei de intrare a apei în puț, pentru a se evita înnisiparea puțului.
 - ii. viteza aparentă admisibilă de intrare a apei în puț se calculează cu relația Sichardt:

$$v_a = \frac{\sqrt{k}}{a} \quad (\text{m/s}) \quad (4.3)$$

în care:

k – conductivitatea hidraulică (m/s);

a – coeficient care se adoptă:

$a = 15$ la strate acvifere cu granulație normală;

$a = 18$ la strate acvifere cu granulație foarte fină.

În lipsa datelor experimentale de pompare care să permită calculul conductivității hidraulice, viteza aparentă admisibilă se poate estima în raport cu compoziția granulometrică a stratului acvifer.

Tabelul 4.1. Viteza aparentă admisibilă de intrare a apei în puț

Mărimea granulelor de nisip exprimată prin d_{40} (mm)	Viteza aparentă admisibilă (mm/s)
1,0	2,0
0,5	1,0
0,25	0,5

NOTA: d_{40} – diametrul ochiurilor sitei prin care trece 40% din materialul cernut.

iii. în cazul unui strat freatic, determinarea debitului maxim capabil al unui puț singular se face prin metoda grafică după cum urmează:

A. se trasează curba debitului în funcție de denivelare, utilizând rezultatele obținute la probele de pompare constituită din perechi de puncte (q -debit extras, s -denivelare măsurată) însă raportate la nivelul apei subterane din perioadele de secetă, adică la nivelul H_{\min} față de stratul impermeabil de bază;

B. din curba granulometrică a materialului din stratul acvifer se determină d_{40} și cu ajutorul tabelului anterior se alege viteza aparentă admisibilă de intrare a apei în puț;

C. se calculează debitul de apă intrat în puț:

$$Q = A_{LAT} \times v_a = 2 \times \pi \times r \times (H - s) \times v_a \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (4.4)$$

în care:

A_{LAT} – aria laterală a cilindrului format de coloana filtrantă a puțului (m^2);

r – raza puțului (m);

H – înălțimea coloanei filtrante (m);

s – denivelarea puțului (m);

v_a – viteza maxim admisibilă a apei în puț (m/s);

D. se calculează debitul extras din puț în două situații:

• pentru $s=H$ (denivelarea maximă ipotetică) rezultă:

$$Q = 0 \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (4.5)$$

• pentru $s=0$ (denivelarea minimă) rezultă:

$$Q = 2 \times \pi \times r \times H \times v_a \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (4.6)$$

E. cu perechile de puncte obținute se trasează cea de-a doua curbă;

F. debitul maxim capabil (debitul optim) al puțului se găsește la intersecția celor două curbe; în același punct se determină și denivelarea optimă (ex. în figura următoare).

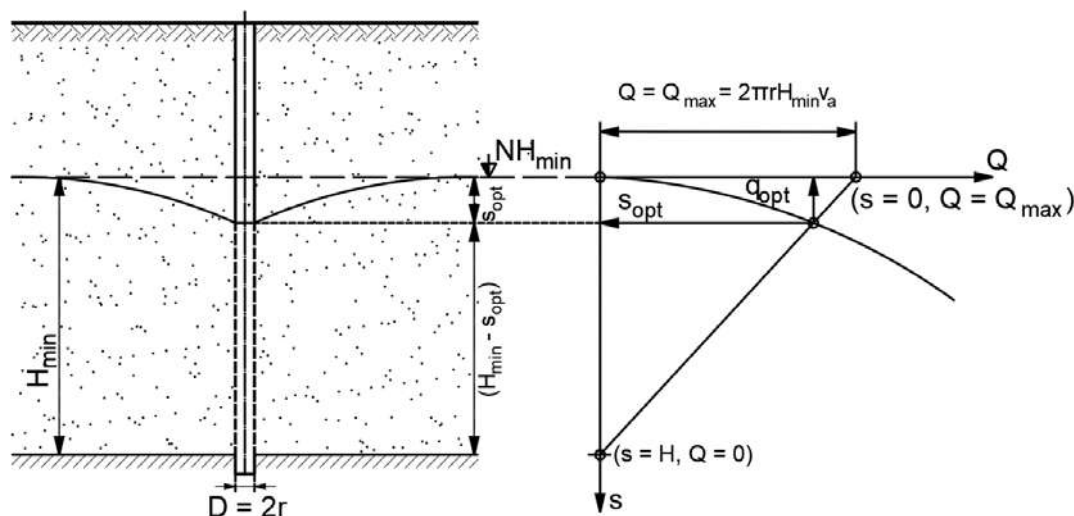


Figura 4.5. Determinarea debitului și denivelării optime pentru strat acvifer cu nivel liber.

Notații: H_{\min} – Grosimea minimă a stratului acvifer conform măsurătorilor, NH_{\min} – Nivelul hidrostatic conform măsurătorilor din perioada anilor secetoși, Q_{opt} – Debitul optim, s_{opt} – Denivelarea optimă, 1 ... 4 – Perechi puncte (Q, s) din proba de pompare estimată conform studiilor, 1' ... 4' – Perechi puncte (Q, s) din proba de pompare reală conform măsurătorilor; D – Diametrul puțului.

- iv. în cazul unui strat acvifer sub presiune determinarea debitului capabil al puțului se face în același mod ca la stratele freatice. Curba debitului în funcție de denivelare este compusă dintr-o dreaptă înclinată pe înălțimea stratului acvifer și o dreaptă verticală în tot domeniul în care apa rămâne sub presiune. Pe grosimea stratului acvifer debitul variază liniar între zero și $Q_{\text{max}} = 2\pi r M v_a$, iar din dreptul tavanului stratului acvifer în sus debitul rămâne constant la această valoare până în dreptul nivelului piezometric al stratului. Intersecția celor două curbe se obține în general în domeniul în care stratul rămâne sub presiune, astfel încât $Q_{\text{opt}} = Q_{\text{max}} = 2\pi r M v_a$.

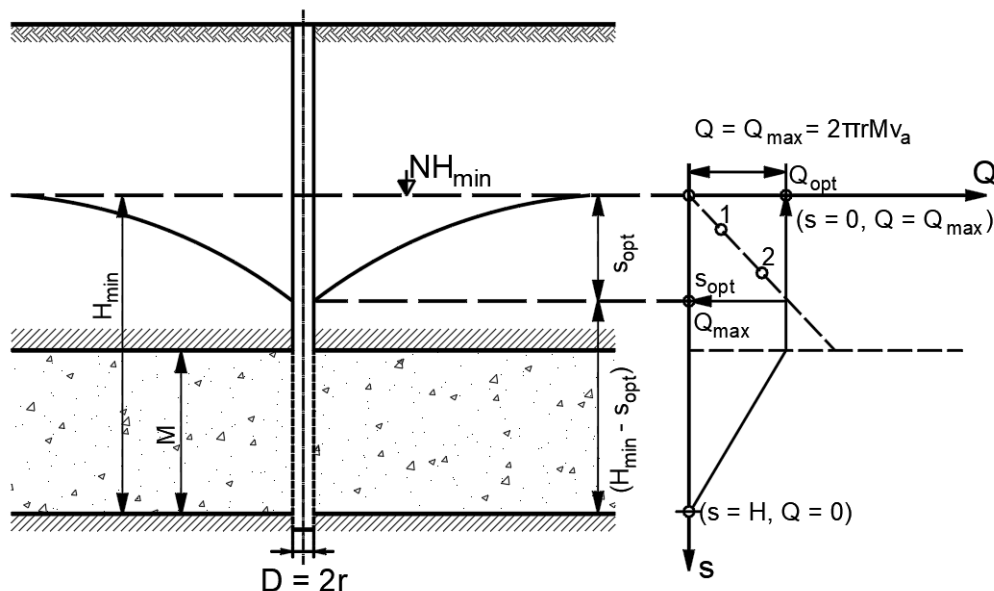


Figura 4.6. Determinarea debitului și denivelării optime pentru strat acvifer sub presiune.

Notații: H_{\min} – Diferența dintre nivelul hidrostatic și talpa forajului, corespunzătoare anilor secetoși, NH_{\min} – Nivelul hidrostatic conform măsurătorilor din perioada anilor secetoși, M – Grosimea stratului acvifer, Q_{opt} – Debitul optim, s_{opt} – Denivelarea optimă, 1 ... 2 – Perechi de puncte (Q, s) din proba de pompare estimată conform studiilor efectuate, D – Diametrul puțului.

- v. lungimea frontului de captare

Lungimea frontului de captare se calculează într-o etapă preliminară în ipoteza în care întreaga lungime a stratului acvifer care transportă debitul ce trebuie captat este interceptată de frontul de puțuri, dispus perpendicular pe direcția de curgere a curentului subteran:

A. pentru strate de apă cu nivel liber, expresia de calcul este:

$$L = \frac{Q_c}{H_{\min} \times k \times i} \quad (4.7)$$

B. pentru strate de apă sub presiune, expresia de calcul este:

$$L = \frac{Q_c}{M \times k \times i} \quad (4.8)$$

în care:

L – Lungimea frontului de captare (m);

Q_c – debitul de calcul al captării (m^3/s);

H_{\min} – grosimea medie a stratului de apă subterană cu nivel liber pe lungimea frontului de captare la nivelul cel mai scăzut al apei subterane, după perioade lungi de secetă (m);

M – grosimea medie a stratului acvifer sub presiune (m);

k – conductivitatea hidraulică a stratului acvifer (m/s);

i – panta hidraulică medie a curentului subteran.

Lungimea finală a frontului de puțuri va fi confirmată prin simulare numerică, cu ajutorul modelului matematic.

vi. numărul de puțuri:

A. numărul puțurilor rezultă din raportul între debitul captării și debitul maxim optim al unui puț, majorat cu un coeficient care ia în calcul închiderea unui număr de foraje pe perioada de efectuare a reviziilor, conform formulei următoare:

$$n = 1,2 \times \frac{Q_c}{Q_{\text{opt}}} \quad (4.9)$$

în care:

Q_c – debitul de calcul al captării (m^3/s);

Q_{opt} – debitul optim al unui puț (m^3/s);

1,2 – coeficient de majorare a numărului de puțuri în vederea asigurării unui număr minim de puțuri de rezervă, pentru situația în care se efectuează revizii.

vii. distanța dintre puțuri. Influența între puțuri

A. distanța dintre puțurile unei captări care este dezvoltată pe un front liniar de captare, se determină cu formula următoare:

$$a = \frac{L}{n-1} \quad (4.10)$$

în care:

a – distanța între două foraje consecutive (m);

L – lungimea frontului de captare (m);

n – numărul de puțuri.

B. în cazul unor strate de apă care au un caracter pronunțat de neuniformitate și neomogenitate, calculul numărului de puțuri și al distanței dintre ele trebuie să se facă pe sectoare cu caracteristici hidrogeologice relativ constante.

C. pentru a se ține seama de faptul că puțurile din frontul captării se vor influența reciproc în timpul exploatarei, deoarece în calculele precedente ele au fost considerate că lucrează izolat iar în timpul funcționării normale lucrează simultan, este necesar să se calculeze raza de influență folosind relațiile următoare:

1) formula empirică stabilită de Sichardt:

$$R = 3000 \cdot s \cdot \sqrt{k} \quad (\text{m}) \quad (4.11)$$

2) formula empirică stabilită de Kusakin:

$$R = 575 \cdot s \cdot \sqrt{H \cdot k} \quad (\text{m}) \quad (4.12)$$

în care:

R – raza de influență (m);

s – denivelarea (m);

k — conductivitatea hidraulică a stratului acvifer (m/s);

H — grosimea medie a stratului de apă (m).

D. se recomandă ca distanța între puțuri să nu fie mai mică de 50 m. Lungimea frontului de captare L se va putea menține neschimbată, dacă distanța dintre puțuri nu este mai redusă de 50 m și dacă nu există influență între puțuri.

viii. mărimea zonei de protecție sanitară

A. se determină prin calcul la captările de apă potabilă, pentru condiția îndeplinirii unui timp normat de filtrație T prin strat:

1) T = 20 zile pentru zona cu regim sever;

2) T = 70 zile pentru zona de restricție, din care 50 zile în afara zonei cu regim sever.

B. în figura următoare este reprezentată limita zonei de protecție sanitară cu regim sever a unei captări de apă subterană, cu elementele geometrice principale. Pentru determinarea acestor elemente geometrice se admite o schemă de calcul simplificată, la care apa parcurge drumul subteran de la limita zonei de protecție sanitară până la puțurile de captare în timpul normat, neglijându-se timpul în care apa impurificată ajunge de la suprafața terenului până la stratul de apă subterană; această simplificare reprezintă un grad de asigurare sporit al calculului.

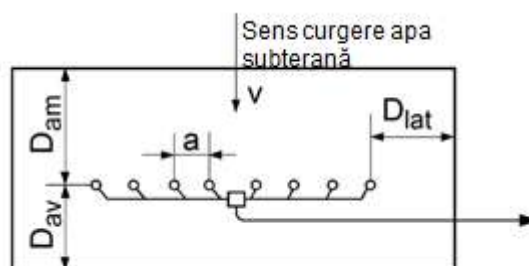


Figura 4.7. Delimitarea zonei de protecție sanitară pentru o captare cu puțuri.

Notații: D_{am} – Distanța amonte de protecție sanitară, D_{av} – Distanța aval de protecție sanitară, D_{lat} – Distanța laterală de protecție sanitară.

C. Pentru calculul distanțelor de protecție sanitară se utilizează relațiile:

1) Distanța de protecție pentru puț singular în strat sub presiune:

$$D_1 = \sqrt{\frac{Q_{opt} \times T}{\pi \times p \times M}} \quad (4.13)$$

în care:

D₁ – distanța de protecție sanitară pentru puț singular în strat sub presiune (m);

Q_{opt} – debitul optim (maxim) al puțului (m^3/zi);

T – timpul normal pentru protecția sanitară (zile);

p – coeficientul de porozitate efectivă ($p = 10 \dots 25\%$);

M – grosimea stratului de apă sub presiune (m).

Pentru determinarea distanțelor D_{am} , D_{av} și D_{lat} se utilizează diagrama prezentată în figura următoare în care se introduce rezultatul raportului D_1/a și se determină valorile rapoartelor D_{am}/a , D_{av}/a și D_{lat}/a .

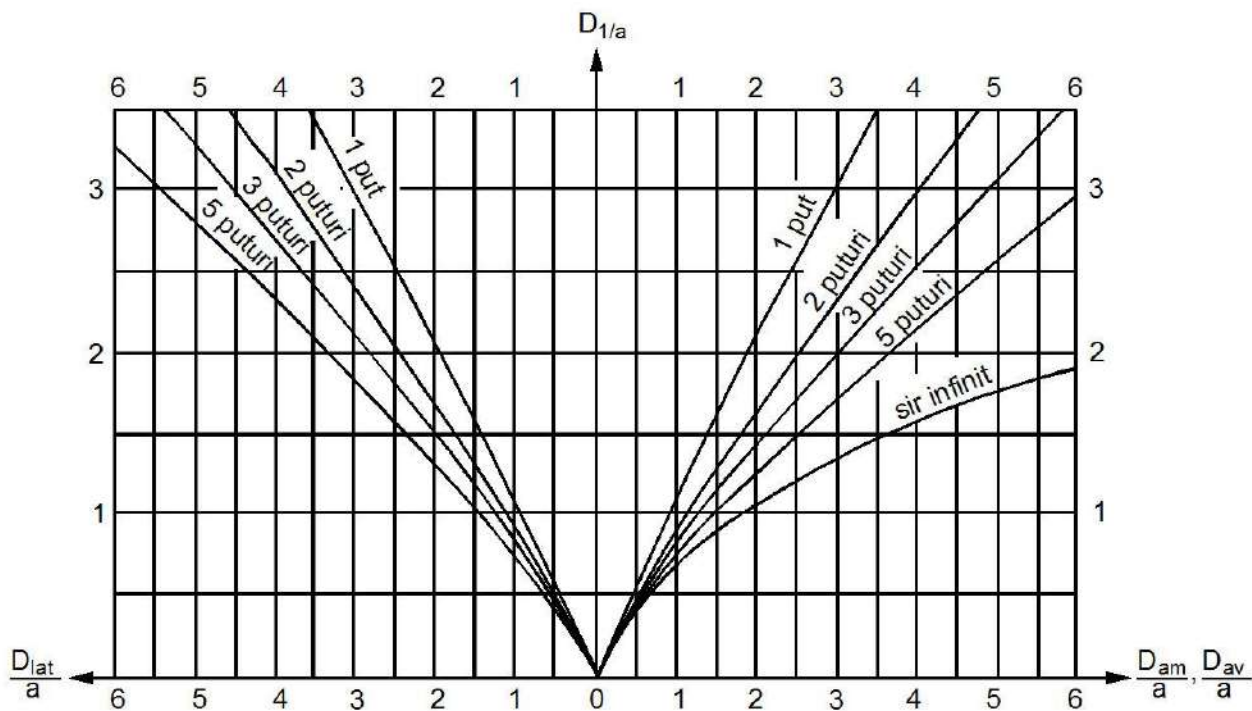


Figura 4.8. Diagrama pentru calculul distanțelor de protecție sanitară pentru captări cu puțuri sub presiune.

Notații: D_{am} – Distanța amonte de protecție sanitară, D_{av} – Distanța aval de protecție sanitară, D_1 – Distanța de protecție sanitară pentru puț singular; a – Distanța între puțuri.

- 2) Pentru stratele de apă freatică, se adoptă acoperitor expresia distanței de protecție spre amonte:

$$D_{am} = \sqrt{\frac{Q_{opt} \times T}{\pi \times p \times \left(H_{min} - \frac{S_{opt}}{2} \right)}} \quad (4.14)$$

în care:

D_{am} – distanța de protecție sanitară amonte pentru puțuri în strat acvifer cu nivel liber (m);

Q_{opt} – debitul optim (maxim) al puțului (m^3/zi);

T – timpul normal pentru protecția sanitară (zile);

p – coeficientul de porozitate efectivă ($p = 10 \dots 25\%$);

H_{min} – grosimea minimă a stratului acvifer, în ani secetoși (m);

S_{opt} – denivelarea optimă (m).

Distanțele D_{av} și D_{lat} se pot adoptă la limită egale cu distanța D_{am} .

Mărimea zonelor de protecție sanitară va fi confirmată prin modelare matematică, prin intermediul modelului de curgere și transport.

4.1.1.5.4 Colectarea apei din puțuri

4.1.1.5.4.1 Sistemul de colectare cu sifonare clasică

- (1) În figura următoare se prezintă schema sistemului de colectare prin sifonare și elementele componente. Sistemul va fi adoptat numai în condiții speciale, justificate.

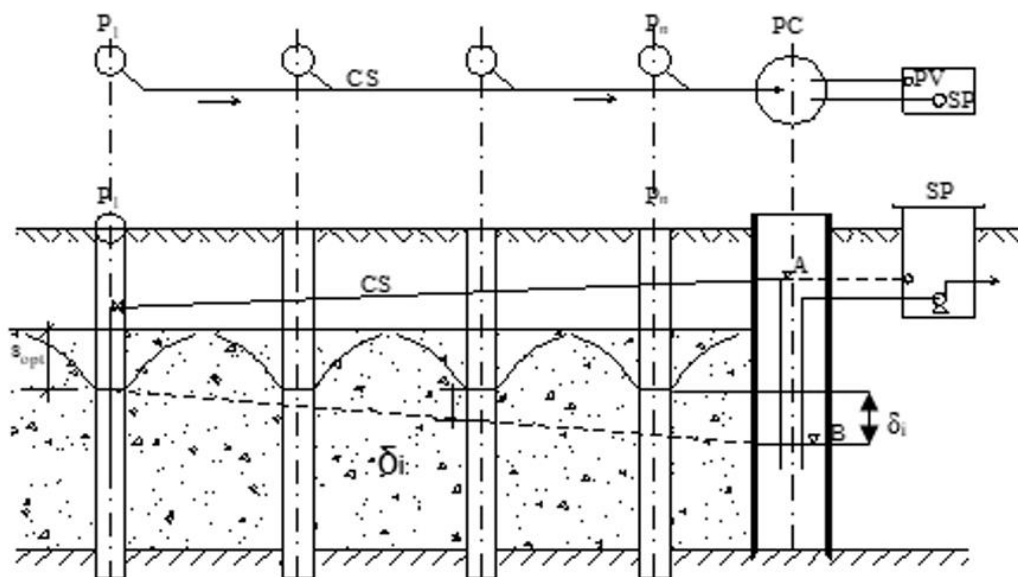


Figura 4.9. Schema sistemului de colectare prin sifonare.

Notații: P1, Pn – Puțuri forate; CS – Colector sifonare; PC – Puț colector; PV – Pompă vid; SP – Stație pompare; δ_i – Pierderea de sarcină între puț și colector; va fi controlată cu vana din puț.

- (2) Colectarea apei se realizează prin sifonare între P_i și un puț colector PC; pentru siguranță, puțul colector se așează la jumătatea captării.
- (3) Dimensionarea sistemului hidraulic de sifonare:
- viteze economice $v = 0,5 - 0,8$ m/s; recomandabil crescătoare către puțul colector;
 - pompa de vacuum: $q_{aer} = 10\% Q_{ap\grave{a}}$; se prevăd o pompă în funcțiune și una de rezervă;
 - panta constructivă a colectorului de sifonare: min. 1‰ ascendentă spre puțul colector;
 - diferența de cotă între punctul cel mai înalt al colectorului de sifonare (cota A) și nivelul minim al apei în puțul colector (cota B): max. 5 m;
 - conductele de sifonare vor fi închise hidraulic în fiecare puț și puțul colector: imersarea minimă a capetelor conductelor va fi de 0,75 m.
- (4) Condiționări privind aplicarea soluției prin sifonare:
- calitatea apei extrase din foraje - va trebui să existe asigurarea că apa nu conține compuși dizolvați care, datorită presiunii de vacuum, pot să-și schimbe starea și să producă depuneri pe conductă (ex. apă cu Fe: $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$).
 - lungimea maximă a colectorului de sifonare nu va depăși 500,0 m;
 - configurația terenului - terenul va trebui să ofere posibilitatea să se realizeze:
 - pozarea colectorului de sifonare cu pantă ascendentă către puțul colector;
 - să se poată asigura acoperirea peste generatoarea superioară cu min. $h_{inghe\grave{t}}$;
 - adâncimile de pozare max. 4,0 m.

- (5) Este esențială realizarea unui sistem etanș. O singură neetanșeitate (ruptură, fisură), scoate din funcțiune toată conducta.

4.1.1.5.4.2 Sistemul de colectare cu electropompe submersibile

- (1) Schema cuprinde:
- echiparea fiecărui puț cu pompe individuale submersibile;
 - construcția unui sistem de conducte de legătură (tip conducte sub presiune prin pompare) între puțuri.
- (2) În Figura 4.10 este prezentată o schemă pentru sistemul de colectare prin pompare în rezervor tampon așezat pe amplasament și repomparea apei. Dacă se justifică, pomparea poate fi făcută direct în rezervor.
- (3) Rezolvările care se cer:
- dimensionarea conductelor de legătură între puțuri și rezervor;
 - alegerea electropompelor pentru echiparea fiecărui puț.
 - dimensionarea conductelor. Se va asigura dimensionarea pe principiul: cheltuieli anuale minime din investiții și exploatare.

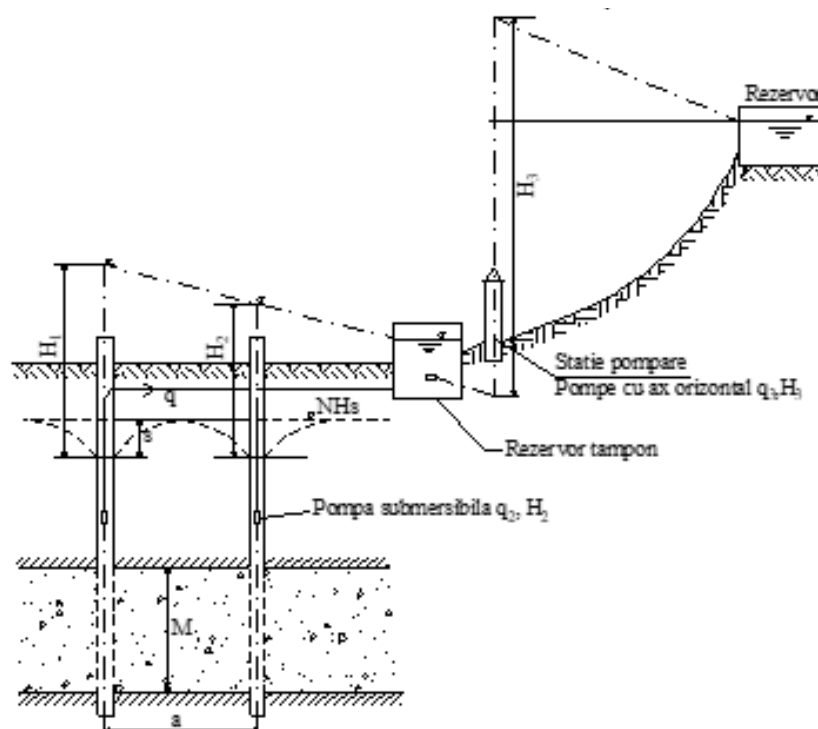


Figura 4.10. Schema sistemului de colectare prin pompare

- (4) Etapele vor fi:
- o predimensionare hidraulică, pe baza cunoașterii debitelor și vitezelor economice; $v_{ec} = 0,8- 1,2$ m/s iar caracteristicile pompelor, pe baza debitelor și a înălțimilor de pompare pentru schema adoptată în predimensionare;
 - stabilirea punctului de funcționare pentru fiecare electropompă care echipează puțurile; punctul de funcționare este reprezentat de intersecția între curbele $q = f(H)$ pentru pompă și $q = f(hr)$ pentru sistemul de conducte de refulare.

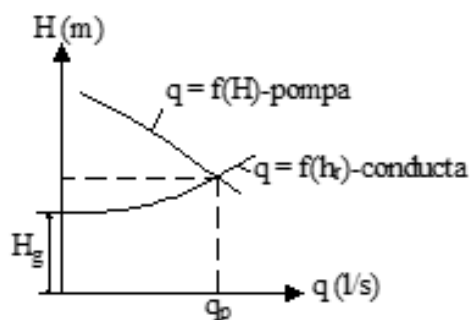


Figura 4.11. Determinarea punctului de funcționare pentru o electropompă.

- (5) Punctul de funcționare va trebui să pună în evidență:
- valoarea q_p – debitul pompat; această valoare va trebui să nu depășească debitul maxim al puțului P_i ;
 - poziția punctului de funcționare va trebui să indice:
 - un randament cât mai ridicat, recomandabil minim de 75%, al electropompei pentru debite ≥ 15 l/s pompă;
 - pentru debite reduse, se vor adopta soluțiile care să conducă la cheltuieli minime din investiții și exploatare.
- (6) În situația în care cele 2 condiții anterioare nu sunt realizate:
- se urmărește schimbarea curbei $q = f(h_r)$, prin modificarea unor diametre;
 - se elaborează soluții pentru îndeplinirea condițiilor: alt tip de pompă.

4.1.1.6 Alte prevederi

- Pentru captări importante (peste 50 l/s), se va face un calcul de optimizare a alcătuirii captării prin:
 - alegerea diametrului forajului $q = f(s, d)$;
 - alegerea distanței dintre puțuri $a = f(q, s)$;
 - alegerea sistemului de colectare a apei din puțuri.
- Se impune dotarea sistemului cu:
 - electrovane de reglaj-limitare debit prelevat din foraje;
 - sisteme automate pentru asigurarea funcționării electropompelor;
 - sisteme de măsură on-line: debite, presiuni, parametri foraj, parametri energetici, stare de funcționare.
- Echipamentele vor fi amplasate în căminul/cabina puțului; toate datele vor fi transmise la un dispecer zonal care va urmări permanent operarea captării.
- La fiecare km din lungimea frontului de captare va fi prevăzută o linie de foraje de observație (minim 2 amonte și unul aval).

4.1.1.6.1 Protecția sanitară a captărilor cu puțuri

- Se va realiza conform Hotărârii Guvernului nr. 930/2005 și Ordinul ministrului mediului și pădurilor nr. 1278/2011. Dimensiunile efective ale zonelor de protecție precum și a perimetrului de protecție hidrogeologică se vor stabili prin modelare matematică cu ajutorul modelului de curgere și transport.

4.1.1.7 Captări cu dren

(1) Și în cazul captărilor cu dren, primul pas îl constituie evaluarea resursei disponibile prin modelare matematică.

4.1.1.7.1 Aplicabilitatea captărilor cu dren

- (1) Soluția de captare cu dren (captare orizontală) realizat în săpătură deschisă se aplică în situațiile:
- baza (culcușul) stratului acvifer se află la adâncimi $\leq 10,0$ m;
 - stratul freatic, grosime 4 - 5 m;
 - elemente favorabile pentru configurația curgerii stratului subteran, astfel încât acesta să poată fi interceptat după o direcție determinată printr-un dren;
 - drenul se va executa ca dren perfect, așezat pe culcușul stratului acvifer.
- (2) Actualul normativ nu face referire la soluția de captare cu dren realizat prin foraj dirijat.
- (3) Soluția de captare prin drenuri se adoptă numai dacă, în urma analizei tehnico-economice, rezultă că aceasta este mai avantajoasă în comparația cu soluția de captare prin puțuri verticale.
- (4) Drenurile de captare a apei subterane se clasifică în funcție de gradul de pătrundere, a presiunii apei:
- din punct de vedere al gradului de pătrundere al elementului de captare în stratul permeabil, în cazul drenurilor realizate în săpătură deschisă:
 - drenuri perfecte pozate pe culcușul stratului acvifer.
 - drenuri imperfecte pozate în interiorul stratului acvifer. Acest tip de dren se folosește doar în cazuri justificate tehnico-economic deoarece debitul captat se reduce substanțial prin scăderea sarcinii hidraulice.
 - din punct de vedere al presiunii apei în stratul acvifer:
 - drenuri în strat acvifer cu nivel liber;
 - drenuri în strat acvifer sub presiune.

4.1.1.7.2 Elementele componente, clasificarea drenurilor

(1) Elementele componente ale captărilor prin drenuri sunt: dren, cămin de vizitare, cameră colectoare, tub de aerisire, conductă de plecare, echipamente hidromecanice (Figura 4.12).

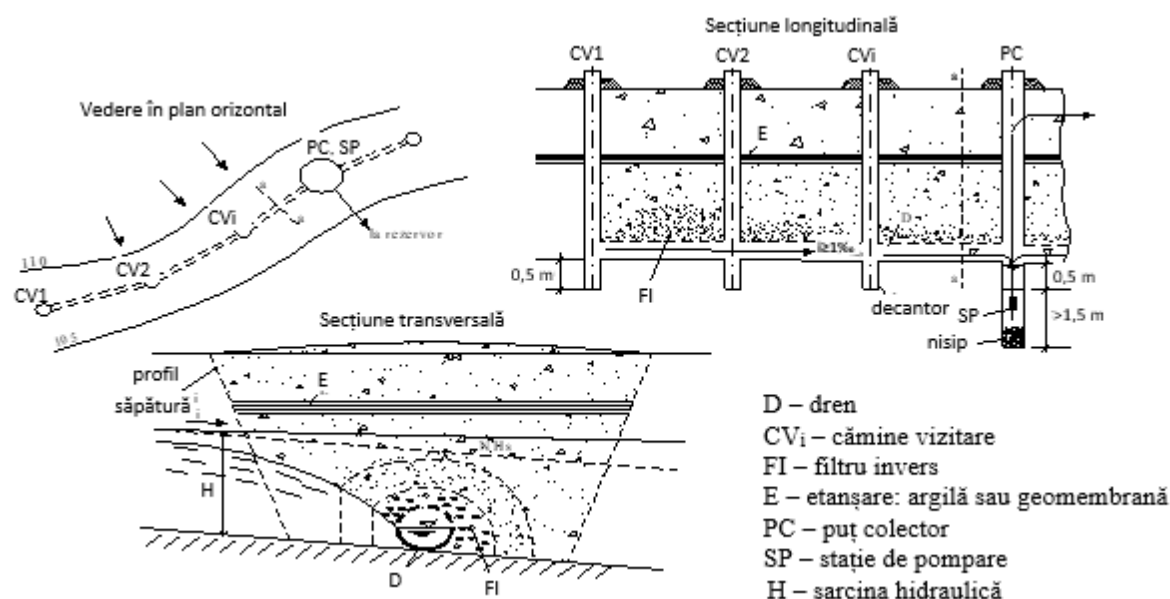


Figura 4.12. Elementele componente ale drenului.

- (2) **Tuburile de drenaj** vor fi prevăzute cu orificii pe suprafața laterală de deasupra diametrului orizontal, astfel:
- procentul orificiilor: 3 - 4% din suprafața laterală de deasupra diametrului orizontal;
 - diametrul orificiilor: $d_{or} \leq 1,5 d_g$; d_g – diametrul granulelor primului strat de filtru de pietriș al filtrului invers care îmbracă tubul drenului.
 - tubul drenului va fi realizat astfel încât să fie în concordanță cu agresivitatea mediului (apă+sol), calitatea apei și presiunea rocii.
- (3) În cazuri justificate drenul poate fi realizat cu secțiune vizitabilă. Diametrul minim al tuburilor de drenaj este de 20 cm.
- (4) Filtrul invers - Filtrul din jurul tuburilor de drenaj va lua în considerație:
- minim 3 straturi, fiecare de pietriș mărgăritar de 10 cm grosime;
 - stratul exterior $d_{g\ ext} \geq 3 d_{40}$ al stratului acvifer;
 - stratul median $d_{g\ m} = 3 d_{g\ ext}$;
 - stratul de contact cu tubul de drenaj $d_{g\ cd} = 3 d_{g\ m}$. Prin d_g se înțelege diametrul d_{10} .
- (5) Realizarea filtrului din jurul drenului se va face din material granular (pietrișuri sortate și spălate). Principalele condiționări sunt:
- domeniul diametrelor granulelor se va adopta respectând principiile: coeficient de uniformitate $cu = d_{60}/d_{10} \leq 1,4$; procentele de parte fină ($d < d_{min}$) și fracțiune mare ($d > d_{max}$) nu vor depăși 5% din total;
 - materialul va fi spălat și sortat corespunzător;
 - stratele se vor amplasa folosind cofraje mobile.
- (6) Evitarea infiltrațiilor în dren de la suprafață prin zona de umplutură - Se va amenaja la 50 cm deasupra stratului de apă în regim natural, cu un sistem etanș format din geomembrană și/sau strat de argilă de min. 30 cm grosime.

4.1.1.7.3 Elemente constructive

- (1) Tuburi de drenaj - Tuburile de drenaj se pot executa din: beton simplu sau armat, gresie, materiale plastice sau materiale compozite. Orificiile vor fi realizate uzinat. Condiționările sunt impuse de:
- rezistența la solicitările date de împingerea pământului;
 - compatibilitățile sanitare la calitatea apei;
 - rezistența la acțiunea agresivă a apei și a solului;
 - se recomandă îmbinarea tuburilor cu mufă sau manșon.
- (2) Cămine de vizitare:
- se prevăd în aliniament la max. 60 m și la toate schimbările de direcție în plan orizontal și vertical.
 - la fiecare cămin se va prevedea:
 - un depozit de 50 cm adâncime, pentru reținerea nisipului fin;
 - o supraînălțare de 50 cm peste cota terenului amenajat; aceasta va fi închisă cu capac și va fi prevăzută cu gură de aerisire.
 - căminele vor fi prevăzute cu scări, pentru accesul personalului de exploatare.
- (3) Puțul colector:
- se amenajează la jumătatea lungimii drenului sau în punctul de intersecție a 2 ramuri de dren.
 - diametrul puțului colector rezultă din:
 - acumularea unui volum sub cota radierului drenurilor influente format din:
 - volum de acumulare nisip min. 100 cm din înălțime;
 - volum de aspirație electropompe;

$$V_{AP} = Q_{\text{captat}} \cdot T_u \quad (\text{m}^3) \quad (4.15)$$

în care:

$$T_u = 1 - 10 \text{ minute.}$$

- ii. volum de închidere hidraulică conducte aspirație min. 30 cm din înălțime.
 - c. se adoptă o adâncime de min. 1,5 - 2,0 m și rezultă diametrul puțului colector. Proiectantul poate decide amenajarea stației de pompare în interiorul puțului colector, pe baza analizei următorilor factori:
 - i. calitatea apei captate - în situațiile în care apa este potabilă, SP se prevede într-o construcție independentă în exteriorul PC;
 - ii. dacă apa captată urmează să fie tratată - SP se poate amenaja în interiorul PC; se interzice dezinfectarea apei în puțul colector.
- (4) Foraje de observație:
- a. la captările importante, în lungul drenului, pe fiecare kilometru se va realiza un sistem de foraje de observație organizate în profile de 3 foraje (2 în amonte și unul în aval).

4.1.1.7.4 Calculul hidraulic al drenului

- (1) Secțiunea de scurgere a drenului se dimensionează astfel încât să se realizeze un grad de umplere de maximum 50%.

4.1.1.7.4.1 *Calculul hidraulic al drenurilor în acvifer cu nivel liber*

- (1) Pentru calculul hidraulic al drenului realizat în săpătură deschisă în acvifere cu nivel liber, se vor urmări prescripțiile STAS 1629/3.
- (2) Expresia sarcinii hidrodinamice a mișcării H_x la distanța x față de sursa de alimentare este dată de relația:

$$H_x = \sqrt{H^2 - \frac{H^2 - h_o^2}{D} x} = \sqrt{h_o^2 + \frac{H^2 - h_o^2}{D} (D - x)} \quad (4.16)$$

în care:

D – distanța de la axul drenului la limita zonei de influență și care, conform STAS 1629/3 poate fi:

- D_1 – pentru acvifer fără limite de alimentare în vecinătate (ipotetic infinit);
- D_2 – pentru acvifer situat în vecinătatea unei limite de alimentare (râu, lac etc.)

H – sarcina hidraulică inițială în regim static (grosimea stratului de apă) corespunzătoare nivelului minim în condițiile specificate în STAS 1629/3:

- H_1 - pentru acvifer fără limite de alimentare în vecinătate (ipotetic infinit);
- H_2 - pentru acvifer situat în vecinătatea unei limite de alimentare (râu, lac etc.).

4.1.1.7.4.2 *Calculul hidraulic al drenurilor în acvifer sub presiune*

- (1) În cazul drenului executat între două limite de alimentare (**Figura 4.13.**), debitul unitar q_t (pe unitatea de lungime de front de strat acvifer) se calculează cu relațiile:

$$\begin{cases} q_t = q_1 + q_2 \\ q_1 = k \frac{H_1 - H_0}{l_1} = kM \frac{H_1 - H_0}{l_1} \\ q_2 = k \frac{H_2 - H_0}{l_2} = kM \frac{H_2 - H_0}{l_2} \end{cases} \quad (4.17)$$

(2) Ecuațiile profilului de depresiune în lungul axei x sunt:

$$\begin{cases} H_x = H_0 + \frac{H_1 - H_0}{l_1} (x_0 - x), \text{ pentru } x \leq x_0 \\ H_x = H_0 + \frac{H_2 - H_0}{l_2} (x - x_0), \text{ pentru } x \geq x_0 \end{cases} \quad (4.18)$$

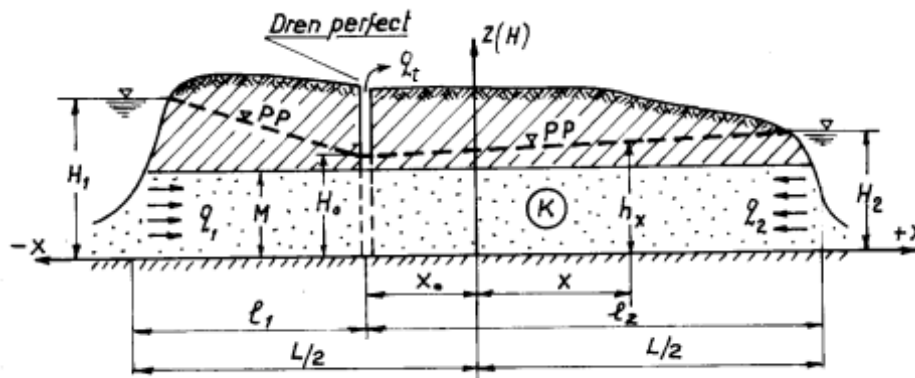


Figura 4.13. Dren perfect în acvifer sub presiune, situat într-un interfluviu

(3) În cazul unui dren perfect executat în vecinătatea unei limite de alimentare (Figura 4.14.) debitul unitar al drenului este:

$$\begin{cases} q_t = q_a + q \\ q = kM \frac{(H_1 - H_0)}{l_1} \end{cases} \quad (4.19)$$

Unde q_a este debitul unitar al acviferului rezultat din condițiile hidrogeologice ale zonei, $q_a = kMI$ unde I este gradientul hidraulic.

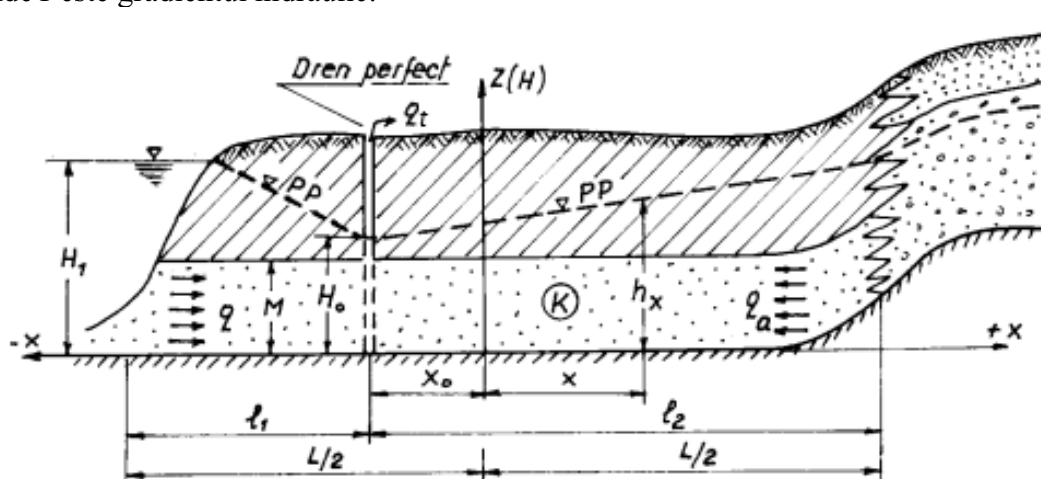


Figura 4.14. Dren perfect în acvifer sub presiune, executat în vecinătatea unei limite de alimentare

(4) Ecuațiile profilelor piezometrice în lungul axei x sunt:

$$\begin{cases} H_x = H_0 + \frac{H_1 - H_0}{l_1} (x_0 - x), \text{ pentru } x \leq x_0 \\ H_x = H_0 + \frac{q_a}{kM} (x - x_0), \text{ pentru } x \geq x_0 \end{cases} \quad (4.20)$$

(5) Pentru calculul debitului total și al debitului de dimensionare, se vor aplica relațiile din STAS 1629/3.

4.1.1.7.5 Protecția sanitară a captărilor cu dren

(1) Se va realiza conform Hotărârii Guvernului nr. 930/2005 și Ordinul ministrului mediului și pădurilor nr. 1278/2011.

4.1.1.8 Captarea izvoarelor

(1) Izvoarele sunt definite ca surse subterane care se formează în condiții hidrogeologice favorabile. Sunt puse în evidență:

- a. izvoare concentrate, care apar la zi concentrat, în zone limitate;
- b. izvoare distribuite, care se manifestă și curg pe zone mai largi.

(2) Izvoarele pot fi descendente, dacă curg la baza unui taluz, sau ascendente, dacă apar la suprafață dintr-o zonă inferioară hidrogeologic.

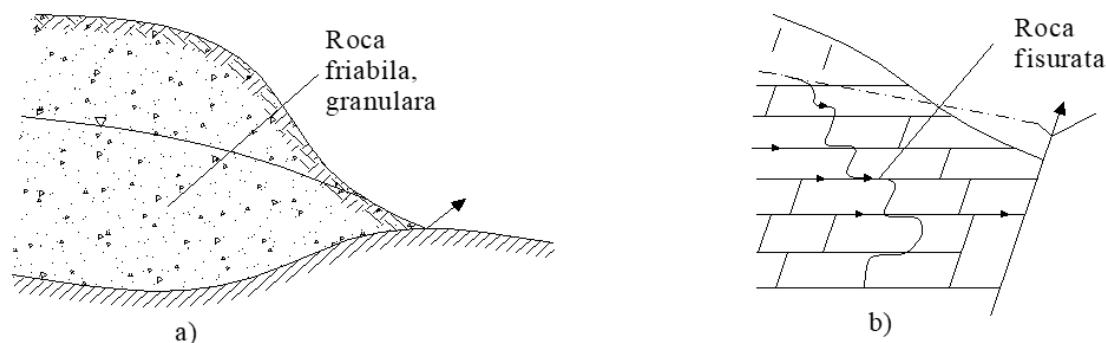


Figura 4.15. Captare de izvor.

Notații: a) izvor descendent (de coastă), b) izvor ascendent.

4.1.1.8.1 Studii necesare pentru captarea izvoarelor

- (1) Studiile necesare pentru realizarea unei captări de apă din izvoare sunt similare celor pentru captările de apă din subteran, acestora adăugându-se câteva elemente specifice.
- (2) Urmărirea debitului izvorului prin măsurători „în situ” se va realiza pe o perioadă de minim 1 an, datele fiind completate cu informații obținute de la factorii locali pentru o perioadă de minim 10 ani.
- (3) Măsurătorile de debit se realizează cu o cadență ce poate surprinde variația hidrologică sezonieră, precum și evenimente meteorologice și climatice (ploi abundente, secetă prelungită etc.)
- (4) Se definește indicele de debit:

$$I = \frac{Q_{\max}}{Q_{\min}} \quad (4.21)$$

- (5) În funcție de valoarea raportului dintre debitul maxim și debitul minim există trei situații:
 - a. $I < 10$ – se recomandă captarea;
 - b. $10 < I < 20$ – soluția captării izvorului se compară tehnico-economic cu soluția din alte surse, decizia fiind adoptată pe costuri de operare și investiții minime;
 - c. $I > 20$ – nu se recomandă captarea.
- (6) Datorită variabilității debitelor izvoarelor, este necesar ca în studiile de fundamentare să existe referire la impactul schimbărilor climate asupra acestora.

- (7) Calitatea apei izvorului se va urmări prin probe recoltate curent (1 probă săptămânal) și în perioadele evenimentelor meteorologice (ploi, topirea zăpezilor). Concomitent cu prelevarea probelor de apă se va realiza și o măsurătoare de debit.
- (8) Analizele de calitate apei izvorului vor pune în evidență: t°C, culoare, turbiditate, gust, conductivitate, reziduu fix, substanțe organice, analize bacteriologice și biologice.
- (9) Analizele de calitate apă și urmărirea variației debitului izvorului vor pune în evidență bazinul hidrogeologic de alimentare al acestuia. Studiile vor trebui să inventarieze/analizeze toate sursele posibile de poluare din bazinul hidrogeologic aferent izvorului.
- (10) Elementele care sunt luate în calcul pentru captarea unui izvor:
 - a. debitul minim care asigură cerința de apă solicitată;
 - b. calitatea apei corespunde cerinței sau poate fi corectată cu tehnologii existente, fără costuri exagerate;
 - c. să se poată asigura protecția sanitară.

4.1.1.8.2 Condiționări privind captarea izvoarelor

- (1) Se captează integral debitul izvorului; surplusul de debit peste cerința solicitată se descarcă prin prea-plin controlat.
- (2) Captarea trebuie să preia izvorul la punctul real de apariție a apei sau amonte de acesta.
- (3) Prin construcția captării se va menține regimul natural de curgere.
- (4) Execuția cu mijloace care să nu producă modificări în structura geologică a configurației izvorului.
- (5) Eliminarea influențelor exterioare care pot periclita existența izvorului (cariere, mine, construcții drumuri, CF).

4.1.1.8.3 Prescripții generale privind construcția captărilor de izvoare

- (1) Se vor urmări prevederile STAS 1629/1.
- (2) Captarea unui izvor este formată din:
 - a. cameră de deznisipare (1); se produce reținerea particulelor antrenate din strat; volumul camerei se dimensionează la un timp de staționare de 30 – 50 minute; compartimentul va fi prevăzut cu un prea-plin pentru descărcarea debitului neutilizat și un prag pentru încărcarea camerei (2);
 - b. cameră de încărcare aducțiune (2); dimensiunile și volumul acestui compartiment sunt determinate pe baza elementelor constructive pentru realizare construcție și elemente de calcul hidraulic pentru încărcare aducțiune, golire și înălțime lamă deversoare;
 - c. cameră instalații hidraulice: vane închidere aducțiune, golire compartimente; dimensiunile sunt impuse de gabaritul instalațiilor hidraulice.

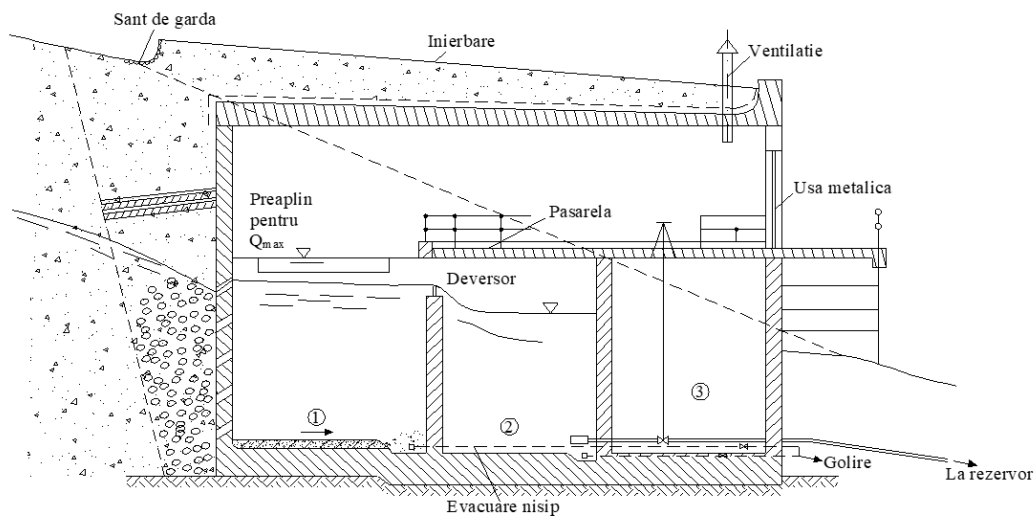


Figura 4.16. Captarea izvorului de coastă

Notații: 1. cameră de deznisipare; 2. cameră de încărcare; 3. cameră uscată.

4.1.1.8.4 Protecția sanitară a captărilor de izvoare

- (1) Se va realiza conform Hotărârii Guvernului nr. 930/2005 și Ordinul ministrului mediului și pădurilor nr. 1278/2011.

4.1.2 Proiectarea captărilor din râuri

4.1.2.1 Clasificare, tipuri de captări, alegerea tipului și amplasamentului captării

- (1) Captările din râuri pentru alimentări cu apă pot fi clasificate în două mari categorii:
- captări în curent liber;
 - captări în derivație (în regim barat).
- (2) Tipurile mai importante de captări în curent liber sunt, conform STAS 1629-4, următoarele:
- captări de mal cu camere;
 - captări în turn sau în pilă;
 - captări cu crib;
 - captări cu stație de pompare plutitoare.
- (3) Tipurile mai importante de captări în regim barat sunt, conform STAS 1629-4, următoarele:
- captări cu cameră de mal și prag de fund;
 - captări cu baraj mobil și priză în culee;
 - captări cu baraj fix și priză în culee;
 - captări cu baraj fix și priză pe coronament.
- (4) Alegerea tipului captării se face conform criteriilor detaliate în standardul STAS 1629-4, luând în calcul următorii parametri:
- coeficientul de captare;
 - adâncimea de apă minimă în râu;
 - adâncimea minimă necesară la priză;
 - necesitățile de autospălare a aluviunilor din fața prizei.
- (5) La proiectarea captărilor din râuri se va ține seama și de factorii particulari din amplasamentul propus, cu influență asupra funcționării prizei (conform STAS 1829-4): gheață, valuri, plutitori, navigație.

- (6) Alegerea amplasamentului captării se face conform STAS 1629-4, luându-se în considerare următoarele aspecte:
- posibile surse de poluare a apei;
 - stabilitatea albiei;
 - adâncimea curentului de apă;
 - traseul în plan al cursului de apă;
 - natura și caracteristicile terenului de fundare.

4.1.2.2 Studii necesare pentru elaborarea proiectului captărilor din râuri

- (1) În vederea elaborării proiectelor pentru captări de apă de suprafață se vor realiza investigații, studii și cercetări de laborator conform SR 1628-2, după cum urmează:
- studii hidrologice;
 - studii topografice;
 - studii geomorfologice;
 - studii geologice și geotehnice;
 - studii climatologice și meteorologice;
 - alte studii și investigații considerate necesare.

4.1.2.3 Prescripții generale de proiectare pentru captările din râuri

- (1) Captările din râuri sunt lucrări hidrotehnice care necesită o dimensionare adecvată scopului corelată cu satisfacerea exigențelor de performanță în construcții.
- (2) Alcătuirea constructivă a prizelor urmărește împiedicarea pătrunderii particulelor solide în interiorul prizei și antrenarea lor pe aducțiune.
- (3) Dimensionarea hidraulică a elementelor constructive aferente unei captări din râu (grătare, ferestre de priză, galerii, conducte) se va face cu respectarea STAS 1629-4.
- (4) Elementele de construcții (praguri deversoare, pile, culei, chesoane, stavile, galerii, conducte îngropate etc.) precum și construcțiile anexă se vor dimensiona conform normativelor în vigoare la solicitările specifice (presiune hidrostatică, împingerea pământului, seism, alte solicitări).

4.1.3 Proiectarea captărilor din lacuri

4.1.3.1 Clasificare, tipuri de captări, alegerea tipului și amplasamentului captării

- (1) Tipurile mai importante de captări din lac sunt, conform STAS 1629-5, următoarele:
- captări de mal cu camere;
 - captări în turn;
 - captări cu cribur;
 - captări în corpul barajului lacului de acumulare;
 - captări cu stații de pompare plutitoare.
- (2) Alegerea tipului captării se face conform criteriilor detaliate în STAS 1629/5, în funcție de următorii parametri:
- tipul lacului (natural sau artificial);
 - tipul de baraj (în cazul lacurilor de acumulare);
 - variația nivelului apei în lac;
 - gradul estimat de colmatare;
 - variația calității apei în lac (atât pe verticală, cât și în funcție de distanța față de mal);

- f. funcționarea în condiții de siguranță;
- g. regimul de funcționare al amenajării în care este integrată priza.

(3) Alegerea amplasamentului captării se face conform STAS 1629/5.

4.1.3.2 Studii necesare pentru elaborarea proiectului captărilor din lacuri

- (1) În vederea elaborării proiectelor pentru captări de apă de suprafață se vor realiza investigații, studii și cercetări de laborator, conform SR 1628-2, după cum urmează:
- a. studii hidrologice;
 - b. studii topografice;
 - c. studii geomorfologice;
 - d. studii geologice și geotehnice;
 - e. studii privind starea trofică a lacurilor de acumulare artificiale sau naturale;
 - f. studii climatologice și meteorologice;
 - g. alte studii și investigații considerate necesare.

4.1.3.3 Prescripții de proiectare pentru captările din lacuri

- (1) Captările din lacuri sunt lucrări hidrotehnice care necesită o dimensionare adecvată scopului acestora, corelată cu satisfacerea exigențelor de performanță în construcții.
- (2) Dimensionarea hidraulică a elementelor constructive care alcătuiesc o captare din lac (grătare, ferestre de priză, galerii, conducte) se va face cu respectarea STAS 1629-5.
- (3) Elementele de construcții (turnuri de priză, chesoane, galerii, conducte îngropate etc.) și echipamentele hidromecanice se vor dimensiona conform normativelor în vigoare la solicitările specifice (presiune hidrostatică, împingerea pământului, seism etc.).

4.2 Execuția captărilor de apă

4.2.1 Execuția captărilor subterane

4.2.1.1 Execuția captărilor cu puțuri

- (1) Puțurile de captare se vor realiza conform proiectului de execuție. Orice abatere de la proiect trebuie justificată și se va face cu acordul proiectantului și beneficiarului.

4.2.1.1.1 Amplasamentele puțurilor și montarea instalației de foraj

- (1) Beneficiarul are obligația de a preda executantului locațiile forajelor și spațiile tehnologice necesare, libere de orice sarcini și de a-i asigura accesul la amplasamente ori de câte ori este nevoie și de a indica executantului spațiile cu utilități subterane (cabluri, conducte etc.)
- (2) Înainte de montare, se va face verificarea părților componente ale instalației (geamblac, macarale, bolțuri etc.). Instalația de foraj se va monta numai în amplasament nivelat pe o distanță de cel puțin 8 m de la gura puțului. Se va verifica orizontalitatea la masa instalației și verticalitatea mastului.
- (3) Prăjinile de foraj se vor monta într-un rastel, astfel construit încât să prevină rostogolirea acestora, amplasat la o distanță corespunzătoare, în spatele mesei rotative, astfel încât pașii de prăjini sau tubing să poată fi prinși cu ușurință și în condiții de siguranță în cârligul macaralei de manevră.

4.2.1.1.2 Săparea batalului pentru fluidul de foraj

- (1) Volumul batalului pentru fluidul de foraj trebuie să fie de minimum 1,5...2 ori mai mare decât volumul găurii de sondă.
- (2) Lungimea acestuia trebuie să fie de circa trei ori mai mare decât lățimea, astfel încât fluidul de foraj încărcat cu detritus să parcurgă un drum cât mai lung până la reintrarea în circuit.
- (3) Dacă formațiunea în care se sapă batalul este permeabilă, se vor lua măsuri speciale de impermeabilizare (ex. folie de plastic recuperabilă).
- (4) Dacă nu este posibilă săparea batalului (rocă dură, infrastructură din beton), se va folosi un sistem de habe interconectate, pentru fluidul de foraj.
- (5) Batalul va fi prevăzut cu două compartimente (de decantare și de reintrare în circuit), despărțite de un prag. Compartimentul de decantare va fi curățat periodic.

4.2.1.1.3 Prepararea și întreținerea fluidului de foraj

- (1) Cel mai uzual fluid de foraj este noroiul bentonitic obținut din amestecul de praf de argilă bentonitică cu apă, activat sau nu cu carbonat de sodiu (trasgel). Pe durata execuției forajului, parametrii noroiului bentonitic trebuie menținuți în următoarele limite:
 - a. greutate specifică, $\gamma=1,06-1,15 \text{ tf/m}^3$;
 - b. vâscozitate Marsh, $v=38-45$ secunde;
 - c. filtrat, $V_f=8-10 \text{ cm}^3$;
 - d. turta de noroi $0,5 < T < 2 \text{ mm}$;
 - e. depunere $< 4\%$;
 - f. conținut de nisip $< 2\%$;
 - g. $\text{pH}=8...9,5$
- (2) Pentru menținerea proprietăților noroiului de foraj, zilnic se vor face două determinări ale acestora, iar rezultatele se vor consemna în registrul de rapoarte de șantier.
- (3) Dacă este cazul, se va proceda la corectarea proprietăților noroiului de foraj conform instrucțiunilor din proiectul tehnic. La fel se va proceda și în cazul interceptării stratelor acvifere care se manifestă artezian, unde este necesară mărirea greutateii specifice.
- (4) Pentru întreținerea și corectarea noroiului de foraj, executantul va trebui să dețină în șantier: balanță de noroi (pentru determinarea greutateii specifice), pâlnie Marsh (pentru determinarea vâscozității), presă Baroid (determinarea turtei și filtratului), cilindru gradat cu volumul de 100 cm^3 (determinarea depunerii), indicatori pH.
- (5) În cazul utilizării de fluide de foraj biodegradabile, pentru preparare și întreținere se vor respecta instrucțiunile producătorului, avându-se în vedere ca degradarea acestora să nu intervină anterior tubării sondei și realizării filtrului invers.

4.2.1.1.4 Săparea forajului

- (1) Se vor respecta diametrele de săpare și lărgire prevăzute în proiect. În timpul săpării se vor urmări și nota în registrul de rapoarte zilnice:
 - a. variația calității fluidului de foraj;
 - b. creșterea sau scăderea nivelului fluidului de foraj în batal;
 - c. creșterea sau micșorarea vitezei de avansare.

- (2) Pentru stabilirea profilului litologic se vor recolta probe la sită (tulburate) la intervalele prevăzute în proiectul tehnic.
- (3) În cazuri speciale, dacă proiectul prevede sau dacă apar situații neprevăzute, cu acordul proiectantului, se pot recolta probe prin carotaj continuu sau intermitent.
- (4) Probele la sită vor fi introduse în pungi de plastic, etichetate corespunzător, cu precizarea adâncimii și datei de recoltare și vor fi depozitate în lădițe de lemn sau plastic.
- (5) Carotele vor fi depozitate în lădițe speciale cu indicarea capetelor de sus respectiv de jos ale carotei, intervalul de carotaj, recuperajul.
- (6) Asistența tehnică de specialitate va face descrierea litologică macroscopică și va întocmi profilul litologic primar.

4.2.1.1.5 Tubarea coloanei de ancoraj și/sau protecție

- (1) Aceasta se tubează numai în cazurile în care este prevăzută prin proiect, sau când la săpare au fost întâlnite situații deosebite, care nu au putut fi prevăzute prin studiul hidrogeologic sau prin proiect.
- (2) În cel de-al doilea caz, operația se va executa cu acordul proiectantului și beneficiarului. Întotdeauna șiul coloanei se va încastra într-un strat impermeabil, iar spațiul inelar dintre pereții găurii de sondă și coloană se va cimenta cu lapte de ciment cu greutatea specifică $\gamma=1,7-1,75$ tf/m³ folosindu-se ciment tip S1 conform SR 1544.
- (3) Laptele de ciment se va introduce conform procedurii prevăzute prin proiect (turnare prin țevi de cimentare cu sau fără presiune, la exterior sau la interior cu dop de cimentare etc.).
- (4) Este interzisă turnarea laptelui de ciment cu găleata sau alt vas direct de la suprafața terenului. Nivelul până la care se umple spațiul inelar trebuie să corespundă cu adâncimea de fundare a radierului viitoarei cabine de protecție.

4.2.1.1.6 Investigațiile geofizice

- (1) Rolul investigațiilor geofizice este de a stabili cât mai exact poziția stratelor poros-permeabile, furnizând informații calitative privind granulozitatea acestora.
- (2) Acestea se vor realiza numai la forajele executate în sistem hidrolic. Nu se realizează la forajele realizate în sistem uscat cu sprijinirea pereților găurii de sondă pe timpul săpării cu coloană de lucru recuperabilă.
- (3) După săparea forajului, se va executa carotajul geofizic de către o unitate specializată, care va furniza executantului atât înregistrările curbilor, cât și interpretarea acestora. Investigațiile geofizice minime sunt: rezistivitate, potențial spontan și γ natural.
- (4) Anterior realizării investigațiilor geofizice, se va proceda la pregătirea găurii de sondă. Funcție de situația geologică din amplasament, operațiile minimale care se vor executa sunt:
 - a. efectuarea manevrei de corectare a găurii de sondă pe intervalul netubat, până la talpa acesteia;
 - b. se va circula fluidul de foraj în vederea curățării acestuia și se va trata, pentru readucerea la parametrii de calitate inițiali;
 - c. pe tot timpul circulației, garnitura de foraj se va roti și manevra pe verticală.
- (5) Pe baza rezultatelor carotajului geofizic, corelate cu descrierea litologică și fișa litologică prezumată prin proiect, executantul va întocmi propunerea pentru tubare, pe care o va transmite proiectantului spre avizare.

4.2.1.1.7 Tubarea coloanei de exploatare

- (1) Pentru a se asigura reușita operației de tubare, anterior se vor executa o serie de operații pregătitoare:
 - a. verificarea instalației de foraj - se vor verifica toate componentele sistemului de manevră (troliu, macara, geamblac, cabluri etc.) precum și stabilitatea acesteia;
 - b. verificarea sculelor necesare manevrării și susținerii coloanei de exploatare: șarniere, suveie, elevatoare, chiolbași etc.
 - c. aducerea burlanelor de tubaj pe podul sondei și dispunerea acestora în ordinea tubării, se controlează filetele și se șablonează pentru a nu prezenta ovalizări. Lungimea tronsoanelor se va alege astfel încât, împreună cu macaraua și elevatorul, să fie mai mică cu cel puțin 0,5 m decât înălțimea liberă a mastului.
 - d. se va realiza corectarea găurii de sondă până în talpă.
- (2) Pe coloana de exploatare se vor monta centrori la distanțele prevăzute prin proiect și obligatoriu la partea inferioară și superioară a tronsoanelor cu filtre.
- (3) Diametrul centrorilor în zona de curbură maximă trebuie să fie cu cca. 20% mai mic decât diametrul găurii de sondă.
- (4) Șarniera de la partea inferioară a centrorului se fixează solidar pe burlan, iar cea de la partea superioară va avea un joc, pentru a se putea arcuri la contactul cu pereții găurii de sondă.
- (5) Înălțimea de siguranță dintre filtru și culcușul, respectiv acoperișul impermeabil, trebuie fie de 0,5 m, respectând în același timp condiția ca lungimea activă a filtrului să fie minim 75% din grosimea stratului acvifer, conform SR 1629-2.
- (6) În cazul în care coloana filtrantă este de tip liner, coloana de prelungire atașată trebuie să depășească cu minim 3 m șiul coloanei exterioare.
- (7) Sub coloana filtrantă se montează decantorul, prevăzut cu piesă de fund cu lungimea direct proporțională cu adâncimea puțului și invers proporțională cu granulația stratului acvifer, dar nu mai mică de 2 m.
- (8) Piesa de fund trebuie să aibă părțile laterală și inferioară perforate, astfel încât fluidul de foraj să aibă acces ușor. Lățimile fantelor nu trebuie să fie mai mari decât valoarea inferioară a sortului de pietriș din componența coroanei filtrante, care se va stabili pe baza probelor recoltate la săpare din dreptul stratului acvifer conform SR 1629-2.
- (9) La lansarea coloanei de exploatare, se va evita sprijinirea acesteia pe talpa sondei, pentru a nu supune coloana filtrantă la compresiune. Distanța față de talpa forajului trebuie să fie de 0,5-1 m, iar acest decalaj va fi luat în considerare la întocmirea propunerii de tubare.
- (10) În cazul apariției efectului de plutire în timpul lansării tronsoanelor de coloană, a manșonării sau lipirii de pereții găurii de sondă, se vor respecta indicațiile din proiectul tehnic.
- (11) Capătul coloanei de exploatare de la partea superioară va fi cu cca. 0,5 m deasupra solului și va fi prevăzut cu un capac provizoriu, până când forajul va fi înglobat în cabina de protecție. După înglobare, acesta va fi la 0,5 m deasupra pardoselii.
- (12) Pe toată durata tubării, se vor verifica nivelele fluidului de foraj din spațiul inelar și din batal, care trebuie să fie egale.

4.2.1.1.8 Realizarea coroanei filtrante

- (1) Sortul de pietriș stabilit inițial prin proiect va fi redimensionat conform SR 1629-2, dacă pe baza probelor recoltate la săpare din stratele acvifere se constată o granulozitate și un grad de neuniformitate diferite.

- (2) Imediat după tubare, se va introduce instalația în sistem aer-lift cu sorbul la aproximativ 1 m mai sus de partea inferioară a decantorului și se va restabili circulația (foraj-batal) într-un timp cât mai scurt, pentru a nu se produce dărâmări ale pereților găurii de sondă în spațiul inelar și depuneri mari pe talpă.
- (3) În timpul restabilirii circulației se va aduce fluidul de foraj la o greutate specifică de 1,05-1,06 tf/m³. Pomparea în sistem aer-lift nu se mai oprește până la finalizarea realizării filtrului invers.
- (4) Introducerea materialului filtrant se va face în mod continuu, fără întreruperi, cu un volum care trebuie să fie maximum 15-20% din volumul fluidului extras respectând procedura din proiect.
- (5) În timpul pompării în sistem aer-lift se va avea grijă ca nivelul fluidului din coloana de exploatare să fie egal cu cel din spațiul inelar. O denivelare mare la exterior poate conduce, prin micșorarea contrapresiunii asupra stratelor acvifere, la punerea în activitate a acestora și la dărâmarea pereților găurii de sondă. O denivelare mare la interiorul coloanei de exploatare poate conduce la colapsarea acesteia.
- (6) Dacă în timpul pompării, din cauza creșterii rezistenței hidraulice pe măsura creșterii înălțimii coroanei filtrante, se va diminua debitul de pompare, atunci sorbul instalației aer-lift se va ridica la nivelul calculat la acel moment al coroanei filtrante.
- (7) Dimensionarea instalației aer-lift (în sistem concentric sau paralel) se va face conform prescripțiilor din proiect. Pentru eficientizare, se va avea în vedere ca suprafața totală a orificiilor de injecție a aerului din camera de amestec să fie de două ori mai mare decât secțiunea transversală a țevii de injecție a aerului.

4.2.1.1.9 Realizarea deznisipării

- (1) Deznisiparea se va face imediat după realizarea coroanei filtrante, prin pompare în sistem aer-lift (concentric sau paralel) și se vor urmări:
 - a. variația debitului în funcție de timp, $Q=f(t)$;
 - b. variația nivelului hidrodinamic sau a denivelării funcție de timp, $S=f(t)$;
 - c. variația debitului specific, $q=Q/S$;
 - d. conținutul de nisip în apa extrasă (vizual).
- (2) Pomparea se va face în sistem descendent și va începe cu debite și denivelări mici, care se vor mări treptat, pentru a forma în jurul forajului un filtru natural, pe o rază care depinde de denivelarea realizată.
- (3) În cele ce urmează sunt prezentate câteva etape, cu caracter general, acestea putând suferi modificări cu acordul proiectantului, funcție de proiectul de foraj și de condițiile hidrogeologice reale întâlnite la săparea forajului:
 - a. inițial, instalația aer-lift se va fixa cu sorbul la partea superioară a filtrului și se începe deznisiparea cu un debit mai mic decât cel de exploatare prevăzut în proiect (cca. 20% din debitul de exploatare);
 - b. când apa este aproape limpede (0,5-2 g nisip/m³ apă extrasă), se coboară treptat sorbul în dreptul filtrului și, pentru fiecare poziție, se repetă operația în două sau trei trepte crescătoare de debit, până la limpezirea completă. (ex. 40% pentru treapta doi și 60% pentru treapta trei din debitul de exploatare);
 - c. la final, după parcurgerea fiecărui interval cu filtre, se coboară sorbul instalației aer-lift la cca. 0,5 m de talpa forajului și se reia deznisiparea în trepte crescătoare, până la atingerea debitului final proiectat, care trebuie să fie cu cca. 20-25% mai mare decât debitul optim proiectat.
- (4) Deznisiparea se va termina când se îndeplinesc simultan următoarele condiții:

- a. apa este limpede la debitul maxim (conținut de nisip mai mic de $0,1 \text{ g/m}^3$ apă extrasă);
 - b. variația debitului și a nivelului hidrodinamic este minimă sau se păstrează la valori constante;
 - c. variația debitului specific între treptele de pompare este constantă sau prezintă tendința de scădere.
- (5) Dacă aceste condiții nu se realizează, înseamnă că noroiul de foraj nu a fost întreținut corespunzător și a condus la colmatarea filtrelor. În această situație, se vor aplica măsurile de decolmatare prevăzute prin proiect.
- (6) Dacă granulozitatea și geometria stratelor acvifere în locația respectivă diferă substanțial de cele estimate prin studiul hidrogeologic și nu se realizează deznisiparea pentru debitele prevăzute în proiect nici în urma măsurilor de decolmatare, atunci, pe baza debitului maxim de la deznisipare și a denivelării corespunzătoare acestuia, pentru care apa este limpede, se va redimensiona debitul optim prin recalcularea valorii conductivității hidraulice. Funcție de această valoare, se va reface programul testelor de eficacitate și eficiență.
- (7) Durata deznisipării nu trebuie să fie mai mică de 4 ore. Duratele de timp scăzute sunt caracteristice stratelor acvifere cu grosimi de câțiva metri și granulozitate mare. Cu cât grosimea stratelor acvifere și numărul acestora cresc și granulozitatea scade, va crește în mod corespunzător și durata deznisipării.

4.2.1.1.10 Izolarea spațiului inelar din dreptul coloanei de prelungire

- (1) Această operație se va realiza conform proiectului. Este posibil ca la săparea forajului pozițiile stratelor acvifere să difere față de cele prevăzute prin proiect și implicit, să fie necesară modificarea intervalelor de adâncime care urmează a fi izolate, care se va face cu acordul proiectantului.
- (2) Izolarea se va face după operațiunea de deznisipare. Dacă este necesar, se va completa nivelul de pietriș din spațiul inelar.
- (3) Laptele de ciment cu $\gamma=1,7-1,75 \text{ tf/m}^3$ se va introduce peste dopul de argilă bentonitică granulată, prin pompare sau turnare, conform procedurilor prevăzute în proiect

4.2.1.1.11 Testele de eficiență și performanță și calculul eficienței hidrodinamice a puțului

- (1) Testele se realizează în conformitate cu prevederile proiectului și prescripțiile SR 1629-2, în regim permanent.
- (2) Pe baza testului de performanță, se calculează parametrii hidrogeologici reali ai stratului acvifer. Durata minimă a testului de performanță este, de regulă, cuprinsă între 24 și 72 ore și este stabilită prin proiect, în funcție de complexitatea hidrogeologică a amplasamentului.
- (3) În funcție de nivelul hidrodinamic corespunzător debitului ce urmează a fi captat, pompa submersibilă se montează la 5-10 m sub acest nivel și în niciun caz în dreptul filtrului.

4.2.1.1.12 Sterilizarea puțului

- (1) Se va face la sfârșitul testului de eficiență, folosind soluție de hipoclorit de sodiu sau alte substanțe avizate sanitar conform legislației în vigoare în România, în dozajele și condițiile indicate de producător, ținând seama și de condițiile specifice impuse prin proiect.

4.2.1.1.13 Recoltarea probelor de apă

- (1) În Tabelul 4.2 este indicat programul minimal de recoltare a probelor de apă. Acesta poate fi adaptat condițiilor specifice din amplasament. Analizele se vor realiza doar în laboratoare autorizate.

Tabelul 4.2. Programul minimal de recoltare a probelor de apă

Nr. Crt.	Tip analiză	Etapa	Număr probe/analize
1	Debit solid	La finalizarea deznisipării	1
		La finalizarea testului de performanță	1
2	Fizico-chimică de potabilitate	La finalizarea testului de performanță	1
3	Bacteriologică	La finalizarea testului de performanță	1

4.2.1.1.14 Întocmirea cărții tehnice a forajului (studiul hidrogeologic final)

- (1) Cartea tehnică va fi utilizată de beneficiar pentru exploatarea corectă a forajului, întreținerea acestuia, intervenții ulterioare la sondă (deznisipări, schimbări pompă etc.) și va face parte din documentația necesară solicitării autorizației de gospodărire a apei. Aceasta va cuprinde:
- date generale: denumire contract, localizare, poziție foraj (X, Y, Z) în coordonate Stereo '70, date geomorfologice, climatice și hidrogeologice generale.
 - descrierea succintă a operațiilor executate, descrierea litologică, coroborate cu rezultatele diagramei geofizice, interpretarea acestora, intervale de tubare, intervale cu filtre, intervale izolate, date obținute la deznisipare, manifestări ale sondei în timpul execuției (dacă este cazul), grosimea acviferului, grosimea captată, nivel piezometric, fișa/schița definitivă a forajului (coloană litologică, tubaj, poziție coroană filtrantă, intervale izolate) etc.
 - prezentarea rezultatelor obținute la deznisipare.
 - prezentarea rezultatelor obținute la testare (pompare și revenire):
 - pentru testul de eficiență:
 - tabelele cu valorile înregistrate;
 - graficul denivelare-timp $S-t$ pentru treptele de pompare și revenire după ultima treaptă;
 - graficul denivelării funcție de debit $S=f(Q)$;
 - calculul debitului specific $q=Q/S$ și al denivelării specifice $s=S/Q$;
 - graficul debit specific - denivelare $q=f(S)$;
 - graficul denivelării specifice s funcție de debit Q , $s=f(Q)$;
 - calculul eficienței hidrodinamice a forajului cu ajutorul graficului $s=f(Q)$;
 - pentru testul de performanță
 - tabelele cu valorile înregistrate;
 - graficul denivelare-timp $S=f(t)$;
 - calculul parametrilor hidrogeologici ai acviferului: conductivitate hidraulică k , transmisivitate T . Dacă sunt ceruți în mod explicit sau se intenționează o modelare numerică în regim nepermanent se vor determina și coeficienții de înmagazinare-cedare specifice S_s, S_y ;
 - calculul debitului admisibil de exploatare Q_a , a denivelării maxime S_a și a razei de influență R_a ;
 - calculul parametrilor hidrogeologici corespunzători debitului de exploatare solicitat Q_{es}, S_{es}, R_{es} ;
 - calculul parametrilor de exploatare recomandați Q_e, S_e, R_e . Acest calcul se va efectua numai în situația în care $Q_a < Q_{es}$.
 - rezultatele analizelor de debit solid, fizico-chimice de potabilitate și bacteriologice.

f. instrucțiuni generale de exploatare și întreținere a forajului.

- (2) Relațiile uzuale pentru calculul parametrilor hidrogeologici în regim permanent sunt prezentate în Anexa 4.

4.2.1.2 Execuția captărilor cu drenuri

- (1) Execuția captărilor cu drenuri se va face în conformitate cu proiectul elaborat pentru obiectul respectiv.
- (2) Lucrările vor începe cu puțul colector, în sistem cheson. Se poate săpa și direct la adâncimi până la 5 – 6 m, funcție de natura terenului, nivelul apei, echipamentul de lucru, cu respectarea normelor de protecție a muncii referitoare la lucrul în șanțuri și la realizarea epuizmentului.
- (3) Se execută drenul, începând cu tronsonul de lângă puțul colector, pentru a putea asigura epuizmentul prin puțul colector.
- (4) Se va respecta panta drenului, pentru a avea gradul de umplere necesar la funcționare. Tronsonul săpat nu se lasă deschis ci se realizează drenul și filtrul invers.
- (5) Tuburile de drenaj trebuie prevăzute cu orificii realizate din construcție, fiind interzisă realizarea orificiilor prin spargere ulterioară, cu excepția tuburilor din materiale plastice, care pot fi găurite.
- (6) Capătul liber al tubului (minimum 20 cm diametru) va fi tot timpul blocat cu un dop, acesta fiind scos numai în cazul prelungirii tubului.
- (7) După realizarea primului tronson, se va urmări calitatea apei (apă limpede) pentru a verifica dacă filtrul invers funcționează bine (se așteaptă câteva ore înainte de verificare pentru eliminarea pământului deranjat și spălarea materialului pus în operă).
- (8) După terminarea drenului (prin cămin) se verifică, folosind un fascicul de lumină, dacă drenul este întreg și nu a rămas blocat cu corpuri străine.
- (9) Cu pompa provizorie de epuizment, se va verifica debitul drenului, denivelarea apei și calitatea apei; la un răspuns favorabil (debit, calitate apă), se verifică parametrii pentru echipare cu pompe definitive.

4.2.1.3 Execuția captărilor din izvoare

- (1) Execuția captărilor din izvoare se va face în conformitate cu proiectul elaborat pentru obiectul respectiv.
- (2) Adaptarea proiectului la situația din teren se va face cu acordul proiectantului și cu asistență tehnică de specialitate – hidrogeologie.
- (3) Pe durata execuției se vor lua măsurile necesare astfel încât curgerea naturală a izvorului să fie minim influențată.
- (4) Materialele utilizate pentru execuția captărilor din izvoare vor fi în concordanță cu calitatea apei, având în vedere că izvorul se captează definitiv și remediile ulterioare sunt dificile.
- (5) Captarea se va face la locul real de izvorâre, într-un mod în care apa să fie împiedicată să găsească altă cale de curgere, cu ocolirea captării.
- (6) Metoda de executare a lucrării se face astfel încât să nu se deterioreze calitatea curgerii (se păstrează nivelul natural de izvorâre), sau a rocii.
- (7) Se captează tot debitul, excesul fiind evacuat separat din captare, în mod controlat.

- (8) Dacă apa are elemente ce se depun la contactul cu atmosfera (Fe, Mn, duritate etc.), construcția va avea posibilitatea de intervenție pentru deblocare.
- (9) Exploatarea captării nu poate începe decât după instituirea perimetrelor de protecție conform legislației în vigoare.

4.2.2 Execuția captărilor din surse de suprafață

- (1) Execuția captărilor din surse de suprafață se va face în conformitate cu proiectul elaborat pentru obiectul respectiv.
- (2) Captările din ape de suprafață vor fi executate în perioade de ape mici, de regulă în uscat, prin devierea temporară a cursului de apă. Pe durata execuției vor fi luate măsuri de protecția muncii pentru personalul de execuție cât și pentru populația din zonă. Organizarea execuției va trebui făcută astfel încât lucrările să fie terminate cât mai rapid.
- (3) După terminarea lucrării, amplasamentul și zonele afectate vor fi refăcute, pentru a avea un aspect plăcut, iar mediul ambiant să fie îmbunătățit.
- (4) În cazul în care zona de protecție sanitară cuprinde și zone de vegetație/pădure, aceasta va fi afectată pe o porțiune cât mai redusă.
- (5) Dacă în amplasamentul captării de suprafață va fi nevoie de energie electrică, pentru un proces tehnologic justificat, alimentarea cu energie electrică se va realiza prima.
- (6) Nu se va realiza nicio construcție pe cursul de apă, cu o cotă de fundare mai sus decât cota de afuiere. Orice lucrare ulterioară captării, realizată pe râu, nu se va face decât cu luarea în considerare a condițiilor de păstrare a funcționalității captării.
- (7) În nici un caz modul de amplasare sau de execuție al prizei nu trebuie să conducă la deteriorarea modului natural de curgere al apei, punând astfel în pericol alte lucrări. Când sunt necesare lucrări în albă, vor fi alese acele amplasamente care cer lucrări minime.

4.3 Exploatarea captărilor de apă

4.3.1 Regulamentul de exploatare și întreținere

- (1) Este documentul sintetic prin care se pune în practică sistemul calității la furnizorul de apă și care trebuie să stea la baza exploatării sistemelor de alimentări cu apă. Regulamentul de exploatare și întreținere trebuie să urmărească modul de funcționare al sistemului în situație normală sau în situații speciale - de criză (fenomene/situații extraordinare cărora trebuie să le facă față sistemul).

4.3.2 Regulamentul de exploatare și întreținere specific

- (1) Se întocmește pentru fiecare obiect din cadrul sistemului de alimentări cu apă, și trebuie să conțină detaliile tehnologice caracteristice obiectului respectiv.

4.3.3 Planul de mentenanță și procedurile de intervenție (planificare și de urgență)

- (1) Pe baza regulamentului de exploatare și întreținere specific, operatorul de sistem are obligația să întocmească planul de mentenanță și procedurile de intervenție (planificate și de urgență) pentru fiecare obiect din componența sistemului de alimentare cu apă. Intervențiile în sistemul de

alimentare cu apă trebuie realizate cu grija prevenirii oricărui risc de alterare a calității apei distribuite. În acest scop:

- a. la pregătirea intervențiilor trebuie să se identifice și toate riscurile de alterare a calității apei și să asigure informarea altor servicii și a clienților care ar putea fi implicați;
- b. realizarea fiecărei intervenții trebuie asigurată în conformitate cu documentele operaționale pentru a asigura în permanență prezervarea calității apei potabile distribuite.

4.3.4 Intervențiile în sistemul de alimentare cu apă

- (1) Operatorul sistemului de alimentare cu apă are obligația ca toate intervențiile în sistemul de alimentare cu apă să se execute de către personal calificat și cu respectarea normelor generale și specifice de protecție a muncii. Intervențiile în sistemul de alimentare cu apă trebuie realizate cu respectarea normelor de protecție a mediului.

4.3.5 Înregistrarea documentelor

- (1) Operatorul sistemului de alimentare cu apă are de asemenea obligația să înregistreze toate documentele întocmite cu ocazia intervențiilor în sistem, atât la nivel central, cât și la nivelul fiecărui obiect din sistem (în registrul de exploatare al obiectului respectiv). Analiza informațiilor conținute în documentele de intervenție trebuie să stea la baza adaptării planului de mentenanță și a procedurilor de intervenție în vederea ridicării calității serviciilor oferite clienților.

4.3.6 Exploatarea captărilor subterane

4.3.6.1 Exploatarea captărilor cu puțuri

- (1) Exploatarea se realizează prin aplicarea măsurilor necesare.
- (2) Existența unui regulament de exploatare și întreținere specific, clar, concret și actualizat; el trebuie să țină seama de resursa disponibilă în bazinul hidrogeologic din amonte și să conțină detaliile de execuție a fiecărui puț, modul de echipare, pompa cu parametri de lucru, ultima curbă de pompare a puțului, graficul deznisipării și rezultatul ultimei deznisipări, graficul și condițiile de exploatare ale puțului.
- (3) Regulamentul trebuie să țină seama de fenomenele, de regulă cu acțiune concomitentă, care conduc în timp la îmbătrânirea puțurilor, având drept consecință diminuarea parțială sau totală a debitului și aplicarea la timp a unor metode de intervenție conform Tabelul 4.3. Metodele respective se pot aplica individual sau combinat, funcție de situația evidențiată.
- (4) Puțul trebuie echipat cu contor sau debitmetru.
- (5) Verificarea debitului puțului se va face săptămânal; se va urmări ca în nici un caz debitul pompei să nu fie mai mare decât debitul maxim al puțului; cu această ocazie se va urmări și consumul de energie și se va verifica randamentul pompei (prin calcul).
- (6) Scoaterea puțului din funcțiune se va face pe perioade relativ lungi de timp, săptămâni, atunci când nu este nevoie de apă; după primele 2 – 3 opriri se va verifica dacă, la repornire, se găsește nisip în apă; dacă se găsește și este în cantitate mare sau apare timp de câteva zile în apă, se va proceda la deznisiparea puțului; în nici un caz puțul nu va fi folosit prin pompare intermitentă, pentru a compensa lipsa capacității de înmagazinare.
- (7) Repunerea unui puț în funcțiune se va face astfel încât pompa să nu pompeze în nici un moment un debit mai mare ca debitul de calcul al puțului (reglaj din vană).

Tabelul 4.3. Metode de intervenție foraje.

Cauze determinate de condițiile de exploatare	Tipul fenomenului	Cauze posibile de apariție a fenomenului	Metoda de intervenție
Independente	Natural	Scăderea nivelului apei subterane în condiții de secetă prelungită	Redimensionarea debitului de exploatare
		Seism	Recondiționarea sau casarea și reforarea
	Uman	Supraevaluarea resursei exploatabile Exploatarea altor foraje în apropiere	Administrative, juridice
Dependente	Colmatarea filtrului și a zonei învecinate	Subdimensionarea coroanei filtrante și a fantelor filtrului	Dificil de recondiționat. Se pot aplica spălarea cu jet sub presiune și deznisiparea în sistem aer-lift. Redimensionarea debitului de exploatare
		Viteză de admisie a apei în foraj mare care conduce la antrenarea particulelor fine (exploatare incorectă, cu debite prea mari)	
	Înnisiparea	Supradimensionarea coroanei filtrante și a fantelor filtrului	Deznisipare. Redimensionare debit de exploatare
		Filtru spart sau corodat (la filtrele metalice)	Dublarea filtrului prin lansarea unui liner sau refacerea forajului
		Defecțiuni la îmbinările coloanelor de exploatare	Dublarea coloanei cu liner sau refacerea forajului
		Coroana filtrantă nu este continua (podirea pietrișului)	Deznisipare, redimensionare debit de exploatare. Dacă nu dau rezultate se dublează filtrul sau se refacă forajul
		Deznisipare incorect realizată la execuția forajului	Deznisipare, tratare cu polifosfați dacă fantele sunt înfundate cu noroi de foraj
		Nerespectarea debitului de exploatare	Deznisipare
		Șocuri hidraulice puternice la pornirile/opririle frecvente ale pompelor submersibile la forajele cu denivelări mari	Deznisipare, echiparea pompei cu convertizor de frecvență astfel ca debitul de exploatare să nu fie atins instantaneu.
	Coroziunea-la forajele cu filtre din oțel, care favorizează electroliza	Captarea de ape bogate în CO ₂ liber, prezența curenților subterani vagabonzi	Deznisipare și dublarea/înlocuirea filtrului sau resăparea forajului
	Încrustarea-la forajele echipate cu coloană de exploatare din oțel oxidabil, depuneri de carbonați, săruri pe filtre și în rocile înconjurătoare	Curgere turbulentă datorită nerespectării debitului de exploatare favorizată și de prezența bicarbonaților dizolvați în apă	Deznisipare și acidizare
		Denivelări mari în acvifere cu apă cu compoziție chimică instabilă, în condițiile unei exploatări corecte	Acidizări profilactice
		Prezența bacteriilor feruginoase	Acidizare sau periaj, tratare cu soluție pe bază de clor și deznisipare
Captarea de strate cu ape cu compoziții chimice diferite, sau schimbarea compoziției chimice a apei infiltrate prin mal (compoziție cu caracter instabil) ca urmare a schimbării chimismului apei de suprafață		Acidizare, deznisipare	

Cauze determinate de condițiile de exploatare	Tipul fenomenului	Cauze posibile de apariție a fenomenului	Metoda de intervenție
	Blocajul mecanic al filtrului	Piese, obiecte scăpate în puț care obturează circulația apei către sorbul pompei	Extracție și deznisipare

- (8) Se va verifica lunar debitul specific al puțului. Dacă acesta a scăzut semnificativ față de cel determinat la execuție, se va proceda la identificarea cauzei conform Tabelul 4.3 și se va adopta metoda sau metodele de intervenție corespunzătoare;
- (9) Pentru identificarea cauzei, se va extrage pompa submersibilă și se va măsura adâncimea forajului, după care este indicat să se facă o inspecție cu camera video submersibilă; după intervenție, inspecția cu camera video se va repeta.
- (10) Deznisiparea se va face cu pompa aer-lift în sistem paralel (Figura 4.17) sau concentric (Figura 4.18) de montare a țevelor de injecție a aerului și de refulare a amestecului aer-apă. Sistemul concentric este mai avantajos, deoarece este mai manevrabil prin modificarea cu ușurință a poziției punctului de injecție a aerului, permite oricând spălarea în circuit de apă după extragerea țevelor de aer și creează posibilitatea afânării depunerilor consolidate din coloana de exploatare și creează posibilitatea barbotajului în foraj, prin coborârea țevii de injecție a aerului sub sorbul țevii de refulare;

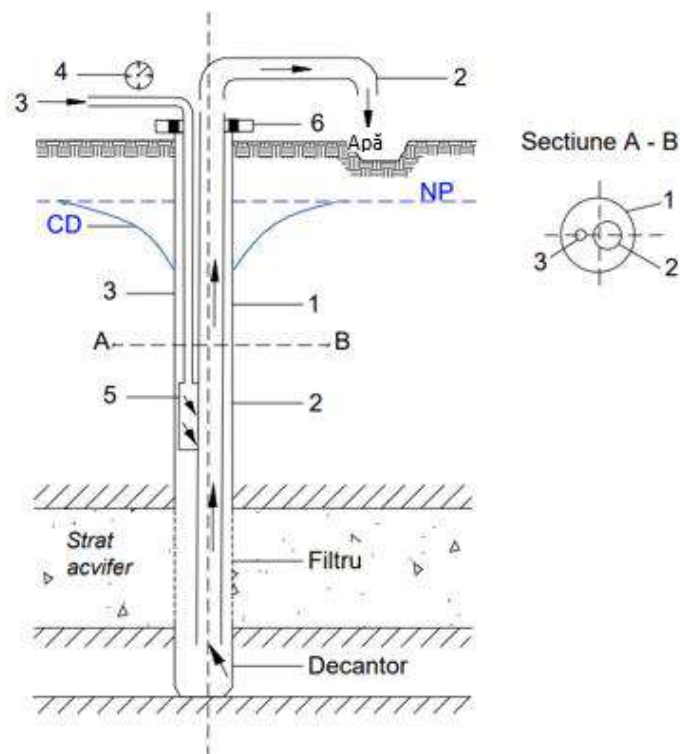


Figura 4.17. Schema instalației de pompare aer-lift în sistem alăturat.

Notații: 1-Coloană de exploatare; 2-Coloană de refulare; 3-Conductă aer comprimat; 4-Manometru; 5-Cameră de amestec; 6-Șarnieră; CD-Curbă de depresiune.

- (11) Acidizările trebuie executate cu mare precauție pentru a nu contamina alte puțuri aflate în raza de influență a puțului asupra căruia se intervine sau pe direcția de curgere a apei subterane și care pot drena apa contaminată; aceste puțuri trebuie oprite cu acordul deținătorilor. Dacă forajele din frontul de captare lucrează în interferență, este obligatorie oprirea puțurilor cu care acesta interferează.

- (12) După acidizare, forajul se va pompa pentru eliminarea apei contaminate, cu urmărirea permanentă a pH-ului până la atingerea parametrilor inițiali. Valorile de pH trebuie urmărite și în puțurile învecinate, și luate măsuri.

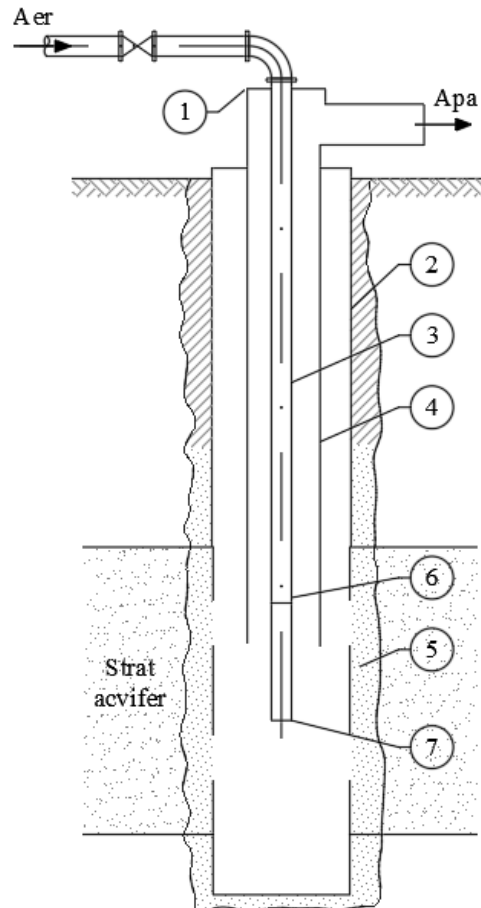


Figura 4.18. Schema instalației de pompare aer-lift în sistem concentric.

Notații: 1-Preșetupă; 2- Coloană de exploatare; 3-Țeavă de aer; 4- Țeavă de refulare; 5-Filtru; 6-Poziția țevii de aer în timpul pomparii; 7-Poziția țevii de aer la barbotaj.

- (13) Operațiile de intervenție trebuie făcute de firme specializate și autorizate pentru astfel de lucrări, cu respectarea normelor de securitate în muncă. Manevrelor greșite în cazul deznisipării și periajului pot conduce la compromiterea puțului.
- (14) În cazul deznisipării și acidizării nerespectarea dozajelor, manevrelor greșite sau lipsa măsurilor de protecție privind puțurile învecinate pot conduce la accidente grave. Este necesar ca intervențiile să se facă pe baza unor proceduri tehnice aprobate de beneficiar.
- (15) După fiecare deznisipare se va face testul de pompare și se vor recalcula parametrii hidrogeologici (inclusiv debitul specific) și debitul de exploatare al puțului, care se vor înscrie în dosarul puțului/caietul (dosarul) captării. Prin compararea debitelor specifice de la fiecare intervenție cu cel de la punerea în exploatare, se poate observa evoluția în timp a îmbătrânirii puțului.
- (16) Se va verifica starea gardului zonei de protecție precum și starea zonei de observație; orice activitate de natură să ducă la deteriorarea calității apei în puțuri trebuie analizată și luate măsurile adecvate.

- (17) Toate datele de exploatare vor fi notate adecvat într-un caiet al captării; în același caiet vor fi făcute mențiuni legate de starea climatică, regimul ploilor, rezultatul analizelor periodice asupra calității apei.
- (18) Calitatea apei obținute din puțurile care captează acvifere de adâncime trebuie verificată cel puțin anual, și în orice caz, după fiecare anomalie descoperită la consumatori (îmbolnăviri, apă tulbure etc.); pentru puțurile care captează apa freatică sau cu infiltrație prin mal, se vor face verificări suplimentare după evenimente ploioase importante, topirea zăpezii, viituri.
- (19) Pompele vor fi scoase pentru verificare la recomandarea furnizorului; verificarea va fi făcută de personal calificat pentru tipul de pompe sau la reprezentanța firmei furnizoare/producătoare.
- (20) Puțurile deteriorate, care nu mai pot fi exploatate în condiții economice, vor fi casate conform legislației în vigoare cu avizul Administrației Naționale Apele Române, pe baza unui memoriu de casare.
- (21) După extragerea pompei, demontarea instalației de refulare, tablou electric etc., în linii generale procedura de casare va cuprinde:
- sterilizarea puțului;
 - introducerea de pietriș mărgăritar de la talpa puțului până la cel puțin 0,5 m deasupra părții superioare a coloanei de filtre;
 - realizarea unui dop izolator de argilă bentonitică deasupra coloanei de pietriș pe o înălțime de minimum 0,5 m;
 - turnare de lapte de ciment cu $\gamma=1,7 \text{ tf/m}^3$ până la radierul cabinei;
 - demontare cabină și umplerea locației cu argilă respectiv sol vegetal pe ultimii 20-30 cm;
 - marcarea locației cu bornă avertizoare;
 - este interzisă introducerea de materiale izolatoare în dreptul filtrelor, pentru a nu împiedica curgerea naturală a apei subterane;
 - lucrările trebuie realizate de firme specializate.

4.3.6.2 Exploatarea captărilor cu drenuri

- (1) Exploatarea captărilor cu drenuri se realizează pe baza regulamentului de exploatare și întreținere specific. Pentru o exploatare optimă, trebuie aplicate următoarele măsuri generale:
- se verifică săptămânal calitatea apei pompate; dacă are nisip (proba la pahar) se verifică din cămin în cămin unde este o defecțiune la filtrul invers; dacă se găsește zona cu defecțiune (căminul aval are apă cu nisip, căminul amonte nu are) se blochează drenul pe tronsonul cu avarie (dop în canalul aval al tronsonului); se va reduce debitul drenului, deci trebuie modificat și debitul pompelor;
 - se verifică, după ploi abundente în bazin sau secetă prelungită, modul de lucru al drenului prin măsurarea nivelului apei în tuburi și nivelul apei din puțul colector (sau pe deversorul montat la capătul aval al drenului), precum și debitul pompat; se poate stabili debitul real al drenului;
 - se verifică periodic starea suprafeței perimetrului de protecție (gard, denivelări neobișnuite etc.), precum și ce se întâmplă dincolo de gardul de protecție. Orice activitate anormală trebuie semnalată, analizată, găsită o soluție (folosirea de insecticide/ierbicide, folosirea intensivă de îngrășăminte, accidente cu scăpare de combustibil lichid, depozitarea de gunoaie etc.);
 - cel puțin de 2 ori pe an se va verifica starea de calitate a apei, prin laboratoare acreditate. Verificări se fac și după ploi abundente, viituri, topirea zăpezii;
 - aceste măsuri vor fi completate de către administratorul captării, cu măsuri specifice zonei/locației sau funcției de procedurile proprii de exploatare.

4.3.6.3 *Exploatarea captărilor din izvoare*

- (1) Se realizează pe baza regulamentului de exploatare și întreținere specific. În acest sens, trebuie aplicate următoarele măsuri:
- se verifică periodic starea zonei de protecție sanitară;
 - se verifică săptămânal, în primul an, debitul izvorului, apoi lunar sau trimestrial;
 - se verifică periodic calitatea apei (conținutul de nisip, culoare, gust, depuneri, analize chimice etc.) – atât în locația izvorului, cât și în laborator. Calitatea apei se verifică și după ploii abundente, viituri, topirea zăpezii;
 - se verifică dacă apar izvoare lângă construcția existentă; vor fi găsite măsuri pentru dirijarea lor la captările existente sau vor fi captate separat.

4.3.7 **Exploatarea captărilor din surse de suprafață**

- (1) Se realizează pe baza instrucțiunilor de exploatare și întreținere specifice. Întrucât în exploatare pot apărea fenomene și situații care nu au putut fi cunoscute la proiectare și execuție, aceste instrucțiuni vor fi completate, ori de câte ori este necesar sau periodic. Completările la instrucțiunile de exploatare vor compensa problemele care pot apărea la ape mici, la ape mari, poluări accidentale, iarna. Înaintea acestor perioade, cunoscute de operator, vor fi luate măsurile favorabile necesare unei bune exploatare, inclusiv stabilirea intervalului de control în funcționare. Până la cunoașterea în detaliu a modului de lucru al captării, vor fi făcute inspecții zilnice, cu luarea de măsuri imediate. Se vor verifica:
- starea tuturor lucrărilor captării și a malurilor râului;
 - funcționarea grătarelor, deznisipatorului, stăvililor etc.;
 - starea zonei de protecție sanitară, mai ales a albiei râului;
 - înaintea perioadelor ploioase și după fiecare viitură se va scoate nisipul din deznisipator;
 - vor fi îndepărtați plutitorii și bolovanii ce pot bloca priza etc.
- (2) În caz de poluare accidentală pe râu, se vor aplica măsurile prevăzute în instrucțiuni, inclusiv oprirea captării în cazuri grave.
- (3) În cazul avarierii prizei, vor fi adoptate măsuri provizorii pentru refacerea, chiar parțială, a alimentării cu apă. Aceste măsuri vor fi concretizate în timp în cazul individual al captării respective.
- (4) Parametrii de calitate ai apei vor fi măsurați după o periodicitate stabilită, de regulă anual, când se lucrează pe întregul flux.
- (5) În situația în care captarea face parte dintr-o amenajare hidrotehnică cu folosință complexă, regimul de funcționare al prizei este stabilit prin regulamentul de exploatare al amenajării.

5 Stații de tratare a apei

- (1) Stația de tratare a apei reprezintă ansamblul de construcții, obiecte tehnologice și instalații în care se desfășoară procese prin care se asigură corectarea calității apei sursei până la atingerea cerinței de calitate a apei solicitată de utilizator.

5.1 Calitatea apei

- (1) Apele naturale reprezintă sisteme complexe caracterizate prin indicatori de calitate fizico-chimici, biologici, bacteriologici, radioactivi. În funcție de tipul apei, anumiți parametri prezenți în apă sunt considerați indicatori de calitate dominanți.
- (2) Calitatea apei se clasifică după cum urmează:
- a. calitatea apei brute depinde de tipul de sursă, în România fiind uzuale următoarele surse:
 - i. surse subterane;
 - ii. surse de suprafață:
 1. lacuri;
 2. râuri;
 3. Fluviul Dunărea;
 - b. calitatea apei tratate, care în funcție de cerința beneficiarului poate fi:
 - i. apă potabilă, conform reglementărilor în vigoare;
 - ii. apă industrială:
 1. apă industrială cu cerințe de calitate mai reduse față de calitatea apei potabile;
 2. apă industrială cu cerințe de calitate mai stringente față de calitatea apei potabile, necesară spre exemplu în industria alimentară sau farmaceutică.
- (3) Prezentul normativ abordează calitatea apei brute prelevată din sursele uzuale în România, precum și calitatea apei potabile, acestea reprezentând cerințele de calitate la care trebuie să se raporteze obiectele sistemului de alimentare cu apă.
- (4) Operatorii de apă sunt responsabili de calitatea apei pe întreg fluxul de tratare, transport, înmagazinare și distribuție, până la robinetul consumatorului, cu excepția situației în care apa potabilă suferă o eventuală degradare în instalațiile interioare ale clădirii, între branșament și robinetul consumatorului. Însă, din punct de vedere al presiunii și al debitului furnizat consumatorului, responsabilitatea operatorului se oprește la robinetul de concesiune, aflat înainte de contorul branșamentului.

5.1.1 Calitatea apei din surse subterane

- (1) Calitatea apelor subterane este în general constantă, cu valori ridicate ale mineralizării și concentrații reduse ale încărcării organice. Calitatea apei subterane se evaluează în raport cu legislația în vigoare pentru calitatea apei subterane în vederea producerii și distribuției apei destinate consumului uman: Ordinul ministrului mediului și schimbărilor climatice nr. 621/2014 privind aprobarea valorilor de prag pentru apele subterane din România; Hotărârea Guvernului nr. 974/2004 pentru aprobarea Normelor de supraveghere, inspecție sanitară și monitorizare a calității apei potabile și a Procedurii de autorizare sanitară a producției și distribuției apei potabile, cu modificările și completările ulterioare; Legea nr. 458/2002, cu modificările și completările ulterioare; Legea nr. 301/2015.
- (2) Indicatorii dominanți, specifici apelor subterane, sunt:
- a. Fier;

- b. Mangan;
- c. Azot amoniacal;
- d. Azotați;
- e. Azotiți;
- f. Sulfuri și hidrogen sulfurat;
- g. Sodiu;
- h. Cloruri;
- i. Duritatea;
- j. Bor;
- k. Metale grele.

5.1.2 Calitatea apei din râuri

- (1) Calitatea apei din râuri este variabilă sezonier și în funcție de evenimentele meteorologice. Evaluarea calității apei râurilor se realizează în raport cu norma NTPA 013.
- (2) Rezultatele analizelor se compară și cu CMA din legislația privind calitatea apei destinată consumului uman în vederea identificării indicatorilor care trebuie corecți prin procesul de tratare (de exemplu, duritatea nu este reglementată de norma NTPA 013, dar trebuie corectată dacă are valori mai mici de 5 grade de duritate).
- (3) Indicatorii dominanți, specifici apei râurilor, sunt:
 - a. turbiditate;
 - b. concentrație în suspensii;
 - c. încărcare organică (indice de permanganat și carbon organic total);
 - d. cloruri;
 - e. sulfăți;
 - f. sodiu;
 - g. bor;
 - h. pesticide și micropoluanți organici;
 - i. duritate;
 - j. indicatori biologici.

5.1.3 Calitatea apei din lacuri

- (1) Calitatea apei din lacuri este variabilă sezonier și în funcție de stratificarea termică a lacului. Evaluarea calității apei din lacuri se realizează în raport cu norma NTPA 013.
- (2) Rezultatele analizelor se compară și cu CMA din legislația privind calitatea apei destinată consumului uman în vederea identificării indicatorilor care trebuie corecți prin procesul de tratare (de exemplu, duritatea nu este reglementată de norma NTPA 013, dar trebuie corectată dacă are valori mai mici de 5 grade de duritate, microcistina LR nu este reglementată de norma NTPA 013, dar influențează calitatea apei destinată consumului uman).
- (3) Indicatorii specifici apei lacurilor sunt:
 - a. turbiditate;
 - b. încărcare organică (indice de permanganat și carbon organic total);
 - c. cloruri;
 - d. sulfăți
 - e. sodiu;
 - f. bor;
 - g. pesticide și micropoluanți organici;

- h. duritate;
- i. concentrație de oxigen dizolvat;
- j. indicatori biologici;

5.1.4 Calitatea apei din alte surse

- (1) În situații excepționale se pot utiliza și alte surse de apă pentru prepararea apei potabile, după cum urmează:
- a. apa din Marea Neagră;
 - b. apa meteorică.

5.1.4.1 Calitatea apei de mare

- (1) Apa de mare este caracterizată global prin indicatorul salinitate (g/dm^3). Marea Neagră are o salinitate în domeniul 22 – 25 g/dm^3 . Mineralizarea predominantă este dată de clorura de sodiu dar și de sulfatii de magneziu și potasiu. Încărcarea organică a apei de mare este redusă ($\text{TOC} < 2 \text{ mg/l}$ pentru zonele din larg, $0.5 \text{ mg/l} < \text{TOC} < 5 \text{ mg/l}$ pentru zonele de coastă) [4].

5.1.4.2 Calitatea apei meteorice

- (1) Compoziția apelor meteorice este variabilă în spațiu și timp, din cauza diferențelor de utilizare a terenurilor și a evenimentelor de precipitații.
- (2) Poluanții obișnuiți din apele pluviale includ: nutrienți, sedimente, metale grele, compuși organici volatili, agenți patogeni și diverse săruri. Calitatea apei meteorice variază în funcție de tipul de utilizare a suprafeței din zona de colectare și de poluarea atmosferică. Nu se recomandă utilizarea apei meteorice colectate de pe platforme, străzi sau acoperișuri care pot induce concentrații ridicate de poluanți cu nivel de toxicitate ridicat asupra organismului uman [5].

5.1.5 Calitatea apei destinată consumului uman

- (1) Apa distribuită consumatorilor trebuie să se încadreze în limitele impuse de legislația în vigoare pentru toți indicatorii reglementați. În România, calitatea apei potabile este reglementată de Legea nr. 458/2002, cu modificările și completările ulterioare, și de Legea nr. 301/2015. În Uniunea Europeană calitatea apei este reglementată de Directiva (UE) 2020/2184 a Parlamentului European și a Consiliului din 16 decembrie 2020 privind calitatea apei destinate consumului uman (reformare).
- (2) Anexa 1 prezintă indicatorii de calitate ai apei destinate consumului uman, surse posibile ai acestora în apă, dar și efecte posibile asupra sănătății umane precum și procesele de tratare uzuale pentru îndepărtarea acestora.

5.2 Proiectarea stațiilor de tratare a apei

5.2.1 Schema generală a stației de tratare. Criterii de alegere a schemei

- (1) Stația de tratare reprezintă ansamblul de construcții și instalații în care se desfășoară procese prin care se asigură corectarea calității apei sursei, pentru obținerea apei potabile cu o calitate care să se încadreze în limitele impuse de legislația în vigoare.
- (2) Schema generală a unei stații de tratare este prezentată în figura următoare. Procesele de tratare se adoptă în funcție de calitatea apei brute și de cerința de calitate a apei tratate. Selectarea și adaptarea schemei de tratare se face luând în considerare complexul de calitate cel mai dificil al apei sursei, astfel încât stația de tratare să poată produce apă la cerința de calitate a apei tratate în orice situație.

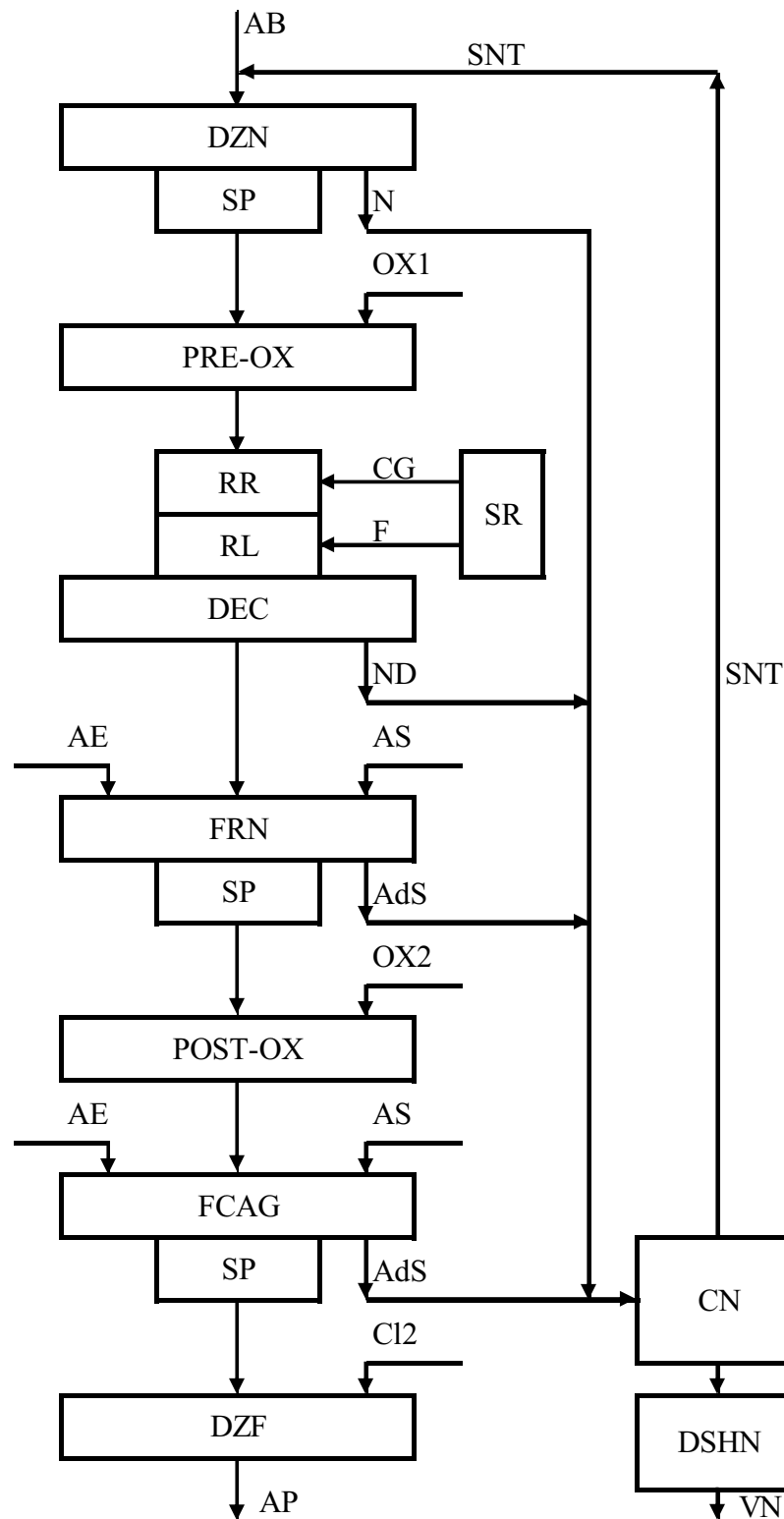


Figura 5.1. Schema generală a unei stații de tratare.

Notații: AB – apă brută, AP – apă potabilă, DZN – Deznisipator, SP – Stație de pompare, PRE-OX – Bazin contact pre-oxidare, RR – Camere reacție rapidă, RL – Camere reacție lentă, DEC – Decantoare, FRN – Filtre rapide de nisip, POST-OX – Bazin contact post-oxidare, FCAG – Adsorbție pe filtre de cărbune activ granular, DZF – Dezinfecție, CN – Concentrator de nămol, DSHN – Deshidratare nămol, N – Nisip, OX1, OX2 – Agenți oxidanți, CG – Coagulant, F – Floculant (polimer), SR – Stația de reactivi, ND – Nămol din decantoare, AS – Apă spălare, AE – Aer spălare, AdS – Apă de la spălare, Cl2 – Clor, VN – Valorificare nămol, SNT – Recirculare supernatant.

- (3) Stația de tratare se dimensionează la debitul de calcul Q_{IC} , care include nevoile tehnologice proprii pentru funcționarea corectă a proceselor de tratare. Debitul total al stației de tratare este pseudo-constant, nu sunt permise variații importante ale debitului stației, domeniul maxim de variație pe durate scurte fiind de $\pm 20\%$, dar numai în situații bine justificate. Nu sunt permise opriri și reporniri ale stației de tratare, decât pentru procese de tratare care nu necesită amorsare și care pot funcționa în mod corect și în acest fel.
- (4) În situații speciale, schema de tratare conține procese adaptate la calitatea apei brute: deferizare, demanganizare, osmoză inversă, schimb ionic etc.
- (5) Orice schemă este însoțită de componentele necesare pentru asigurarea funcționării proceselor de tratare. Printre acestea se menționează:
- stația de reactivi chimici, cu rolul de a stoca, prepara și doza reactivii necesari proceselor de tratare (coagulanți, floculanți, agenți dezinfectanți, reactivi pentru corecție pH, reactivi de oxidare);
 - stații de pompare și de suflante pentru spălarea filtrelor;
 - laborator pentru monitorizarea, controlul și conducerea proceselor de tratare și determinarea calității apei tratate;
 - sistem propriu de alimentare cu apă și canalizare;
 - filiera de recuperare a apei de la spălarea filtrelor, a nămolului din decantoare și de procesare a nămolurilor;
 - sisteme de control și automatizare a funcționării procesului;
 - drumuri, platforme și amenajări;
 - clădire și facilități pentru personal.
- (6) Stația de tratare se dimensionează pe linii, luând în calcul necesitatea asigurării perioadelor de întrerupere pentru revizie sau lucrări de mentenanță ale obiectelor stației de tratare. Numărul de linii este minim două, însă la dimensionarea stației se va lua în calcul și dezvoltarea prognozată a sistemului de alimentare cu apă și se vor prevedea elementele necesare creșterii capacității stației de tratare pe măsură ce sistemul se va extinde. Astfel, numărul de linii tehnologice se va adopta de către proiectant, în funcție de fiecare caz în parte. Pentru stații mici sau foarte mici, în situații justificate, se poate prevedea și o singură linie de tratare, cu măsuri de creștere a capacității de înmagazinare a apei potabile în localitate, pentru asigurarea unei rezerve de apă necesară pe perioada întreruperii funcționării stației de tratare. Acest volum suplimentar se va estima de către proiectant, de la caz la caz și va fi prevăzut în cadrul stației de tratare.
- (7) Criteriile care stau la baza selectării proceselor și a schemei de tratare a apei sunt următoarele:
- Calitatea apei brute.** Calitatea apei brute se evaluează în cadrul studiului de calitate apă. Se analizează toate sursele disponibile din punct de vedere a calității apei astfel încât să se aleagă sursa cu cea mai mică variabilitate a calității apei și cu cele mai mici eforturi pentru tratarea apei.
 - Cerința de calitate a apei tratate.** Scopul tratării apei îl reprezintă reținerea contaminanților existenți în apa brută, corectarea caracteristicilor organoleptice, asigurarea unei ape stabile în rețeaua de distribuție atât din punct de vedere microbiologic cât și din punct de vedere chimic, evitarea formării de sub-produși de reacție. În anexa 1 este prezentat un tabel cu indicatorii reglementați de legislația națională și europeană și principalele procese de corectare a acestora.
 - Siguranța proceselor de tratare.** Adoptarea proceselor de tratare se face în acord cu calitatea apei astfel încât să nu se favorizeze reacțiile secundare și formarea de produși nedorți.
 - Condițiile existente.** În situația extinderii sau reabilitării stațiilor de tratare trebuie să considere condițiile existente din punct de vedere al obiectelor tehnologice, precum și din punct de vedere al spațiului disponibil.
 - Flexibilitatea proceselor de tratare.** Procesele adoptate în tratarea apei trebuie să fie flexibile, stația trebuie să producă apă potabilă de calitate constantă, indiferent de calitatea apei brute. Se

prevăd trepte de tratare pentru poluări accidentale, în cazul surselor expuse la poluare accidentală (cărbune activ pudră). Se prevăd facilități de by-pass-are a treptelor de tratare care nu sunt necesare permanent.

- f. **Costuri de investiție și de operare.** Se pune în balanță efortul investițional și costurile de operare precum și rezultatele obținute. Uzual, această balanță se realizează pentru un orizont de timp relativ îndelungat și reprezintă unul dintre criteriile primordiale la adoptarea procesului.
- g. **Compatibilitatea cu mediul înconjurător.** Apele de la spălarea filtrelor, nămolurile din decantoare, concentratul de la osmoză inversă, soluția de regenerare a schimbătorilor de ioni trebuie gestionate astfel încât să nu fie afectat mediul înconjurător.
- h. **Calitatea apei în rețeaua de distribuție.** Procesele de tratare adoptate trebuie să conducă la o apă care să-și mențină calitatea în rețeaua de distribuție până la robinetul consumatorului: apă biostabilă, fără potențial coroziv.
- i. **Dimensiunea proceselor.** Alegerea proceselor de tratare se face în concordanță cu mărimea debitului stației de tratare. În cazul debitelor reduse, se preferă scheme de stații de tratare compacte, care să nu necesite mulți reactivi de tratare, sau amorsare îndelungată.
- j. **Capabilitatea tehnică a personalului de operare.** Conducerea, mentenanța și exploatarea curentă a stațiilor de tratare se face de către personal tehnic calificat în acest sens. În situația în care personalul de exploatare al stației de tratare nu poate asigura la nivel optim conducerea proceselor complexe de tratare a apei, se preferă adoptarea unor scheme și procese de tratare cu nivel ridicat de automatizare și cu reactivi de tratare cât mai puțini.

5.2.2 Studii minime necesare pentru elaborarea proiectului tehnologic al stației de tratare

(1) În vederea selectării pe baze corecte a schemei, a proceselor și a obiectelor tehnologice care compun stația de tratare se vor realiza următoarele studii:

- a. **Studiu de calitate a apei sursei.** Are rolul de a identifica parametrii de calitate dominanți ai apei brute, în baza cărora se vor selecta procesele de tratare. Prelevarea probelor de apă se efectuează în perioadele cele mai defavorabile din punct de vedere al calității apei. În funcție de tipul de sursă, calitatea apei brute se analizează după cum urmează:
 - i. evaluarea calității apei subterane se realizează pe o perioadă de 6 luni, pe baza a cel puțin unei analize complete pe lună, care să includă toți indicatorii din legea privind calitatea apei destinată consumului uman și a cel puțin 4 seturi de analize pe lună din probe succesive prelevate la un interval de minim o săptămână, recomandabil în perioada în care acviferul este la nivele scăzute, pentru următorii indicatori:
 - indicatorii care au avut concentrații mai mari decât CMA în analiza completă;
 - indicatorii care au avut concentrații mai mici față de CMA cu mai puțin de 10% din CMA;
 - indicatorii dominanți, specifici apei subterane.
 - ii. evaluarea calității apei râurilor ține cont de:
 - variația sezonieră a calității apei – se efectuează analize atât în perioadele cu apă caldă cât și în perioadele cu apă rece;
 - variația calității apei în funcție de evenimentele meteorologice (ploi, topire zăpadă, viituri);
 - iii. evaluarea calității apei râurilor se realizează prin studii de calitate a apei brute, dezvoltate pe perioada a doi ani, în care se realizează lunar cel puțin o analiză completă care să includă toți indicatorii din norma NTPA 013 și cel puțin 4 seturi de analize, una pe săptămână, pentru următorii indicatori:
 - indicatorii care trebuie corecți în procesul de tratare identificați în analiza completă;
 - indicatori dominanți, specifici apei râurilor.

- în procesul de evaluare a calității apei se ține cont de posibile elemente care sunt precursori pentru formarea unor produși de reacție în procesul de tratare (de exemplu, concentrația de bromuri în cazul în care se aplică oxidarea cu ozon sau concentrația de materii organice naturale, în cazul în care se aplică pre-oxidare cu clor etc.).
- iv. evaluarea calității apei din lacuri se realizează pe baza a cel puțin o analiză completă, care să includă toți indicatorii din norma NTPA 013 și cel puțin 3 seturi de analize pentru următorii indicatori:
- indicatorii care trebuie corecțai în procesul de tratare identificați în analiza completă;
 - indicatorii dominanți, specifici apei lacurilor;
 - variația calității apei în funcție de stratificarea termică a lacului, dacă aceasta influențează calitatea apei captate din lac;
 - se acordă o atenție deosebită înfloririlor algale. Algele în exces generează, pe lângă problemele de operare, dificultăți generate de metabolismul propriu, generând dioxid de carbon în procesul de respirație, fapt care determină o reducere semnificativă a pH-ului apei în perioada dezvoltării masive a acestora cu efecte în procesul de coagulare-floculare și de stabilitate chimică a apei. De asemenea, algele generează probleme de gust și miros, iar o serie de alge eliberează produși extracelulari toxici. Algele verzi-albastre sunt responsabile pentru eliberarea cianotoxinelor în apă.
 - în procesul de evaluare a calității apei se ține cont de prezența unor posibile elemente care sunt precursori pentru formarea unor produși de reacție în procesul de tratare (de exemplu, concentrația de bromuri în cazul în care se aplică oxidarea cu ozon).
- b. **Studiu de tratabilitate a apei sursei.** Studiul de tratabilitate a apei are la bază studiul de calitate a apei brute. Se realizează de preferat de către laboratoare specializate, prin încercări pe instalații pilot, pe ape prelevate în cea mai defavorabilă perioadă din punctul de vedere al calității apei. Studiul de tratabilitate va furniza:
- i. schema optimă de tratare pentru apa respectivă;
 - ii. tipul reactivilor de coagulare-floculare și dozele necesare;
 - iii. timpi de contact și gradienti de viteză pentru reacția lentă și reacția rapidă;
 - iv. tehnologia de limpezire și parametri tehnologici necesari (încărcare hidraulică, timp de decantare, caracteristici module lamelare, viteze de filtrare recomandate, rețeta de spălare recomandată, timpi de contact etc.);
 - v. tipul reactivilor de oxidare, doze necesare, timpi de contact;
 - vi. tipul reactivilor pentru corectarea caracterului coroziv, doze necesare, timpi de contact;
 - vii. doze de clor necesar pentru dezinfecție;
 - viii. alți parametri necesari pentru proiectarea stației de tratare, în funcție de procesele de tratare necesare.

5.2.3 Deznisiparea apei

- (1) Deznisipatoarele sunt obiectele tehnologice utilizate pentru îndepărtarea particulelor gravimetrice aflate în suspensie în apa brută.
- (2) Particulele gravimetrice sunt particule care nu își schimbă forma și proprietățile în procesul de sedimentare.
- (3) Utilizarea deznisipatoarelor este recomandată în cazul în care curba de sedimentare indică depunerea a minim 25 – 30 % din suspensiile totale existente în apă într-un timp relativ scurt (120 – 180 s).
- (4) După direcția curentului, deznisipatoarele se împart în:
 - a. deznisipatoare orizontale – se pot prevedea indiferent de mărimea debitului;

- b. deznisipatoare verticale – se prevăd numai pentru debite reduse pe unitatea de deznisipare ($Q < 100 \text{ dm}^3/\text{s}$).
- (5) După modul de evacuare a depunerilor, deznisipatoarele se clasifică în:
- deznisipatoare cu evacuarea manuală a depunerilor, de obicei prin golirea completă a bazinului;
 - deznisipatoare cu evacuarea hidraulică a depunerilor;
 - deznisipatoare cu evacuarea mecanică a depunerilor.
- (6) Deznisipatoarele orizontale sunt compuse din trei zone:
- camera de liniștire a curentului de apă;
 - camera de sedimentare;
 - camera de colectare a apei deznisipate.
- (7) Racordarea între canalul de intrare și camera de sedimentare se face progresiv, prin intermediul unor pereți cu înclinări față de curentul apei în gama $2/1 - 3/1$, astfel încât să nu se formeze curenți transversali. În această zonă se vor prevedea amenajări specifice pentru liniștirea curentului.

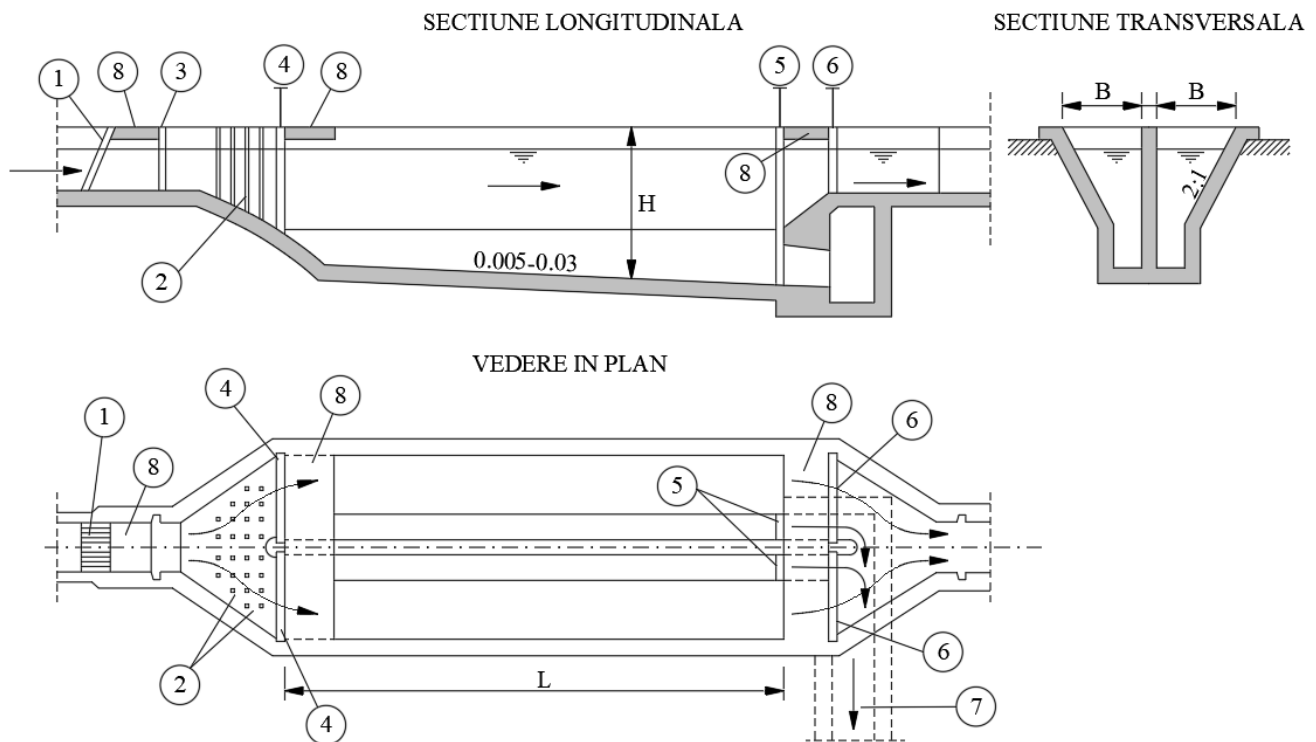


Figura 5.2. Deznisipator orizontal cu curățire manuală.

Notații: 1. Grătar; 2. Bare de liniștire; 3. Nișă pentru reparații în caz de avarie; 4. Staviță de intrare; 5. Stavițe de golire; 6. Staviță de ieșire; 7. Galerie de golire; 8. Pasarelă acces.

- (8) Pentru reținerea corpurilor plutitoare, înainte de bazinul de sedimentare, se prevede un grătar des executat din bare metalice ($5 \times 50 \text{ mm} - 8 \times 80 \text{ mm}$), cu spații de curgere (lumină) de $4 - 5 \text{ cm}$ între ele. Înclinarea grătarului se prevede $2/1$ în sensul curgerii apei. Viteza între barele grătarului se adoptă $v_g = 0.4 - 0.5 \text{ m/s}$.
- (9) Dimensiunile în plan ale camerei de sedimentare se calculează cu relațiile următoare:

$$L = \alpha \times H_a \times \frac{v_0}{v_s} \quad (5.1)$$

$$B = \frac{Q}{n \times H \times v_0} \quad (5.2)$$

în care:

- L – lungimea bazinului de deznisipare (m);
- B – lățimea bazinului de deznisipare (m);
- n = min. 2 – numărul bazinelor de deznisipare care lucrează în paralel;
- Q – debitul total de apă brută (m³/s);
- α = 1,50 – 2,00 – coeficient de siguranță;
- H_a – înălțimea zonei active a bazinului de deznisipare (m);
- v_o = 0,1 – 0,5 m/s – viteza orizontală de curgere a apei în bazin (m/s);
- v_s – viteza de sedimentare a celor mai mici particule care se consideră că vor fi îndepărtate (m/s).

(10) Viteza de sedimentare v_s a celor mai mici particule care se consideră că vor fi îndepărtate prin procesele de deznisipare se determină prin test de sedimentare. Testul de sedimentare constă în lansarea într-un cilindru cu apă cu înălțimea de minim 1,0 m a particulelor de nisip extrase din sursă și cronometrarea duratei medii de sedimentare. Viteza medie de sedimentare se calculează prin raportul dintre înălțimea coloanei de apă parcursă și timpul mediu de sedimentare. În lipsa datelor experimentale, viteza de sedimentare v_s, se poate adopta în funcție de diametrul particulelor de nisip d, conform tabelului următor.

Tabelul 5.1. Valori orientative ale vitezei de sedimentare v_s, în funcție de diametrul particulelor d.

d (mm)	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
v _s (mm/s)	21,6	32,4	43,2	54,0	64,8	73,2	80,7	87,5	94,4

Nota: Datele din tabel sunt pentru granule de cuarț cu greutatea specifică de 2,65 kN/m³ la temperatura T=(+10°C).

(11) Înălțimea bazinului de deznisipare H se poate determina cu următoarea relație:

$$H = H_d + H_a + H_g + H_s \quad (5.3)$$

în care:

- H_d – Grosimea stratului de depuneri;
- H_a = 0,60 – 2,50 m – Înălțimea activă;
- H_g = 0,20 – 0,30 m – Înălțimea stratului de gheață;
- H_s = 0,10 – 0,15 m – Înălțime de gardă (de siguranță).

(12) Grosimea stratului de depuneri se determină cu relația:

$$H_d = \frac{V_d}{B \times L} \quad (5.4)$$

în care:

- H_d – Înălțimea medie a stratului de depuneri înainte de curățire (m);
- V_d – Volumul depunerilor (m³);
- B, L – au semnificațiile anterioare.

(13) Volumul depunerilor se determină cu relația:

$$V_d = \frac{a \times C_v \times Q \times T}{1000 \times \gamma} \quad (5.5)$$

în care:

- a = 40 – 60% – Procentul de suspensii reținute în deznisipator;
- C_v = 2.000 – 3.000 g/m³ – Concentrația în suspensii a apei brute la viituri;
- T = 1 – 5 zile – Durata între două goliri succesive;
- Q – Debitul deznisipatorului (m³/zi);
- γ = 1700 kg/m³ – Greutatea specifică a depunerilor.

- (14) Printre alte elemente care trebuie avute în vedere la proiectare se menționează:
- raportul între lungimea și lățimea compartimentului de sedimentare trebuie să fie de minim 10;
 - raportul între lungime și înălțime trebuie cuprins între 10 și 15;
 - pereții bazinului se prevăd înclinați la partea superioară cu un unghi de $10 - 30^\circ$ pentru evitarea ruperii bazinului, determinată de împingerea gheții;
 - timpul de sedimentare se adoptă în mod uzual între 120 și 180 s;
 - panta radierului se adoptă $0.5 - 3\%$ în sensul curgerii apei, asigurându-se o viteză de evacuare de minim 2.0 m/s;
 - se vor prevedea nișe pentru batardouri amonte și aval pentru situația izolării unui compartiment în cazul efectuării reviziilor;
 - bazinele vor fi echipate cu golire și preaplin.
- (15) Pentru curățirea deznisipatoarelor sunt prevăzute următoarele sisteme:
- curățirea manuală – se poate adoptă pentru deznisipatoare mici, cu debite sub $100 \text{ dm}^3/\text{s}$. Aceasta se realizează prin golirea completă a bazinului respectiv;
 - curățirea hidraulică – se prevăd tuburi verticale de sifonare cu diametrul minim Dn 150 mm, la distanță maximă $a = 2.0 \text{ m}$, care debușează într-o rigolă laterală cu lățimea minimă $e = 0.60 \text{ m}$ sub nivelul apei din bazinul de sedimentare; viteza minimă care trebuie asigurată în rigolă este de $v_d = 1.50 \text{ m/s}$;
 - curățire mecanică – pentru deznisipatoare de capacitate mare, se recomandă folosirea utilajelor de dragare sau a podurilor racloare, respectiv a hidroelevatoarelor care se deplasează de-a lungul bazinelor. Timpul de evacuare al nămolului dintr-un bazin de sedimentare se adoptă în mod uzual $T = 45 - 90 \text{ min}$.
- (16) În situația în care se prevede curățirea hidraulică sau mecanică, se vor prevedea dispozitive care să preîntâmpine înghețul în zona instalațiilor sau utilajelor în mișcare, în perioada de iarnă.

5.2.4 Procese de coagulare-floculare. Camere de reacție

- (1) Procesele de coagulare-floculare se adresează reținerii și îndepărtării particulelor coloidale prezente în apele naturale. Particulele coloidale au dimensiuni reduse, iar sedimentarea acestora în starea naturală ar avea loc în perioade de timp foarte lungi, datorită greutatei proprii reduse și a dificultăților de agregare cu alte particule, generate de respingerea electrostatică inter-particule.
- (2) Prin procesele de coagulare-floculare, particulele coloidale sunt agregate în particule cu greutate suficientă pentru a fi îndepărtate într-o perioadă de timp rezonabilă, în cadrul decantoarelor. Procesele de coagulare-floculare a particulelor coloidale din apă se desfășoară în trei faze:
- Faza I - injecția coagulantului care determină destabilizarea chimică a particulelor și neutralizarea sarcinii electrice a particulelor coloidale; în această fază este recomandat un amestec energetic;
 - Faza a II-a - formarea microflocoanelor (faza pericinetică sau coagularea) are loc prin ciocnirea particulelor destabilizate; amestecul energetic se menține;
 - Faza a III-a - formarea macroflocoanelor (faza ortocinetică sau flocularea) are loc prin ciocnirea microflocoanelor și agregarea acestora în particule coerente, care capătă o mișcare de depunere; în această fază este recomandat un amestec cu intensitate și consum energetic reduse.
- (3) Procesul de coagulare se realizează în două tipuri de camere de reacție amplasate în serie:
- camere de reacție rapidă, în care au loc fazele I și II ale procesului;
 - camere de reacție lentă, în care are loc faza a III-a.
- (4) Numărul de camere de reacție se adoptă minim egal cu numărul de linii tehnologice ale stației de tratare.

- (5) Înălțimea apei în camera de reacție se recomandă să fie în domeniul $H = 2,00 - 6,00$ m, în funcție de mărimea debitului aferent ansamblului de camere de reacție rapidă și lentă.
- (6) Caracteristicile principale ale proceselor de coagulare-floculare sunt următoarele:
- timpul de reacție;
 - gradientul de viteză, care depinde de puterea reală disipată de agitator în masa de apă.
- (7) Timpii de reacție se recomandă după cum urmează:
- timpul de reacție rapidă: $T_{RR} = 2,00 - 4,00$ minute;
 - timpul de reacție lentă: $T_{RL} = 8,00 - 12,00$ minute.
- (8) Gradientul de viteză se determină cu relația următoare:

$$G = \sqrt{\frac{P}{V \times \eta}} = K \sqrt{\frac{P}{V}} \quad (5.6)$$

în care:

- G – gradientul mediu de viteză (s^{-1});
 P – puterea reală disipată (W);
 V – volumul camerei de reacție (m^3);
 η – vâscozitatea dinamică ($kg/m,s$);
 $K = \sqrt{\frac{1}{\eta}}$ – coeficient care ține seama de vâscozitatea dinamică a apei.

- (9) Gradientul de viteza se adoptă după cum urmează:
- în camera de reacție rapidă: $G_{RR} = 400 - 1000 s^{-1}$;
 - în camera de reacție lentă: $G_{RL} = 80 - 100 s^{-1}$.
- (10) Puterea reală disipată se determină în funcție de gradientul de viteză, volumul camerei de reacție și temperatura apei, cu relația următoare:

$$P = V \frac{G^2}{K^2} \quad (5.7)$$

în care:

- P – Puterea reală disipată (W);
 V – Volumul camerei de reacție (m^3);
 G – Gradientul mediu de viteză (s^{-1});
 K – coeficient care ține seama de vâscozitatea dinamică a apei.

- (11) Coeficientul K variază cu temperatura apei și are valorile indicate în tabelul următor.

Tabelul 5.2. Valorile coeficientului K .

T (°C)	0	5	10	15	20	30	40
K	23,6	25,6	27,6	29,6	31,5	35,4	38,9

- (12) Puterea necesară a agitatorului se determină în cazul cel mai defavorabil (temperaturi reduse) luând în considerare randamentul maxim de transfer al energiei în masa de apă $\eta = 50\%$.

$$P_A = \frac{P}{\eta} \quad (5.8)$$

în care:

- P_A – Puterea agitatorului (W);
 P – Puterea reală disipată (W);
 η – Randamentul de transfer al energiei în masa de apă.

(13) Pentru asigurarea unui proces de coagulare-floculare corect pe tot parcursul anului, agitatoarele vor fi prevăzute cu convertizoare de frecvență, care vor putea varia turația motoarelor agitatoarelor și adapta puterea reală disipată în masa de apă la temperatura apei.

5.2.5 Decantarea apei

(1) Decantoarele sunt obiectele tehnologice destinate limpezirii apei, prin eliminarea particulelor coloidale.

(2) Criteriul fundamental de dimensionare și selectare a tipului de decantor este încărcarea hidraulică. Aceasta se definește cu relația următoare:

$$i_h = \frac{Q}{A_L} \quad (5.9)$$

în care:

i_h – Încărcarea hidraulică ($m^3/h, m^2$);

Q – debitul unității de decantare (m^3/h);

A_L – Aria de limpezire (aria decantorului la oglinda apei) (m^2).

(3) Decantoarele se pot clasifica orientativ, după cum se prezintă în tabelul următor:

Tabelul 5.3. Clasificare decantoare

Categoria	Tip decantor	Domeniu uzual încărcare hidraulică ($m^3/h, m^2$)
Decantoare statice	Decantoare orizontal longitudinale	0,8 – 1,2
	Decantoare orizontal radiale	0,8 – 1,2
	Decantoare verticale	0,8 – 1,2
Decantoare suspensionale	Decantoare cu strat suspensional lestat	1,2 – 2,0
	Decantoare cu camera de reacție și camera de limpezire	1,5 – 2,0
	Decantoare cu recircularea hidraulică a nămolului	2,0 – 2,5
	Decantoare cu viteză ascensională variabilă	4,0 – 5,0
	Decantoare cu camere de reacție, modul lamelar și recirculare nămol	10,0 – 20,0
	Decantoare cu floculare balastata	50,0 – 70,0

5.2.5.1 Decantoare statice

(1) În condițiile de calitate ale apelor surselor de suprafață din țară, dar și a dezvoltării tehnologice actuale, decantoarele statice se vor implementa numai atunci când este necesar și aplicabil, ca treaptă de pre-decantare, suplimentar față de treapta de decantare propriu-zisă. Utilizarea acestora va avea ca scop preluarea vârfulor de turbiditate din apa brută.

5.2.5.1.1 Decantoare orizontal-longitudinale

(1) Suprafața de limpezire a unui decantor orizontal-longitudinal se stabilește cu relația următoare:

$$A_L = \alpha \frac{Q}{v_s} \quad (5.10)$$

în care:

A_L – Suprafața de limpezire (m^2);

$\alpha = 1,05 - 1,10$ – coeficient de siguranță;

Q – Debitul unei unități de decantare (m^3/h);

v_s – Viteza de sedimentare stabilită experimental pentru cantitatea de suspensii care se va reține (m/h).

(2) Lungimea decantorului orizontal-longitudinal se stabilește cu relația următoare:

$$L = \alpha \times H \times \frac{v_o}{v_s} \quad (5.11)$$

în care:

- $\alpha = 1,05 - 1,10$ – Coeficient de siguranță;
- $H = 2,0 - 2,5$ m – Înălțimea utilă a apei în decantor;
- $v_o \leq 20$ m/h – Viteza orizontală a apei în decantor (m/h).
- v_s – Viteza de sedimentare stabilită experimental (m/h).

(3) Lățimea decantorului orizontal-longitudinal se stabilește cu relația următoare:

$$B = \frac{A_L}{L} \quad (5.12)$$

în care:

- A_L – Suprafața de limpezire (m²);
- L – Lungimea decantorului (m);
- $B \leq L/10$ – Lățimea decantorului (m).

(4) Volumul util al zonei de decantare se stabilește cu relația următoare:

$$V = A_L \times H \quad (5.13)$$

în care:

- V – Volumul util al zonei de decantare (m³);
- A_L – Suprafața de limpezire (m²);
- $H = 2,0 - 2,5$ m – Înălțimea utilă a apei în decantor.

(5) Timpul de decantare se stabilește cu relația următoare:

$$T_d = \frac{V}{Q} \quad (5.14)$$

în care:

- $T_d \leq 1$ h – Timpul de decantare (h);
- V – Volumul util al zonei de decantare (m³);
- Q – Debitul unei unități de decantare (m³/h);

(6) Înălțimea totală a decantorului orizontal-longitudinal se poate determina cu următoarea relație:

$$H_{TOT} = H_d + H + H_g + H_s \quad (5.15)$$

în care:

- H_{TOT} – Înălțimea totală a decantorului (m);
- H_d – Grosimea stratului de depuneri (m);
- $H = 2,0 - 2,5$ m – Înălțimea utilă a apei în decantor;
- $H_g = 0,20 - 0,30$ m – Înălțimea stratului de gheață;
- $H_s = 0,10 - 0,15$ m – Înălțime de siguranță.

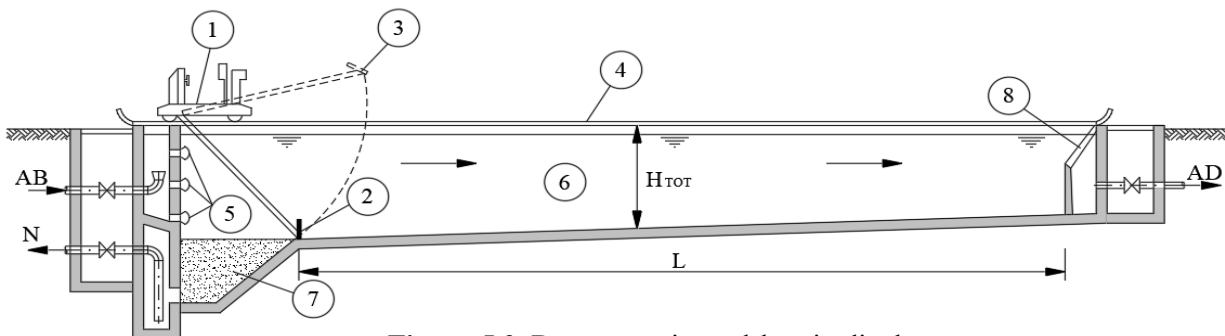


Figura 5.3. Decantor orizontal-longitudinal.

Notații: 1. Pod raclor; 2. Lamă pod raclor în poziția de curățire; 3. Lamă pod raclor în poziție ridicată; 4. Calea de rulare a podului raclor; 5. Dispozitive cu deflectorii admisie apă în decantor; 6 – Zona de sedimentare; 7 – Bașă nămol; 8 – Grătar reținere plutitori; AB – Apă brută; AD – Apă decantată; N – Evacuare nămol.

- (7) Volumul de nămol acumulat în decantorul orizontal-longitudinal se poate determina cu următoarea relație:

$$V_N = \frac{Q \times T \times (C_{AB} - C_{AD})}{C_N \times \gamma_N} \quad (5.16)$$

în care:

- V_N – Volumul de nămol acumulat în decantor;
 $T = 1 - 7$ zile – Durata între două curățiri succesive (zile);
 C_{AB} – Concentrația de suspensii din apa brută, rezultă din studiul de calitate (g/m^3);
 C_{AD} – Concentrația de suspensii din apa decantată (g/m^3);
 $C_N = 5 - 10\%$ – Conținutul de substanță uscată a nămolului;
 $\gamma_N = 1050 - 1100 \text{ kg/m}^3$ – Greutatea specifică a nămolului.

- (8) Colectarea nămolului reținut în decantor se poate realiza cu următoarele sisteme:
- curățirea manuală – se poate adopta pentru decantoare mici cu debite sub $100 \text{ dm}^3/\text{s}$. Aceasta se realizează prin golirea completă a bazinului respectiv.
 - curățire mecanică – pentru decantoare de capacitate medie sau mare se recomandă folosirea podurilor racloare. Timpul de evacuare al nămolului dintr-un decantor orizontal-longitudinal se adoptă în mod uzual $T = 30 - 60$ min.
- (9) În situația în care se prevede colectarea nămolului cu poduri racloare, se vor prevedea dispozitive care să preîntâmpine înghețul în zona de tranzit a podului, în perioada de iarnă.

5.2.5.1.2 Decantoare orizontal radiale

- (1) Dimensionarea decantoarelor orizontal radiale are la baza viteza de sedimentare v_s , care se determină prin teste experimentale, în cadrul studiului de calitate al apei brute.

- (2) Timpul de decantare se stabilește cu relația următoare:

$$T_d = \frac{H}{v_s} \quad (5.17)$$

în care:

- T_d – Timpul de decantare (h);
 v_s – Viteza de sedimentare (m^3);
 $H = 2 - 3 \text{ m}$ – Înălțimea apei din decantor în zona de evacuare (perimetrul exterior).

- (3) Volumul util al decantorului se stabilește cu relația următoare:

$$V_u = Q \times T_d \quad (5.18)$$

în care:

- V_u – Volumul util al decantorului (m^3);
 T_d – Timpul de decantare (h).

- (4) Diametrul decantorului orizontal radial se determină în funcție de volumul util și înălțimea apei din zona de evacuare a decantorului, respectând condiția ca panta radierului să fie $i = 5 - 10 \%$. Se verifică și raportul dintre diametrul și înălțimea medie a decantorului:

$$\frac{D}{H_m} > 6 \quad (5.19)$$

- (5) Viteza medie a apei se determină cu relația următoare:

$$v_m = \frac{D-d}{2 \times T_d} \leq 0,1 \text{ m/h} \quad (5.20)$$

în care:

- v_m – Viteza medie a apei (m^3);
 D – Diametrul decantorului (m);

d – Diametrul camerei centrale a decantorului (m);

T_d – Timpul de decantare (h).

- (6) Nămolul se colectează cu poduri raclare prevăzute cu lame segmentate, pentru ca nămolul să fie transportat succesiv de pe o lamă pe următoarea, spre bașa centrală. Decantorul orizontal radial va fi prevăzut cu dispozitive care să preîntâmpine înghețul în zona de tranzit a podului raclar, în perioada de iarnă.
- (7) Colectarea apei decantate se realizează cu ajutorul unui jgheab perimetral prevăzut cu deversori triunghiulari.

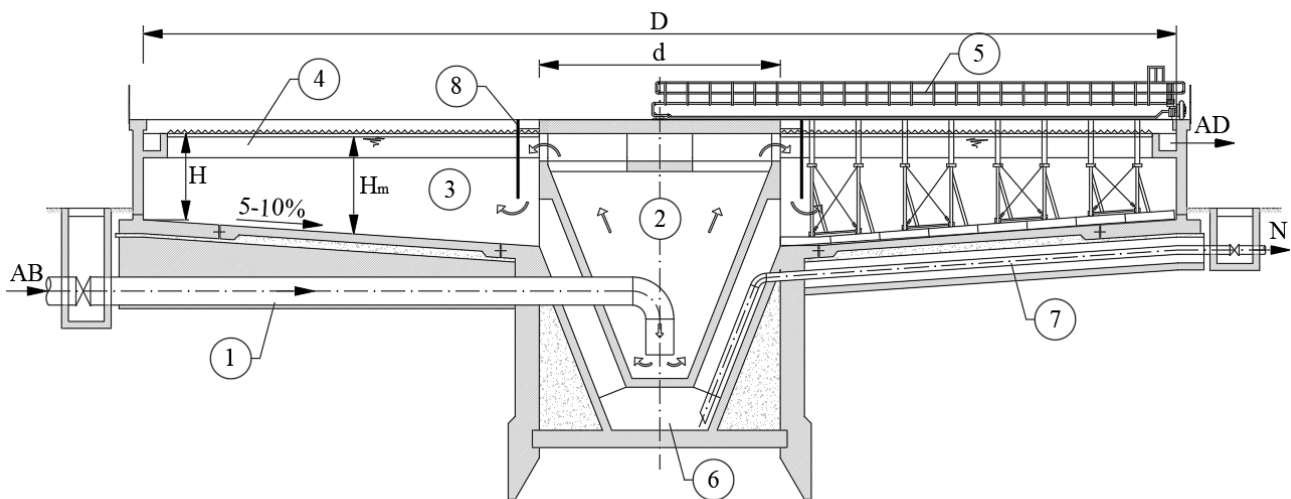


Figura 5.4. Decantor orizontal radial.

Notații: 1. Conductă apă brută; 2. Camera centrală; 3. Zona de decantare; 4. Jgheab perimetral colectare apă decantată; 5. Pod raclar; 6 – Zona de colectare nămol; 7 – Conductă evacuare nămol; 8 – Cilindru ocolire; AB – Apă brută; AD – Apă decantată; N – Evacuare nămol.

5.2.5.1.3 Decantoare verticale

- (1) Decantoarele verticale se recomandă pentru debite reduse, sub $100 \text{ dm}^3/\text{s}$.
- (2) Suprafața de limpezire a unui decantor orizontal-longitudinal se stabilește cu relația următoare:

$$A_L = \frac{Q}{i_h} \quad (5.21)$$

în care:

A_L – Suprafața de limpezire (m^2);

Q – Debitul unei unități de decantare (m^3/h);

$i_h = 0,8 - 1,2 \text{ m/h}$ – Încărcarea hidraulică.

- (3) Forma în plan a decantorului vertical se poate adopta:
- a. pătrată, cu latura B:

$$B = \sqrt{A_L} \quad (\text{m}) \quad (5.22)$$

- b. circulară, cu diametrul D:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times A_L}{\pi}} \quad (\text{m}) \quad (5.23)$$

- (4) Lățimea decantorului din zona inferioară se adoptă $b = 1,0 - 1,5 \text{ m}$.
- (5) Timpul de decantare se adoptă în domeniul: $T_d = 1,0 - 1,5 \text{ h}$.
- (6) Înălțimea utilă a decantorului se determină cu relația următoare:

$$H_u = \frac{i_h}{3,6} T_d \quad (5.24)$$

în care:

H_u – Înălțimea utilă a decantorului (m);
 $i_h = 0,8 - 1,2$ m/h – Încărcarea hidraulică;
 $T_d = 1,0 - 1,5$ h – Timpul de decantare.

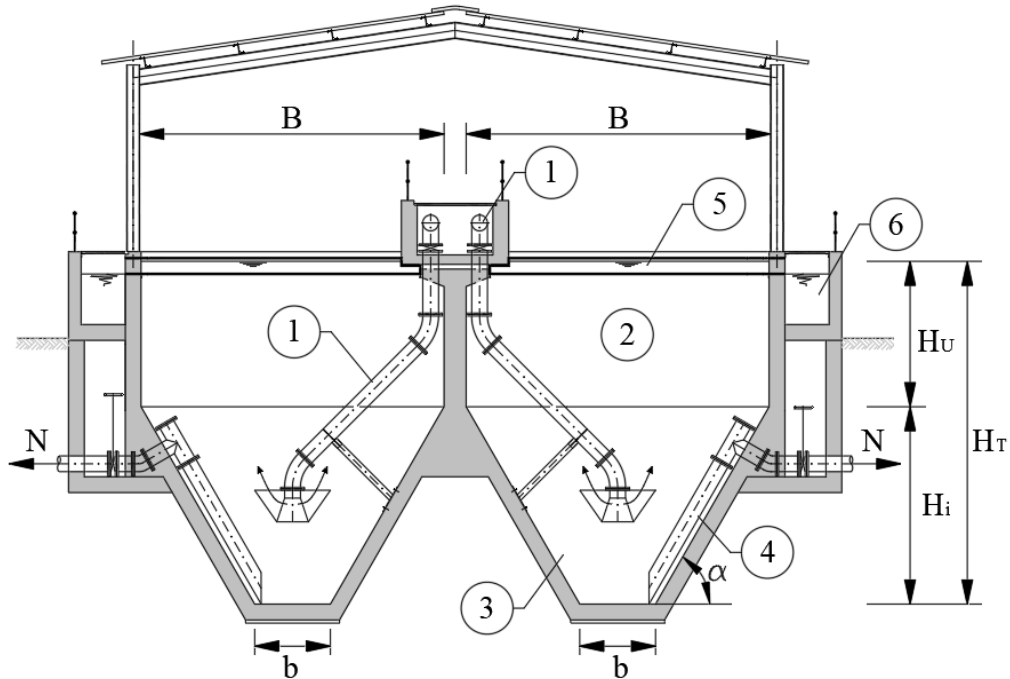


Figura 5.5. Decantor vertical cu două cuve.

Notații: 1. Conductă apă brută; 2. Zonă de decantare; 3. Zonă de colectare nămol; 4. Conductă evacuare nămol; 5. Jgheaburi colectare apă decantată; 6. Canal apă decantată; N – Evacuare nămol; α – unghi de înclinare zonă colectare nămol.

- (7) În situația în care înălțimea utilă a decantorului rezultă mai mică de 2,0 m, se adoptă $H_u = 2,0$ m.
- (8) Zona de colectare a nămolului se realizează sub forma de trunchi de piramidă sau trunchi de con, cu unghiul $\alpha = 45^\circ - 60^\circ$.
- (9) Evacuarea nămolului din decantor se realizează la intervale de timp, care se stabilesc în funcție de concentrația în suspensii din apa decantată, dar nu mai lungi de $T=48$ h. Evacuarea nămolului se realizează în situația în care concentrația în suspensii din apa decantată depășește $c=20$ mg/l.
- (10) Înălțimea totală a decantorului vertical se determină cu următoarea relație:

$$H_T = H_i + H_u + H_s \quad (5.25)$$

în care:

H_T – Înălțimea totală a decantorului (m);
 H_i – Înălțimea zonei inferioare a decantorului (m);
 H_u – Înălțimea utilă a apei în decantor;
 $H_s = 0,10 - 0,15$ m – Înălțime de siguranță.

- (11) Pentru evitarea înghețului, este recomandabil ca decantoarele să fie acoperite.

5.2.5.2 Decantare cu strat suspensional

- (1) Stratul suspensional reprezintă o zonă de aglomerare a particulelor coloidale coagulate și flocluate în interiorul decantoarelor. Rolul stratului suspensional este de a determina o creștere semnificativă a greutateii flocoanelor prin ciocnirea și agregarea acestora, prin parcurgerea acestei zone de aglomerare, cu concentrații ale particulelor în suspensie foarte ridicate, de până la $10-12 \text{ g/dm}^3$.
- (2) Din punct de vedere al modului în care este constituit, stratul suspensional se clasifică astfel:
 - a. strat suspensional lestat, amplasat pe o înălțime redusă deasupra radierului decantorului (20 – 30 cm);
 - b. strat suspensional fluidizat, amplasat pe o înălțime semnificativă a decantorului (1.0 – 2.0 m).
- (3) Decantoarele suspensionale au fost dezvoltate de companii specializate și sunt în general elaborate pe tehnologii patentate și protejate. O clasificare generală a fost prezentată anterior în tabelul 5.1. În acest sens, la implementarea anumitor tipuri de decantare se va prefera forma de contract de proiectare și execuție lucrări, care permite companiei câștigătoare să implementeze tehnologia proprie de decantare.

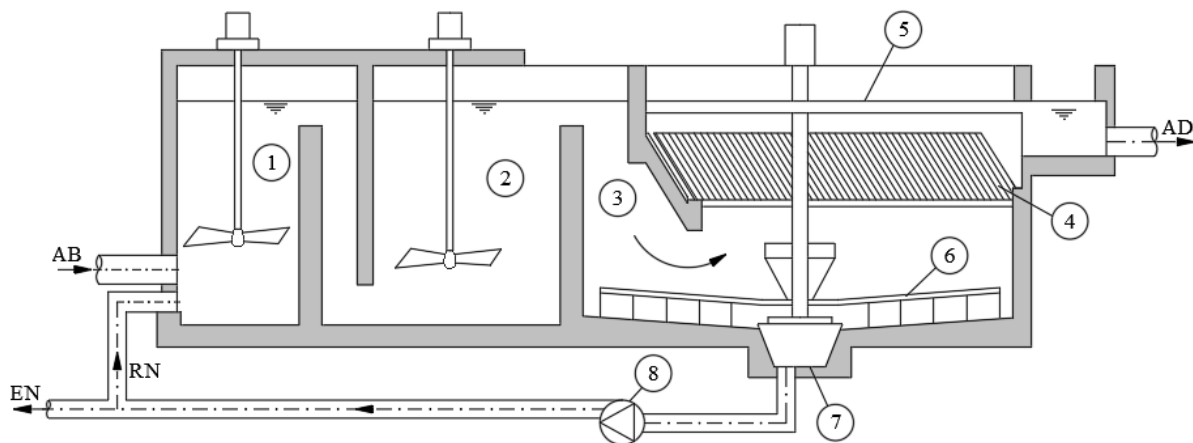


Figura 5.6. Decantor suspensional cu camere de reacție, modul lamelar și concentrator de nămol.

Notații: 1. Camera de reacție rapidă; 2. Camera de reacție lentă; 3. Zona intrare în decantor; 4. Modul lamelar; 5. Sistem colectare apă decantată; 6. Pod raclor; 7. Bașă nămol; 8. Pompă recirculare- evacuare nămol; AB – Apă brută; AD – Apă decantată; EN – Evacuare nămol; RN – Recirculare nămol.

- (4) Decantoarele cu strat suspensional moderne sunt alcătuite de regulă din următoarele componente:
 - a. camere de reacție rapide;
 - b. camere de reacție lente;
 - c. decantorul propriu-zis compus din următoarele subansamble:
 - i. modul lamelar;
 - ii. sistem de colectare și evacuare apă decantată;
 - iii. sistem de colectare și evacuare nămol;
 - iv. sistem de recirculare nămol;
 - v. instalația hidraulică.
- (5) Criteriile de proiectare pentru camere de reacție rapide și lente au fost prezentate anterior.
- (6) Modulele lamelare au rolul de a laminariza mișcarea apei, fenomen care aduce următoarele avantaje:
 - a. firele de curent sunt independente, fapt care permite deplasarea apei în sens ascendent, respectiv a flocoanelor de nămol în sens descendent;
 - b. se elimină pulsația turbulentă a vitezei, care defavorizează reținerea particulelor din apă;
 - c. se elimină influența pereților rigizi care mărginesc curgerea.

- (7) Există mai multe tipuri de module lamelare (în curent ascendent, în co-curent, în curent încrucișat, modul tip Δ) clasificate în funcție de modul în care se realizează mișcarea apei și a flocoanelor de nămol, însă modulele lamelare utilizate frecvent în practică se clasifică în:
- modul lamelar în curent ascendent – este constituit din elemente cu secțiune de mici dimensiuni, rectangulare, hexagonale sau circulare, dispuse înclinat, care permit trecerea apei limpezite la partea superioară în timp ce nămolul se evacuează către zona inferioară, după ce s-a depus pe lamelă;
 - modul lamelar în curent încrucișat – este constituit din plăci înclinate care se amplasează la distanțe reduse una față de cealaltă; accesul apei în modul se realizează prin părțile laterale în zona inferioară a modului, după care apa decantată este evacuată la partea superioară, între rândurile de plăci în jgheaburi adiacente, iar nămolul se evacuează la zona inferioară.

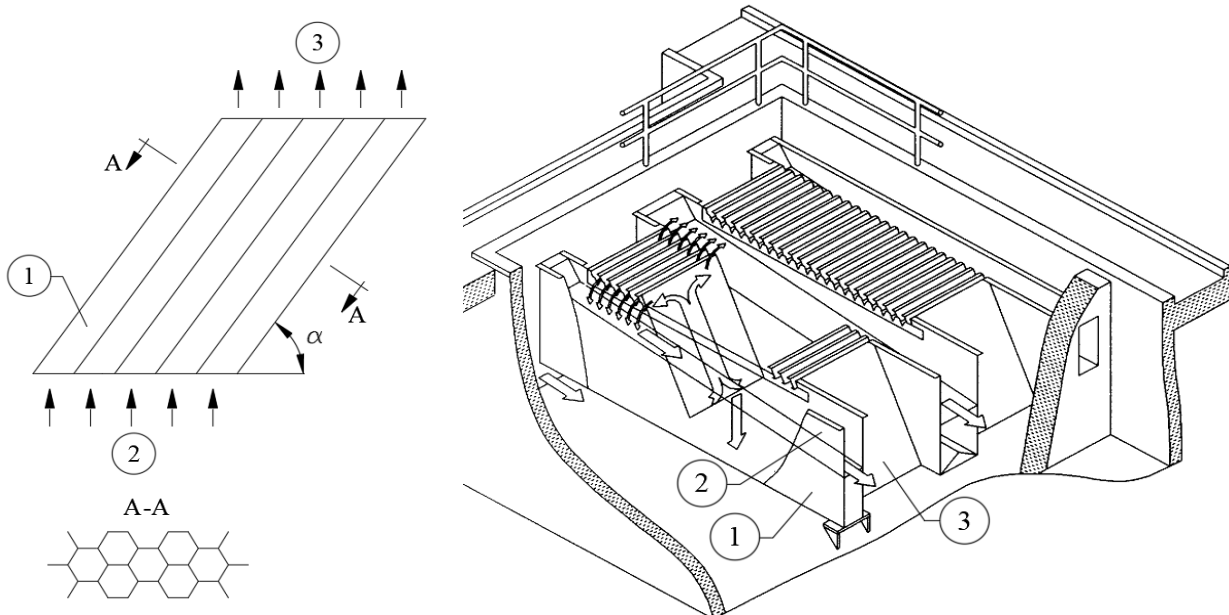


Figura 5.7. Tipuri uzuale de module lamelare.

Notații: Stânga - Modul lamelar în curent ascendent; Dreapta – Modul lamelar în curent încrucișat; 1. Modul lamelar, 2 – Zona intrare apă în modul. 3 – Zona ieșire apă din modul.

- (8) Dimensionarea modului lamelar constă în parcurgerea următorilor pași:
- adoptarea tipului de modul;
 - adoptarea unghiului de înclinare;
 - adoptarea formei și dimensiunilor lamelelor, în cazul modului lamelar în curent ascendent;
 - calculul parametrilor geometrici ai modului (arie udată, perimetru udat și raza hidraulică);
 - verificarea încadrării regimului de mișcare în interiorul lamelei în domeniul laminar;
 - calculul componentelor lungimii modului lamelar și a lungimii totale λ ;
 - adoptarea înălțimii minime de apă limpezită de deasupra modului;
 - adoptarea înălțimii minime a concentratorului de nămol sau floculatorului, aflat sub modul.
- (9) Adoptarea tipului de modul va ține cont de înălțimea disponibilă a obiectelor din stația de tratare; în mod uzual, modulul lamelar în curent încrucișat conduce la înălțimi mai mari, dar prezintă avantaje privind riscul redus de înfundare și curățirea mai facilă.
- (10) Unghiul de înclinare al modulelor lamelare față de orizontală se adoptă în domeniul $\alpha = 50^\circ - 55^\circ$. Cu cât unghiul este mai mare, cu atât eficiența modului scade. Nu se recomandă adoptarea unui unghi mai redus de 45° , pentru că nămolul se acumulează pe lamela și cade brusc, deranjând regimul de mișcare.

(11) Forma uzuală a lamelelor modulului în curent ascendent, normală la direcția de curgere, este forma hexagonală, cu latura $a = 40 - 60$ mm, însă se pot adopta și forme rectangulare, cu laturile având dimensiuni în domeniul $b = 40 - 60$ mm. Deși se poate utiliza și forma circulară, nu este recomandată, datorită faptului că interspațiile rezultate din îmbinarea pachetelor de lamele produc o degradare atât a regimului de mișcare, cât și a calității apei, prin dezvoltarea biomasei în interiorul acestora.

(12) Parametrii geometrici ai modulului lamelar se calculează în secțiunea normală la direcția de curgere, în funcție de forma lamelei. Aceștia sunt:

- a. aria udată – A_u (m^2);
- b. perimetrul udat – P_u (m).

(13) R_h – Raza hidraulică a lamelei, se calculează cu relația următoare:

$$R_h = \frac{A_u}{P_u} \quad (5.26)$$

în care:

R_h – Raza hidraulică a lamelei (m);

A_u – Aria udată (m^2);

P_u – Perimetrul udat (m);

(14) Mișcarea laminară este apreciată prin criteriul Reynolds (Re), care se determină cu relația următoare:

$$Re = \frac{v \times R_h}{\nu} \quad (5.27)$$

în care:

Re – Numărul Reynolds;

v – Viteza medie a apei pe lamelă (m/s);

ν – Coeficientul de vâscozitate cinematică a apei (m^2/s), conform tabelului următor.

Tabelul 5.4. Variația coeficientului de vâscozitate cinematică a apei în funcție de temperatură.

T(°C)	0	10	20	40
ν (m^2/s)	$1,79 \times 10^{-6}$	$1,31 \times 10^{-6}$	$1,01 \times 10^{-6}$	$0,658 \times 10^{-6}$

(15) În cazul modulelor lamelare, pentru a obține mișcare laminară, se consideră necesar ca $Re < 200$. Se recomandă valori $Re \leq 50$.

(16) Lungimea totală a modulului lamelar se determină cu relația următoare:

$$\lambda = K_s (\lambda_{LAM} + 2 \times \lambda_{TZ}) \quad (5.28)$$

în care:

λ – Lungimea totală a lamelei (m);

$K_s = 1,2-1,3$ – Coeficient de siguranță;

λ_{LAM} – Lungimea zonei în care mișcarea este în regim laminar, se determină din condiția ca mărimea de separare suspensională să fie: $u \leq 0,1$ mm/s;

$$\lambda_{LAM} = \frac{v \times e}{u \times \cos \alpha} = 10.000 \times \frac{v \times e}{\cos \alpha} \quad (5.29)$$

în care:

λ_{LAM} – Lungimea zonei în care mișcarea este în regim laminar (m);

v – Viteza medie a apei pe lamelă (m/s);

e – Distanța între pereții lamelei, normală la direcția de curgere (m);

u – Mărimea de separare suspensională (m/s);

α – Unghiul de înclinare al modulului.

λ_{TZ} – Lungimea zonei în care mișcarea este în regim de tranziție, se determină cu relația următoare:

$$\lambda_{TZ} = 0,1 \times e \times Re \quad (5.30)$$

în care:

λ_{TZ} – Lungimea zonei în care mișcarea este în regim de tranziție (m);

e – Distanța între pereții lamelei, normală la direcția de curgere (m);

Re – Numărul Reynolds (m/s).

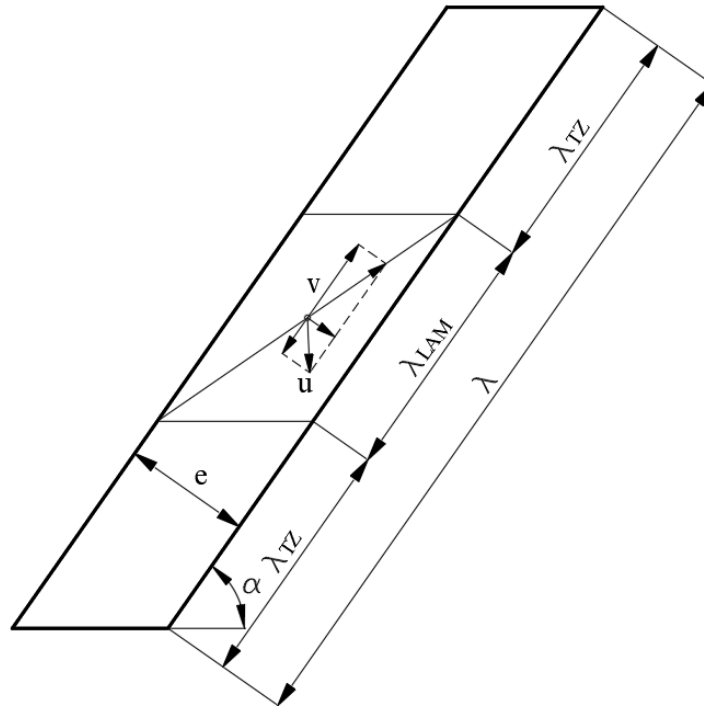


Figura 5.8. Determinarea lungimii modulului lamelar.

Notații: 1. Modul lamelar în curent ascendent; 2. Modul lamelar în curent încrucișat.

(17) Înălțimea totală a modulului lamelar se determină cu relația următoare:

$$H_{ML} = \lambda \times \sin \alpha \quad (5.31)$$

în care:

H_{ML} – Înălțimea modulului lamelar (m);

λ – Lungimea totală a lamelei (m);

α – Unghiul de înclinare al modulului.

(18) Înălțimea de apă limpezită de deasupra modulului lamelar se adoptă minim egală cu înălțimea modulului lamelar:

$$H_{AL} \geq H_{ML} \quad (5.32)$$

în care:

H_{AL} – Înălțimea de apă limpezită de deasupra modulului lamelar (m);

H_{ML} – Înălțimea modulului lamelar (m);

(19) Înălțimea concentratorului de nămol se adoptă în domeniul: $H_{CN} = 2,0 - 4,0$ m, în funcție de configurația și tipul decantorului.

(20) Colectarea apei decantate se va realiza cu următoarele sisteme:

- a. conducte submersate cu orificii pe generatoarea superioară;
- b. jgheaburi cu deversori cu funcționare neînecată.

- (21) Distanța între două conducte sau jgheaburi succesive se va adopta egală cu înălțimea de apă limpezită H_{AL} .
- (22) Pentru colectarea nămolului se vor prevedea concentrator de nămol cu pod raclor sau bașe de colectare nămol prevăzute cu conducte de evacuare nămol.
- (23) Viteza minimă a apei în conductele de nămol se va adopta $v_N \geq 0,7$ m/s.
- (24) În scopul îmbogățirii numărului de particule din influentul decantorului și implicit a ciocnirilor eficiente inter-particule care au ca efect creșterea în greutate a flocoanelor și îndepărtarea mai facilă a acestora, se recomandă realizarea recirculării nămolului. Debitul de recirculare a nămolului se adoptă:

$$Q_{RN} = n \times Q \quad (5.33)$$

în care:

- Q_{RN} – Debitul de recirculare a nămolului (m^3/s);
- $n = (5-10)$ % – rata de recirculare a nămolului;
- Q – Debitul de apă brută influent în decantor (m^3/s).

5.2.6 Filtrarea apei

- (1) Parametrul fundamental al procesului de filtrare este viteza aparentă de filtrare (denumită în practica curentă, viteză de filtrare):

$$v_F = \frac{Q}{A_F} \quad (5.34)$$

în care:

- v_F – Viteza de filtrare (m/h);
- Q – Debitul de apă influent în stația de filtre (m^3/h);
- A_F – Aria de filtrare (m^2).

- (2) Tabelul următor prezintă o clasificare a filtrelor în funcție de mărimea vitezei de filtrare, precum și avantajele și dezavantajele fiecărui tip de filtre.

Tabelul 5.5. Clasificarea filtrelor în funcție de viteza de filtrare

Tip filtre	Viteza de filtrare		Avantaje	Dezavantaje
Filtre lente	2 – 4	m/zi	Calitate excelentă a apei filtrate Automatizare redusă Exploatare simplă Costuri reduse de exploatare	Necesită suprafețe mari Cost de investiție ridicat La temperaturi reduse ale apei, procesul biologic încetinește
Filtre rapide	4 – 6	m/h	Calitate foarte bună a apei filtrate Nivel de automatizare ridicat	Necesită competente ridicate ale personalului de exploatare Consumuri energetice și pierderi de apă ca urmare a spălării filtrelor
Filtre ultra-rapide (filtre sub presiune)	10 - 20	m/h	Funcționare complet automatizată	Calitate mai redusă a apei filtrate Necesită competente ridicate ale personalului de exploatare Consumuri energetice și pierderi de apă ridicate ca urmare a spălării frecvente a filtrelor

- (3) Din punct de vedere al modului de utilizare al filtrelor, acestea se clasifică în:

- a. filtre utilizate ca treaptă principală de tratare (filtrare directă); acestea sunt aplicabile pentru surse de apă care sunt limpezi (ex: lacuri de acumulare) și nu necesită decât procese de coagulare-floculare în amonte;
 - b. filtre utilizate în schema de tratare ca proces de limpezire avansată; acestea sunt utilizate în schemele clasice de tratare, după treapta de decantare;
 - c. filtre utilizate în schema de tratare pentru finisarea calității apei; acestea sunt folosite în schemele care includ dublă filtrare sau filtrarea pe membrane după filtrarea convențională.
- (4) Din punct de vedere al tipurilor de procese care au loc în filtre, acestea se clasifică în:
- a. filtre convenționale, în care reținerea suspensiilor are loc preponderent prin procese fizice;
 - b. filtre biologice, în care au loc preponderent procese biologice de degradare a anumitor compuși din apă.

5.2.6.1 Filtre lente

(1) Schema unui filtru lent este prezentată în figura următoare:

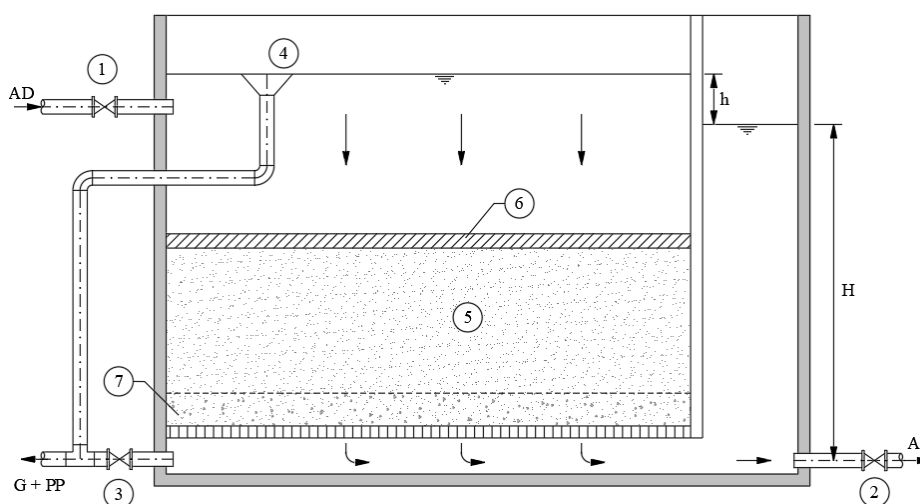


Figura 5.9. Schema unui filtru lent.

Notații: 1. Influent filtru; 2. Evacuare apă filtrată; 3. Golire; 4. Preaplin; 5. Strat nisip; 6. Membrană biologică; 7. Drenaj;
AD – Apă decantată; AF – Apă filtrată.

- (2) Un filtru lent se compune din următoarele subansamble:
- a. sistemul de admisie a apei în cuvele de filtru;
 - b. stratul filtrant care susține membrana biologică;
 - c. drenajul care susține stratul filtrant;
 - d. sistemul de evacuare a apei filtrate;
 - e. golire și preaplin filtru.
- (3) Sistemul de funcționare al filtrelor lente este cu debit constant și nivel variabil.
- (4) Caracteristicile principale ale nisipului pentru filtrele lente sunt:
- a. înălțimea recomandată a stratului de nisip: $H_N = 1,2 - 1,4$ m;
 - b. înălțimea minimă a stratului de nisip: $H_{N,min} = 0,80$ m;
 - c. dimensiunile particulelor de nisip în domeniul: $d_N = 0,2 - 1,8$ mm;
 - d. diametrul efectiv (diametrul ochiurilor sitei prin care trece 10% din materialul cernut) va fi în domeniul: $d_{ef} = d_{10} = 0,30-0,40$ mm;
 - e. coeficientul de uniformitate având valori în intervalul $u = d_{60}/d_{10} = 2,5-3,0$;

- f. conținutul de cuarț definit prin conținut de feldspați, granați – minim 92%;
 - g. densitatea reală a granulelor de nisip: $\rho_N \geq 2,4 \text{ g/cm}^3$;
 - h. densitatea aparentă (în vrac) în domeniul: $\rho_{N, \text{vrac}} = 1,3 - 1,6 \text{ g/cm}^3$;
 - i. porozitatea recomandată: $p = 40\%$;
 - j. friabilitatea recomandată: $F < 20\%$ la 1500 lovituri;
 - k. rezistența chimică (pierderea la acid): $R_c < 2\%$.
- (5) Stratul filtrant de nisip este susținut de un strat de pietriș mărgăritar cu înălțimea $H_P = 10-15 \text{ cm}$, amplasat deasupra drenajului.
- (6) Drenajul filtrelor lente se poate asigura cu următoarele sisteme:
- a. plăci poroase;
 - b. conducte submersate cu orificii pe generatoarea superioară, tip dren, înglobate în pietriș mărgăritar.
- (7) Suprafața de filtrare necesară se determină cu relația următoare:

$$A_F = 1,2 \times \frac{Q}{v_F} \quad (5.35)$$

în care:

A_F – Aria de filtrare necesară (m^2);

Q – Debitul de apă influent în stația de filtre (m^3/h);

$v_F = 2 - 4 \text{ m/zi}$ – Viteza de filtrare.

- (8) Numărul minim de cuve se adoptă $n = \text{min. } 4$, pentru a nu se supraîncărca excesiv filtrele în funcțiune, la operațiuni de curățire a unui filtru.
- (9) Instalațiile hidraulice se vor amplasa într-un cămin vizitabil adiacent cuvei filtrului și vor cuprinde:
- a. sistem hidraulic alimentare cuve, constituit din conducte prevăzute cu vane de izolare la fiecare cuvă; sistemul de alimentare cuve va fi conceput astfel încât să asigure echirepartiția debitului la fiecare cuvă, atât în procesul de filtrare pentru toate cuvele în funcțiune, cât și când una dintre cuve este în curățire;
 - b. sistem hidraulic de colectare și evacuare a apei filtrate, prevăzut cu vane de izolare;
 - c. sistem de golire și preaplin pentru fiecare cuvă.
- (10) Filtrele lente se curăță, nu se spală. Curățirea filtrelor lente se face când membrana biologică se dezvoltă excesiv și determină fie o înrăutățire a calității apei datorată mortalității microorganismelor, fie datorită creșterii excesive a pierderii de sarcină. În mod uzual, curățirea filtrelor rapide are loc la intervale de 3 – 6 luni. Ciclul de funcționare/operare pentru filtrele lente este:
- a. umplerea cuvei – se va realiza ascendent prin sistemul hidraulic și sistemul de drenaj;
 - b. formarea membranei biologice – etapa durează timp de 3 – 7 zile, în perioada de vară, în perioada formării membranei biologice se va urmări și calitatea apei filtrate, iar în cazul în care aceasta nu este corespunzătoare, nu va fi introdusă în sistemul de alimentare cu apă;
 - c. etapa de filtrare a apei – în condiții normale de funcționare a membranei biologice, durata perioadei de filtrare trebuie să fie 3 – 6 luni;
 - d. curățirea filtrelor – se declanșează operațiunea de curățire a filtrului în situația în care calitatea apei filtrate se înrăutățește peste calitatea minim admisibilă sau când pierderea de sarcină crește peste valoarea maxim admisibilă (maxim egală cu înălțimea stratului filtrant) sau când se observă dezvoltarea excesivă a membranei biologice; curățirea constă în următorii pași:
 - i. se oprește și se golește filtrul;
 - ii. se răzuiește membrana biologică (primii 2 – 3 cm de nisip);
 - iii. se dezinfectează filtrul cu soluție de hipoclorit, care să asigure o doză de clor de minim 20 g/m^3 apă, timp de minim 24 h;

- iv. se umple cuva de filtru și se reia procesul de filtrare, până la limpezirea completă a efluentului și până la îndepărtarea urmelor de clor; în aceasta perioadă efluentul filtrului lent se evacuează la canalizare;
- v. după ce filtrul s-a curățat și nu se mai constată urme de hipoclorit în efluent, iar membrana biologică s-a reformat, se reia ciclul de filtrare.

5.2.6.2 Filtre rapide de nisip

- (1) O stație de filtre rapide de nisip se compune din următoarele subansamble:
- a. sistemul de admisie a apei în cuvele de filtru;
 - b. stratul filtrant;
 - c. drenajul care susține stratul filtrant;
 - d. sistemul de evacuare a apei filtrate;
 - e. rezervor de apă filtrată / apă de spălare filtre;
 - f. stația de pompare apă de spălare filtre;
 - g. suflante aer spălare filtre;
 - h. sistemul de colectare și evacuare a apei de la spălare filtre;
 - i. sistemul de conducere a procesului de filtrare;
 - j. instalația hidraulică aferentă cuvelor de filtru grupată în galeria tehnologică, constituită din:
 - i. conducte și vane pe circuitul de apă filtrată;
 - ii. conducte și vane pe circuitul de apă de spălare;
 - iii. conducte și vane pe circuitul de aer de spălare.

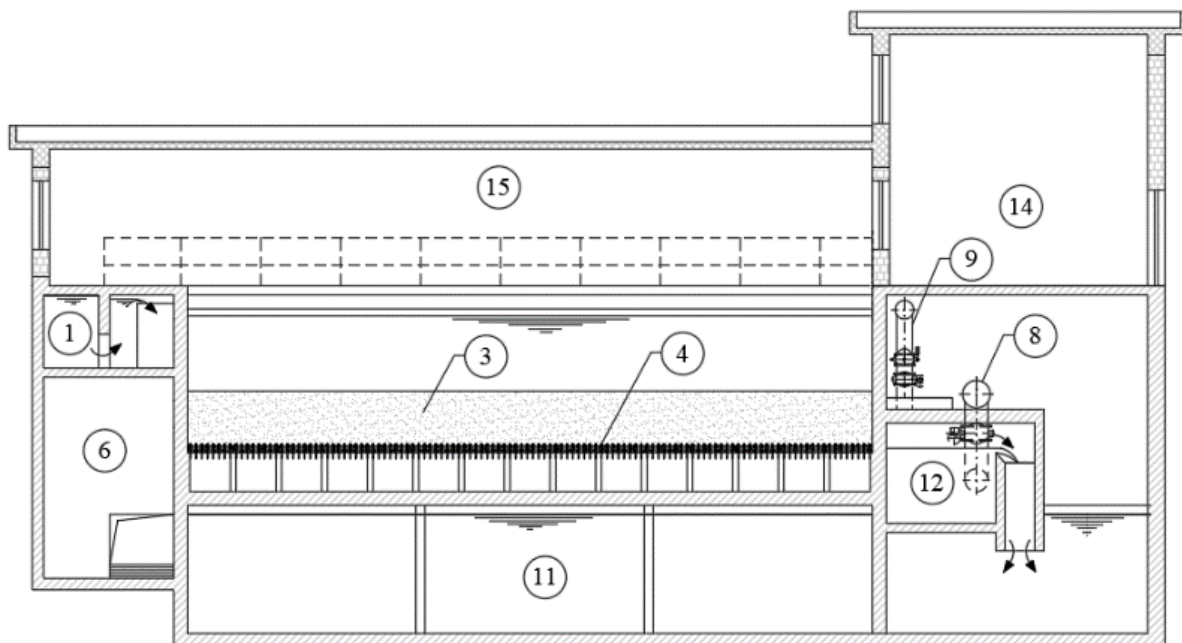


Figura 5.10. Secțiune longitudinală prin stația de filtre rapide de nisip.

Notații: 1. Sistem admisie apă decantată; 3. Strat filtrant; 4. Drenaj cu plăci cu crepine; 6. Canal evacuare apă de la spălare; 8. Apă spălare; 9. Aer spălare; 10. Orificii; 11. Rezervor apă filtrată; 12. Cămin spălare; 14. Galeria tehnologică; 15. Sala filtrelor.

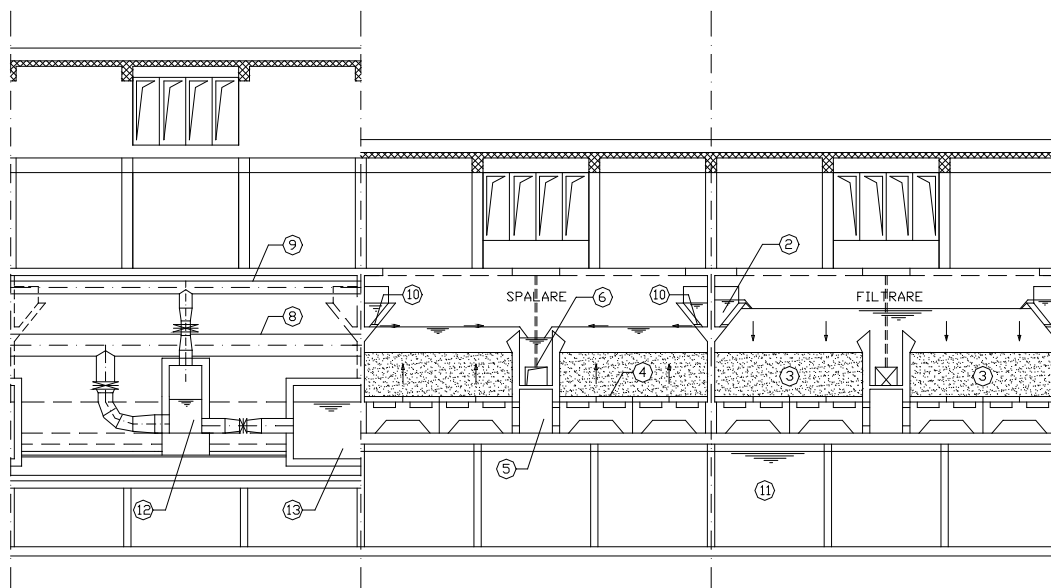


Figura 5.11. Schema unei stații de filtre rapide de nisip – secțiune transversală.

Notații: 1. Sistem admisie apă decantată; 2. Jgheab admisie apă decantată în filtru; 3. Strat filtrant; 4. Drenaj cu plăci cu crepine; 5. Canal evacuare apă filtrată și distribuție apă+aer spălare; 6. Canal evacuare apă de la spălare; 7. Stavilă evacuare apă de la spălare; 8. Apă spălare; 9. Aer spălare; 10. Orificii; 11. Rezervor apă filtrată; 12. Cămin spălare; 13. Cămin apă filtrată.

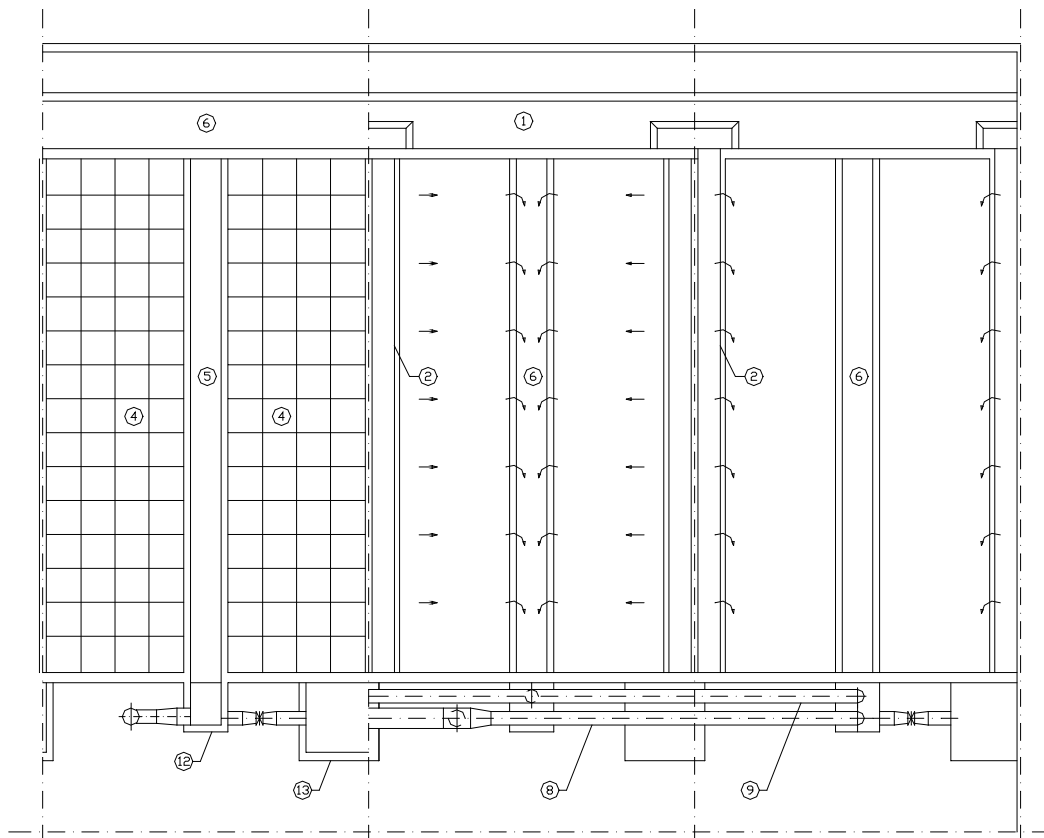


Figura 5.12. Schema unei stații de filtre rapide de nisip – vedere în plan la diferite nivele.

Notații: 1. Sistem admisie apă decantată; 2. Jgheab admisie apă decantată în filtru; 3. Strat filtrant; 4. Drenaj cu plăci cu crepine; 5. Canal evacuare apă filtrată și distribuție apă+aer spălare; 6. Canal evacuare apă de la spălare; 7. Stavilă evacuare apă de la spălare; 8. Apă spălare; 9. Aer spălare; 10. Orificii; 11. Rezervor apă filtrată; 12. Cămin spălare; 13. Cămin apă filtrată.

- (2) Sistemul de funcționare al filtrelor rapide de nisip poate fi:
- a. sistem cu debit constant și nivel variabil;

b. sistem cu nivel constant și debit variabil.

- (3) Sistemul de funcționare cu debit constant și nivel variabil implică introducerea în filtru a unui debit constant pe tot parcursul ciclului de filtrare. Pierderea de sarcină crește pe parcursul ciclului de filtrare, datorită colmatării stratului filtrant, determinând o creștere a nivelului apei în filtru de la nivelul minim la începutul ciclului de filtrare (min. 30-40 cm peste stratul filtrant) când stratul filtrant este curat, până la nivelul maxim la sfârșitul ciclului de filtrare (înălțimea apei peste stratul filtrant este egală cu înălțimea stratului filtrant), când stratul filtrant este colmatat. Instalația hidraulică de evacuare apă filtrată va fi concepută în sensul asigurării unei înălțimi minime de apă (30-40 cm) peste stratul filtrant în cuva de filtru la începutul ciclului de filtrare, pentru evitarea zonelor de curgere preferențiale. La atingerea nivelului maxim admisibil al apei în cuvă, se va declanșa procesul de spălare. Sistemul cu debit constant și nivel variabil presupune un nivel de automatizare mai redus și se poate adopta în cazul în care stația de tratare este amplasată într-o zonă în care accesul operatorilor de înaltă calificare este redus.
- (4) Sistemul de funcționare cu nivel constant și debit variabil presupune menținerea unui nivel pseudo-constant pe parcursul ciclului de filtrare în cuva de filtru. Datorită colmatării stratului filtrant pierderea de sarcină în filtru va crește și va determina o tendință de creștere a nivelului de apă în filtru. Aceasta tendință este sesizată de sistemul de reglaj al procesului de filtrare (regulator de nivel amonte sau senzor de nivel) care comandă deschiderea în trepte a vanei de pe conducta de apă filtrată pe parcursul ciclului de filtrare. Astfel, suma pierderii de sarcină în stratul de nisip și a pierderii de sarcină la vana de reglaj de pe conducta apă filtrată este pseudo-constantă pe întreg ciclul de filtrare, rezultând un nivel al apei pseudo-constant în filtru. La începutul ciclului de filtrare, pierderea de sarcină în stratul de nisip curat este redusă, iar pierderea de sarcină la vana de reglaj de pe conducta de apă filtrată este mare, aceasta fiind mai închisă. Pe parcursul ciclului de filtrare, dispozitivul care conduce procesul de filtrare comandă deschiderea vanei de apă filtrată, compensând creșterea pierderii de sarcină din stratul filtrant. Astfel, debitul de apă filtrată variază pe parcursul ciclului de filtrare, fiind mai redus la începutul ciclului și mai mare la sfârșitul ciclului. La atingerea pierderii de sarcină maxim admisibilă prin stratul filtrant (egală cu înălțimea stratului filtrant) care generează deschiderea totală a vanei de reglaj de pe conducta de apă filtrată, sau la înrăutățirea calității apei filtrate la nivelul maxim admisibil, se va comanda spălarea filtrului.
- (5) Suprafața de filtrare necesară se determină cu relația următoare:

$$A_F = 1,2 \times \frac{Q}{v_F} \quad (5.36)$$

în care:

A_F – Aria de filtrare necesară (m^2);

Q – Debitul de apă influent în stația de filtre (m^3/h);

$v_F = 4 - 6$ m/h – Viteza de filtrare.

- (6) Numărul minim de cuve se adoptă $n = \min. 4$, pentru a nu se supraîncărca excesiv filtrele în funcțiune, la operațiuni de spălare a unui filtru.
- (7) Se va verifica viteza de filtrare în perioada de spălare a unei cuve de filtru. Aceasta nu trebuie să depășească viteza maximă $v_{F,S} = \max. 8$ m/h în cuvele aflate în filtrare pe perioada de spălare a filtrului.
- (8) Dimensiunile în plan ale unui filtru se adoptă astfel încât să respecte condiția următoare:

$$\frac{L}{B} = \frac{2 \times n}{n+1} \quad (5.37)$$

în care:

L – Lungimea în plan a filtrului (m);

B – Lățimea în plan a filtrului (m);

n – numărul de cuve de filtru.

- (9) Sistemul de admisie al apei în cuvele de filtru are rolul a asigura accesul unui debit egal de apă decantată la fiecare cuvă de filtru, indiferent de etapa de funcționare în care se găsește stația de filtre (filtrare sau spălare).
- (10) Este de preferat ca introducerea apei în cuva de filtru să se realizeze pe dimensiunea scurtă, pentru a evita fenomenul de sedimentare naturală în filtru care determină acoperirea superficială a unei zone a stratului de nisip cu flocoane, generând o filtrare preferențială prin zona rămasă activă și implicit determinând o încărcare inegală a stratului filtrant și viteze de filtrare diferențiate în zonele filtrului.
- (11) Cuvele de filtru se pot realiza singulare, pentru filtre rapide de nisip cu suprafețe reduse de până la $15 \text{ m}^2/\text{cuva}$. Pentru filtre cu suprafețe de filtrare mai mari de $15 \text{ m}^2/\text{cuva}$ se vor adopta două semicuve separate în zona centrală de jgheabul de colectare a apei de la spălarea filtre.
- (12) Caracteristicile principale ale nisipului pentru filtrelor rapide sunt:
- înălțimea recomandată a stratului de nisip: $H_N = 1,0 - 1,2 \text{ m}$;
 - dimensiunile particulelor de nisip în domeniul: $d_N = 0,85 - 2,0 \text{ mm}$; procentul de particule care nu se va încadra în domeniu trebuie să fie de maxim 5% sub diametrul minim $d_{\min} = 0.85 \text{ mm}$, respectiv maxim 5% peste diametrul maxim $d_{\max} = 2,0 \text{ mm}$;
 - diametrul efectiv (diametrul ochiurilor sitei prin care trece 10% din materialul cernut) va fi în domeniul: $d_{\text{ef}} = d_{10} = 0,9 - 1,0 \text{ mm}$;
 - coeficientul de uniformitate având valori în intervalul $u = d_{60}/d_{10} \leq 1,6$;
 - conținutul de cuarț definit prin conținut de feldspați, granați – minim 92%, recomandabil 95%, pentru asigurarea durității necesare a materialelor componente (6.5 - 7.5 în scara Mohs);
 - densitatea reală a granulelor de nisip: $\rho_N \geq 2,4 \text{ g/cm}^3$;
 - densitatea aparentă (în vrac) în domeniul: $\rho_{N,\text{vrac}} = 1,3 - 1,6 \text{ g/cm}^3$;
 - porozitatea minimă recomandată: $p \geq 40\%$;
 - friabilitatea F recomandată:
 - $F < 10\%$ la 750 lovituri;
 - $F < 20\%$ la 1500 lovituri;
 - rezistența chimică (pierderea la acid): $R_c < 2\%$.
- (13) Stratul filtrant de nisip poate fi susținut de un strat de pietriș mărgăritar cu dimensiunile particulelor în domeniul (3 – 7) mm, având înălțimea $H_P = 10 - 15 \text{ cm}$, amplasat deasupra drenajului. Soluția utilizării acestui strat de pietriș mărgăritar depinde de mărimea fantelor crepinelor și de soluția impusă de tehnologia de filtrare adoptată.
- (14) Se pot adopta și filtre multi-strat, atunci când calitatea apei o impune (de exemplu când în apă sunt prezenți compuși organici care trebuie îndepărtați, dar nu se prevăd procese de adsorbție). Filtrele multi-strat pot utiliza pe lângă nisip de filtru, medii filtrante de tip cărbune activ granular sau medii filtrante speciale (de exemplu, pentru reținerea compușilor de fier și mangan) etc. Conformația filtrului, caracteristicile stratelor și rețetele de spălare se fixează de către inginerul de proces, în funcție de calitatea apei brute și de cerință de calitate a apei filtrate.
- (15) Drenajul filtrelor rapide de nisip are rolurile următoare:
- susține stratul de nisip și permite trecerea apei în procesul de filtrare;
 - nu permite trecerea eventualelor particule de nisip fin, având dimensiunea maximă a fantelor sau orificiilor de trecere a apei de 200 microni;
 - asigură o pierdere de sarcină minimă în procesul de filtrare, dar suficient de mare ca, în procesul de spălare, distribuția aerului și a apei de spălare să fie uniforme pe întreaga cuvă de filtru.
- (16) Drenajul filtrelor rapide de nisip se poate asigura cu următoarele sisteme:
- plăci cu crepine;

- b. blocuri M;
 - c. alte sisteme care asigura cerințele minime de calitate sau funcționale ale stației de filtre.
- (17) Sistemul de drenaj va fi proiectat să asigure:
- a. uniformitatea debitelor de aer și apă de spălare pe suprafața cuvei; erorile admise la intensitatea de spălare se vor situa sub 2% în $l/s\ m^2$;
 - b. spălarea simultană apă-aer în faza I a spălării.
- (18) Se vor asigura condiții foarte precise din punct de vedere constructiv pentru realizarea drenajului, după cum urmează:
- a. asigurarea etanșării drenajului la îmbinări, precum și ancorarea corespunzătoare a plăcilor cu crepine de grinzi de susținere;
 - b. asigurarea cotei exacte și unice pentru poziția orificiilor de aer;
 - c. rezistența mecanică a crepinelor;
 - d. asigurarea formării unui nivel de separație apă-aer uniform și constant pe toată suprafața cuvei.
 - e. crepinele vor asigura:
 - i. pierdere de sarcină la spălare $h_r \geq 0,2$ m col. H_2O ; aceasta se realizează prin îngustarea bruscă de secțiune la intrare în tija crepinei (sub planșeu);
 - ii. nivel de separație apă-aer sub planșeu; înălțimea saltelei de aer $h_{aer} \geq 0,15$ m; intrarea/evacuarea aerului se va realiza printr-un orificiu $\Phi 2 - 3$ mm la 50 mm de capătul inferior al tije și un orificiu de 1 mm la partea superioară a tije (sub planșeu);
 - iii. împiedicarea trecerii celor mai fine particule din strat în rezervorul de apă filtrată prin coșul crepinei; lățimea fantei $\leq 0,4$ mm;
 - iv. crepinele se vor realiza din PEID sau PP (polipropilenă) și vor trebui să asigure rezistențele mecanice și structurale necesare în procesul de filtrare/spălare filtru. În mod uzual se prevăd 55 – 64 crepine/ m^2 de cuva de filtru.
- (19) Metoda de spălare utilizată va fi:
- a. Faza I, spălare cu apă și aer simultan, la intensitățile și durata recomandată:
 - i. intensitate apă spălare: $i_{I,APA} = 3 - 4$ ($l/s\ m^2$);
 - ii. intensitate aer spălare: $i_{AER} = 16 - 18$ ($l/s\ m^2$);
 - iii. durata fazei I: $T_I = 5 - 10$ minute.
 - b. Faza II: limpezire cu apă, la intensitatea și durata recomandată:
 - i. intensitate apă spălare: $i_{II,APA} = 6 - 8$ ($l/s\ m^2$);
 - ii. durata fazei a II^a: $T_{II} = 10 - 15$ minute.
- (20) Faza I se începe cu cuva plină cu apă până la nivelul apei în jgheabul de colectare, moment în care se pornește aerul. La începutul spălării nivelul apei în cuvă va fi la maxim 5 cm sub muchia jgheabului de colectare apă de la spălare. Faza a II^a, de limpezire, se realizează pe durata necesară, până la limpezirea apei rezultate de la spălare (turbiditatea apei de la spălare să fie apropiată de turbiditatea apei decantate).
- (21) Metoda de spălare se poate adapta, atunci când deținătorul tehnologiei de filtrare indică în acest sens și la realizarea primei faze cu aer separat, timp de 3-5 minute, urmată de introducerea apei de spălare la intensitatea $i_{I,APA}$, timp de 5-7 minute, urmată de faza de limpezire descrisă anterior.
- (22) Galeria tehnologică va fi prevăzută cu:
- a. un cămin în axul cuvei; în acest cămin se vor amplasa ștuțurile de racord pentru: prelevarea apei filtrate, alimentarea cu apă de spălare, alimentarea cu aer de spălare; înălțimea căminului va fi egală cu dublu înălțimii drenajului astfel încât accesul simultan al apei, aerului și apei de spălare să nu producă desprinderi de curent sau turbulențe care pot conduce la neuniformitatea spălării;
 - b. un cămin pentru preluarea apei filtrate și descărcarea în rezervorul de apă de spălare; va fi prevăzut cu deversor; cota muchiei deversorului va fi identică cotei drenajului pentru a se evita

apariția presiunilor negative în stratul de nisip; dimensiunile căminului vor rezultă pe baza dimensiunilor instalației hidraulice, lungimii deversorului și înălțimii de siguranță pentru neîncercare;

- c. instalația hidraulică prelevare apă filtrată; se dimensionează la viteze 0,8 – 1,0 m/s corespunzătoare debitului maxim al unei cuve; va fi prevăzută cu:
 - i. vană (dispozitiv hidraulic) motorizată care să asigure variația debitului de apă filtrată pe baza înregistrărilor dispozitivelor (senzorilor) de măsură a pierderilor de sarcină prin filtru;
 - ii. vană de siguranță în amonte de vana dispozitiv de asigurare a variației debitului; această vană se va închide automat la fiecare spălare a filtrului, pentru a proteja vana de reglaj a debitului.
- d. sistemul de asigurare a apei de spălare; un distribuitor hidraulic cu ramificații la fiecare cuvă prevăzut cu vane la fiecare cuvă; dimensionarea secțiunilor se va face la $v = 2,5 - 3$ m/s;
- e. sistemul de asigurare a aerului de spălare; un distribuitor cu ramificații prevăzute cu vane la fiecare cuvă; dimensionarea se va efectua pentru $v = 12 - 15$ m/s;
- f. sistemul de golire al cuvelor; un sistem hidraulic cu ramificații închise cu vană la fiecare cuvă, va asigura golirea independentă a fiecărei cuve în maxim 4 ore;
- g. sistemul de colectare și evacuare a apei de la spălare: colectarea se va realiza prin jgheabul central al cuvei prin deversori triunghiulari atașați, la care se va asigura minim 7,5 – 10 cm înălțime de neîncercare; apa de la spălare se va evacua în galeria amplasată sub sistemul de distribuție apă decantată; se vor adopta măsuri pentru profilarea hidraulică a părții inferioare a canalului de colectare și galeriei pentru evitarea depunerilor; închiderea canalului de evacuare a apei de la spălare spre canalul de evacuare se va realiza cu stavilă motorizată.

(23) Rezervorul de apă de spălare se va considera cu volumul minim necesar care să asigure:

- a. un filtru în spălare dacă nr. cuve ≤ 8 unități;
- b. două filtre în spălare simultană dacă nr. cuve de filtru > 8 unități.

(24) Volumul de apă de spălare se determină cu relația următoare:

$$V_{AS} = k \times n_S \times A_{1CF} \times 0,06 \times (i_{I,APA} \times T_I + i_{II,APA} \times T_{II}) \quad (5.38)$$

în care:

- A_{1CF} – suprafața unei cuve de filtru (m^2);
- $i_{I,APA}$, $i_{II,APA}$ – intensitățile de spălare în fazele I și II ($l/s m^2$);
- T_I , T_{II} – durata fazelor 1 și 2 în minute;
- k – coeficient de siguranță; se va adopta $k = 1,1$;
- n – numărul cuvelor aflate în spălare simultană;
- 0,06 – coeficient de transformare unități.

(25) Rezervorul de apă de spălare se va amplasa:

- a. sub galeria tehnologică, dacă configurația terenului și amplasarea stației de filtre în profil o permit;
- b. sub toată stația de filtre;
- c. independent de stația de filtre, dacă profilul stației și configurația terenului nu permit amplasarea sub stația de filtre.

(26) Se va asigura, prin soluții constructive, circulația apei în rezervorul de apă de spălare.

(27) Este contraindicată utilizarea rezervorului de apă de spălare pentru dezinfecția apei.

(28) Stația de pompare apă de spălare și stația de suflante se vor amplasa într-o construcție adiacentă stației de filtre, pentru a putea prelua apa de spălare din rezervorul de apă de spălare. Se va echipa astfel (pentru spălarea simultană cu aer a unei cuve), după cum urmează:

- a. electropompă pentru faza 1 de spălare, cu caracteristicile următoare:

$$Q = i_{I,APA} \times A_{1CF} \times 3,6 \quad (m^3/h) \quad (5.39)$$

$$H_p = (H_g + h_{r_{S,H}} + h_{r_{drenaj}} + h_{r_{nisip}}) \times 1,2 \quad (\text{m}) \quad (5.40)$$

în care:

- A_{1CF} – suprafața unei cuve de filtru (m^2);
- $i_{L,APA}$ – intensitatea de spălare în faza I (l/s m^2);
- H_p – înălțimea de pompare (m);
- H_g – înălțimea geodezică de pompare = diferența între cota maximă a apei în cuvă (în faza spălare) și cota minimă a apei în rezervorul de spălare;
- $h_{r_{S,H}}$ – pierderi de sarcină locale și distribuite pe sistemul hidraulic de la pompă la cuva de spălare;
- $h_{r_{drenaj}}$ – pierderea de sarcină în drenajul cu crepine;
- $h_{r_{nisip}}$ – pierderea de sarcină în stratul de nisip colmatat, considerată egală cu înălțimea stratului de nisip.

- a. 1 electropompă identică pompei din faza 1 pentru faza a 2^a când vor funcționa două electropompe;
- b. 1 electropompă de rezervă având aceleași caracteristici.

(29) Stația de suflante se dimensionează după cum se prezintă în continuare.

- a. debitul suflantelor rezultă:

$$Q_{AER} = i_{AER} \cdot A_{1CF} \cdot 3,6 \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (5.41)$$

în care:

- A_{1CF} – suprafața unei cuve de filtru (m^2);
- $i_{AER} = 16 - 18 \text{ l/s m}^2$ – intensitatea de aer de spălare.

- b. înălțimea manometrică $H = 0,6 - 0,7$ bari;
- c. se vor adopta (1+1) electrosuflante amplasate într-o construcție independentă de stația de filtre; se vor adopta măsuri pentru încadrarea zgomotului în normele impuse, soluții pentru preluarea, atenuarea vibrațiilor și desprăfuirea aerului aspirat.

(30) Conducerea procesului de filtrare se realizează după cum se prezintă în continuare:

- a. stația de filtre rapide va fi echipată astfel încât să funcționeze automat, pe baza datelor măsurate de senzori și a dispozitivelor de control și manevră automate. Se vor prevedea în dotarea fiecărei cuve:
 - i. măsura on-line a nivelului apei din cuvă;
 - ii. măsura on-line a pierderii de sarcină în strat;
 - iii. debitul de apă filtrată;
 - iv. stările sistemului de reglaj și variație a debitului de apă filtrată;
 - v. acționarea tuturor vanelor din dispecer (de preferat electrică);
 - vi. comenzile de oprire a procesului de filtrare; aceasta se va realiza la atingerea pierderii de sarcină limită (prestabilită) și depășirea turbidității limită ($0,3 \text{ NTU}$);
 - vii. sistem de prelevare on-line probe de apă filtrată din fiecare cuvă, transmiterea acestora la un punct central în laborator și analiză orară a turbidității;
 - viii. pornirea automată a pompelor de spălare și suflantelor pe faze, după adoptarea și executarea comenzilor de oprire alimentare filtru, prelevare apă filtrată;
 - ix. sistem de stocare date de producție apă filtrată, la fiecare cuvă și pe ansamblul stației, balanță de pierderi de apă tehnologică și recuperată; se va stabili zilnic balanța cantităților de apă influente în stația de filtre, cantitățile de apă filtrată, volume de ape utilizate pentru spălare, volume de apă recuperată.
- b. fiecare cuvă de filtru va fi racordată la un sistem automat de management al stației; acesta va fi prevăzut cu dotări care să permită analiza funcționării fiecărei cuve (calitate apă filtrată, variație debit și pierderi de sarcină).

5.2.6.3 *Filtre rapide sub presiune*

- (1) Filtrele rapide sub presiune se aplică de regulă în stații de tratare de capacitate redusă (< 50 l/s), când schema hidraulică a stației trebuie să asigure alimentarea directă a rezervoarelor din schema sistemului de alimentare cu apă. Elementele componente sunt prezentate în figura următoare.
- (2) Componentele unui filtru rapid sub presiune sunt următoarele:
- a. R – recipient sub presiune; materialele, protecțiile anticorozive, siguranța depind de presiunea de lucru; presiunile uzuale sunt 4 – 6 bari;
 - b. N – material filtrant; la recomandarea inginerului care stabilizește procesul de tratare se pot adopta următoarele variante tehnologice:
 - i. filtre cu un singur material filtrant, care în funcție de scopul procesului tehnologic poate fi:
 - nisip cuarțos; caracteristicile materialului și calitatea vor îndeplini condițiile pentru filtre rapide de nisip, din prezentul normativ;
 - granule ceramice, pentru situația în care se utilizează filtre biologice;
 - cărbune activ granular când este necesar procesul de adsorbție;
 - medii speciale, pentru reținere fier sau mangan;
 - alte medii de filtrare;
 - ii. filtre multistrat, în care se pot adopta diverse combinații de materiale filtrante, anterior menționate, în funcție de scopul proceselor de tratare, având ca scop eliminarea mai multor parametri din apă;
 - c. D – drenaj; soluția adoptată va fi drenaj de mare rezistență hidraulică cu crepine (55 buc./ m^2 – 64 buc./ m^2) realizat sub forma unui planșeu; se va dimensiona la o încărcare minimă de 7 tf/ m^2 cu acțiune dublă (de sus în jos și de jos în sus);
 - d. J – jgheab perimetral având muchia superioară la minim $0,75$ m deasupra stratului de nisip;
 - e. instalațiile hidraulice din dotarea filtrelor rapide de nisip vor cuprinde:
 - i. IF – influent filtru; dimensionat la $v = 0,8 - 1,0$ m/s corespunzător debitului influent;
 - ii. F – prelevare apă filtrată ($v = 0,8 - 1,0$ m/s);
 - iii. AS – apă de la spălare ($v = 2,0 - 3,0$ m/s);
 - iv. Ae – aer spălare ($v = 12,0 - 15,0$ m/s);
 - v. AdS – evacuare apă de la spălare ($v = 1,5 - 2,0$ m/s);
 - vi. G – golire recipient; timp golire recipient ≤ 4 h.

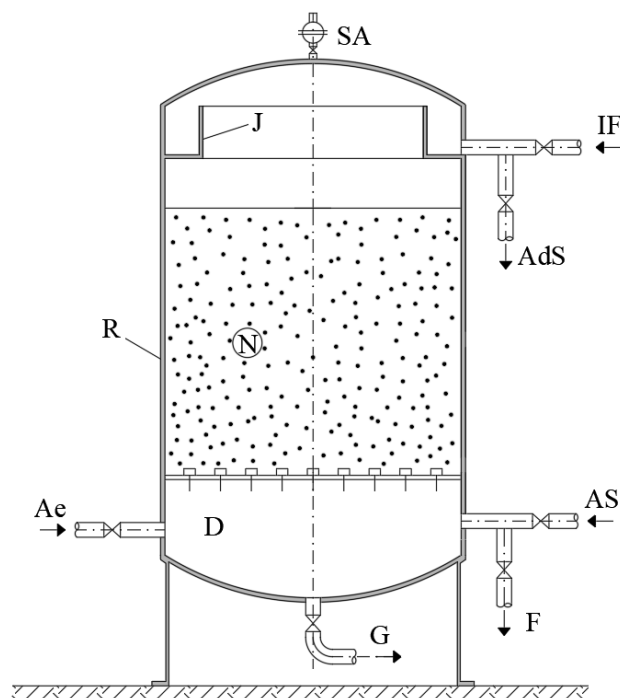


Figura 5.13. Schema unui filtru rapid sub presiune.

Notații: R – recipient filtru rapid; N – strat filtrant; D – drenaj; IF – influent filtru; F – apă filtrată; AS – apă de spălare; Ae – aer spălare; AdS – apa de la spălare; SA – supapă aer; J – jgheab distribuție/colectare apă.

(3) Suprafața de filtrare necesară pentru filtrele sub presiune rezultă:

$$A_F = \frac{Q \text{ (m}^3\text{/h)}}{v_F \text{ (m/h)}} \quad (\text{m}^2) \quad (5.42)$$

- (4) Este recomandabilă o viteză aparentă medie de filtrare în domeniul $v_F = 10 - 15$ m/h considerând metoda de filtrare cu debit variabil și nivel constant. Viteza maximă aparentă de filtrare nu va depăși valoarea $v_{F,MAX} = 20$ m/h.
- (5) Construcția recipientelor pentru filtrele sub presiune va respecta toate reglementările pentru realizarea și proba de presiune la astfel de recipiente, funcție de presiunea de lucru.
- (6) Condiționările impuse realizării stațiilor cu filtre rapide sub presiune sunt:
- asigurarea repartiției uniforme a debitului influent variabil la fiecare unitate de filtrare; sunt necesare sisteme electromecanice de acționare a vanelor de alimentare a fiecărei cuve;
 - dotarea fiecărei cuve cu sisteme de măsură a debitului efluent, pentru asigurarea condițiilor de funcționare cu viteză de filtrare variabilă;
 - volumele necesare pentru spălare pot fi asigurate în recipiente amplasați la cotă (sau sub presiune), pentru reducerea energiei consumate la spălare.

5.2.6.4 Filtrarea pe membrane

- (1) Procesele uzuale de filtrare pe membrane utilizate în tratarea apei precum și caracteristicile principale orientative ale sistemelor de membrane sunt:
- microfiltrarea:
 - mărimea porilor membranei: $0,05 - 10,0$ μm ;
 - presiunea aplicată pe membrană: $1 - 3$ bar;
 - producția medie specifică de apă tratată: 500 $\text{l/m}^2\text{,bar}$;
 - ultrafiltrarea:

- iv. mărimea porilor membranei: 0,001 – 0,05 μm ;
 - v. presiunea aplicată pe membrană: 2 – 5 bar;
 - vi. producția medie specifică de apă tratată: 150 l/m²,bar;
 - c. nanofiltrarea:
 - vii. mărimea porilor membranei: < 2,0 nm;
 - viii. presiunea aplicată pe membrană: 5 – 15 bar;
 - ix. producția medie specifică de apă tratată: 10-20 l/m²,bar.
- (2) Tipul de membrană, caracteristicile tehnologice și sistemul de filtrare se selectează de către inginerul de proces, în funcție de caracteristicile apei brute și de cerința de calitate a apei tratate.
- (3) Procesele de filtrare pe membrane pot fi utilizate în orice schemă de tratare, însă, având în vedere simplitatea operării, eficiența ridicată a procesului de tratare, dar și costurile de investiție și de operare relativ ridicate, se recomandă utilizarea acestora în următoarele situații:
- a. în situația în care apa brută conține substanțe care nu pot fi îndepărtate eficient prin alte procese de tratare;
 - b. în situația în care stația de tratare este amplasată în zone izolate, unde nu poate fi asigurată operarea și supravegherea continuă de către un operator calificat;
 - c. în situația în care debitele tratate sunt relativ reduse (recomandabil sub 10,0 l/s), dar fără ca această condiție să fie strictă.

5.2.7 Procese de oxidare și dezinfecție

- (1) Un oxidant este un compus capabil de a fixa electroni, fiind opusul unui reducător care are proprietatea de a ceda electroni, fenomenul fiind reprezentat prin ecuația:



- (2) Pentru ca o substanță să poată fi utilizată ca oxidant în tratarea apei, trebuie să îndeplinească următoarele condiții:
- a. putere de oxidare cât mai ridicată pentru a putea fi utilizată în doze reduse;
 - b. să nu fie toxică la dozele utilizate;
 - c. să conducă la un reducător conjugat nederanjant;
 - d. să fie ușor de manipulat;
 - e. să aibă aptitudine cât mai redusă de a genera compuși toxici prin reacții secundare sau parazite;
 - f. să aibă cost redus.

5.2.7.1 Selectarea agenților oxidanți, criterii de utilizare

- (1) Următorii oxidanți sunt disponibili pentru utilizare în tratarea apei:
- a. Oxigenul;
 - b. Clorul (clor gazos, hipoclorit de sodiu);
 - c. Dioxidul de clor;
 - d. Ozonul;
 - e. Permanganatul de potasiu.
- (2) Aplicarea procesului de oxidare în tratarea apei se face în următoarele puncte:
- a. Pre-oxidare cu scopul:
 - i. oxidare fier și mangan;
 - ii. oxidare azot amoniacal;
 - iii. controlul dezvoltării algelor;
 - iv. îmbunătățirea eficienței procesului de coagulare;

- v. oxidare materii organice naturale;
 - vi. reducere intensitate gust și miros;
 - vii. îmbunătățirea eficienței procesului de coagulare.
- b. Post-oxidare – proces amplasat după tratarea convențională (decantare și filtrare), cu scopul oxidării materiilor organice care nu au putut fi reținute prin tratare convențională. Reactivul folosit pentru post-oxidare este ozonul. Procesul de post-oxidare este urmat de adsorbție pe cărbune activ. Încadrarea procesului de post-oxidare în schema stației de tratare se realizează întotdeauna ca în figura următoare.

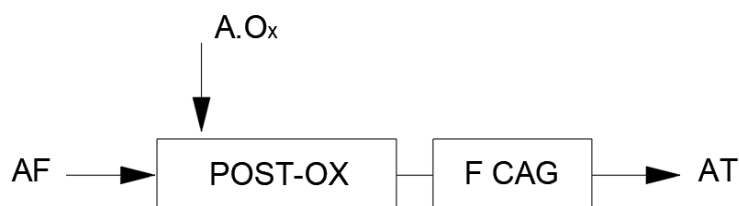


Figura 5.14. Încadrarea procesului de post-oxidare în stația de tratare.

Notații: AF – Apă filtrată; POST-OX – Bazin contact post-oxidare; F CAG – Adsorbție în filtre de cărbune activ granular; A.Ox – Agent oxidant; AT – Apă tratată.

- c. La finalul filierei de tratare, pentru dezinfecție. Conform Legii nr. 458/2002, cu modificările și completările ulterioare, apa distribuită populației trebuie să aibă o concentrație de clor de maximum 0,5 mg/l la ieșirea din stația de tratare.

5.2.7.1.1 Procesele de pre-oxidare

- (1) Selectarea reactivului utilizat în pre-oxidare ține cont de calitatea apei brute.
 - a. apa de suprafață cu concentrație ridicată de substanțe organice (concentrație de carbon organic total > 2 mg/dm³) are un potențial ridicat de formare a compușilor organo-halogenati, dacă se utilizează clorul pentru oxidare. În consecință, este recomandabil să se evite utilizarea clorului în această situație;
 - b. apa cu concentrație ridicată de bromuri conduce la formarea de bromati, în cazul utilizării ozonului. Deși ionul bromură nu este inclus în lista indicatorilor care trebuie analizați pentru apa de suprafață destinată potabilizării, acesta se analizează în cazul în care se dorește aplicarea ozonului.
- (2) Selectarea reactivilor de oxidare și a dozelor necesare se face prin studii de tratabilitate.
- (3) În tabelul următor sunt prezentate performanțele generale ale principalilor oxidanți utilizați în tratarea apei.

Tabelul 5.6. Performanțele oxidanților utilizați în tratarea apei

Scop	Clor	Dioxid de clor	Ozon	Permanganat de potasiu
Oxidare Fe, Mn	Efect pozitiv redus	Efect pozitiv bun	Efect pozitiv excelent	Efect pozitiv excelent
Eliminare amoniu	Efect pozitiv foarte bun	0	+	0
Reducere culoare	Efect pozitiv redus	Efect pozitiv bun	Efect pozitiv foarte bun	0
Reducere gust și miros	Efect variabil	Efect pozitiv bun	Efect pozitiv excelent	Efect variabil
Reducere concentrație compuși organici	Efect variabil	Efect pozitiv redus	Efect pozitiv excelent	0

Scop	Clor	Dioxid de clor	Ozon	Permanganat de potasiu
Condiții de aplicare	pH scăzut	Nu este cazul	pH ridicat	pH ridicat
Dezavantaje	Formează subproduși de reacție	Formează cloriți și clorați	Formează bromați, dacă în apa brută există bromuri	La supradozare conferă apei culoare roz

Sursa: Degremont, Water Treatment Handbook, ISBN 978-2-7430-0970-0, France, 2007 [4]

- (4) Pentru toți oxidanții: Cl_2 , ClO_2 , O_3 și KMnO_4 , elementele tehnologice ale bazinelor de contact vor respecta următoarele prevederi:
- se prevăd $n \geq 2$ bazine de reacție cu dotarea necesară pentru ca fiecare să funcționeze independent;
 - se aleg soluții care să elimine scurtcircuitarea hidraulică a reactoarelor; raportul între timpul real de contact și timpul teoretic este $r \geq 0,9$;
 - procesul de pre-oxidare poate fi ocolit în funcție de necesitatea pre-oxidării apei sursei.
- (5) Se adoptă măsuri de protecție anticorozivă a construcțiilor, utilajelor și protecția personalului de operare împotriva efectelor gazului rezidual.

5.2.7.2 Ozonul

5.2.7.2.1 Generatoare de ozon

- (1) Ozonul este un gaz instabil care se obține din oxigen prin „efect Corona” conform ecuației:



- (2) Obținerea efectului Corona presupune aplicarea unor tensiuni de 8 – 20 kV și frecvențe de 600 – 1200 Hz.
- (3) Ozonul se obține din oxigen sau aer. Utilizarea aerului implică tratarea prealabilă a acestuia.
- (4) Generatoarele de ozon trebuie să asigure doza necesară procesului de oxidare, conform studiului de tratabilitate sau indicațiilor proiectantului stației de tratare, bazate pe calitatea apei. Concentrațiile uzuale de ozon în gazul vector sunt:
- $D = 10 - 40 \text{ g/m}^3$ – în cazul utilizării aerului;
 - $D = 10 - 140 \text{ g/m}^3$ – în cazul utilizării oxigenului.
- (5) Generatorul de ozon este prevăzut cu:
- sistem de răcire cu apă;
 - sistem de injecție a ozonului în apă;
 - sistem de monitorizare a concentrațiilor de ozon și/sau de oxigen în aerul ambiental cu declanșare automată a alarmei acustice la depășirea concentrației maxim admisibile, stabilită de expertul în securitate asupra personalului de operare;
 - sistem de monitorizare a concentrației de ozon în gazul produs;
 - sistem de monitorizare a concentrației de ozon în apă;
 - destructor de ozon termic sau catalitic, prevăzut cu sistem de eliminare a vaporilor de apă.
- (6) Dozele uzuale de ozon sunt în gama 1 – 3 $\text{mg O}_3/\text{dm}^3$, iar timpul de contact uzual este $T_C = 2-4$ minute. Atunci când este necesar (demonstrat prin studiul de tratabilitate) se pot utiliza și timpi de contact mai mari, în domeniul $T_C = 4-8$ minute.
- (7) Conceptual reactoarele de ozon funcționează pe baza interceptării curenților de apă descendent de către voalul de bule fine de ozon în mișcare ascendentă. În mod uzual se adoptă soluția cu două reactoare în serie. Adâncimea apei în reactoare se adoptă $H \geq 4,0 \text{ m}$, recomandabil $H = 6,0 \text{ m}$.

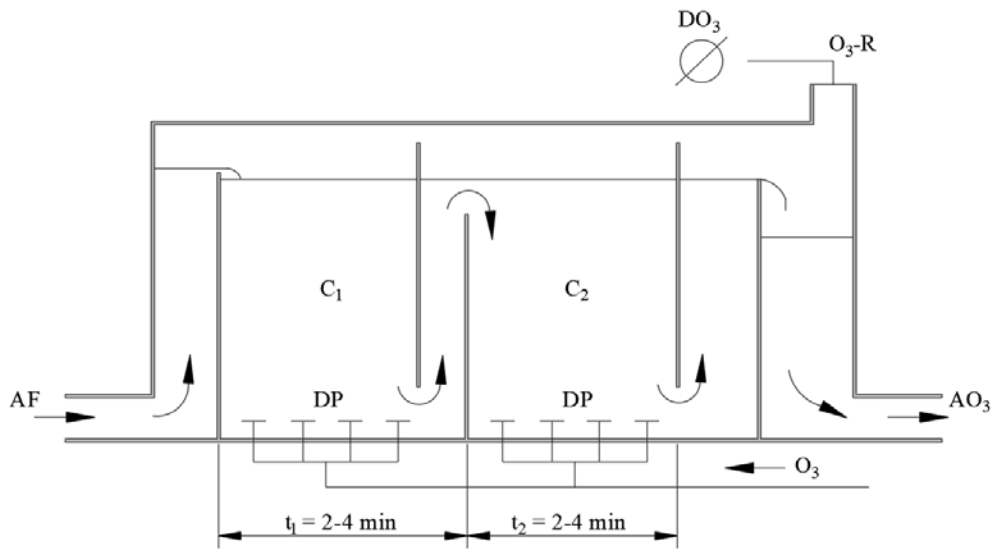


Figura 5.15. Bazin contact ozon.

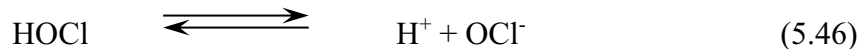
Notații: AF – Apă filtrată; AO₃ – Apă ozonată; O₃ – Ozon; O₃-R – Ozon rezidual; DO₃ – Destructor; DP – Difuzori poroși; C₁, C₂ – Compartimente bazin.

5.2.7.3 Clorul

- (1) Clorul este un gaz galben-verzui, cu greutatea moleculară 70,906 g/mol și o solubilitate în apă de 7,3 g/dm³ la 20 °C, mai greu decât aerul, având o densitate de 2,5 ori mai mare față de densitatea aerului.
- (2) Introducerea în apă a clorului gazos conduce la formarea de acid hipocloros și acid clorhidric conform reacției:



- (3) Acidul hipocloros, disociază cu formare de ioni hipoclorit, conform reacției:

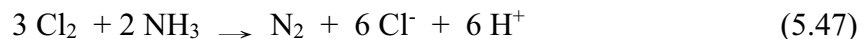


- (4) Concentrațiile de ioni hipoclorit, respectiv de acid hipocloros variază în funcție de pH și de temperatură.

- (5) Clorul se utilizează pentru:

- a. dezinfecție – doze de 0,5 – 1,0 mg/dm³. Factorul CT pentru eficiența dezinfecției este 15 mg/min, dm³ la pH < 8. Pentru o doză de 0,5 mg/dm³ rezultă un timp de contact de 30 min.
- b. oxidarea diferitelor elemente din apă:

- i. oxidare azot amoniacal:



doza stoechiometrică: 7,6 g Cl₂/g N-NH₃;

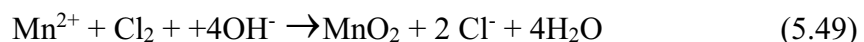
doza utilizată în practică: 8 - 14 g Cl₂/g N-NH₃;

- ii. oxidare fier:



doza stoechiometrică: 0,64 g Cl₂/g Fe;

- iii. oxidare mangan:



doza stoechiometrică: 1,29 g Cl₂/g Mn;

- iv. oxidare hidrogen sulfurat:



doza stoechiometrică: 2,08 g Cl₂/g H₂S.

- (6) Aplicarea clorului pe o apă care conține substanțe organice (concentrație TOC > 2 mg/l) poate să conducă la formarea subprodusilor de dezinfecție organo-clorurați (trihalometani, acizi haloacetici). Dozele de clor și procesul de oxidare în sine vor fi selectate cu prevederea de măsuri de reducere a potențialului de formare a subprodusilor de reacție, analizând mai întâi prezența precursorilor în apă brută și rezultatele testelor experimentale realizate în cadrul studiilor de tratabilitate.
- (7) Pentru procese de oxidare și dezinfecție cu clor se pot utiliza mai multe tipuri de stații de clor:
- stații de clor gazos – recomandabile pentru stații de tratare de capacitate mare, cu operatori competenți, care să poată gestiona riscurile pe care le presupune utilizarea clorului gazos;
 - stații de clor cu utilizarea de hipoclorit de sodiu fabricat local prin procese de electroliză – sunt recomandate în general pentru stații de tratare a apei de orice capacitate, mai ales pentru stații mici și medii, datorită eliminării riscurilor manipulării clorului gazos;
 - stații de clor cu utilizarea de hipoclorit de sodiu achiziționat de la un producător specializat sau fabricat de către operator într-o stație de electroliză de capacitate mare și transportat la stația de tratare pentru utilizare – soluția este recomandată în situația în care nu există personal de exploatare suficient pentru lucrările necesare de exploatare a instalației de electro-clorare. Se recomandă ca hipocloritul achiziționat și care urmează să fie utilizat pentru procese de oxidare și/sau dezinfecție să fie proaspăt, deoarece în timp de 2 – 3 săptămâni își diminuează semnificativ capacitatea de oxidare.

5.2.7.3.1 Stații de clor gazos

- (1) Stațiile de clor gazos, cuprind următoarele componente:
- stocare recipienti de clor;
 - sistem de interconectare recipienti, inclusiv vane electrice de inversare;
 - evaporatoare de clor;
 - dozatoare de clor cu vacuum;
 - circuit apă preparare și circuit injecție soluție de clor;
 - dispozitive pentru detectarea clorului în aer;
 - dispozitive de neutralizare pierderi de clor;
 - circuit apă răcire recipienti de clor în sezoanele cu temperaturi ridicate;
 - dispozitive de analiză a clorului rezidual;
 - elemente de automatizare.
- (2) Din punct de vedere al încăperilor, stațiile de clor gazos, cuprind următoarele:
- depozit recipienti de clor;
 - camera dozatoare clor;
 - camera stocare soluție neutralizare.
- (3) Depozitul de recipienti de clor se realizează în încăpere separată, prevăzută cu următoarele subansamble:
- sistem de rulare (șine din profile „I”) pe care recipientii de clor de mare capacitate sunt amplasați și pe care pot fi deplasați;
 - dispozitive de ridicare (grinda monorai, pod rulant etc.) care să aibe capacitatea de a ridica recipientii de clor, pentru situația în care se utilizează recipienti de clor lichid de mare capacitate cu greutate ridicată (800 sau 900 kg); dispozitivele de ridicare se vor putea deplasa și în afara depozitului de recipienti pentru a transporta recipientii direct în, și din camioanele cu care aceștia sunt transportați;
 - măsuri de securitate redundante, pentru neutralizarea pierderilor accidentale de clor.

- (4) Dozarea clorului se va asigura numai cu instalații de dozare cu vacuum. Acest tip de instalații prezintă siguranță sporită în exploatare, datorită faptului că funcționează la presiuni mai mici decât presiunea atmosferică, iar în situația unei avarii, clorul gazos nu este dispersat în atmosferă.
- (5) Eficiența clorării depinde de modul de injectare a clorului în apa de tratat. În funcție de punctul în care se face injectia (conductă sau rezervor), de presiunea necesară, tipul de hidrojector care se utilizează se alege conform tabelului următor.

Tabelul 5.7. Hidrojectoare utilizate, în funcție de presiunea în punctul de injectie.

Presiunea în punctul de injectie	0 bari	0 – 6 bar	0 – 9 bar		9 – 17 bar	
Tip punct de injectie	Gravitațional (rezervor, puț)	conductă	conductă		conductă	
Tip sondă	separată	solidarizată și extractibilă	solidarizată	solidarizată și izolabilă	solidarizată și izolabilă	solidarizată și extractibilă

- (8) Determinarea eficienței operațiunii de dezinfecție cu clor se poate realiza prin verificarea existenței unei doze reziduale, în funcție de necesitățile fiecărui sistem. Controlul clorului rezidual se face continuu, la o distanță de punctul de injectie care să asigure un timp de contact de minim 30 min.
- (9) Montajul instalației de dozare a clorului cu vacuum, în funcție de doza de clor injectată, se poate face conform indicațiilor din tabelul următor:

Tabelul 5.8. Condiții de montaj pentru dozatoare de clor cu vacuum

Capacitate	(g/h)	(kg/h)	(kg/h)
Debit de clor:			
• minim	1 - 200	0.2 – 0.5	1 – 10
• maxim	11 - 2500	4 - 10	20 - 200
Tip de montaj	pe butelie	pe recipient	pe perete

- (10) Camera aparatelor de clor va fi protejată cu materiale rezistente la coroziune.
- (11) Conductele și armăturile pentru transportul soluției de clor sunt din materiale rezistente la coroziune.

5.2.7.3.2 Neutralizarea pierderilor accidentale de clor

- (1) Siguranța stațiilor de clor va fi asigurată prin neutralizarea pierderilor accidentale de clor. Măsurile care se vor prevedea pentru neutralizarea pierderilor de clor vor fi redundante.
- (2) Neutralizarea pierderilor de clor se poate face cu tiosulfat de sodiu sau cu hidroxid de sodiu.
- (3) Condițiile minimale de proiectare și exploatare a stațiilor de clor sunt:
- prevederea de senzori de avertizare a prezenței clorului în aer, în toate încăperile;
 - asigurarea unor rigole de colectare și scurgere a clorului către punctele de evacuare și neutralizare; rigolele se realizează pe suprafețe reprezentând min. 30% din suprafața depozitului de clor, pentru a permite transformarea clorului lichid în clor gazos (evaporarea); panta rigolei asigură scurgerea clorului gazos către gurile de evacuare;
 - amenajări de rigole de preluare clor pe pardoseala depozitului;
 - sistemul (gura) de evacuare a aerului din incintă trebuie să fie amplasată la maxim 12 cm deasupra pardoselii;

- e. capacitatea sistemului de evacuare a aerului trebuie să conducă la viteze specifice ale aerului la nivelul pardoselii, de 0.005 m/s, m²;
- f. evacuarea aerului cu clor se realizează în sistemul de neutralizare format din turn de neutralizare cu inele PVC, sistem de introducere a soluției de neutralizare (în contrasens curentului de aer cu clor) și sistem de evacuare a soluției de neutralizare utilizată la canalizare;
- g. depozitul de clor se menține în depresiune în mod permanent (min. 0.5 m col. H₂O), aerul extras fiind evacuat prin sistemul de neutralizare; la sesizarea creșterii concentrației de clor peste limita maxim admisibilă se declanșează pornirea pompei care introduce soluție neutralizantă în turn;
- h. sistemul de neutralizare trebuie proiectat să asigure reducerea concentrației de clor evacuată în atmosferă, la nivelul de 50% din concentrația maximă admisibilă.
- i. ventilația trebuie să asigure evacuarea a 20-40 schimburi/oră pentru volumul de aer din încăpere; ventilatoarele sunt amplasate la nivelul pardoselii, sau al rigolelor de preluare clor, pentru a prelua scurgerile de clor, care fiind mai greu decât aerul, se găsește jos;
- j. circuit de soluție neutralizantă cu sprinklere care să realizeze o ploaie artificială de soluție neutralizantă, în cazul unor scurgeri accidentale de clor;
- k. bazin de soluție neutralizantă, amplasat în exteriorul stației, cu dimensiuni mai mari decât cele ale recipientilor de clor, în care se va poziționa recipientul avariât;
- l. sisteme de securitate personală al operatorilor, necesare în caz de avarie: măști de gaze, duș cu apă și sistem de stropire a feței etc.

5.2.7.3.3 Hipocloritul de sodiu

- (1) Hipocloritul de sodiu se poate utiliza ca sursă de clor. Acesta poate fi achiziționat sub formă de soluție sau poate fi generat la fața locului cu ajutorul instalațiilor de electroclorare.
- (2) Soluția de hipoclorit de sodiu achiziționat are o concentrație de 12 – 13%. Aceasta se degradează în timp în funcție de temperatură, expunerea la lumină și concentrația inițială. De aceea se poate păstra o perioadă de maxim 28 zile la o temperatură mai mică de 21°C.
- (3) Concentrația soluției de hipoclorit de sodiu stocat la stația de tratare trebuie verificată periodic pentru a evita subdozarea și a preveni concentrații crescute de cloriți și clorați în apa trată, rezultați din descompunerea hipocloritului de sodiu.
- (4) Recipientii în care se stochează soluția de hipoclorit de sodiu vor fi protejați împotriva coroziunii și se evită expunerea directă a acestora la razele solare.
- (5) Soluția de hipoclorit de sodiu se dozează cu pompe dozatoare adecvate care vor fi amplasate cât mai aproape de bazinul de stocare și sub nivelul soluției în bazin.
- (6) Hipocloritul de sodiu în soluții diluate de până la 8%, poate fi generat la locul utilizării prin electroliza NaCl utilizând instalații de electroclorare.
- (7) Proiectarea instalațiilor de electroclorare se va face cu respectare cerințelor producătorului echipamentului de electroclorare.
- (8) Cerințele principale în procesul de electroclorare sunt:
 - a. cerințe privind apa de proces:
 - i. apa de proces va fi de calitatea apei potabile, concentrație de mangan redusă (Mn < 20 mg/m³);
 - ii. presiune de serviciu: 3 - 15 bar. Pentru presiuni mai reduse, instalația de electroclorare are nevoie de pompe de ridicare a presiunii;
 - iii. temperatura apei în domeniul T_A = 5 °C - 20 °C.
 - iv. necesarul de apă: 125-150 litri / kg clor preparat;
 - b. sare:
 - i. sare alimentară (DIN 19604 sau EN 973);

- ii. pentru utilizarea în prepararea apei potabile se va utiliza sare cu concentrație de bromuri redusă (max. 0.01 %);
- iii. consumul de sare: $C_S = 3-3.5$ kg sare / kg clor preparat;
- c. racord electric în funcție de tipul de instalație de electroclorare: 185-265 V sau 380-440 V; 50/60 Hz;
- d. puterea consumată de unitatea de electroliză: estimativ 4.5-5.5 kWh / kg clor preparat;
- e. unitate de dedurizare necesară;
- f. evacuare aer:
 - i. ventilatorul de evacuare aer va fi amplasat în apropiere de unitatea de electroliză;
 - ii. ventilația naturală este de asemenea recomandată.

(9) Consumul orar de clor rezultă:

a. consumul orar maxim:

$$C_{\max} = Q \times D_{\max} \quad (5.51)$$

b. consumul orar mediu:

$$C_{\text{mediu}} = Q \times D_{\text{mediu}} \quad (5.52)$$

c. consumul orar minim:

$$C_{\min} = Q \times D_{\min} \quad (5.53)$$

în care:

- Q – Debitul de apă de tratat (m^3/h);
- D_{\max} – Doza maximă de clor (g/m^3);
- D_{mediu} – Doza medie de clor (g/m^3);
- D_{\min} – Doza minimă de clor (g/m^3).

(10) Capacitatea stației de electroclorare se va adopta astfel încât să se asigure necesarul de doze în domeniul minim – maxim.

(11) Cantitatea de NaCl necesară pentru o autonomie de minim $T=30$ zile la doza medie, se stabilește conform relației următoare:

$$M_{\text{nec}} = \frac{Q \times C_S \times D_{\text{mediu}} \times T}{10^6} \text{ [tone]} \quad (5.54)$$

în care:

- Q – Debitul de apă de tratat (m^3/zi);
- C_S – Consumul de sare (kg sare / kg clor preparat);
- D_{mediu} – Doza medie de clor (g/m^3);
- $T=30$ zile – autonomia recomandată la doza medie.

(12) Se va asigura spațiul de stocare necesar pentru sare, indiferent de forma de stocare (saci, big-bag etc.).

(13) Pentru a avea stocul de soluție necesar pentru dezinfecția apei în situația de avarie la celula de electroliză se va prevedea un recipient care să asigure stocarea soluției de hipoclorit de sodiu necesară pentru o perioadă recomandabilă de 3 zile.

(14) Debiturile minime și maxime de hipoclorit de sodiu se determină cu relațiile următoare:

$$Q_{\text{MIN}} = \frac{Q \times D_{\min}}{C_{\text{SOLUTIE}} \times \rho_{\text{SOLUTIE}} \times 10^3} \text{ [dm}^3/\text{h]} \quad (5.55)$$

$$Q_{\text{MAX}} = \frac{Q \times D_{\max}}{C_{\text{SOLUTIE}} \times \rho_{\text{SOLUTIE}} \times 10^3} \text{ [dm}^3/\text{h]} \quad (5.56)$$

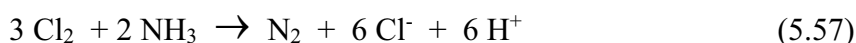
în care:

Q – Debitul de apă de tratat (m^3/h);
 c_{SOLUTIE} – Concentrația soluției de hipoclorit (%). (Exemplu: $c=5\% = 0.05$);
 D_{min} – Doza minimă de clor (g/m^3);
 D_{max} – Doza maximă de clor (g/m^3);
 ρ_{SOLUTIE} – Densitatea soluției de hipoclorit corespunzătoare concentrației de preparare [g/dm^3].

(15) Pentru dozarea soluției de hipoclorit de sodiu se vor prevedea pompe dozatoare, în număr necesar pentru a asigura funcționarea normală dar și rezervele necesare pentru caz de avarie, care să aibă plajă de debite mai mare decât debitele minime și maxime rezultate din calcul și înălțimea de pompă suficientă pentru a asigura transportul și injecția soluției de hipoclorit.

5.2.7.3.4 Clorarea la breakpoint

- (1) Clorarea la breakpoint se utilizează pentru îndepărtarea amoniului și a hidrogenului sulfurat.
- (2) Reducerea concentrației de amoniu din apă se analizează în funcție de concentrația acestuia în apa brută, astfel:
 - a. la concentrații $< 2 \text{ mg}/\text{dm}^3$ se aplică clorarea la break-point;
 - b. la concentrații în domeniul $2 - 5 \text{ mg}/\text{dm}^3$ se recomandă aplicarea proceselor biologice;
 - c. la concentrații $> 5 \text{ mg}/\text{dm}^3$ se analizează posibilitatea aplicării combinate a proceselor biologice și a clorării la break-point; dacă îndepărtarea amoniului din apa brută prin aplicarea proceselor biologice nu conduce la atingerea concentrației necesare, efluentului acesteia i se va aplica clorarea la break-point;
 - d. în cazul în care apa conține concentrații mari de substanțe organice ($\text{TOC} > 2 \text{ mg}/\text{dm}^3$) și există probabilitatea de formare a sub-produșilor de reacție organoclorurați se aplică un proces biologic pentru eliminarea azotului amoniacal chiar dacă concentrația de amoniu în apa brută este mai mică de $5 \text{ mg}/\text{l}$.
- (3) Clorul este singurul oxidant care reacționează cu amoniul. Reacția are loc în etape cu formare de monocloramină, dicloramină, respectiv tricloramină. Pentru doze de clor suficient de mari, reacția care conduce la degradarea totală a amoniului cu formare de azot este:



- (4) Hidrogenul sulfurat reacționează cu clorul conform reacției:



- (5) Dozele de clor necesare pentru reducerea concentrațiilor de amoniu sau hidrogen sulfurat sunt prezentate anterior ca doze stoechiometrice sau doze practice. Pentru o precizie mai ridicată se recomandă să se determine experimental prin efectuarea unei curbe de clorare, în cadrul studiului de tratabilitate. Un exemplu de curbă de clorare la breakpoint este prezentat în figura următoare.

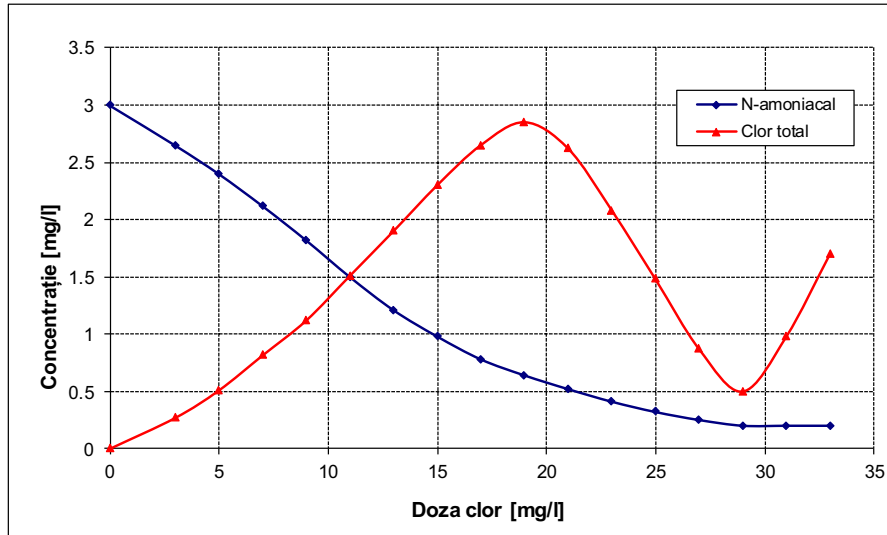


Figura 5.16. Exemplet de curbă de clorare efectuată experimental.

- (6) Pentru o bună eficiență a procesului, se asigură un timp de contact de minim 30 minute.
- (7) În cazul utilizării clorării la breakpoint pentru eliminarea amoniului, pe apa tratată se efectuează analize de trihalometani, datorită potențialului ridicat de formare a acestora.
- (8) Pentru reținerea clorului rămas din proces și pentru reținerea eventualilor subproduși de reacție formați, clorarea la breakpoint este urmată de o treaptă de adsorbție pe cărbune activ granular.

5.2.7.4 Dioxidul de clor

- (1) Dioxidul de clor este un gaz instabil. În stare pură explodează dacă este expus la căldură, la lumină sau dacă vine în contact cu substanțe organice. În amestec cu aerul, devine exploziv la concentrații volumetrice mai mari de 10%.
- (2) Avantajele utilizării ClO_2 sunt:
 - a. nu formează sub-produși de tip trihalometani (THM);
 - b. are putere oxidantă ridicată, oxidează fenoli și este foarte eficace la pH peste 8,5.
- (3) Dozele utilizate: 0,1 – 0,5 mg/l, timpul de contact fiind $T_C = 10$ min. Se menționează că pentru doze mai mari de 0,5 mg/l există riscul formării de cloriți și clorați.
- (4) Dioxidul de clor se prepară la locul utilizării din:
 - a. clorit de sodiu și clor conform reacției:



- i. stoechiometric, 1,0 g dioxid de clor se obține din 1,34 g clorit de sodiu și 0,526 g de clor;
 - ii. în practică, pentru o eficiență a procesului de 95% se utilizează 1,41 g clorită de sodiu și 0,61 g clor pentru obținerea a 1,0 g dioxid de clor;
 - iii. pH-ul apei de clor utilizate trebuie să fie în domeniul 1,7 – 2,4 cu concentrații în domeniul 2,5 – 6 g/dm³ pentru evitarea formării cloraților;
 - iv. concentrația NaClO_2 este de 310 g/dm³, concentrația soluției de HCl este de 370 g/dm³ iar timpul de contact optim în turnul de reacție este de 6 minute (nu trebuie să se depășească 10 minute).
- b. clorit de sodiu și acid clorhidric conform reacției:



- i. stoechiometric, 1 g dioxid de clor se obține din 1,67 g clorit de sodiu. Această soluție se adoptă acolo unde clorul nu este disponibil.

- (5) Pentru a evita formarea cloriților și cloraților, soluția de dioxid de clor obținută prin oricare din cele două metode, se transferă rapid în bazinul de stocare, în care se diluează la concentrații de 0,5 – 1 g/dm³. Soluția diluată este stabilă 24 ore.
- (6) Soluțiile de clorit de sodiu, respectiv acid clorhidric se stochează în camere încălzite la mai mult de 15 °C.

5.2.7.5 Permanganatul de potasiu

- (1) Oxidarea cu permanganat de potasiu se aplică pentru oxidarea fierului și a manganului din apă.
- (2) Dozele stoechiometrice de permanganat de potasiu sunt:
 - a. pentru reținerea fierului: $D_{Fe} = 0,94 \text{ mg KMnO}_4/\text{mg Fe}$;
 - b. pentru reținerea manganului: $D_{Mn} = 1,92 \text{ mg KMnO}_4/\text{mg Mn}$.
- (3) Pentru oxidarea fierului și a manganului se asigură un timp de reacție de 30 min.
- (4) Permanganatul de potasiu se dozează sub formă de soluție de concentrație 1 – 3%. La concentrații mai mari de 15 g/dm³ există riscul de formare de depozite.
- (5) Soluția se dozează cu pompe dozatoare.
- (6) Soluția preparată de permanganat de potasiu este stabilă o perioadă scurtă de timp (24 ore).
- (7) Stocarea, prepararea și dozarea permanganatului de potasiu se face conform prezentului normativ.
- (8) Pentru stocare și preparare se utilizează recipiente din oțel protejat la coroziune sau din plastic.

5.2.7.6 Radiații ultraviolete

- (1) Radiațiile ultraviolete sunt radiațiile din spectrul electromagnetic care au lungime de undă în domeniul 100 – 400 nm.
- (2) Pentru dezinfecție se folosesc radiații din spectrul UVC cu lungimi de undă în domeniul 200 – 300 nm care acționează, în celula microorganismelor, asupra proteinelor și asupra acidului dezoxiribonucleic (ADN) blocând sistemul de reproducere a acestora. Absorbanta maximă este la 260 nm pentru ADN.
- (3) Eficiența radiațiilor UV a fost demonstrată pentru: bacterii care nu formează spori, rotavirusuri, poliovirusuri, chisturi de protozoare (Cryptosporidium).
- (4) Calitatea dezinfecției poate să fie limitată de redezvoltarea unor microorganisme prin regenerarea ADN, prin:
 - a. fotoreactivare;
 - b. înlocuirea nucleotidelor afectate și recombinarea structurilor care nu au fost afectate.
- (5) Avantajul aplicării dezinfecției cu UV este dat de formarea unei concentrații minime de subproduși de dezinfecție și de timpul de contact redus.
- (6) Pentru o serie de microorganisme (E. Coli, Coliformi Fecali, Coliformi Totali), doza necesară se stabilește în laborator, prin aplicarea unor doze crescătoare de UV [mJ/cm²] unei probe de apă și determinarea microorganismelor care au rămas inactivate.
- (7) O serie de microorganisme au sensibilitate mai redusă la UV. Pentru acestea, tabelul următor prezintă dozele relative general acceptate.

Tabelul 5.9. Doze relative UV pentru diferite microorganisme din apă

Nr. Crt.	Micoorganism	Doza relativă (mW s/cm ²)
1	Escherichia Coli	1
2	Streptococcus Faecalis	1,3
3	Salmonella spp.	0,9-1,2
4	Bacilus Subtilis	2,1
5	Polio virus	1,5-3,5
6	Coxsackie virus	3,5 – 4,5
7	Echo virus	3,2-3,6
8	Virusul hepatitei A	1,2-2,1

Sursa: Degremont, Water Treatment Handbook, ISBN 978-2-7430-0970-0, France, 2007 [4]

- (8) Pentru o transmitanță >90% în apă cu o turbiditate <1 NTU, este recomandată o doză de 20 – 40 mW s/cm² și utilizarea lămpilor de presiune medie.
- (9) Apa care se dezinfectează cu UV nu trebuie să aibă culoare sau fier, în vederea asigurării unei transmitanțe bune. De asemenea, apa nu trebuie să aibă caracter încrustant, pentru a evita depunerea de cruste pe manșonul protector de cuarț.
- (10) Reactoarele trebuie echipate cu sistem de curățare automată a manșonului de cuarț.
- (11) Fiecare lampă se echipează cu senzori pentru măsurarea intensității UV pentru monitorizarea permanentă a radiației emise, monitorizarea îmbătrânirii lămpii și compensarea acesteia prin creșterea curentului aplicat pe lampă și semnalarea lămpilor defecte.
- (12) Pentru că dezinfecția cu UV nu are caracter remanent, aceasta este urmată de dozarea unui reactiv care are caracter remanent (clor).

5.2.8 Procese de adsorbție pe cărbune activ

5.2.8.1 Caracteristici cărbune activ. Forme de prezentare

- (1) Cărbunele activ se poate utiliza sub două forme:
- cărbune activ pudră (CAP) utilizat în caz de poluare accidentală;
 - cărbune activ granular (CAG) utilizat în filtre pentru reținerea MON, micropoluantilor organici.
- (2) Principalele caracteristici ale cărbunelui activ sunt:
- suprafața specifică cuprinsă în domeniul 800 – 1500 m²/g;
 - volumul porilor: 0,5 – 1,2 cm³/g – micropori cu mărimea mai mică de 2 nm, mezopori cu mărimea cuprinsă în intervalul 2 – 50 nm și macropori cu mărimea mai mare de 50 nm;
 - mărimea și distribuția porilor – determină afinitatea cărbunelui pentru anumite elemente care se adsorb. De exemplu, micropoluantii se adsorb în micropori iar MON în mezopori;
 - densitatea aparentă: 350 – 650 kg/m³;
 - densitatea în strat – cu 10% mai mică decât densitatea aparentă;
 - densitatea particulelor umede: 1300 – 1500 kg/m³ – determină gradul de expandare a stratului de cărbune la spălarea în contracurent;
 - conținut de cenușă < 5%;
 - umiditatea < 8%;
 - indicele de iod – se corelează cu capacitatea cărbunelui de a adsorbi molecule mici;
 - indicele de melasă sau de decolorare indică capacitatea cărbunelui de a adsorbi molecule cu masă moleculară mare;
 - indicele de albastru de metilen

l. activitatea tetraclorurii de carbon.

(3) Alegerea tipului de cărbune se va face în acord cu poluanții care trebuie reținuți.

5.2.8.2 Proiectarea sistemelor de adsorbție pe cărbune activ pudră

- (1) Cărbune activ pudră (CAP) se aplică pentru protejarea stațiilor de tratare în situațiile de poluare accidentală a apei sursei.
- (2) Dozarea se face sub formă de emulsie în capătul amonte al filierei de tratare, într-un bazin independent, dotat cu agitatoare mecanice, care asigură un timp de contact de 15 minute.
- (3) Se evită interacțiunea PAC cu alți reactivi utilizați în tratarea apei, care pot acționa competitiv cu poluanții care trebuie reținuți.
- (4) Condițiile de aplicare sunt:
 - a. sistem dozare uscată;
 - b. depozit asigurat împotriva auto-aprinderii;
 - c. bazin preparare emulsie CAP protejat anticoroziv;
 - d. doze uzuale: 10 – 25 g/m³ apă;
 - e. utilizare în situații de poluare accidentală cu: hidrocarburi, pesticide, detergenți, fenoli;
 - f. injecția emulsiei de CAP se va efectua într-un bazin de amestec și reacție independent, cu volum pentru un timp de contact ≥ 15 minute și gradient hidraulic 400 – 500 s⁻¹;
 - g. este recomandabilă utilizarea numai în situațiile de vârf de poluare.

5.2.8.3 Criterii de proiectare a filtrelor CAG

- (1) Se vor utiliza filtre rapide deschise sau sub presiune cu strat monogranular de CAG sau multi-strat atunci când configurația stației o impune.
- (2) Viteza de filtrare și înălțimea stratului de CAG se va adopta în corelație cu necesitatea realizării timpului de contact pentru realizarea adsorbției.
- (3) Criteriul principal de dimensionare:

$$EBCT = \frac{H_{CAG}}{v_F} \quad (5.61)$$

în care:

EBCT – timpul de contact aparent (Empty Bed Contact Time); Valoarea minimă pentru reținerea micropoluantilor organici este de 15 minute.

$H_{CAG} = 1,0 - 2,0$ m – grosimea stratului de CAG;

$v_F = 6 - 8$ m/h – viteza de filtrare.

- (4) Sistemul de control al filtrelor CAG este determinat de epuizarea capacității de adsorbție a stratului de CAG; se va urmări sistematic concentrația poluantului în apa filtrată și la momentul când aceasta începe să crească peste limita admisă, filtrul se oprește pentru că masa de CAG și-a epuizat capacitatea de adsorbție. În aceasta situație stratul de CAG epuizat se va trimite la producător pentru reactivare.
- (5) Stațiile de filtre rapide CAG se proiectează astfel încât un număr de cuve să fie în rezervă, datorită epuizării capacității de adsorbție la cuvele aflate în lucru. Numărul de cuve de rezervă se stabilește pe baza:
 - a. duratei înlocuirii CAG cu material proaspăt sau regenerat;

- b. duratei de epuizare a capacității de adsorbție stabilită „în situ” pe baza concentrațiilor poluanților adsorbiți.
- (6) La proiectarea stațiilor de filtre CAG se va ține seama de următoarele condiționări:
- se va lua în considerare asigurarea distribuției și colectării apei filtrate absolut uniform; erorile admise $\pm 2\%$ la debit de alimentare/spălare pe m^2 de filtru;
 - spălarea se va asigura numai cu apă la intensitatea $i \leq 4l/s, m^2$, atunci când pierderea de sarcină în strat atinge 25-30% din înălțimea stratului;
 - apa influentă în filtrele CAG va avea turbiditatea $\leq 0,3$ NTU;
 - CAG epuizat se regenerează în uzine de regenerare centrale; pierderile de masă la o regenerare se vor considera 10%.
 - automatizarea și controlul filtrelor rapide CAG se bazează pe conceptul stabilirii capacității de adsorbție a stratului de CAG.

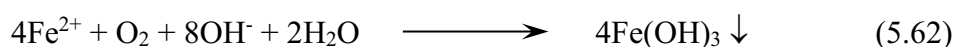
5.2.9 Procese de deferizare și demanganizare

- În apele de suprafață fierul se găsește sub forma ferică insolubil, fiind atașat suspensiilor și se elimină prin procesul de limpezire.
- În apele subterane sau în zonele adânci ale lacurilor, unde nu există oxigen, fierul se află sub formă bivalentă, dizolvat, $[Fe(HCO_3)_2]$ sau, cel mai des, sub formă de combinații complexe (legat de silicați, fosfați sau materii organice) [4].
- Manganul se găsește în apele subterane în forma solubilă, în stare de oxidare inferioară, Mn^{2+} , sau la pH în domeniul bazic, sub formă de $MnOH^+$. Poate fi legat de bicarbonați, sulfati, silicați sau de substanțe organice.
- Atât fierul, cât și manganul, conferă apei culoare și gust metalic.
- Reținerea acestora presupune două etape:
 - Oxidarea – trecerea din formă solubilă în formă insolubilă a fierului și a manganului;
 - Reținerea compușilor insolubili formați.

5.2.9.1 Deferizarea

5.2.9.1.1 Deferizarea fără sedimentare

- În cazul în care apa conține fier în concentrații mici (< 5 mg/l) și nu conține mangan, nu prezintă culoare, turbiditate, nu conține acizi humici, acesta poate fi reținut prin aerare și filtrare [4].
- Rareori apele naturale conțin fier numai sub formă de $Fe(HCO_3)_2$ care să poată fi oxidat numai cu aer. În cele mai multe cazuri, oxidarea fierului necesită adăugarea unui oxidant suplimentar.
- Selectarea oxidanților se va face prin studiu de tratabilitate.
- Aerarea se poate realiza la presiunea atmosferică sau sub presiune. Viteza de oxidare a fierului bivalent la fier trivalent depinde de: temperatură, pH, concentrație de fier, concentrație de oxigen dizolvat. Procesul decurge conform reacției:



- Cinetica reacției este exprimată de ecuația următoare [4]:

$$-\frac{d(Fe^{2+})}{dt} = k \times (Fe^{2+}) \times (OH^-)^2 \times P_{O_2} \quad (5.63)$$

în care:

P_{O_2} – presiunea parțială a oxigenului;

K – constantă care depinde de temperatura și de capacitatea de tamponare a apei.

- (6) Ecuația arată că viteza de reacție crește cu creșterea pH-ului, cu creșterea concentrației inițiale de fier și este favorizată de o concentrație de oxigen apropiată de concentrația de saturație.
- (7) Pentru a mări suprafața de contact a aerului cu apa, se utilizează bazine de oxidare cu diverse medii de contact (puzzolana).
- (8) Reținerea hidroxidului de fier insolubil format se realizează prin filtrare în filtre gravitaționale sau sub presiune, pe strat de nisip cu dimensiunea granulelor 0.6 – 1 mm și viteza de filtrare: 5 – 15 m/h [4].

5.2.9.1.1.1 Aerarea apei

- (1) Pentru aerarea apei se folosesc următoarele sisteme:
 - a. insuflare de aer în masa de apă prin intermediul unui sistem de injecție aer comprimat; se aplică aerarea cu bule fine în bazine de contact;
 - b. striparea apei (difuzia apei într-o masă de aer) prin utilizarea de sisteme de sprinklere sau duze.

5.2.9.1.2 Deferizarea cu sedimentare

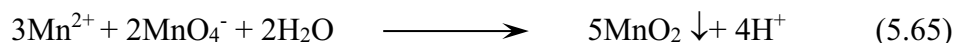
- (1) La concentrații mari de fier (>5 mg/l), care conduc la o cantitate mare de precipitat, sau în cazul în care, pe lângă fier, apa conține și alte elemente (silicați, substanțe organice) care conduc la reducerea cineticii de oxidare a fierului, este necesară oxidarea cu un oxidant mai energic: permanganat de potasiu, clor, ozon și adaos de coagulant în doze mai mari de 10 g/m³ [4].
- (2) Selectarea oxidantului se realizează în cadrul studiului de tratabilitate.
- (3) Reținerea precipitatului format se realizează prin decantare urmată de filtrare.

5.2.9.2 *Demanganizarea*

- (1) Oxidarea manganului prin aerare are loc numai la pH>9.5 dar timpul de reacție nu este compatibil cu operarea industrială [4].
- (2) Oxidarea manganului cu clor decurge conform ecuației:



- (3) În practică, doza depinde de caracteristicile apei, o parte din cantitatea de clor adăugată poate fi consumată pentru oxidarea materiilor organice sau a altor elemente din apă. Eficiența procesului depinde de valoarea pH-ului apei.
- (4) Oxidarea manganului cu permanganat de potasiu decurge conform reacției:



- (5) În practică, doza depinde de caracteristicile apei, o parte din cantitatea de permanganat adăugată poate fi consumată pentru oxidarea materiilor organice sau a altor elemente din apă.
- (6) În cazul în care manganul nu se află legat sub forma de combinații complexe, pH-ul optim pentru oxidarea manganului cu permanganat este de 7,2 – 7,3 iar timpul de contact mai mic de 5 minute [4].

- (7) În cazul în care manganul este legat de substanțe organice timpul de contact poate să fie mai mare de 20 min., iar pentru accelerarea reacției se poate crește valoarea pH-ului la mai mult de 8,5 [4]. În aceasta situație se asigură un timp de contact de minim 30 minute.
- (8) Doza de permanganat de potasiu, timpul de contact, valoarea optimă a pH-ului, se determină experimental în cadrul studiului de tratabilitate.
- (9) Reținerea precipitatului format se realizează prin filtrare în filtre gravitaționale sau sub presiune, pe strat de nisip cu dimensiunea granulelor 0.6 – 1 mm și viteza de filtrare: 5 – 15 m/h [4].

5.2.9.3 Reținerea fierului și a manganului

- (1) În cazul în care apa conține atât fier cât și mangan, schema de tratare cuprinde:
- aerare (cu scopul: oxidare parțială Fe^{2+} , îmbogățirea apei cu oxigen dizolvat pentru protecție împotriva coroziunii, creșterea ușoară a pH-ului prin eliminarea CO_2), oxidarea H_2S , dacă există;
 - oxidare cu un reactiv chimic: permanganat de potasiu sau clor. Selectarea oxidantului se realizează pe bază de studii de tratabilitate și luând în considerare riscul formării de trihalometani în reacțiile secundare ale clorului;
 - coagulare-floculare și decantare dacă cantitatea de precipitat impune aceste trepte;
 - filtrare pe nisip în filtre gravitaționale sau sub presiune.
- (2) Dozele stoechiometrice de oxidanți utilizați pentru oxidarea fierului și a manganului sunt prezentate în tabelul următor:

Tabelul 5.10. Doze stoechiometrice ale oxidanților pentru oxidarea fierului și a manganului

Nr. crt.	Oxidant	Doza stoechiometrică pentru oxidare fier (mg/mg Fe)	Doza stoechiometrică pentru oxidare mangan (mg/mg Mn)
1	Permanganat de potasiu	0,94	1,92
2	Clor	0,64	1,29
3	Ozon	0,43	0,88

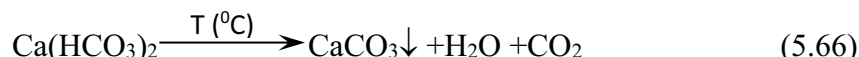
Sursa: Degremont, Water Treatment Handbook, ISBN 978-2-7430-0970-0, Ed. Lavoisier Paris, 2007 [4]

5.2.9.4 Reținerea fierului și a manganului prin filtrare pe medii catalitice

- (1) Pentru reținerea fierului și a manganului, se poate utiliza filtrarea pe medii granulare cu depunere controlată de dioxid de mangan.
- (2) Înălțimea stratului filtrant, viteza de spălare, condițiile de calitate a apei influente (cu sau fără oxidare prealabilă), rețeta de spălare, tip regenerare sunt cele indicate de producătorul mediului filtrant respectiv.
- (3) Selectarea mediului filtrant se face prin studiu de tratabilitate.

5.2.10 Procese de dedurizare și decarbonatare a apei

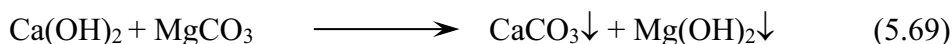
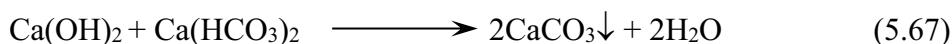
- (1) Duritatea apei este proprietatea apei conferită de sărurile solubile de calciu și magneziu. Bicarbonații de calciu și magneziu dau apei duritate temporară, iar celelalte săruri solubile de calciu și magneziu (cloruri, sulfati, azotați) conferă apei duritate permanentă. Suma durităților, temporară și permanentă, reprezintă duritatea totală a apei.
- (2) Bicarbonații de calciu se descompun la temperatură ridicată, cu formare de carbonat de calciu, compus insolubil, conform reacției:



- (3) Durețea se măsoară în grade de duritate; 1 grad de duritate = 10 mg CaO/dm³.
- (4) Din motive de coroziune, valoarea minimă a durității pentru apa potabilă, conform Legii nr. 458/2002, cu modificările și completările ulterioare, trebuie să fie de 5 grade de duritate.
- (5) Pentru apa utilizată în diverse aplicații industriale, este necesar ca apa să fie decarbonată (reținerea durității temporare), respectiv dedurizată (reținerea atât a durității temporare cât și a celei permanente).

5.2.10.1 Decarbonatarea apei

- (1) Decarbonatarea apei se realizează prin procedee chimice. Cel mai utilizat reactiv este varul stins, care reacționează cu bicarbonații de calciu și de magneziu cu formare de carbonat de calciu, respectiv carbonat de magneziu. Deoarece carbonatul de magneziu este relativ solubil (70 mg/dm³) [4], este necesară conducerea reacției până la formarea de hidroxid de magneziu, insolubil. pH-ul optim pentru precipitarea carbonatului de calciu este în jur de 10,3, depinzând de temperatură și de alți factori care influențează solubilitatea acestuia. Precipitarea hidroxidului de magneziu necesită o valoare a pH-ului de 11,0 – 11,3. Procesul decurge conform reacțiilor următoare:



- (2) Carbonatul de calciu și hidroxidul de magneziu sunt substanțe cristaline, iar în lipsa germenilor de cristalizare procesul de precipitare decurge foarte lent. Este necesară accelerarea procesului care se poate realiza:
- prin recircularea nămolului. Este necesar un proces de coagulare-floculare;
 - prin utilizarea unui catalizator. Procedeele de decarbonatare catalitică folosesc drept catalizator cristale de carbonat de calciu cu diametru granulelor de 0,2 – 0,5 mm sau nisip cuarțos, expandate în pat fluidizat. În acest caz nu este necesar procesul de decantare.
- (3) Cantitatea de var necesară se determină prin teste de laborator/instalație pilot. Orientativ, doza stoechiometrică se calculează conform reacțiilor anterioare și ține seama, de asemenea, de concentrația de dioxid de carbon din apă care consumă var conform reacției:



- (4) Orientativ, doza de var se calculează cu formula:

$$\text{Ca}(\text{OH})_2[\text{g}/\text{m}^3] = 74 \times \left[2\text{Alk} - \frac{\text{Ca}^{2+}}{40} + \frac{\text{CO}_2}{44} \right] \quad (5.71)$$

în care:

Alk – alcalinitatea apei (mmoli/dm³);

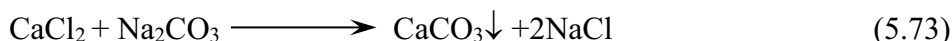
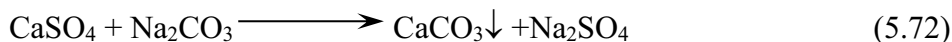
Ca²⁺ - concentrația de calciu (mg/dm³);

CO₂ – concentrația de dioxid de carbon (mg/dm³).

- (5) Pentru precipitarea cu var, se utilizează lapte de var, suspensiile prezente în acesta favorizând procesul de cristalizare a carbonatului de calciu și a hidroxidului de magneziu dar și procesul de sedimentare.

5.2.10.2 Dedurizarea**5.2.10.2.1 Precipitare chimică**

- (1) Procedeu cu sodă (Na_2CO_3) se utilizează pentru reducerea durtății permanente dată de clorura de calciu și de sulfatul de calciu. Procesul decurge conform reacțiilor:



- (2) Doza stoechiometrică de sodă se calculează conform reacțiilor anterioare, însă este necesară determinarea experimentală a acesteia, prin teste de laborator. Orientativ, aceasta se calculează cu formula [4]:

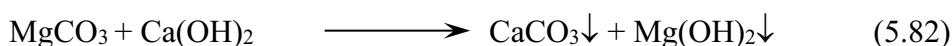
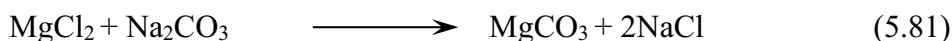
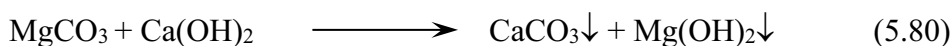
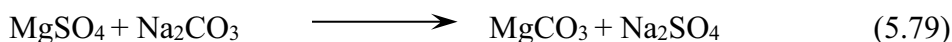
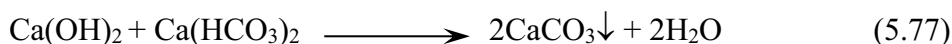
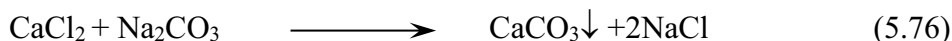
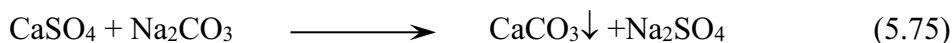
$$\text{Ca(OH)}_2[\text{g/m}^3] = 106 \times [D_T - \text{Alk}] \quad (5.74)$$

în care:

D_T – durtatea totală a apei (mmoli/dm³);

Alk – alcalinitatea apei (mmoli/dm³).

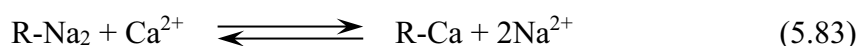
- (3) Procedeu cu var și sodă se utilizează atunci când se dorește reducerea atât a durtății permanente, cât și a durtății temporare. Reacțiile chimice conform cărora decurge procesul sunt:



- (4) Dozele de var și sodă orientative sunt dozele stoechiometrice calculate pe baza reacțiilor anterioare, însă dozele reale se determină în laborator, având în vedere faptul că în apă pot exista elemente care interferă cu procesul de precipitare: ionul amoniu, materiile organice naturale.
- (5) Precipitatul format în urma reacțiilor chimice se reține în decantoare cu recircularea nămolului care va favoriza procesul de cristalizare a carbonatului de calciu și a hidroxidului de magneziu.

5.2.10.2.2 Dedurizarea prin schimb ionic

- (1) Schimbătorii de ioni sunt materiale insolubile sintetice, care au fixate pe structura macromoleculară grupări funcționale sau ioni care sunt capabili să fie schimbați cu ioni de aceeași sarcină din masa de apă. Pentru dedurizare se folosesc rășini cationice, care schimbă ionul de sodiu greșit pe structura macromoleculară cu ionii de calciu și magneziu din apă. Procesul decurge conform reacției:



- (2) Conform reacției, în apă sunt eliberați ioni de sodiu. După epuizarea capacității de schimb a rășinii, este necesară regenerarea acesteia, care se realizează cu soluție de NaCl de concentrație 10% și spălarea cu apă pentru eliminarea clorurii de sodiu.
- (3) Regenerarea și spălarea se efectuează conform specificațiilor producătorului de rășină.

- (4) Soluția rezultată de la regenerare, conține NaCl, Ca și Mg în concentrații ridicate. Evacuarea acesteia în rețeaua de canalizare se face în conformitate cu acordul de preluare a apelor uzate emis de către operator.

5.2.11 Procese de corecție a echilibrului calco-carbonic

- (1) Legislația privind calitatea apei potabile impune, indirect, obligativitatea ca apa injectată în rețeaua de distribuție să nu fie corozivă. Astfel, duritatea apei trebuie să fie minim 5 grade de duritate, pH-ul poate fi crescut până la 9,5, iar concentrațiile de cloruri și sulfatați sunt limitate la 250 mg/l, din motive de coroziune.
- (2) Scopul producerii unei ape care să nu fie corozivă este pe de o parte, protecția sănătății umane, prin evitarea dizolvării elementelor toxice din sistemul de alimentare cu apă, menținerea nivelului de siguranță al clorului rezidual, iar pe de altă parte, protecția sistemului de alimentare cu apă.
- (3) Apele naturale au o concentrație de săruri diferită, în funcție de structura litologică a solului, sau în funcție de expunerea la diferite surse de poluare. O apă cu o concentrație redusă de săruri are tendința să dizolve elemente din materialele cu care vine în contact. O apă cu concentrație ridicată de săruri, în special săruri de calciu și magneziu, are tendința de a depune cruste. Aceste două procese au efecte defavorabile asupra sistemului de alimentare cu apă.
- (4) Apă în echilibru chimic nu trebuie să fie nici corozivă, dar nici să depună cruste.
- (5) De obicei, din procesul de tratare a apei în scop potabil rezultă o apă care are caracter coroziv.
- (6) Aprecierea caracterului coroziv, respectiv încrustant al apei se face cu ajutorul unor indici:
- indicele Langelier care ia în considerare echilibrul calco-carbonic al apei;
 - indicele Larson care ia în considerare conținutul de cloruri și sulfatați din apă.

5.2.11.1 Indicele Langelier

- (1) Indicele Langelier (I_L) se definește astfel:

$$I_L = \text{pH} - \text{pH}_s \quad (5.84)$$

în care:

pH – pH-ul apei (determinat prin analiză);

pH_s – pH-ul de saturație al apei (pH-ul pe care ar trebui să-l aibă apa pentru a fi în echilibru calco-carbonic).

- (2) pH-ul de saturație se calculează cu relația:

$$\text{pH}_s = C + \text{pCa} + \text{pAlk} \quad (5.85)$$

în care:

C – constantă care depinde de temperatura și de concentrația totală de săruri a apei;

$$\text{pCa} = -\lg [\text{Ca}^{2+}], \text{ în care } [\text{Ca}^{2+}] - \text{concentrația de calciu (moli/ dm}^3) \quad (5.86)$$

$$\text{pAlk} = -\lg[\text{Alk}], \text{ în care } [\text{Alk}] - \text{alcalinitatea totală (moli/ dm}^3). \quad (5.87)$$

- (3) Termenii C, pCa și pAlk se aproximează din diagrama Langelier:

- Se determină prin analiză:
 - pH-ul apei;
 - concentrația de calciu ($\text{mg CaCO}_3/\text{dm}^3$);
 - alcalinitatea totală ($\text{mg CaCO}_3/\text{dm}^3$);
 - concentrația totală de săruri (mg/dm^3);

v. temperatura ($^{\circ}\text{C}$).

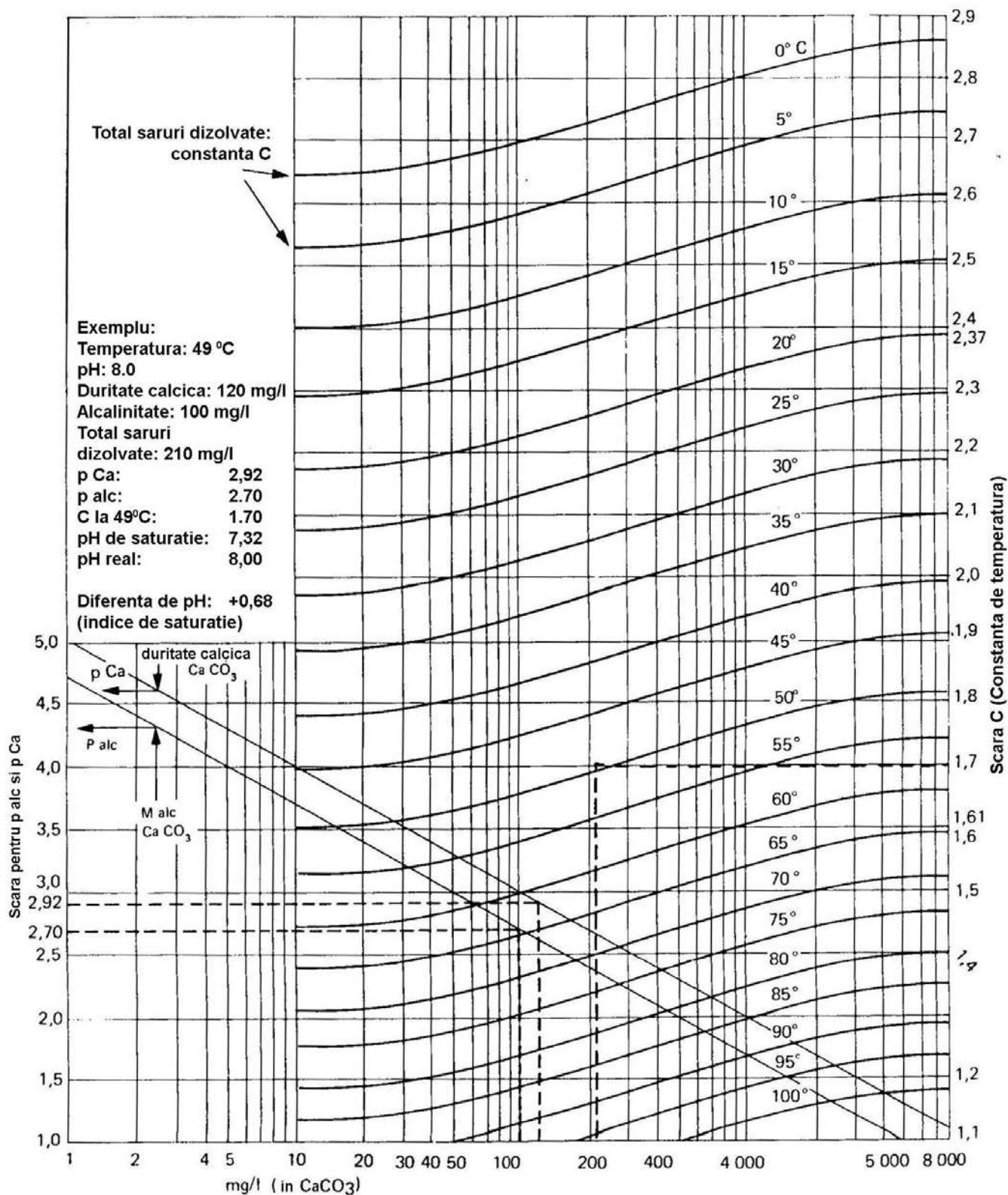


Figura 5.17. Diagrama Langelier [4]

- b. din punctul corespunzător valorii alcalinității totale ($\text{mg CaCO}_3/\text{dm}^3$) de pe abscisă, se ridică o verticală până aceasta întâlnește prima linie oblică. Pe scala din stânga se citește valoarea pAlk , corespunzător punctului de intersecție;
 - c. din punctul corespunzător valorii concentrației de calciu ($\text{mg CaCO}_3/\text{dm}^3$) de pe abscisă, se ridică o verticală până aceasta întâlnește a doua linie oblică. Pe scala din stânga se citește valoarea pCa , corespunzătoare punctului de intersecție;
 - d. din punctul corespunzător concentrației totale de săruri (mg/dm^3) de pe abscisă, se ridică o verticală, până aceasta întâlnește curba corespunzătoare temperaturii. Se citește pe scala din dreapta valoarea constantei C , corespunzătoare punctului de intersecție.
 - e. cu valorile determinate din diagrama Langelier, se calculează pH -ul de saturație al apei, pH_s .
- (4) Interpretarea rezultatului este următoarea:
 - a. $I_L < 0$ – apă corozivă;
 - b. $I_L > 0$ – apă care are tendința de a depune crustă;
 - c. $I_L = 0$ – apă în echilibru calco-carbonic;
 - (5) În practică, valoarea 0 este greu de obținut și menținut. Valori cuprinse în domeniul $(-0.5) < I_L < (+0.5)$ sunt acceptabile pentru o apă stabilă.
 - (6) De obicei, din procesul de tratare rezultă o apă care are caracter coroziv. Corectarea acestuia se realizează prin modificarea echilibrului calco-carbonic astfel încât pH -ul apei să fie cât mai aproape de pH -ul de saturație.
 - (7) Corectarea caracterului coroziv se recomandă să se realizeze cu apă de var.
 - (8) Dozele de var se determină experimental, deoarece adaosul de var conduce la creșterea pH -ului apei, însă, în același timp și la creșterea concentrației de calciu, a alcalinității și a concentrației totale de săruri care vor determina reducerea valorii pH -ului de saturație.
 - (9) Un exemplu de curbă de titrare cu apă de var este prezentat în figura următoare.

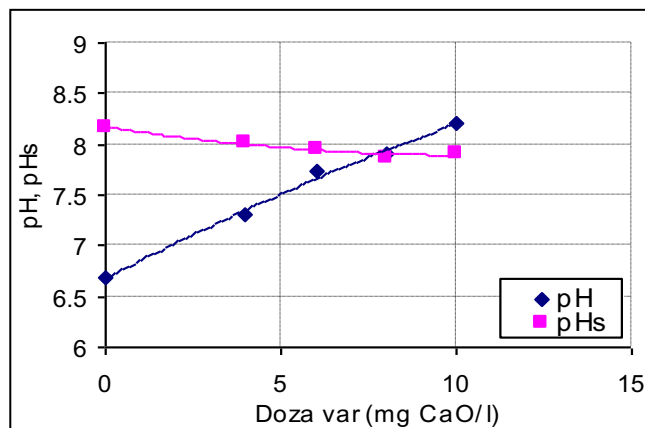


Figura 5.18. Curba de titrare cu var

- (10) Corectarea pH -ului se realizează în amonte de treapta de dezinfecție.
- (11) Orice altă metodă care conduce la o apă stabilă din punct de vedere al echilibrului calco-carbonic poate fi utilizată: aerare pentru îndepărtarea dioxidului de carbon, creșterea valorii pH -ului cu hidroxid de sodiu.

5.2.11.2 Indicele Larson

(1) Indicele Larson se calculează cu formula:

$$I_{\text{Larson}} = \frac{[\text{Cl}^-] + [\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{HCO}_3^-]} \quad (5.88)$$

în care:

- [Cl⁻] - concentrația de cloruri exprimată în moli/dm³;
- [SO₄²⁻] - concentrația de sulfați exprimată în moli/dm³;
- [HCO₃⁻] - concentrația de bicarbonați exprimată în moli/dm³;

- (2) Pentru ca apa să nu fie corozivă trebuie ca $I_{\text{Larson}} < 0,6$ [4].
- (3) Pentru corectarea indicelui Larson se intervine asupra concentrației celor trei elemente:
- a. dacă concentrațiile de cloruri și sulfați sunt mai mici de 250 mg/dm³ și durezza apei este redusă, se analizează posibilitatea creșterii concentrației de bicarbonați prin adaos de var, var și dioxid de carbon, bicarbonat de sodiu, cu menținerea în același timp a echilibrului calco-carbonic;
 - b. dacă concentrațiile de cloruri și sulfați sunt mai mari de 250 mg/dm³ și valoarea durezza este mare, atunci este necesară trecerea unui debit parțial prin osmoză inversă, pentru reducerea concentrației de cloruri și sulfați și ulterior reglarea concentrației de bicarbonați cu var și dioxid de carbon.
- (4) Corectarea indicelui Larson se analizează pentru fiecare tip de apă în parte și corelat cu indicele Langelier.

5.2.12 Osmoză inversă și remineralizare**5.2.12.1 Osmoza inversă**

- (1) Osmoza inversă este procesul prin care apa dintr-o soluție trece printr-o membrană semipermeabilă, dacă se aplică o presiune mai mare decât presiunea osmotică a soluției respective. Procesul se utilizează în tratarea apei de suprafață sau subterană în scop potabil, atunci când nu se pot aplica alte procese pentru corectarea calității apei: reducerea concentrației de sodiu, reducerea concentrației de ioni clorură, reducerea concentrației de azotați.
- (2) Caracteristicile principale orientative ale sistemelor de osmoză inversă sunt:
- a. mărimea porilor membranei: ~ 0,5 nm;
 - b. presiunea aplicată pe membrană: 15 – 75 bar;
 - c. producția medie specifică de apă tratată: 5-10 l/m²,bar.
- (3) Din procesul de osmoză rezultă două fluxuri:
- a. permeat – apă în care concentrația de săruri este foarte redusă: 0,3 – 5% din concentrația apei influente pentru ionii monovalenți, respectiv 0,05 – 1% din concentrația apei brute pentru ionii bivalenți [4]. Cantitatea de permeat reprezintă 65% – 90% din debitul influent;
 - b. concentrat – apă în care se găsesc sărurile reținute din apa influentă. Acesta reprezintă 10% – 35% din debitul de apă influent. Concentratul reprezintă o soluție care trebuie gestionată conform legislației în vigoare. Acesta poate fi descărcat în rețeaua de canalizare, conform acordului de preluare a apelor uzate emis de operator.
- (4) Instalația de osmoză inversă se dimensionează de către producătorul de membrane, în funcție de calitatea apei care urmează să fie tratată și de calitatea necesară a permeatului.
- (5) Unitatea de osmoză inversă se prevede cu:
- a. pompă de mare presiune pentru alimentarea cu apă a instalației de osmoză;
 - b. sistem de spălare automată cu permeat (rezervor, pompă și racorduri);

- c. instalație de dozare antiscalant în vederea prevenirii depunerilor și crustelor pe membrane;
 - d. instalație dozare bisulfid de sodiu pentru prevenirea oxidării membranei;
 - e. instrumentație de măsură: debitmetru de măsurare permeat, debitmetru de măsură concentrat, debitmetru de măsurare apă de recirculare;
 - f. manometre indicatoare ale presiunilor de lucru;
 - g. presostate pentru protecția împotriva lipsei presiunii apei;
 - h. vană de reglaj a presiunii;
 - i. tablou electric de comandă.
- (6) Se analizează posibilitatea aplicării procesului de osmoză inversă pe debit parțial, astfel încât, prin amestec cu apa care nu este trecută prin unitatea de osmoză inversă, să se obțină o apă care să se încadreze în limitele impuse de legislația în vigoare.
- (7) La dimensionarea stației de tratare se ține seama de debitul de concentrat rezultat la osmoza inversă, astfel încât debitul de dimensionare a stației să acopere pierderea cu concentratul.

5.2.12.2 Remineralizarea

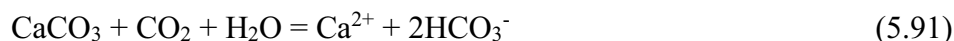
- (1) Apa rezultată din procesul de osmoză inversă este o apă care conține o cantitate extrem de mică de săruri (0,05 – 5% din concentrația apei influente). Este necesar ca aceasta să fie remineralizată astfel încât să se asigure o valoare a durezzații de minim 5 grade de duritate, conform legislației în vigoare, și stabilitate din punct de vedere chimic.
- (2) Există situații în care apa naturală are o valoare a durezzații mai mică de 5 grade de duritate, fiind necesară mineralizarea acesteia și eliminarea eventualului caracter coroziv. Acest capitol se adresează și acestui tip de apă.
- (3) Remineralizarea se poate realiza:
- a. prin amestecarea cu apă care nu a fost trecută prin procesul de osmoza inversă, dacă concentrația elementelor cărora s-a adresat procesul de osmoză inversă permite;
 - b. prin adăugarea de săruri din sursă externă.
- (4) Adăugarea de săruri din sursă externă se poate realiza prin următoarele tehnologii:
- a. var stins și dioxid de carbon:



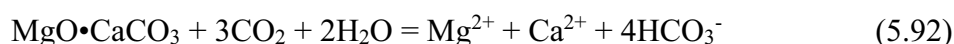
- b. clorură de calciu și bicarbonat de sodiu:



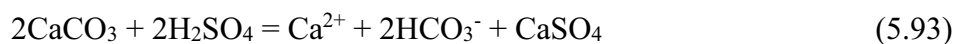
- c. carbonat de calciu și dioxid de carbon:



- d. dolomit și dioxid de carbon:



- e. carbonat de calciu și acid sulfuric:



5.2.12.2.1 Remineralizarea cu var stins și dioxid de carbon

- (1) Dozele de var și dioxid de carbon orientative se calculează stoechiometric, cu ajutorul ecuației reacției chimice. Astfel, pentru un grad de duritate sunt necesare: 13,2 mg/dm³ Ca(OH)₂ și 15,7 mg/dm³ CO₂.
- (2) Dozele reale se determină experimental astfel încât apa produsă să nu aibă caracter coroziv.
- (3) Varul se utilizează sub formă de apă de var (concentrație Ca(OH)₂ = 0,165%).
- (4) Dioxidul de carbon este furnizat în recipiente sub presiune. Instalația de stocare și dozare a dioxidului de carbon se prevede cu toate echipamentele necesare funcționării acesteia.

5.2.12.2.2 Remineralizarea cu clorură de calciu și bicarbonat de sodiu

- (1) Procedul de remineralizare cu clorură de calciu și bicarbonat de sodiu are avantajul că pentru prepararea și dozarea reactivilor nu sunt necesare echipamente și instalații speciale. Ambele substanțe sunt solubile și se dozează sub forma de soluții de diferite concentrații.
- (2) Procedul nu poate fi aplicat când concentrațiile de sodiu și cloruri pot să depășească limitele impuse pentru apa potabilă.
- (3) Practic, pentru creșterea durității se utilizează doza stoechiometrică de clorură de calciu iar bicarbonatul de sodiu are rol numai în reglarea pH-ului și a caracterului coroziv, astfel încât acesta să se încadreze în limitele impuse de Legea nr. 458/2002, cu modificările și completările ulterioare.
- (4) Pentru un grad de duritate sunt necesare 19,81 mg/dm³ CaCl₂. Doza de bicarbonat de sodiu trebuie determinată experimental, astfel încât apa obținută să nu aibă caracter coroziv.
- (5) Concentrațiile soluțiilor de reactivi vor fi alese în funcție de solubilitatea substanțelor. Se recomandă concentrații de 3 – 8%.

5.2.13 Stații de reactivi**5.2.13.1 Stocarea, prepararea și dozarea reactivilor pulverulenți sau granulari**

- (1) Stația de reactivi pentru reactivi pulverulenți și granulari se compune din:
 - a. sistem de încărcare reactiv;
 - b. siloz stocare reactiv;
 - c. sistem de dozare uscată a reactivului;
 - d. sistem de transport reactiv;
 - e. bazin de preparare și dozare soluție reactiv;
 - f. bazin de diluare și dozare soluție reactiv;
 - g. pompe dozatoare.

5.2.13.1.1 Dimensionare siloz stocare reactivi pulverulenți și granulari

- (1) Cantitatea necesară de reactiv se determină cu relația următoare:

$$M_{\text{nec}} = \frac{Q_c \cdot D_{\text{max}} \cdot T}{10^6} \text{ [tone]} \quad (5.94)$$

în care:

- M_{nec} – masa necesară de reactiv (t);
- Q_c – debitul de calcul al stației de tratare (m³/zi);
- D_{max} – doza medie de reactiv (g/m³);
- T = minim 30 zile – durata de autonomie.

(2) Volumul necesar de reactiv se determină cu relația următoare:

$$V_{\text{nec}} = \frac{M_{\text{nec}}}{\rho_{\text{vrac}}} \text{ [m}^3\text{]} \quad (5.95)$$

în care:

M_{nec} – masa necesară de reactiv (t);
 ρ_{vrac} – densitate în vrac a reactivului (t/m³).

- (3) Se adoptă volumul silozului de reactiv un număr întreg superior valorii obținute și se calculează masa reală de reactiv.
- (4) Se verifică durata reală de autonomie, la doza minimă și la doza maximă.
- (5) Se adoptă minim două linii.
- (6) Se prevede încărcarea reactivului pulverulent direct din camion în silozuri, prin intermediul unei instalații de încărcare cu aer comprimat. Silozurile se prevăd cu filtre desprăfuitoare și cu dispozitive vibrante pentru a asigura curgerea reactivului pulverulent către zona inferioară.

5.2.13.1.2 Dimensionare dozator uscat și transportor

(1) Debitul orar maxim de reactiv se calculează:

$$C_{\text{orar}}^{\text{max}} = D_{\text{max}} \cdot Q_c \cdot 10^{-3} \text{ [kg/h]} \quad (5.96)$$

în care:

D_{max} – doza maximă de reactiv (g/m³);
 Q_c – debitul de calcul al stației de tratare (m³/h).

(2) Debitul orar maxim de reactiv rezultă:

$$V_{\text{orar}}^{\text{max}} = \frac{C_{\text{orar}}^{\text{max}}}{\rho_{\text{vrac}}} \text{ [dm}^3\text{/h]} \quad (5.97)$$

în care:

$C_{\text{orar}}^{\text{max}}$ – debitul orar maxim de reactiv (kg/h);
 ρ_{vrac} – densitatea reactivului vrac (kg/dm³).

(3) Dozatorul uscat și transportorul vor fi prevăzute cu turație variabilă, pentru a asigura dozarea uscată a reactivului corespunzătoare unei capacități mai mari decât consumul orar maxim.

5.2.13.1.3 Dimensionare bazine de preparare și dozare

(1) Cantitatea orară maximă a soluției de reactiv cu concentrația „c” este:

$$m_{\text{max}}^c = \frac{C_{\text{orar}}^{\text{max}}}{c} \times 100 \text{ [kg/h]} \quad (5.98)$$

în care:

$C_{\text{orar}}^{\text{max}}$ – debitul orar maxim de reactiv (kg/h);
 c – concentrația procentuală a soluției de reactiv (%).

(2) Volumul maxim orar de reactiv de concentrație “c” și densitate “ ρ_c ” consumat într-o oră este:

$$V_{\max}^c = \frac{m_{\max}^c}{\rho_c} \text{ [m}^3/\text{h]} \quad (5.99)$$

în care:

m_{\max}^c – cantitatea orară maximă a soluției de reactiv cu concentrația „c” (kg/h);
 ρ_c – densitatea soluției de reactiv (kg/m³).

- (3) Volumul bazinului de preparare se adoptă în funcție de numărul de preparări zilnice considerate $n = 4 - 6$, duratele de autonomie pentru o șarjă de reactiv preparat, variind după cum urmează:
 - a. autonomia $T = 6$ ore pentru $n = 4$ preparări pe zi;
 - b. autonomia $T = 4$ ore pentru $n = 6$ preparări pe zi.
- (4) Numărul de preparări zilnice se adoptă în funcție de tipul de reactiv și de stabilitatea soluției realizate, precum și de mărimea bazinelor de preparare și dozare.
- (5) Dozarea reactivului se poate face direct din bazinul de preparare sau poate fi prevăzut, adițional, un bazin de diluare și dozare reactiv.
- (6) Între bazinul de preparare și bazinul de diluare se intercalează o pompă de transport, ai cărei parametri principali se stabilesc în funcție de caracteristicile celor două bazine și de timpul în care se realizează transportul soluției dintr-un bazin în celălalt.
- (7) Bazinele de preparare, diluare și dozare vor fi prevăzute cu agitatoare, pentru a favoriza omogenizarea soluției de reactiv.

5.2.13.1.4 Dimensionare pompe dozatoare

- (1) Debitul minim și maxim ale pompei dozatoare se calculează cu relația:

$$Q_{\min} = \frac{Q_c \cdot D_{\min}}{c \cdot \rho_c} \text{ [dm}^3/\text{h]} \quad (5.100)$$

$$Q_{\max} = \frac{Q_c \cdot D_{\max}}{c \cdot \rho_c} \text{ [dm}^3/\text{h]} \quad (5.101)$$

în care:

Q_c – debitul de calcul al stației de tratare (m³/h);
 D_{\min} – doza minimă de reactiv (g/m³);
 D_{\max} – doza maximă de reactiv (g/m³);
 c – concentrația procentuală a soluției de reactiv (%). (Exemplu: $c=5\% = 0.05$);
 ρ_c – densitatea soluției de reactiv (kg/m³).

- (2) Înălțimea de pompare pentru pompele dozatoare se stabilește în funcție de sistemul hidraulic între punctul de preparare al reactivului și punctul de injecție. Se vor selecta minim (1+1) pompe dozatoare.

5.2.13.1.5 Stocarea, prepararea și dozarea varului

- (1) Varul se utilizează sub formă de lapte de var (concentrație 5%) și sub formă de apă de var (concentrație 0,165% Ca(OH)₂).
- (2) Cantitatea necesară de var se determină cu relația următoare:

$$M_{\text{nec}} = \frac{Q_c \cdot D_{\text{max}} \cdot T}{10^6} \times \frac{1}{P} \quad (5.102)$$

în care:

- M_{nec} – masa necesară de var (t);
- Q_c – debitul de calcul al stației de tratare (m^3/zi);
- D_{max} – doza maximă de reactiv ($\text{g Ca(OH)}_2/\text{m}^3$);
- T = minim 30 zile – durata de autonomie;
- P – puritatea varului.

(3) Volumul necesar de reactiv se determină cu relația următoare:

$$V_{\text{nec}} = \frac{M_{\text{nec}}}{\rho_{\text{vrac}}} \quad (5.103)$$

în care:

- V_{nec} – volumul necesar de var (m^3);
- M_{nec} – masa necesară de var (kg);
- $\rho_{\text{vrac}} = 650 \text{ kg/m}^3$ – densitatea în vrac a varului;

- (4) Se adoptă volumul silozului de reactiv un număr întreg superior valorii obținute, și se calculează masa reală de reactiv.
- (5) Se verifică durata reală de autonomie la doza minimă și la doza maximă.
- (6) Se adoptă minim două linii.
- (7) Se prevede încărcarea reactivului pulverulent direct din camion în silozuri prin intermediul unei instalații de încărcare cu aer comprimat. Silozurile se prevăd cu filtre desprăfuitoare și cu dispozitive vibrante pentru a asigura curgerea reactivului pulverulent către zona inferioară.

5.2.13.1.5.1 Dimensionare dozator uscat și transportor

(1) Consumul orar maxim de reactiv se calculează:

$$C_{\text{orar}}^{\text{max}} = \frac{1}{P} \cdot D_{\text{max}} \cdot Q_c \cdot 10^{-3} \text{ [kg/h]} \quad (5.104)$$

în care:

- $C_{\text{orar}}^{\text{max}}$ – debitul orar maxim de reactiv (kg/h);
- Q_c – debitul de calcul al stației de tratare (m^3/h);
- D_{max} – doza maximă de reactiv ($\text{g Ca(OH)}_2/\text{m}^3$);

(2) Volumul orar maxim de reactiv rezultă:

$$V_{\text{orar}}^{\text{max}} = \frac{C_{\text{orar}}^{\text{max}}}{\rho_{\text{vrac}}} \text{ [dm}^3/\text{h]} \quad (5.105)$$

(3) Dozatorul uscat și transportorul vor fi prevăzute cu turație variabilă, pentru a asigura dozarea uscată a reactivului corespunzătoare unei capacități mai mari decât consumul orar maxim.

5.2.13.1.5.2 Dimensionare bazine de preparare lapte de var

- (1) Concentrația laptelui de var este minim 50 g/dm^3 (pentru evitarea carbonatării) și maxim 100 g/dm^3 pentru evitarea blocajelor în instalațiile hidraulice.
- (2) Volumul maxim orar de lapte de var cu concentrația 5 g/dm^3 consumat într-o oră este:

$$\begin{array}{l}
 50 \text{ kg var} \frac{\quad}{\quad} 1 \text{ m}^3 \\
 C_{\text{orar}}^{\text{max}} \text{ kg/h} \frac{\quad}{\quad} V_{\text{max}}^{\text{LV}} \text{ m}^3/\text{h} \\
 V_{\text{max}}^{\text{LV}} = \frac{m_{\text{orar}}^{\text{max}}}{50} \text{ [m}^3/\text{h]} \quad (5.106)
 \end{array}$$

- (3) Bazinele de preparare se prevăd cu agitatoare pentru asigurarea dizolvării corespunzătoare.
- (4) Datorită riscului de depunere și blocaj pentru transportul laptelui de var, se prevăd conducte din materiale flexibile sau care pot fi demontate ușor. Diametrul acestora trebuie să permită curgerea fără blocaje și în același timp viteza de curgere să fie suficient de mare, încât să nu permită depunerea particulelor.

5.2.13.1.5.3 Dimensionare saturatoare de var

- (1) Consumul orar maxim de Ca(OH)_2 este:

$$C_{\text{orar}}^{\text{Ca(OH)}_2} = D_{\text{max}} \cdot Q_c \cdot 10^{-3} \text{ [kg/h]} \quad (5.107)$$

- (2) Masa maximă de apă de var consumată orar este:

$$m_s^{\text{AV}} = \frac{C_{\text{orar}}^{\text{Ca(OH)}_2}}{c_{\text{AV}}} \times 100 \text{ [kg/h]} \quad (5.108)$$

$c_{\text{AV}} = 0,165 \%$ – concentrația apei de var

- (3) Debitul maxim orar de apă de var consumat este:

$$V_{\text{max}}^{\text{AV}} = \frac{m_s^{\text{AV}}}{\rho_{\text{AV}}} \text{ [m}^3/\text{h]} \quad (5.109)$$

$\rho_{\text{AV}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ – densitatea apei de var.

- (4) Pentru obținerea apei de var se pot utiliza:

- Saturatoare statice cu încărcare: $i_s = 1,3 - 1,6 \text{ kg Ca(OH)}_2/\text{h,m}^2$;
- Saturatoare cu turbină cu încărcare: $i_s = 3 - 4 \text{ kg Ca(OH)}_2/\text{h,m}^2$. Un saturator cu turbină este prezentat în figura următoare.

- (5) Suprafața saturatorului se calculează cu formula:

$$S_{\text{saturator}} = \frac{C_{\text{orar}}^{\text{Ca(OH)}_2}}{i_s} \text{ [m}^2] \quad (5.110)$$

- (6) Diametrul saturatorului se calculează cu formula:

$$D_{\text{saturator}} = \sqrt{\frac{4 \times S_{\text{saturator}}}{\pi}} \text{ [m]} \quad (5.111)$$

- (7) Cantitatea maximă orară de steril rezultat se calculează cu formula:

$$C_{\text{steril}} = Q_c \times D_{\text{max}} \times \frac{0,35}{0,65} \times 10^{-3} \text{ [kg/h]} \quad (5.112)$$

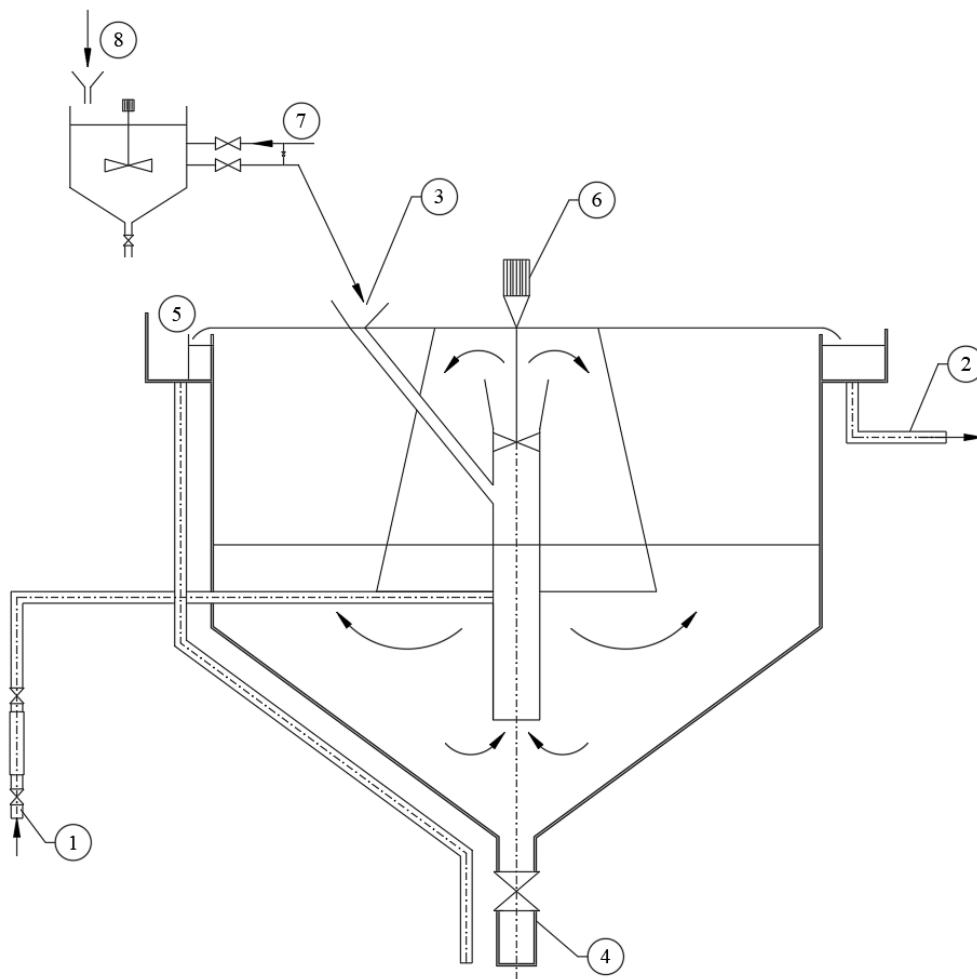


Figura 5.19. Preparare apă de var.

Notații: 1. Apă brută; 2. Apă de var; 3. Lapte de var; 4. Evacuare nămol (drenaj); 5. Preaplin; 6. Agitator 7. Apă; 8. Alimentare continuă cu var.

5.2.13.1.5.4 Dimensionare bazine stocare-dozare apă de var

(1) Masa maximă de apă de var consumată orar este:

$$m_s^{AV} = \frac{C_{\text{orar}}^{\text{Ca(OH)}_2}}{c_{AV}} \times 100 \text{ [kg/h]} \quad (5.113)$$

$c_{AV} = 0,165 \%$ – concentrația procentuală a apei de var;

(2) Debitul maxim orar de apă de var consumat este:

$$V_{\text{max}}^{AV} = \frac{m_s^{AV}}{\rho_{AV}} \text{ [m}^3\text{/h]} \quad (5.114)$$

$\rho_{AV} = 1000 \text{ kg/m}^3$ – densitatea apei de var.

(3) Bazinele de stocare și dozare a apei de var vor fi acoperite astfel încât să se evite carbonatarea soluției.

5.2.13.1.5.5 Dimensionare pompe dozatoare

(1) Debiturile minime și maxime ale pompei dozatoare se calculează cu relația:

$$Q_{\min} = \frac{Q_c \cdot D_{\min}}{c_{AV} \cdot \rho_{AV}} \text{ [dm}^3/\text{h]} \quad (5.115)$$

D_{\min} – doza minimă de Ca(OH)_2 , în g/m^3 ;

$c_{AV} = 0,165\%$ – concentrația procentuală a apei de var; (Exemplu: $c=0,165\% = 0.00165$)

$$Q_{\max} = \frac{Q_c \cdot D_{\max}}{c_{AV} \cdot \rho_{AV}} \text{ [dm}^3/\text{h]} \quad (5.116)$$

D_{\max} – doza maximă de Ca(OH)_2 , în g/m^3 ;

- (2) Înălțimea de pompare pentru pompele dozatoare se stabilește în funcție de sistemul hidraulic între punctul de preparare al reactivului și punctul de injecție. Se vor selecta minim (1+1) pompe dozatoare.

5.2.13.1.6 Stocarea, prepararea și dozarea polimerilor

- (1) Cantitatea necesară de reactiv se determină cu relația următoare:

$$M_{\text{nec}} = \frac{Q_c \cdot D_{\max} \cdot T}{10^3} \text{ [kg]} \quad (5.117)$$

în care:

M_{nec} – masa necesară de reactiv, în kg;

Q_c – debitul de calcul al stației de tratare, în m^3/zi ;

D_{\max} – doza medie de reactiv, în g/m^3 ;

T – durata de autonomie, în zile. Durata de autonomie este de minim 30 zile.

5.2.13.1.6.1 Dimensionare bazine de preparare și dozare

- (1) Consumul orar maxim de polimer se calculează:

$$C_{\text{orar}}^{\max} = D_{\max} \cdot Q_c \cdot 10^{-3} \text{ [kg/h]} \quad (5.118)$$

D_{\max} – doza maximă de reactiv, în g/m^3 ;

- (2) Cantitatea orară maximă a soluției de polimer cu concentrația „ $c = 0,5\%$ ” este:

$$m_{\text{max}}^{0,5} = \frac{C_{\text{orar}}^{\max}}{c} \times 100 \text{ [kg/h]} \quad (5.119)$$

- (3) Debitul maxim de soluție de polimer de concentrație „ $c = 0,5\%$ ” și densitate „ $\rho_c = 1000 \text{ kg/m}^3$ ” consumat într-o oră este:

$$V_{\text{max}}^{0,5} = \frac{m_{\text{max}}^{0,5}}{\rho_c} \times 10^3 \text{ [dm}^3/\text{h]} \quad (5.120)$$

- (4) Timpul pentru maturare a soluției de polimer se consideră $T = 2\text{h}$. Rezultă capacitatea minimă a bazinelor de preparare:

$$V_{\text{min}} = V_{\text{max}}^{0,5} \times 2 \text{ [dm}^3] \quad (5.121)$$

- (5) Volumul bazinului de preparare se adoptă în funcție de numărul de preparări zilnice considerate, n . Soluția de polimer este stabilă numai 24 de ore. Numărul de preparări zilnice rezultă:

$$n = \frac{D_{\max}}{D_{\min}} \quad (5.122)$$

- (6) Volumul maxim al bazinului de preparare trebuie să acopere timpul maxim între două preparări consecutive:

$$V_{\max} = V_{\min} \times \frac{24}{n} \quad (5.123)$$

- (7) Bazinele de preparare și dozare vor fi prevăzute cu agitatoare pentru a favoriza omogenizarea soluției de reactiv.
- (8) În figura următoare este prezentată o instalație pentru preparare și dozare polimer.

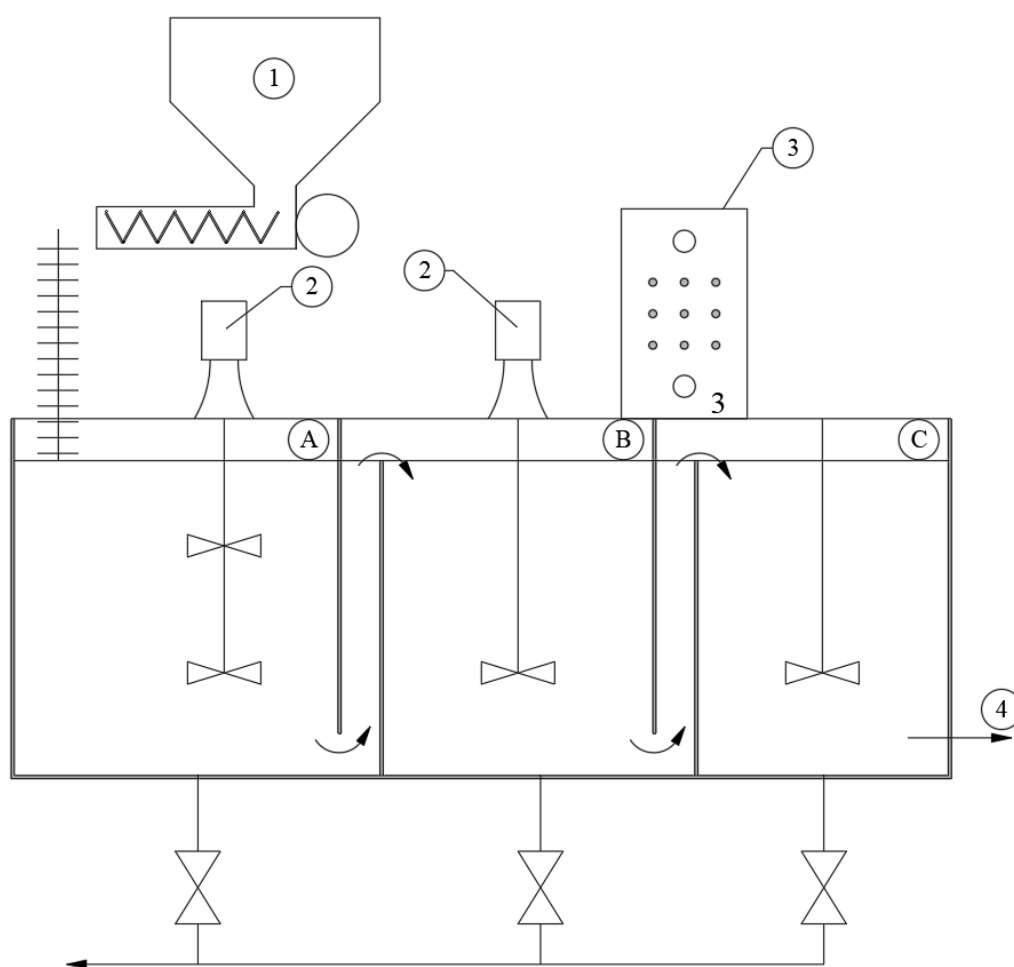


Figura 5.20. Instalație de preparare polimer.

Notații: A – recipient preparare; B – recipient maturare; C – recipient dozare; 1. Recipient dozare polimer pulbere; 2. Agitator; 3. Panou comandă – control; 4. Alimentare pompă dozare.

5.2.13.1.7 Dimensionare pompe dozatoare

- (1) Debiturile minime și maxime ale pompei dozatoare se calculează cu relația:

$$Q_{\min} = \frac{Q_c \cdot D_{\min}}{c \cdot \rho_c} \text{ [dm}^3/\text{h]} \quad (5.124)$$

D_{\min} – doza minimă de reactiv, în g/m³;

c – concentrația procentuală a soluției de reactiv (%). (Exemplu: $c=5\% = 0.05$);

$$Q_{\max} = \frac{Q_c \cdot D_{\max}}{c \cdot \rho_c} \text{ [dm}^3/\text{h]} \quad (5.125)$$

D_{\max} – doza maximă de reactiv, în g/m³;

- (2) Înălțimea de pompare pentru pompele dozatoare se stabilește în funcție de sistemul hidraulic între punctul de preparare al reactivului și punctul de injecție. Se vor selecta minim (1+1) pompe dozatoare.

5.2.13.2 Stocarea, preparare și dozarea reactivilor lichizi

- (1) Stația de reactivi cu stocare și dozare lichidă se compune din:

- recipient stocare reactiv;
- bazin de preparare soluție reactiv;
- bazin de dozare soluție reactiv;
- pompe dozatoare.

- (2) Concentrațiile soluțiilor de reactivi se aleg în funcție de solubilitatea substanțelor.

5.2.13.2.1 Dimensionare bazin stocare, dozare reactiv

- (1) Cantitatea de reactiv necesar se determină cu relația:

$$M_{\text{nec}} = \frac{Q_c \cdot D_{\max} \cdot T}{10^6} \text{ [tone]} \quad (5.126)$$

în care:

M_{nec} – masa necesară de reactiv, în tone;

Q_c – debitul de calcul al stației de tratare, în m³/zi;

D_{\max} – doza maximă de reactiv, în g/m³;

T – durata de autonomie, în zile. Durata de autonomie este de minimde 30 zile.

- (2) Volumul necesar de reactiv se determină cu relația următoare:

$$V_{\text{nec}} = \frac{M_{\text{nec}}}{\rho_{\text{lichid}}} \text{ [m}^3\text{]} \quad (5.127)$$

în care:

M_{nec} – masa necesară de reactiv [tone];

ρ_{lichid} – densitatea soluției de reactiv [tone/m³];

- (3) Se adoptă volumul bazinului de reactiv un număr întreg superior valorii obținute și se calculează masa reală de reactiv.

- (4) Se adoptă minim două linii.

- (5) În cazul în care reactivul este o soluție de o concentrație procentuală „c” și densitate „ ρ_c ” se determină masa soluției de concentrație „c” cu formula:

$$m_s = \frac{M_{nec}}{c} \times 100 \text{ [kg]} \quad (5.128)$$

- (6) Volumul necesar de soluție de concentrație „c” se calculează:

$$V_s = \frac{m_s}{\rho_c} \text{ [m}^3\text{]} \quad (5.129)$$

- (7) În cazul în care reactivul este clorura ferică (FeCl_3), pentru care dozele se dau în g Fe/m^3 , trecerea la $\text{g FeCl}_3/\text{m}^3$ se face:

$$D[\text{gFeCl}_3/\text{m}^3] = D[\text{gFe}/\text{m}^3] \times \frac{162,5}{56} \quad (5.130)$$

5.2.13.2.2 Dimensionare pompe dozatoare

- (1) Debitetele minime și maxime ale pompei dozatoare se calculează cu relația:

$$Q_{\min} = \frac{Q_c \cdot D_{\min}}{c \cdot \rho_c} \text{ [dm}^3\text{/h]} \quad (5.131)$$

D_{\min} – doza minimă de reactiv, în g/m^3 ;

c – concentrația procentuală a soluției de reactiv (%). (Exemplu: $c=5\% = 0.05$);

$$Q_{\max} = \frac{Q_c \cdot D_{\max}}{c \cdot \rho_c} \text{ [dm}^3\text{/h]} \quad (5.132)$$

D_{\max} – doza maximă de reactiv, în g/m^3 ;

- (2) Înălțimea de pompare pentru pompele dozatoare se stabilește în funcție de sistemul hidraulic între punctul de preparare al reactivului și punctul de injecție. Se vor selecta minim (1+1) pompe dozatoare.

5.2.13.3 Stocarea, preparare și dozarea reactivilor gazoși

- (1) Reactivii gazoși necesari în stația de tratare sunt: oxigenul și dioxidul de carbon.
- (2) Stocarea și aprovizionarea reactivilor gazoși este de obicei externalizată către producătorul de reactivi, care urmărește și se asigură în mod permanent de menținerea stocului suficient pentru exploatarea normală, în condiții de siguranță.

5.2.13.3.1 Stocarea și dozarea dioxidului de carbon

- (1) Dioxidul de carbon se stochează în rezervoare criogenice, care se pot închiria de la furnizorii de gaze speciale și care sunt monitorizate telemetric și aprovizionate cu gaz, automat, la atingerea stocurilor minime impuse.
- (2) Caracteristici ale rezervoarelor criogenice:
- presiune de lucru – 22 bari;
 - grad de umplere - 90%;
 - izolație cu vid și perlită, pentru evitarea pierderilor prin transfer termic;

- d. indicator nivel electronic etalonat în kg;
 - e. supape de siguranță.
- (3) Sistemul de dozare include un evaporator electric și 2 injectoare.
- (4) Sistemul de stocare și dozare a dioxidului de carbon va fi complet automatizat.
- (5) Instalațiile de gaze sub presiune intră sub incidența Inspecției de Stat pentru Controlul Cazanelor, Recipientelor sub Presiune și Instalațiilor de Ridicat - ISCIR, fiind necesare revizii și verificări periodice, conform prescripției tehnice în vigoare PT C 4-2010.

5.2.13.3.2 Stocarea și dozarea oxigenului

- (1) Oxigenul se stochează în rezervoare criogenice, care se pot închiria de la furnizorii de gaze speciale și care sunt monitorizate telemetric și aprovizionate cu gaz, automat, la atingerea stocurilor minime impuse.
- (2) Caracteristici ale rezervoarelor criogenice:
- a. presiune de lucru – 18 bari;
 - b. grad de umplere - 95%;
 - c. izolație cu vid și perlită, pentru evitarea pierderilor prin transfer termic;
 - d. indicator nivel electronic etalonat în Nm³;
 - e. supape de siguranță.
- (3) Sistemul de dozare include un evaporator atmosferic.
- (4) Sistemul de stocare și dozare a oxigenului va fi complet automatizat.
- (5) Instalațiile de gaze sub presiune intră sub incidența ISCIR, fiind necesare revizii și verificări periodice, conform prescripției tehnice în vigoare PT C 4-2010.

5.2.14 Recuperarea apelor de la spălarea filtre și a nămolului din decantoare

- (1) În urma proceselor de tratare a apei apar următoarele fluxuri secundare:
- a. nămol din decantoare;
 - b. ape de la spălarea filtre.
- (2) Fluxurile secundare din stațiile de tratare pot însuma în mod normal 5% - 10% din debitul de apă brută. În vederea reducerii cantităților de apă pierdută în stație se recomandă recuperarea apelor de la spălarea filtre și a nămolului din decantoare, ținând cont și de faptul că acestea înglobează energie, dar și reactivi de tratare, iar tratabilitatea lor este relativ ușoară, nefiind necesare procese de tratare complexe. Schema uzuală de recuperare a apelor de la spălarea filtre și a nămolului din decantoare este prezentată în figură următoare.

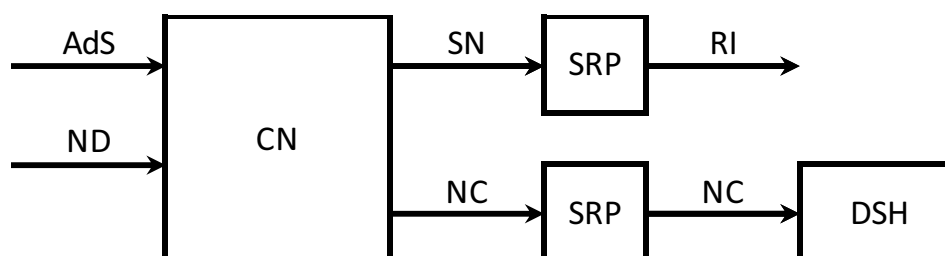


Figura 5.21. Schema de recuperare a apelor de la spălarea filtre și a nămolului din decantoare.

Notații: AdS – Apa de la spălarea filtre; ND – Nămol din decantoare; SN – Supernatant; NC – Nămol concentrat; SRP – Stație de repompare; RI – Recirculare în influența stației; DSH – Deshidratare.

- (3) Volumul concentratorului de nămol se stabilește pe baza volumului de apă rezultat de la o spălare de filtre, cu relația următoare:

$$V_{CN} = V_{AS} \quad (5.133)$$

în care:

V_{CN} – volumul concentratorului de nămol (m^3);

V_{AS} – volumul de apă provenit de la o spălare de filtre, conform relației 5.38 (m^3).

- (4) Numărul de concentratoare de nămol se stabilește în funcție de numărul de șarje de apă de la spălare, zilnice.
- (5) Timpul de sedimentare în concentratorul de nămol se va adopta minim $T_{D,min} = 2h$, recomandabil $T_D = 4 h$.
- (6) Supernatantul din concentratorul de nămol se va pompa în influentul stației de tratare, înainte de treaptă de pre-oxidare, având în vedere încărcarea biologică și microbiologică ridicată a acestuia. În situația în care stația de tratare nu are treaptă de pre-oxidare, se adoptă următoarele soluții:
- debitul de supernatant recirculat în influent se limitează la maxim 5% din debitul de apă brută; în consecință fluxul al doilea, de nămol concentrat, crește în mod corespunzător, evident cu scăderea concentrației de substanță uscată;
 - debitul de supernatant se dezinfectează, de preferat cu radiații ultraviolete, pentru micșorarea riscului biologic și microbiologic.
- (7) Umiditatea nămolului concentrat se adoptă la calcul în domeniul $w = 96 - 98\%$ în funcție de timpul de sedimentare din concentrator ($w = 96\%$ pentru $T_D = 4h$, respectiv $w = 98\%$ pentru $T_D = 2h$).
- (8) Deshidratarea nămolului concentrat se poate realiza cu următoarele tipuri de sisteme:
- Platforme de uscare nămol pentru stații de tratare a apei care au suprafețe suficiente disponibile, care pot înmagazina nămolul din concentratoare pentru o perioadă recomandată de 6 luni;
 - Instalații mecanice de deshidratare (ex: centrifuge, filtre presă, filtre bandă etc.) și depozit de nămol deshidratat care poate asigura stocarea nămolului deshidratat la umiditatea $w_{DSH} = 75 - 80\%$ pentru o perioadă recomandată de 3 luni.
- (9) Nămolul deshidratat, fiind un nămol preponderent mineral cu conținut organic redus și fără valoare agricolă se va utiliza de către operator pe rute pe care acesta este acceptabil, spre exemplu remedierea terenurilor degradate, umpluturi etc.
- (10) În situația în care stațiile existente nu sunt prevăzute cu sisteme de recuperare a apelor de la spălare filtre și a nămolului din decantoare, dar sunt disponibile suprafețe suficiente, se poate adopta și descărcarea directă a apelor de la spălare filtre sau nămolului din decantoare în iazuri sau lagune. Acestea vor fi curățate periodic când se colmatează, la intervalele de timp necesare, în conformitate cu volumul de nămol concentrat acumulat.

5.3 Execuția stațiilor de tratare a apei

- (1) Execuția stației de tratare se va face în conformitate cu proiectul elaborat pentru stația de tratare respectivă.
- (2) Realizarea efectivă a obiectelor stației de tratare ține cont de complexitatea acesteia și de specificul fiecărui obiect în parte.

- (3) În cazul stațiilor de tratare monobloc, lucrările de execuție se rezumă la amenajarea platformei de amplasare, la racordarea la sursa de apă, pentru apa brută și la rezervor pentru apa tratată, la racordarea la instalația electrică, asigurarea sursei de încălzire pentru funcționarea stației.
- (4) Funcție de dimensiunea și greutatea obiectului, amplasamentul trebuie ales astfel încât să nu fie nevoie de un drum special de acces sau gabarit deosebit pentru utilajul de descărcare/așezare pe amplasament. Va fi preferat echipamentul livrabil din părți componente.

5.3.1 Elemente privind execuția construcțiilor din cadrul stațiilor de tratare

- (1) Pentru realizarea lucrărilor din beton, beton armat, vor fi consultate normativele de specialitate. Se respectă condițiile:
 - a. realizarea unui beton etanș;
 - b. respectarea cotelor de amplasare (fundăție, conducte etc.).
- (2) Elemente privind execuția construcțiilor din beton sunt date în volumul III al acestui normativ.

5.3.2 Elemente privind execuția instalațiilor hidraulice aferente obiectelor tehnologice

- (1) Pentru execuția instalațiilor hidraulice vor fi respectate următoarele reguli:
 - a. se realizează elemente prefabricate, ce se montează pe amplasament; înainte de montaj se verifică încă o dată cota de amplasare; în caz de neconcordanță, proiectantul va lua o decizie;
 - b. la montarea pompelor se va verifica orizontalitatea postamentului, cotele de racordare a conductelor și poziția normală pe ax a flanșelor de legătură cu instalația hidraulică; nu se va forța aducerea la normalitate prin "strângerea în șuruburi" deoarece consecințele pot fi mari: vibrații, ruperea flanșelor, deteriorarea rapidă a rulmenților etc.;
 - c. instalația hidraulică va fi montată pentru a fi accesibilă (minimum 20 cm între orice piesă, conductă și un perete de construcție/installație), vanele vor fi în poziție accesibilă pentru manevrarea manuală, chiar dacă instalația are comandă automată; se va verifica modul de acțiune în caz de avarie la instalația de automatizare; concluziile vor face parte din regulamentul de exploatare;
 - d. pentru instalația electrică (iluminat și forța) vor fi respectate prescripțiile normelor tehnice în vigoare;
 - e. instalația de automatizare va fi realizată de personal specializat, în conformitate cu cerințele proiectului.
- (2) După terminarea lucrărilor se procedează la verificarea acestora. Verificarea se referă atât la elementele de construcții, cât și la instalațiile hidraulice, mecanice, electrice, efectuându-se cu respectarea standardelor în vigoare și a actelor cu caracter normativ.
- (3) Se vor avea în vedere, în special condițiile tehnice privind:
 - a. echiparea cu aparate corespunzătoare;
 - b. folosirea echipamentelor prevăzute în proiect;
 - c. respectarea traseelor conductelor, a diametrelor și tipurilor de materiale stabilite în proiect;
 - d. montarea și funcționarea corespunzătoare a armăturilor aferente stației de tratare și a tuturor echipamentelor auxiliare;
 - e. rigiditatea fixării elementelor de instalații de elementele de construcții;
 - f. aspectul estetic general al instalațiilor.
- (4) Printre condițiile obligatorii de efectuare a recepției se numără întocmirea Cărții tehnice a construcției care conține cel puțin:

- a. documentele de calitate și de garanție a materialelor, utilajelor, aparatelor și echipamentelor folosite în execuție;
 - b. cărțile tehnice de punere în funcțiune și exploatare a utilajelor, aparatelor, echipamentelor mecanice și electrice;
 - c. planurile conforme cu execuția pentru toate obiectivele investiției.
- (5) Scopul recepției este să verifice:
- a. realizarea lucrărilor de construcții-montaj în conformitate cu documentația tehnico-economic și cu prescripțiile tehnice;
 - b. îndeplinirea condițiilor pentru exploatarea normală.
- (6) După terminarea lucrărilor de montaj tehnologic se face proba tehnologică a fiecărui obiect și a stației în ansamblu, la care este obligatoriu să participe și personalul de exploatare al stației de tratare. Se verifică:
- a. amplasamentul obiectelor (cotele pe verticală sunt foarte importante);
 - b. funcționalitatea elementelor componente (vane, pompe, instalația de semnalizare);
 - c. etanșeitatea fiecărei părți componente, conform caietului de sarcini sau cerințelor furnizorului;
 - d. capacitatea de transport;
 - e. indicatorii de performanță;
 - f. eficiența tehnologică a fiecărui subansamblu și a ansamblului în totalitate și anume: capacitatea de tratare (debit [m^3/h]), eficiența reală de tratare, consumul de apă, consumul de reactivi, energie pentru funcționarea normală, durata de spălare a filtrelor, durata între spălări etc.
- (7) Toate elementele principale rezultate vor constitui puncte de reper pentru concretizarea regulamentului de exploatare.
- (8) Se verifică modul de realizare a perimetrului de regim sever și a protecției stației contra vandalismului.
- (9) Se verifică racordarea stației de tratare la ansamblul sistemului de alimentare cu apă și se procedează la punerea în funcțiune pentru o exploatare normală; se spală și se dezinfectează fiecare obiect (cu apă de clor 20 – 30 mg/l, concentrația în clor); pe durata spălării, apa rezultată va fi neutralizată, controlată și monitorizată, astfel ca apa din receptorul natural să nu fie deteriorată.
- (10) Se pune în funcțiune și se verifică calitatea apei rezultate. Până la obținerea calității necesare (conform prevederilor legislative în vigoare privind calitatea apei potabile), apa va fi evacuată în mediul natural; în momentul în care apa tratată se încadrează în limitele impuse de legislația în vigoare, se trece la umplerea cu apă a aducțiunii, rezervorului și rețelei de distribuție, cu respectarea regulilor prin care nu se pune în pericol funcționarea acestora.
- (11) Stația va intra în funcțiune numai după obținerea autorizației de funcționare, în conformitate cu reglementările tehnice în vigoare.
- (12) Parametrii finali de exploatare vor fi stabiliți prin măsurarea performanței și vor constitui valori de referință pentru exploatare.
- (13) Personalul de exploatare prezintă, periodic, rapoarte asupra modului de funcționare, comportării în perioadele grele (iarna, pe durata secetei, după viitură etc.).
- (14) La execuția filtrelor rapide, se vor urmări în mod special următoarele elemente:
- a. realizarea unor cuve etanșe (cu atenție specială la trecerea conductelor prin pereți);
 - b. realizarea unui drenaj care să asigure o distribuție uniformă a apei de spălare (planșeul cu crepine să aibă denivelări de maximum 1 cm, iar crepinele să fie reglate astfel ca spălarea fără nisip să fie uniformă);
 - c. muchiile jgheburilor de colectare a apei de spălare să fie orizontale (orizontalitatea fiind obținută din beton și nu din tencuiala aplicată pe beton).

- (15) Se verifică uniformitatea spălării astfel:
- se verifică etanșeitatea plăcilor cu crepine și înșurubarea corectă a crepinei în mufa din placă;
 - se umple cuva cu apă limpede până la cca. 10 cm peste crepine;
 - se pornește o suflantă la un debit redus și se urmărește modul cum apare aerul în cuvă;
 - la început crește nivelul apei în cuvă (apa împinsă de aer de sub placă, până când stratul de aer ajunge la orificiul crepinei) și apoi aerul începe să iasă, în bule, prin crepine; crepinele prin care nu iese aerul sunt prea jos - se deșurubează, iar cele prin care iese prea mult aer sunt prea sus, deci se mai înșurubează; în final aerul iese uniform - apa "fierbe" uniform în cuvă.
- (16) În cazul în care există mai multe obiecte similare, se verifică modul de repartiție a debitului între acestea.
- (17) Se verifică capacitatea sistemului de preaplin și capacitatea de transport a rețelei de canalizare.
- (18) Recepția lucrărilor executate se va face după normele tehnice în vigoare. Recepția privește două aspecte fundamentale ale lucrării:
- aspectul cantitativ: sunt realizate toate lucrările prevăzute în proiect;
 - aspectul calitativ: calitatea lucrărilor este conformă, pe obiecte și în ansamblu, realizează parametri tehnologici pentru care a fost executată (cantitate și calitate apă produsă).
- (19) În urma recepției, beneficiarul preia lucrarea (cu eventuale remedieri stabilite) și Cartea tehnică a construcției elaborată de constructor pe baza documentației prezentate. Prin cunoașterea performanțelor de care este capabilă instalația, se poate elabora regulamentul de exploatare a lucrării.

5.4 Exploatarea stațiilor de tratare a apei

- Exploatarea stațiilor de tratare se face cu respectarea prevederilor regulamentului de exploatare și întreținere, care va fi continuu perfecționat, funcție de modificările cerute de calitatea apei brute, schimbarea reactivilor, modificarea exigențelor asupra apei tratate.
- Totodată exploatarea trebuie concretizată în documente ce conțin parametri de lucru ce pot deveni parametri de proiectare/exploatare pentru stații noi, chiar de dimensiuni mai mari. Stația de tratare poate fi privită, în unele cazuri, ca o instalație pilot, pentru apa râului/lacului respectiv.
- Exploatarea începe odată cu începerea lucrărilor de recepție; după recepție, stația de tratare începe să producă apă pentru consumatori.
- Substanțele chimice, filtrele, echipamentele utilizate trebuie să dețin avize sanitare/notificări, precum și agrement tehnic.
- În momentul începerii producției, se finalizează următoarele documente, care fac parte din regulamentul de exploatare și întreținere:
 - concluziile documentului de recepție provizorie a lucrărilor, ce vor fi înlocuite după un an cu concluziile finale; vor conține toate elementele constructive, consecințele abaterilor și modul de soluționare, eventualele restricții acceptate;
 - modul de funcționare a aparaturii de măsură și control;
 - modul de verificare a parametrilor de funcționare a stației;
 - procedura de control a calității apei - ce parametri se verifică local, ce parametri și cum se determină în alt laborator. În acest caz, se va da și procedura, inclusiv frecvența de prelevare, păstrare, și transport a probelor de apă;
 - măsurile de protecția muncii și măsurile de igienă ce trebuie respectate în exploatare;
 - modul în care sunt distribuite sarcinile asupra personalului de supraveghere și modul de primire a serviciilor și de raportare a îndeplinirii;

- g. modul de ținere a evidenței activității: forma de înregistrare (pe hârtie, pe calculator), cine face înregistrarea, la ce interval, cum se păstrează datele;
 - h. punerea efectivă în funcțiune se va face după obținerea autorizației de funcționare, emisă de autoritatea abilitată. Se verifică modul în care personalul de exploatare cunoaște procedurile de exploatare a stației și sistemului de alimentare cu apă.
- (6) În urmărirea funcționării stației, observațiile se pot împărți în două grupe:
- a. urmărirea generală a funcționării stației;
 - b. urmărirea funcționării fiecărui obiect al stației.
- (7) Urmărirea generală a stației presupune:
- a. controlul funcționării tuturor obiectelor componente;
 - b. controlul stării zonei de protecție sanitară;
 - c. controlul stării de funcționare a aparaturii de măsură și control;
 - d. controlul stocului de reactivi;
 - e. controlul modului de funcționare a sistemului de evidență a funcționării;
 - f. existența materialului de protecția muncii;
 - g. controlul stării de sănătate a personalului de exploatare;
 - h. verificarea pregătirii profesionale a personalului;
 - i. verificarea măsurilor pentru funcționare în cazuri extreme (viitură, iarnă, secetă);
 - j. controlul indicatorilor de performanță a stației:
 - i. calitatea apei (numărul de zile cu parametri depășiți);
 - ii. cauzele producerii depășirilor (măsuri luate, efect);
 - iii. debitul de apă tratată;
 - iv. consumul propriu de apă;
 - v. consumul de energie, kwh/m³ de apă tratată;
 - vi. consumul de reactivi, g/m³;
 - vii. starea reparațiilor începute în stație și compararea cu graficul de execuție;
 - viii. controlul penalizărilor date pentru neconformare;
 - ix. planificarea reparațiilor și a modului de lucru pe perioada respectivă.
- (8) Exploatarea stațiilor de tratare a apei presupune monitorizarea calității apei brute, a apei tratate și a efluenților fiecărei trepte de tratare. În consecință, stațiile de tratare vor fi prevăzute cu laboratoare capabile să analizeze cel puțin indicatorii necesari conducerii procesului de tratare și/sau cu senzori acolo unde este necesară monitorizarea permanentă.
- (9) Analizele complexe de calitate a apei (micropoluanti organici, metale grele) se efectuează în laboratoare care sunt dotate și capabile să asigure precizia și acuratețea impuse de legislația în vigoare. Acestea pot fi laboratoare centrale ale operatorului de apă sau alte laboratoare care respectă condițiile impuse de legislație.
- (10) Monitorizarea calității apei potabile se face conform reglementărilor în vigoare (Hotărârea Guvernului nr. 974/2004, Legea nr. 458/2002 privind calitatea apei potabile, cu modificările și completările ulterioare, Legea nr. 301/2015 privind stabilirea cerințelor de protecție a sănătății populației în ceea ce privește substanțele radioactive din apa potabilă, Directiva (UE) 2020/2184 a Parlamentului European și a Consiliului din 16 decembrie 2020 privind calitatea apei destinate consumului uman, reformată, publicată în Jurnalul Oficial al Uniunii Europene L 435 din 23.12.2020).
- (11) Pentru a menține cât mai redus nivelul de risc pentru sănătatea publică, stația de tratare trebuie să realizeze bariere multiple în calea contaminanților.
- (12) Riscurile identificate la stația de tratare sunt următoarele:

- a. stația nu poate produce apă de calitate impusă de legislație; pot apărea îmbolnăviri provocate de germeni sau substanțe chimice care nu au fost reținute din apă;
- b. stația nu poate produce suficientă apă, pot apărea îmbolnăviri datorate igienei precare și scăderea presiunii care permite germeilor și diferitelor substanțe să pătrundă în sistemul de distribuție.

(13) Funcționarea stației de tratare poate prezenta riscuri pentru sănătatea personalului. Aceste riscuri nu vor fi discutate în continuare, deoarece fac obiectul legislației și protecției muncii.

5.4.1 Riscuri care pot să apară în operarea stației de tratare

- (1) Cele două fenomene care prezintă riscul cel mai mare în proiectarea și funcționarea unei stații de tratare sunt [6]:
 - a. imposibilitatea producerii unei cantități suficiente de apă;
 - b. imposibilitatea de a produce apă de calitate optimă.
- (2) Cele mai importante măsuri preventive sunt:
 - a. proiectarea stației de tratare astfel încât defectarea unei instalații să nu poată afecta capacitatea uzinei de a produce suficientă apă de calitate acceptabilă;
 - b. asigurarea unei bune întrețineri a stației;
 - c. asigurarea unei proiectări a stației care să permită tratarea apelor brute pe întregul domeniu preconizat de variabilitate a calității acestora;
 - d. elaborarea și utilizarea sistemelor de asigurare a calității care să reducă șansele de apariție a unei disfuncții în activitatea stației.
- (3) În anexa 3 sunt prezentate riscurile care pot să apară în exploatarea obiectelor unei stații de tratare, acțiunile preventive, elemente de verificare și acțiunile corective, dar și planul pentru situații neprevăzute.

5.4.2 Exploatarea deznisipatoarelor

- (1) Exploatarea deznisipatoarelor presupune:
 - a. verificarea vitezei medii de curgere a apei;
 - b. verificarea modului de lucru a vanelor;
 - c. verificarea grosimii stratului de nisip;
 - d. curățarea nisipului din deznisipator (manual cu sau fără golirea apei, mecanică, sau hidraulică). Nisipul scos se depozitează în vederea folosirii. Cantitatea se evaluează și se estimează eficiența de reținere a nisipului. Estimarea se poate face mai exact măsurând concentrația de suspensii a apei la intrare și ieșire;
 - e. se deblochează priza de gheață, plutitorii, aluviunile mari;
 - f. se corectează efectul distructiv al apelor mari/mici asupra zonei prizei și deznisipatorului (când acestea sunt pe același amplasament);
 - g. se verifică măsurile de protecție a calității apei pe râu în amonte (de regulă există sisteme de avertizare asupra calității apei). Tendințele de apariție a unor activități ce pot produce poluări accidentale trebuie semnalate organelor competente asupra protecției calității apei.
- (2) Dacă un eveniment are loc în timpul procesului de deznisipare, se pot întâmpla următoarele:
 - a. nisipul nu este reținut în deznisipator;
 - b. nisipul ajunge în decantor și afectează funcționarea acestuia fiind abraziv.
- (3) Eficiența procesului de deznisipare este influențată de:
 - a. cantitatea de nisip din apa brută;
 - b. frecvența de curățire a deznisipatorului.

- (4) Evenimentul care prezintă cel mai mare risc în exploatarea deznisipatoarelor este reținerea defectuoasă a nisipului care afectează procesul de decantare și implicit eficiența proceselor din aval.
- (5) În anexa 3 sunt prezentate riscurile care pot să apară în exploatarea treptei de deznisipare, acțiunile preventive, elemente de verificare și acțiunile corective, dar și planul pentru situații neprevăzute.

5.4.3 Exploatarea decantoarelor

- (1) Exploatarea decantoarelor presupune verificarea următoarelor elemente:
 - a. starea construcției decantorului;
 - b. starea de funcționare a vanelor; acționarea lor la fiecare 2 săptămâni, pentru a evita blocarea lor;
 - c. eficiența limpezirii (turbiditate la intrare și ieșire) pe fiecare cuvă și în acest fel posibil și distribuția apei între cuve;
 - d. mărimea debitului pe fiecare decantor;
 - e. încărcarea hidraulică și se compară cu valorile de referință;
 - f. modul de curgere a apei în decantor (la cele orizontale);
 - g. umplerea cu suspensii a volumului destinat din decantor;
 - h. modul de curățire (durată, eficiență, apă pierdută);
 - i. grosimea stratului de gheață și influența asupra sistemului de colectare a apei limpezite (cu conducte perforate, așezate la 30-40 cm sub nivelul apei). Decantoarele cu lamele trebuie ferite de îngheț.
- (2) Starea modulelor lamelare. Se verifică împiedicarea scăderii nivelului în decantor pentru protejarea lamelilor contra gheții, spălarea periodică etc.
- (3) Dacă un eveniment are loc în timpul procesului de coagulare-floculare-decantare, se pot întâmpla următoarele:
 - a. particulele nu sunt îndepărtate, pot apărea îmbolnăviri datorate numărului mare de germeni asociați particulelor;
 - b. materia organică nu este îndepărtată, aceasta reacționează cu dezinfectantul și poate genera produși secundari de dezinfecție;
 - c. în procesul de coagulare/floculare au fost utilizate substanțe chimice, care pot fi antrenate în sistemul de distribuție și pot cauza impurificarea (Al^{3+} , Fe^{3+} , monomer din polimer).
- (4) Utilizarea coagulanților, polimerilor și altor substanțe chimice pentru ajustarea pH-ului poate prezenta riscuri pentru operatorii ce lucrează în stația de tratare. Acestea sunt recunoscute, dar nu sunt discutate în continuare deoarece fac obiectul legislației în domeniul protecției muncii.
- (5) Procesele de coagulare-floculare și sedimentare și riscurile asociate acestuia nu pot fi tratate izolat. Performanțele acestor procese afectează:
 - a. filtrarea care urmează acestui proces; flocoanele nereținute colmatează filtrul mult mai rapid, ori trec prin acesta dacă sunt de foarte mici dimensiuni și nefloculate;
 - b. dezinfecția - materia organică din apă consumă mai mult reactiv de dezinfecție, reducând partea pentru dezinfecție și determinând în anumite situații apariția de sub-produși de dezinfecție.
- (6) Eficiența procesului de coagulare/floculare/sedimentare este influențată de mai mulți factori:
 - a. calitatea sursei de apă: apele cu turbiditate mică sau cu calitate variabilă realizează mai greu o bună coagulare, compoziția materiei organice afectând de asemenea procesul;
 - b. tipul de coagulant și floculant și controlul dozării acestora: posibilitatea redusă de control a dozării cauzează performanțele procesului;
 - c. controlul pH-ului și al alcalinității: dacă pH-ul este prea mic sau prea mare, particulele floculate dezagregă; există un pH optim la fiecare tip de apă pentru a obține eficiența maximă în reținerea materiei organice;

- d. timpul de contact dintre substanțele chimice și apă: trebuie să existe suficient timp de amestec și reacție pentru a permite formarea micro și macro flocoanelor;
 - e. hidraulică fiecărei etape este importantă: coagulantul trebuie adăugat în camera de reacție rapidă, dar amestecarea trebuie făcută lent în timpul fazei de floclare pentru a realiza macro-floclarea și a evita distrugerea flocoanelor.
- (7) Evenimentul care reprezintă cel mai mare risc implicat în procesele de coagulare-floclare și decantare a particulelor din apă este îndepărtare insuficientă a particulelor. Cea mai importantă măsură preventivă constă în asigurarea controlului dozării reactivilor chimici astfel încât aceasta să fie eficientă în cazul schimbării calității și a debitului de apă brută.
- (8) În anexa 3 sunt prezentate riscurile care pot să apară în exploatarea treptei de decantare, acțiunile preventive, elemente de verificare și acțiunile corective, dar și planul pentru situații neprevăzute.

5.4.4 Exploatarea filtrelor rapide de nisip

- (1) Exploatarea filtrelor rapide de nisip trebuie executată în strictă concordanță cu regulamentul de exploatare elaborat pentru acestea. Regulamentul de exploatare pentru filtrele rapide trebuie să conțină referiri la:
- a. procesul de spălare (intervale, intensități, rețete);
 - b. procesul de tratare – conform prevederilor tehnice legale în vigoare.
- (2) Printre evenimentele care pot avea loc în timpul procesului de filtrare se menționează:
- a. particulele nu sunt îndepărtate și pot apărea îmbolnăviri provocate de germenii neîndepărtați;
 - b. nu este îndepărtată materia organică naturală, aceasta reacționează cu dezinfectații și germenii care nu au fost distruși și sub-produșii de dezinfecție pot cauza îmbolnăviri;
 - c. reactivii utilizați în procesul de coagulare/floclare ajung în sistemul de distribuție și pot cauza disfuncțiuni ale sistemului și îmbolnăviri.
- (3) Procesul de filtrare poate prezenta riscuri pentru operatorii de la uzina de tratare. Acestea fac obiectul legislației de protecția muncii.
- (4) Filtrele rapide pot fi utilizate:
- a. în filtrarea directă pentru ape cu turbidități reduse; înainte de treapta de filtrare propriu-zisă se pot adăuga următorii reactivi:
 - i. coagulant în apă brută cu turbiditate scăzută;
 - ii. agent oxidant pentru îndepărtarea fierului și manganului;
 - iii. adăugarea de cărbune activ pudră, pentru îndepărtarea substanțelor organice în concentrații mici.
 - b. ca treaptă de filtrare finală, după limpezirea convențională (decantare) cu coagulare/floclare/sedimentare sau flotație cu aer dizolvat;
 - c. ca o pre-filtrare, pentru îndepărtarea particulelor grosiere înainte de filtrarea finală; în această situație, se utilizează un tip diferit de filtru.
- (5) Eficiența treptei de filtrare cu nisip este influențată de numeroși factori:
- a. calitatea apei sursei; slaba calitate sau calitatea variabilă a apei face mai dificilă producerea unei ape de bună calitate prin filtrare;
 - b. buna funcționare a treptelor de tratare anterioare procesului de filtrare;
 - c. tipul și grosimea stratului filtrant; îndepărtarea suspensiilor este îmbunătățită dacă se utilizează strat filtrant mai gros;
 - d. utilizarea reactivilor de coagulare - floclare pentru îmbunătățirea procesului de atașare a particulelor coloidale de stratul de nisip;
 - e. proiectarea stației de filtre, astfel încât să fie compatibilă calității apei brute și cu cerințele de exploatare din stația de tratare;

- f. viteza de filtrare; o viteză de filtrare mai redusă va da rezultate mai bune de îndepărtare a particulelor, creșterea bruscă a vitezei de filtrare va duce la desprinderea particulelor care sunt fixate deja de nisip, cauzând vârful de turbiditate în apa filtrată;
 - g. modul de exploatare a filtrului; numărul de spălări, repornirea, managementul filtrului epuizat și procedura utilizată pentru spălarea nisipului filtrant (eficiența spălării).
- (6) Filtrarea este ultima fază a tratării ce determină îndepărtarea fizică a contaminanților înainte de dezinfecție. Eficacitatea acestei trepte este importantă, deoarece prezența particulelor în apă împiedică distrugerea germenilor de către dezinfectant, pentru că germenii mai mari (ex. *Cryptosporidium*), nu pot fi distruși cu clor, trebuie îndepărtați prin metode fizice.
- (7) Cel mai mare risc pe care îl prezintă treapta de tratare prin filtrare rapidă pe strat de nisip este slaba îndepărtare a particulelor. Cea mai importantă măsură preventivă este asigurarea unui tip și grosimi a stratului de nisip și a unui debit de curgere corespunzător cu calitatea apei care trebuie filtrată.
- (8) În anexa 3 sunt prezentate riscurile care pot să apară în exploatarea treptei de filtrare rapidă pe nisip, acțiunile preventive, elemente de verificare și acțiunile corective, dar și planul pentru situații neprevăzute.

5.4.5 Exploatarea filtrelor de cărbune activ granular

- (1) Exploatarea filtrelor rapide de nisip trebuie executată în strictă concordanță cu regulamentul de exploatare elaborat pentru acestea. Regulamentul de exploatare pentru filtrele rapide trebuie să conțină referiri la:
- a. procesul de spălare (intervale, intensități, rețete);
 - b. procesul de tratare (eficiențe reținere poluanți, epuizare capacitate de adsorbție).
- (2) Evenimentele majore care pot să apară în timpul filtrării pe cărbune activ granular sunt:
- a. dacă se folosește prea puțin cărbune activ, timpul de contact nu este suficient, se pot produce îmbolnăviri datorate sub-produșilor de dezinfecție, datorita pesticidelor sau toxinelor care nu au fost înlăturate;
 - b. dacă cărbunele activat granular nu poate adsorbi toate materiile organice pentru că nu a fost corect ales sau nu este asigurat timpul de contact, se pot produce îmbolnăviri datorate sub-produșilor de dezinfecție, datorită pesticidelor sau toxinelor care nu au fost înlăturate;
 - c. dacă în stratul de cărbune activat se dezvoltă germeni, se pot produce îmbolnăviri prin răspândirea lor în apa tratată.
- (3) Factorul care creează cel mai mare risc în cadrul procesului de adsorbție pe cărbune activ granular este dezvoltarea germenilor în stratul de cărbune activat granular. Cea mai importantă măsură preventivă/corectivă este dezinfectarea după etapa de filtrare pe cărbune activat.
- (4) În anexa 3 sunt prezentate riscurile care pot să apară în exploatarea treptei de filtrare pe cărbune activ granular, acțiunile preventive, elemente de verificare și acțiunile corective, dar și planul pentru situații neprevăzute.

5.4.6 Exploatarea stațiilor de reactivi

- (1) Exploatarea stațiilor de reactivi se face în strictă concordanță cu regulamentul de exploatare elaborat pentru acestea. Elementele care se verifică:
- a. calitatea reactivilor recepționați;
 - b. stocuri de reactivi;
 - c. concentrația soluțiilor dozate;
 - d. funcționarea pompelor dozatoare și a sistemelor de dozare uscată;

- e. starea bazinelor de preparare-dozare;
 - f. funcționarea agitatoarelor;
 - g. asigurarea elementelor de protecție a muncii;
 - h. avizul sanitar conform legislației în vigoare în România.
- (2) Evenimentele care pot să apară în exploatarea stațiilor de reactivi sunt:
- a. reactivii recepționați nu au calitatea adecvată pentru utilizarea la producerea de apă potabilă; impuritățile din aceștia pot afecta sănătatea umană;
 - b. cantitățile de reactivi nu sunt suficiente;
 - c. soluțiile de reactivi nu au concentrațiile necesare; eficiența proceselor de tratare nu este cea așteptată;
 - d. soluțiile de reactivi se prepară în concentrații mai mari decât este necesar și se degradează în timp; eficiența proceselor de tratare nu este cea așteptată;
 - e. pompele dozatoare nu funcționează corespunzător. Doze mai mici de reactivi conduc la tratare neadecvată. Doze mai mari de reactivi pot afecta sănătatea umană.
- (3) Cel mai mare risc din stațiile de reactivi este dozarea defectuoasă a acestora.
- (4) Cele mai importante măsuri preventive sunt:
- a. monitorizarea stocurilor de reactivi;
 - b. instalarea de alarme la silozurile/ bazinele cu reactivi care să avertizeze epuizarea acestora;
 - c. menținerea în permanență a unui stoc de rezervă;
 - d. menținerea înregistrărilor cu prepararea soluțiilor de reactivi;
 - e. verificarea permanentă a concentrațiilor soluțiilor.
- (5) Utilizarea substanțelor chimice poate prezenta riscuri pentru sănătatea personalului stației de tratare. Acest fapt este recunoscut, dar nu va fi discutat în continuare, deoarece face obiectul reglementărilor din legislația muncii.
- (6) În anexa 3 sunt prezentate riscurile care pot să apară în exploatarea stațiilor de reactivi, acțiunile preventive, elemente de verificare și acțiunile corective, dar și planul pentru situații neprevăzute.

5.4.7 Exploatarea instalațiilor de preparare-dozare ozon

- (1) Exploatarea instalațiilor de preparare – dozare ozon se face în strictă concordanță cu regulamentul de exploatare elaborat pentru acestea.
- (2) Evenimentele majore care pot să apară în timpul ozonării sunt:
- a. doza insuficientă de ozon în apă poate conduce la îmbolnăviri datorate germenilor;
 - b. doza insuficientă de ozon în apă poate să nu oxideze corespunzător compușii organici, aceștia pot să formeze subproduși de dezinfecție cu risc asupra sănătății umane;
 - c. concentrații ridicate de sub-produși datorăți ozonului care pot cauza îmbolnăviri chiar și în cazul în care concentrația de ozon este adecvată.
- (3) Producerea pe amplasament și utilizarea ozonului poate prezenta riscuri pentru sănătatea personalului stației de tratare. Acest fapt este recunoscut, dar nu va fi discutat în continuare, deoarece face obiectul reglementărilor din legislația muncii.
- (4) Eficiența oxidării este influențată de mai mulți factori:
- a. concentrația ozonului în gazul vector;
 - b. timpul de contact al ozonului cu apa;
 - c. temperatura apei;
 - d. turbiditatea apei la adăugarea ozonului; acest fenomen poate afecta efectul virulicid al ozonului;

- e. pH-ul apei; valoarea acestuia poate afecta procentul din întreaga cantitate de ozon disponibil pentru acțiunea bactericidă.
- (5) Ozonul nu asigură oxidant rezidual în apă. Din acest motiv, după procesele cu ozon trebuie adăugați alți dezinfectați cu remanență ridicată, cum ar fi clorul sau dioxidul de clor, în vederea asigurării dezinfectantului rezidual (de marcaj).
- (6) Evenimentul care determină cel mai ridicat risc implicat în procesul de ozonare al apei este insuficiența cantității de ozon în apă. Cele mai importante măsuri de prevenire sunt:
- a. monitorizarea procesului, în vederea asigurării unei cantități suficiente de ozon în apă, indiferent de modul în care se schimbă calitatea apei la intrare;
 - b. instalarea unei alarme la generatorul de ozon, în vederea semnalizării întreruperilor în funcționare;
 - c. monitorizarea pH-ului apei tratate; folosirea unei sonde de măsurare a pH-ului corect calibrate.
- (7) În anexa 3 sunt prezentate riscurile care pot să apară în exploatarea treptei de oxidare cu ozon, acțiunile preventive, elemente de verificare și acțiunile corective, dar și planul pentru situații neprevăzute.

5.4.8 Exploatarea stațiilor de clor

- (1) Exploatarea stațiilor de clor se face în strictă concordanță cu regulamentul de exploatare elaborat pentru acestea.
- (2) Următoarele probleme pot să apară în timpul dezinfecției cu clor:
- a. dacă nu există suficient clor rezidual liber, pot apărea îmbolnăviri provocate de germeni;
 - b. dacă există prea mult clor rezidual, se pot produce îmbolnăviri datorate fie concentrației mari de clor fie sub-produșilor cauzăți de clorul în exces;
 - c. concentrațiile mari de sub-produși de dezinfecție pot cauza îmbolnăviri, chiar dacă nivelul clorului rezidual este acceptabil.
- (3) Clorul (în formă gazoasă sau lichidă) poate prezenta riscuri pentru sănătatea personalului stației de tratare. Aceste riscuri fac obiectul legislației și protecției muncii.
- (4) Eficacitatea dezinfecției este afectată de mai mulți factori printre care se menționează:
- a. doza de clor este importantă, pentru că și alte substanțe din apă pot reacționa cu acesta, și pentru că trebuie să rămână suficient clor rezidual;
 - b. timpul de contact al clorului cu apa;
 - c. pH-ul apei, care afectează cantitatea de clor aflat în forma adecvată pentru distrugerea germenilor;
 - d. temperatura apei;
 - e. turbiditatea apei care intră în procesul de dezinfecție; aceasta poate împiedica accesul clorului la germenii țintă.
- (5) Fenomenul care determină cel mai mare risc implicat în clorarea apei potabile este cantitatea insuficientă de clor rezidual pentru distrugerea germenilor din apă, nu numai la începutul procesului de dezinfecție, ci pe tot parcursul acestuia. Cele mai importante măsuri preventive sunt:
- a. monitorizarea procesului pentru a asigura suficient clor rezidual în apă, indiferent de schimbările de calitate a apei care pot apărea la intrarea în instalație;
 - b. instalarea unei alarme la rezervorul de clor, care să avertizeze când stocul de clor începe să se epuizeze; păstrarea înregistrărilor astfel încât să se știe când se poate preconiza aceasta; menținerea în permanență a unui stoc de rezervă;
 - c. monitorizarea pH-ului în apa tratată; utilizarea unei sonde de pH corect calibrate.

- (6) În anexa 3 sunt prezentate riscurile care pot să apară în exploatarea treptei de dezinfecție, acțiunile preventive, elemente de verificare și acțiunile corective, dar și planul pentru situații neprevăzute.

5.4.9 Exploatarea instalațiilor de preparare-dozare dioxid de clor

- (1) Exploatarea instalațiilor de preparare-dozare dioxid de clor se face în strictă concordanță cu regulamentul de exploatare elaborat pentru acestea.
- (2) În timpul oxidării cu dioxid de clor se pot întâmpla următoarele:
- doză insuficientă de dioxid de clor; pot apărea îmbolnăviri cauzate de germeni;
 - doză de dioxid de clor prea mare; pot apare sub-produși secundari ai dioxidului de clor toxici pentru organismul uman;
 - concentrațiile mari de sub-produși rezultați din tratarea cu dioxid de clor pot provoca îmbolnăviri, chiar atunci când nivelul dioxidului de clor este acceptabil, datorită conținutului mare de substanțe dizolvate în apă la care reacționează ClO_2 .
- (3) Generarea și utilizarea dioxidului de clor pot prezenta riscuri pentru sănătatea personalului stației de tratare. Acestea nu sunt discutate în continuare, deoarece fac obiectul legislației și protecției muncii.
- (4) Eficacitatea procesului de oxidare este influențată de mai mulți factori:
- doza de dioxid de clor;
 - timpul de contact dintre dioxidul de clor și apă;
 - temperatura apei;
 - turbiditatea apei la adăugarea dioxidului de clor; aceasta poate îngreuna accesul la germeni al dioxidului de clor;
 - pH-ul apei tratate.
- (5) Fenomenul care prezintă cel mai mare risc implicat de oxidarea cu dioxid de clor a apei potabile este inexistența unei cantități de dioxid de clor în apă suficientă pentru distrugerea microorganismelor. Cele mai importante măsuri preventive sunt:
- monitorizarea procesului pentru a asigura suficient dioxid de clor în apă, chiar dacă se modifică calitatea apei care intră în instalație;
 - instalarea de alarme la stocurile de substanțe folosite pentru generarea dioxidului de clor care să avertizeze epuizarea iminentă a acestora; păstrarea și monitorizarea înregistrărilor pentru a putea estima timpul când se va întâmpla aceasta; menținerea permanentă a unui stoc de rezervă.
- (6) În anexa 3 sunt prezentate riscurile care pot să apară în exploatarea treptei de dezinfecție, acțiunile preventive, elemente de verificare și acțiunile corective, dar și planul pentru situații neprevăzute.

5.4.10 Exploatarea instalațiilor de ultraviolete

- (1) Exploatarea instalațiilor de dezinfecție cu UV se face în strictă concordanță cu regulamentul de exploatare elaborat pentru acestea.
- (2) Următoarele probleme pot să apară în timpul dezinfecției cu UV:
- eficiență redusă în inactivarea microorganismelor care pot provoca îmbolnăviri;
 - recontaminarea apei datorită lipsei efectului remanent al UV.
- (3) Eficacitatea dezinfecției este afectată de mai mulți factori printre care se menționează:
- timpul de contact;
 - turbiditatea apei care intră în procesul de dezinfecție;
 - concentrația de substanțe care pot absorbi radiațiile UV: fier, materii organice naturale, azotați;
 - concentrația ridicată de săruri;

- e. duritatea care conduce la depozite pe pereți.
- (4) Fenomenul care determină cel mai mare risc în dezinfectia cu UV a apei potabile este inactivarea necorespunzătoare a germenilor din apă. Cele mai importante măsuri preventive sunt:
- a. monitorizarea procesului pentru a asigura un timp de contact suficient;
 - b. monitorizarea calității apei care intră în unitatea UV dar și a efluentului;
 - c. pre-tratarea corespunzătoare a apei care intră în unitatea UV pentru reținerea compușilor care pot absorbi radiația;
 - d. pre-tratarea corespunzătoare a apei care intră în unitatea UV pentru evitarea depunerilor pe lampa UV.
- (5) În anexa 3 sunt prezentate riscurile care pot să apară în exploatarea treptei de dezinfecție cu UV, acțiunile preventive, elemente de verificare și acțiunile corective, dar și planul pentru situații neprevăzute.

5.4.11 Exploatarea instalațiilor de deferizare-demanganizare

- (1) Exploatarea instalațiilor de deferizare-demanganizare se face în strictă concordanță cu regulamentul de exploatare elaborat pentru acestea.
- (2) Evenimentele majore care pot să apară în timpul procesului de deferizare și demanganizare sunt:
- a. dacă îndepărtarea manganului este incompletă, acesta poate afecta sănătatea umană;
 - b. dacă se adaugă prea mult oxidant, pot apărea îmbolnăviri cauzate de concentrațiile mari de oxidanți reziduali;
 - c. dacă în timpul aerării pătrund în apă germeni, acești germeni pot cauza îmbolnăviri, dacă apa tratată nu este dezinfectată corespunzător.
- (3) Utilizarea substanțelor chimice în procesele de deferizare și demanganizare poate prezenta riscuri pentru sănătatea personalului stației de tratare. Acestea fac obiectul legislației muncii și protecției muncii.
- (4) Cele două fenomene care determină riscurile cele mai mari implicate în procesul îndepărtării fierului și manganului din apă sunt: adăugarea unei cantități prea mari de oxidant în apă și pătrunderea germenilor în apă în timpul aerării.
- (5) Cele mai importante măsuri preventive sunt:
- a. monitorizarea procesului pentru a asigura introducerea dozei corecte de agent oxidant, indiferent de variațiile calității apei care intră în instalație;
 - b. instalarea de alarme la stocurile de substanțe folosite care să avertizeze epuizarea iminentă a acestora; păstrarea și monitorizarea înregistrărilor pentru a putea estima timpul când se va întâmpla aceasta; menținerea permanentă a unui stoc de rezervă.
 - c. întreținerea periodică a echipamentelor de dozare.
- (6) În anexa 3 sunt prezentate riscurile care pot să apară în exploatarea treptei de deferizare-demanganizare, acțiunile preventive, elemente de verificare și acțiunile corective, dar și planul pentru situații neprevăzute.

5.4.12 Exploatarea instalațiilor de dedurizare și decarbonare

- (1) Exploatarea instalațiilor de dedurizare și decarbonare se face în strictă concordanță cu regulamentul de exploatare elaborat pentru acestea.
- (2) Se prezintă în cele ce urmează dedurizarea numai cu ajutorul rășinilor schimbătoare de ioni. Pentru celelalte tipuri de procese există similarități cu procedurile deja prezentate la treptele de decantare

sau filtrare. Cel mai des întâlnit eveniment este dezvoltarea de germeni în masa de schimbători de ioni, care pot cauza îmbolnăviri.

- (3) Dedurizarea apelor foarte dure poate determina concentrații mari de sodiu în apă. Deși aceasta poate da apei un gust sărat, nu este probabil să constituie o cauză de îmbolnăviri. Dedurizarea cu schimbători de ioni se poate folosi înaintea proceselor de dezinfecție cu radiații ultraviolete și filtrare cu membrană, pentru a împiedica formarea de cruste pe lămpi sau membrane. Randamentul rășinilor de dedurizare se reduce dacă se colmatează cu fier, mangan sau substanțe organice din apă.
- (4) Fenomenul care determină cel mai mare risc într-un proces de dedurizare cu schimbători de ioni este acumularea de germeni în stratul de rășină. Cele mai importante măsuri preventive sunt: spălarea periodică în flux invers, regenerarea și curățarea rășinii din instalația de dedurizare.
- (5) În anexa 3 sunt prezentate riscurile care pot să apară în exploatarea treptei de dedurizare, acțiunile preventive, elemente de verificare și acțiunile corective, dar și planul pentru situații neprevăzute.

5.4.13 Exploatarea instalațiilor de osmoza inversă și de remineralizare

- (1) Exploatarea instalațiilor de osmoză inversă și remineralizare se face în strictă concordanță cu regulamentul de exploatare elaborat pentru acestea.
- (2) Dacă în timpul procesului de osmoză inversă apare un eveniment și procesul nu funcționează corespunzător, se pot întâmpla următoarele:
 - a. dacă membrana nu reține poluanții cu eficiența preconizată de caracteristicile tehnice, se pot produce îmbolnăviri datorate acestora;
 - b. dacă în membrană se formează un orificiu prin care trec particule și materii organice se pot produce îmbolnăviri datorate germenilor (*Giardia*, *Cryptosporidium*) sau sub-produșilor de dezinfecție;
 - c. dacă substanțele chimice utilizate pentru curățarea membranelor nu sunt evacuate complet din sistem, acestea pot produce îmbolnăviri.
- (3) Operarea unităților de osmoză inversă poate prezenta riscuri pentru sănătatea personalului stației de tratare. Acestea sunt recunoscute, dar nu vor fi discutate în continuare, deoarece fac obiectul legislației muncii și protecției muncii.
- (4) Calitatea apei produse prin osmoză inversă este afectată de:
 - a. calitatea apei brute; apa de slabă calitate poate determina colmatarea membranei sau numărul de germeni poate fi atât de mare încât membrana să nu poată reține suficient pentru ca apa să rămână sigură pentru consum;
 - b. procesele de pre-tratare; se poate recurge la acestea înainte de trecerea prin membrană pentru a aduce calitatea apei brute la un nivel adecvat tratării prin membrană.
- (5) Efluentul unității de osmoză inversă este o apă lipsită de minerale care poate afecta sănătatea umană. Este necesară remineralizarea acesteia.
- (6) Fenomenul care prezintă cel mai mare risc implicat în filtrarea prin membrană este acela că prin această procedură să nu se rețină poluanții în măsura așteptată în baza caracteristicilor tehnice ale membranei. Cea mai importantă măsură preventivă este pre-tratarea apei care intră în unitatea de osmoză astfel încât membrana să funcționeze conform specificațiilor.
- (7) În timpul procesului de remineralizare se pot întâmpla următoarele:
 - a. supradozarea substanțelor alcaline cu creșterea pH-ului peste valoarea admisă;
 - b. dozarea defectuoasă a CO₂ și obținerea unei ape corozive care poate dizolva elemente toxice din sistemul de alimentare cu apă și poate afecta sănătatea umană.

- (8) Cel mai mare risc în treapta de remineralizare este obținerea unei ape corozive. Cea mai bună măsură preventivă este monitorizarea permanentă a procesului și a stocurilor de reactivi.
- (9) În anexa 3 sunt prezentate riscurile care pot să apară în exploatarea treptei de osmoză inversă și remineralizare, acțiunile preventive, elemente de verificare și acțiunile corective, dar și planul pentru situații neprevăzute.

6 Stații de pompare

6.1 Elemente generale

- (1) Stațiile de pompare se prevăd în cadrul sistemelor de alimentare cu apă pe baza rezultatelor unei fundamentări tehnico-economice, determinate pe ansamblul sistemului în care se integrează acestea.
- (2) Rolul stațiilor de pompare în sistemele de alimentări cu apă, este de a asigura ridicarea nivelului energetic al apei în vederea transportului acesteia pe cale hidraulică între două secțiuni caracteristice ale sistemului.
- (3) Stațiile de pompare se proiectează ca entități independente sau ca entități componente ale altor obiecte tehnologice din cadrul sistemului de alimentare cu apă (stație de filtre, front de captare a apei, rețea de distribuție) sau ale obiectivului care este deservit de stația de pompare.
- (4) La amplasarea stațiilor de pompare apă potabilă trebuie să se țină seama de asigurarea condițiilor pentru protecția sanitară conform reglementărilor tehnice în vigoare și de condițiile amplasamentului zonei, astfel încât să se evite amplasamentele inundabile, amplasamente cu pericol de alunecări de teren, tasări.
- (5) Pentru stațiile de pompare amplasate în zone locuite trebuie să se aibă în vedere alcătuirea și echiparea acestora astfel încât zgomotele și vibrațiile produse de pompe și motoare în funcțiune să nu depășească limitele valorilor admise în reglementările tehnice specifice.

6.1.1 Tipuri de pompe, clasificare

- (1) În cadrul schemelor tehnologice a sistemelor de alimentare cu apă potabilă a centrelor populate, stațiile de pompare au diverse întrebuințări funcție de care pot fi clasificate.
- (2) În funcție de siguranța în exploatarea sistemului de alimentare cu apă, stațiile de pompare se clasifică conform STAS 10110.
- (3) În funcție de rolul pe care îl ocupă în cadrul sistemului de alimentare cu apă, stațiile de pompare se clasifică în:
 - a. stații de pompare treapta I – sunt stațiile de pompare prevăzute în cadrul sistemelor de alimentare cu apă pentru a realiza pomparea apei captate din surse de suprafață sau surse subterane către stațiile de tratare sau rezervoarele de înmagazinare. Pentru echiparea acestor stații de pompare se pot folosi: pompe centrifuge monoetajate, pompe centrifuge multietajate, pompe centrifuge cu dublu flux, pompe submersibile pentru puțuri pentru captări de ape subterane, pompe axiale, pompe diagonale;
 - b. stații de pompare treapta II – sunt stațiile de pompare prevăzute în cadrul sistemelor de alimentare cu apă pentru a realiza pomparea apei către consumatori, din rezervoarele de înmagazinare în conductele rețelelor de distribuție a apei potabile. Pentru echiparea acestor stații de pompare se pot folosi: pompe centrifuge monoetajate, pompe centrifuge multietajate, pompe centrifuge cu dublu flux, unități modulare de pompare alcătuite din pompe centrifuge multietajate;
 - c. stații de repompare – sunt stațiile de pompare care servesc la creșterea presiunii apei în zonele rețelelor de distribuție pentru care diferențele de cote piezometrice depășesc posibilitățile unei singure trepte de pompare. Pentru echiparea acestor stații de pompare se pot folosi: pompe centrifuge monoetajate, pompe centrifuge multietajate, pompe centrifuge cu dublu flux, unități modulare de pompare alcătuite din pompe centrifuge multietajate;
 - d. stații de hidrofor – sunt stațiile de pompare destinate creșterii presiunii apei în zonele rețelelor de distribuție ce deservește bransamentele clădirilor cu regim de înălțime ridicat

(P+8, P+10....). Pentru echiparea acestor stații de pompare se pot folosi pompe centrifuge monoetajate;

- e. stații de pompare de incendiu – sunt stațiile de pompare care servesc la pomparea apei pentru stingerea incendiilor. De obicei pompele de incendiu sunt pompe multietajate care se amplasează în aceeași clădire cu pompele care asigură distribuția apei potabile.

(4) În funcție de rolul pe care îl îndeplinesc în cadrul procesului tehnologic de tratare a apei, stațiile de pompare se clasifică în:

- stații de pompare destinate spălării filtrelor rapide sau a altor instalații tehnologice. Aceste stații de pompare pot fi echipate cu pompe centrifuge monoetajate, pompe centrifuge multietajate;
- stații de pompare pentru dozarea reactivilor folosiți în procesele de tratare a apei. Aceste stații de pompare sunt echipate cu pompe dozatoare;
- stații de pompare pentru pomparea nămolurilor rezultate din procesele de decantare a apei. Aceste stații de pompare sunt echipate cu pompe centrifuge specifice pompării nămolurilor.

6.1.2 Parametri caracteristici ai pompelor

(1) Stațiile de pompare, au în componență agregate de pompare care asigură vehicularea unor volume de apă din bazinul de aspirație sau din alt sistem sub presiune din cadrul sistemelor de alimentare cu apă și canalizare, în bazinul de refulare situat la o cotă superioară sau direct în alte sisteme sub presiune din cadrul sistemelor de alimentare cu apă și canalizare (Figura 6.1).

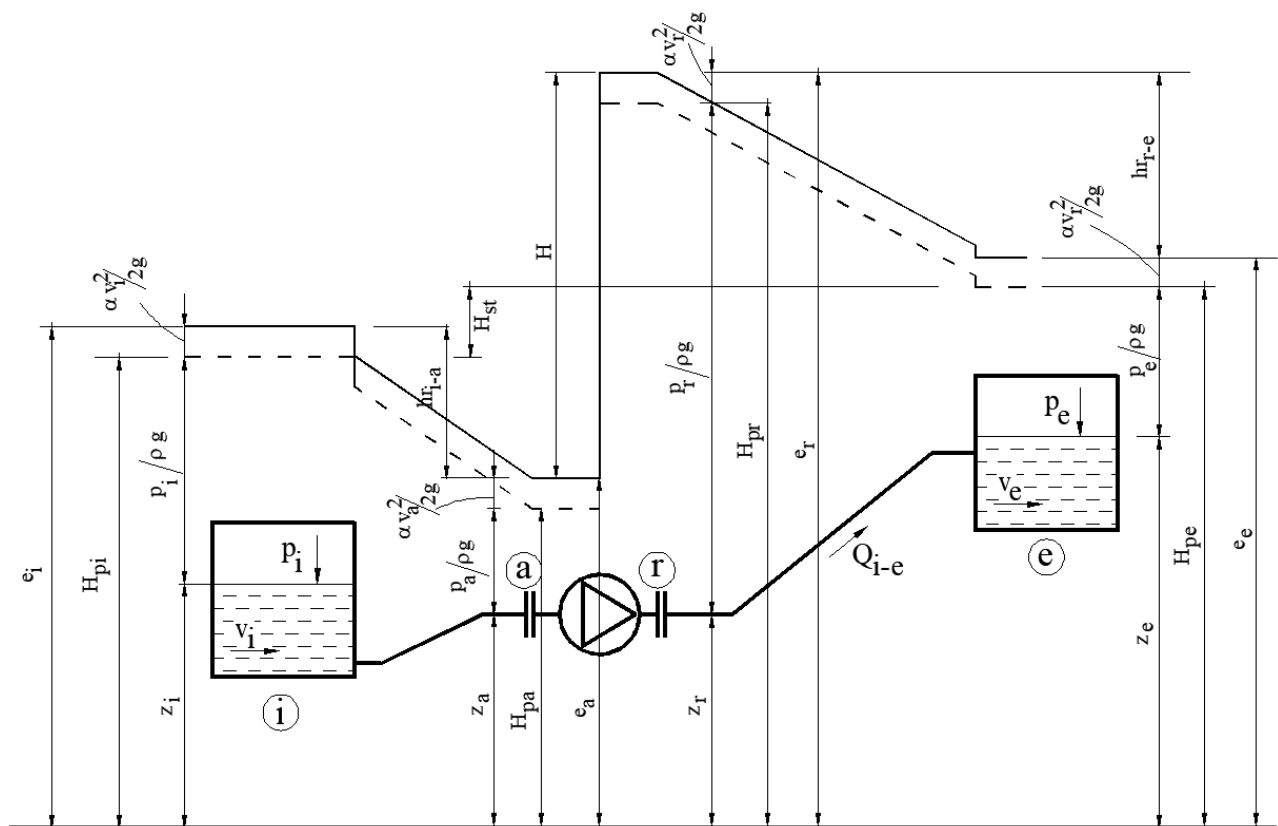


Figura 6.1. Schema unui sistem de pompare.

- (2) Debitul “Q” - reprezintă volumul de apă pe care îl vehiculează (îl transportă) pompa în unitatea de timp, măsurat la flanșa de refulare a pompei. Unitățile de măsură pentru debit, utilizate în stațiile de pompare sunt: [m³/h], [m³/s], [dm³/min], [dm³/s].
- (3) Înălțimea de pompare “H” – reprezintă energia specifică cedată de pompă curentului de fluid, (adică diferența dintre energia totală a apei între secțiunea de refulare a pompei și secțiunea de aspirație a pompei).

$$H = e_r - e_a = \left(z + \frac{p}{\rho g} \right)_r - \left(z + \frac{p}{\rho g} \right)_a + \frac{\alpha_r v_r^2 - \alpha_a v_a^2}{2g} \quad (m) \quad (6.1)$$

în care:

- z - reprezintă cota geodezică la aspirație/refulare (m);
 p – presiunea apei la aspirație/refulare, (N/m²);
 ρ - densitatea apei, (kg/m³);
 v - viteza apei la aspirație/refulare, (m/s);
 g – accelerația gravitațională, (m/s²);
 α – coeficientul Coriolis.

- (4) Puterea utilă a pompei – se notează cu P_u și reprezintă puterea hidraulică transmisă de pompă apei la trecerea acesteia prin rotorul său. Aceasta are expresia:

$$P_u = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \quad (W) \quad (6.2)$$

în care:

- Q – este debitul pompei, (m³/s);
 H – înălțimea de pompare, (m);
 ρ - densitatea apei, (kg/m³);
 g – accelerația gravitațională, (m/s²).

- (5) Puterea absorbită a pompei – denumită și puterea la axul pompei, se notează cu P și reprezintă puterea mecanică consumată la cuplajul pompei, în scopul de a ridica un debit Q la înălțimea de pompare H. Aceasta are expresia:

$$P = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{\eta} \quad (W) \quad (6.3)$$

în care:

- η – randamentul pompei (%).

- (6) Puterea motorului pompei – această putere se notează cu P_m și reprezintă puterea necesară la cuplajul motorului de acționare. Aceasta are expresia:

$$P_m = \frac{P}{\eta_t} \quad (W) \quad (6.4)$$

în care:

- η_t – randamentul transmisiei (%).

- (7) Randamentul unei pompe este raportul dintre puterea transmisă curentului de fluid (cedată în curentul de fluid) și puterea care a fost introdusă în pompă (care a ajuns în mașina hidraulică).

$$\eta = \frac{P_u}{P} < 1 \quad (6.5)$$

- (8) Puterea agregatului de pompare – reprezintă puterea absorbită de motorul de antrenare al pompei pentru a putea împingea curentului de fluid puterea utilă:

$$P_{ag} = \frac{P_u}{\eta_M \cdot \eta_C \cdot \eta} \quad (W) \quad (6.6)$$

în care:

- η_M – randamentul motorului electric;
- η_C – randamentul cuplajului (cuplei);
- η – randamentul hidraulic al pompei.

- (9) Energia consumată – reprezintă produsul dintre puterea agregatului de pompare și perioada de funcționare:

$$E = P_{ag} \cdot n_F \quad (kWh) \quad (6.7)$$

în care:

- P_{ag} – putere agregat, în kW;
- n_F – perioada de funcționare, în ore.

- (10) Energia specifică – reprezintă energia consumată pentru pomparea unui metru cub de apă:

$$e_s = \frac{P_{ag} \cdot n_F}{V} \quad \left(\frac{kWh}{m^3} \right) \quad (6.8)$$

în care:

- P_{ag} – putere agregat, în kW;
- V – volumul de apă pompat în perioada de funcționare, în m^3 .
- n_F – perioada de funcționare, în ore.

6.2 Proiectarea stațiilor de pompare

6.2.1 Criterii de selectare a pompelor. Punctul de funcționare

- (1) Selectarea tipului de pompe și a numărului de pompe care echipează stațiile de pompare presupune cunoașterea rolului stației de pompare în schema tehnologică a sistemului de alimentare cu apă, precum și cunoașterea debitului și a înălțimii de pompare pe care trebuie să le realizeze stația de pompare.
- (2) Cu valorile acestor parametri (debit și înălțime de pompare) se caută un tip de pompă folosind softuri de selecție pompe sau cataloage de pompe.
- (3) Selectarea pompelor va fi realizată astfel încât, pe curba caracteristică a pompei, parametrii debit și înălțime de pompare (Q și H) în timpul funcționării pompei să fie situați în domeniul de randamente maxime ale pompei.
- (4) Atunci când selecția pompelor se realizează folosind catalogul de pompe, pentru alegerea tipului de pompă există următoarele cazuri distincte, pentru care se va proceda după următorul algoritm:
 - a. Cazul I – pentru a realiza debitul Q_1 și înălțimea de pompare necesară H_p se găsește o pompă. În această situație se adoptă acel tip de pompă, iar pentru siguranță în exploatare se va mai prevedea încă o pompă de rezervă având același caracteristici. Regimul de exploatare va fi realizat în așa fel încât numărul de ore de funcționare să fie aproximativ același pentru fiecare pompă în parte;
 - b. Cazul II – la intersecția Q_2 și H_p nu se găsește o pompă care să satisfacă debitul total al stației de pompare. În acest caz se apelează la un alt catalog de pompe sau se împarte debitul total al stației de pompare la 2 și păstrând valoarea înălțimii de pompare se va alege o pompă. Pentru această situație în care pompa a fost selectată la intersecția $Q_2/2$ și H_p , în stația de pompare se

vor monta 3 pompe cuplate în paralel (2A+1R). Pentru situațiile în care debitul total al stației se împarte la 3, pompele vor fi selectate la intersecția $Q_2/3$ și H_p , iar stația de pompare va monta 4 pompe cuplate în paralel (3A+1R);

- c. Cazul III – la intersecția Q și H_p nu se găsește nici o pompă care să satisfacă înălțimea de pompare a stației de pompare. În acest caz se apelează la un alt catalog de pompe sau se împarte înălțimea de pompare totală a stației de pompare la 2 și păstrând valoarea debitului se va alege o pompă. Pentru această situație în care pompa a fost selectată la intersecția $H_p/2$ și Q , în stația de pompare se vor monta 2 linii de pompare; fiecare linie de pompare va fi constituită din câte 2 pompe cuplate în serie. În această situație pentru echiparea stației de pompare sunt necesare 4 pompe. Această soluție este în general neeconomică, motiv pentru care se recomandă evitarea aplicării ei. Pentru aplicații cu înălțimi de pompare mari se recomandă folosirea pompelor multietajate sau adoptarea soluției cu mai multe stații de pompare înseriate.

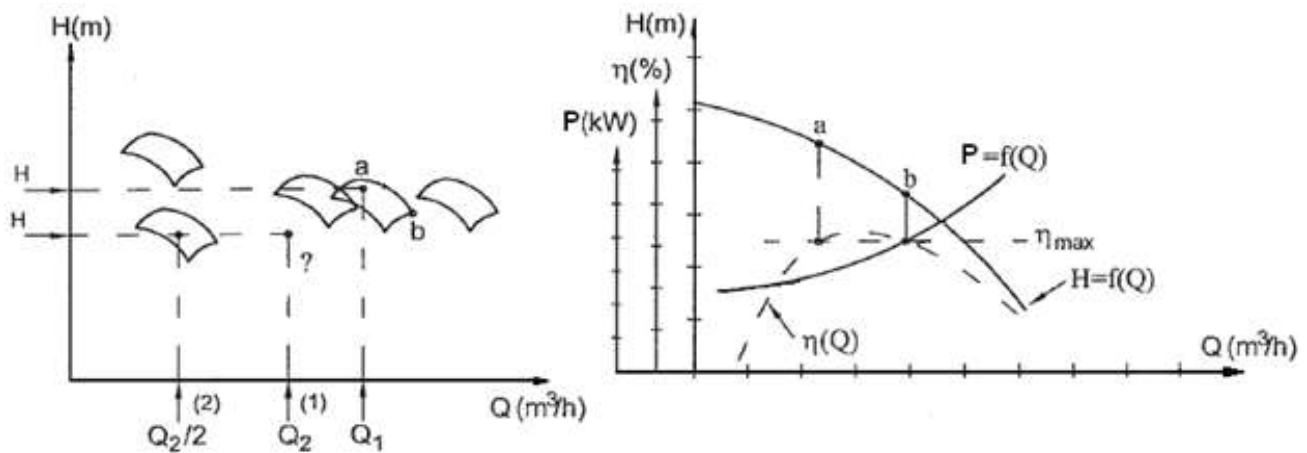


Figura 6.2. Tipuri de pompe și curbe caracteristice. Alegerea tipului de pompă.

- (5) Pentru siguranța exploatării, stațiile de pompare dimensionate să funcționeze cu 1...3 pompe active trebuie să fie prevăzute cu o pompă de rezervă, iar stațiile de pompare dimensionate să funcționeze cu mai mult de 4 pompe active trebuie să fie prevăzute cu 2 pompe de rezervă.
- (6) Punctul de funcționare al stației de pompare, determinat la intersecția dintre curba pompei/cuplajului și caracteristica rețelei, trebuie să satisfacă cerințele valorilor de debit și înălțime de pompare.
- (7) Pentru calculul caracteristicii rețelei se iau în considerare atât pierderile de sarcină de pe traseul de refulare cât și pierderile de sarcină de pe traseul de aspirație.
- (8) După stabilirea tipului de pompă, a numărului de pompe precum și a modului de cuplare a acestor pompe, se vor extrage din catalog curbele caracteristice și se va verifica punctul de funcționare al stației de pompare (Figura 6.3).
- (9) Punctul de funcționare se determină grafic la intersecția dintre curba caracteristică a stației de pompare și curba caracteristică a rețelei/instalației.
- (10) Curba caracteristică a stației de pompare (H_{st}) echipată cu 3 pompe identice dintre care două pompe active și una de rezervă, se determină grafic din curba caracteristică a pompei (furnizată de producător) prin cumularea debitului la aceeași valoare a înălțimii de pompare (Figura 6.3).
- (11) Curba caracteristică a rețelei/instalației se determină folosind relația $H_p = H_g + MQ^2$, dând valori diferite debitului, astfel încât cele două curbe (curba cuplajului pompelor din stația de pompare și curba rețelei) să se intersecteze. Algoritmul de calcul este:

$$H_p = H_g + MQ^2 \quad (6.9)$$

- (15) Punctul de funcționare al stației de pompare trebuie să garanteze realizarea debitului și înălțimii de pompare cerute pentru a asigura transportul apei pe conducta de aducțiune, iar funcționarea pompelor să se realizeze în domeniul de randamente maxime.
- (16) Pentru selectarea pompelor care echipează stațiile de pompare ce deservește rețelele de distribuție a apei potabile, atât debitul cât și înălțimea de pompare prezintă o variație continuă, funcție de consumul de apă înregistrat la bransamentele rețelei de distribuție.
- (17) Funcționarea optimă din punct de vedere energetic se asigură prin echiparea stațiilor de pompare cu pompe acționate cu turație variabilă, unde prin capacitatea de a-și regla turația, pompa/pompele va/vor regla continuu presiunea pentru a se adapta în acest mod optim debitului cerut de consumatori.
- (18) Variația debitului pompat și a înălțimii de pompare pentru o stație de pompare echipată cu pompe acționate cu turație variabilă se realizează conform relațiilor de similitudine:

$$\frac{Q_1}{Q_0} = \frac{n_1}{n_0} \text{ și } \frac{H_1}{H_0} = \left(\frac{n_1}{n_0}\right)^2 \quad (6.16)$$

în care:

- Q_0, H_0 – parametri nominali (debit și înălțimea de pompare) pentru turația nominală n_0 a motorului de antrenare a pompei;
 n_0 – turația nominală a motorului de antrenare a pompei;
 Q_1, H_1 – debitul și înălțimea de pompare corespunzător turației n_1 modificate prin intermediul convertizorului de frecvență montat pe motorul de antrenare al pompei;
 n_1 – turația modificată prin intermediul convertizorului de frecvență montat pe motorul de antrenare al pompei.
- (19) Alegerea tipului și numărului de pompe pentru stațiile de pompare care deservește o rețea de distribuție se realizează pentru debitul Q_{IIV} aferent zonei/zonelor de distribuție deservite, cu respectarea prevederilor de la 8.2.1.2 punctul (5), iar înălțimea de pompare maximă pe care trebuie să o realizeze stația de pompare astfel încât să se asigure presiunea minim necesară pentru cel mai îndepărtat consumator bransat la rețeaua de distribuție.
- (20) Cu aceste două valori (Q_{IIV} aferent zonei/zonelor de distribuție deservite și $H_p \max$) se va selecta, prin intermediul unui soft de selecție pompe sau a unui catalog de pompe, tipul pompelor adecvate. Punctul de funcționare al stației de pompare variază conform graficului din **Figura 6.4**, între o valoare a debitului minim și o altă valoare a debitului maxim.
- (21) Intervalul de variație al turației pompei acționate cu turație variabilă, va fi ales astfel încât randamentul pompei să nu fie influențat sensibil de modificarea turației, iar punctele de funcționare să se situeze în plaja de randamente optime ale pompei.

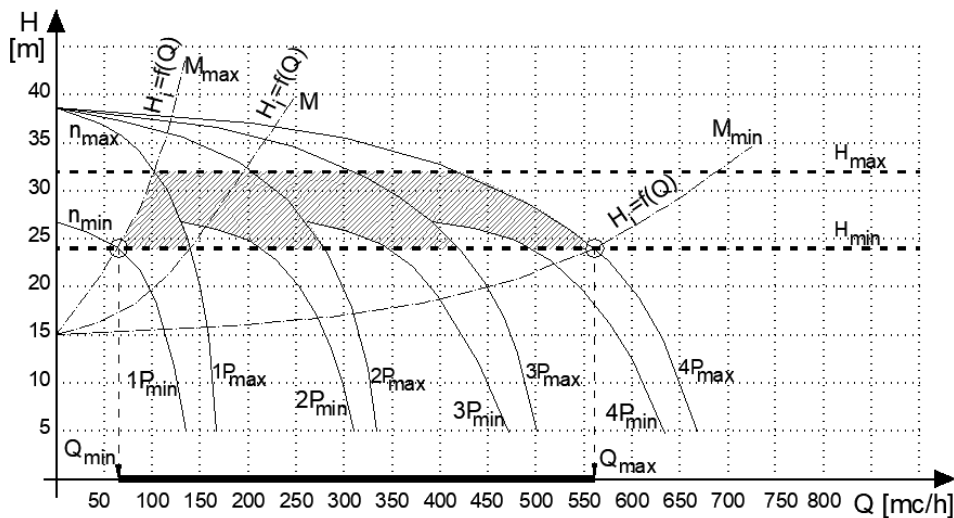


Figura 6.4. Punct de funcționare stație de pompare echipată cu 4 pompe identice dintre care una este acționată cu turație variabilă.

Notații: P_{min} – curba caracteristică de sarcină a pompei acționată cu turație variabilă la turația minimă n_{min} , P_{max} – curba caracteristică de sarcină a pompei acționată cu turație variabilă la turația nominală $n_0 = n_{max}$.

6.2.2 Gruparea pompelor în serie și în paralel

(1) Cuplarea în serie reprezentată schematic pentru două pompe (P1 și P2) în **Figura 6.5**, presupune ca între rezervorul de aspirație și rezervorul de refulare, transferul de energie de la pompe către apa pompată să aibă loc succesiv, la același debit.

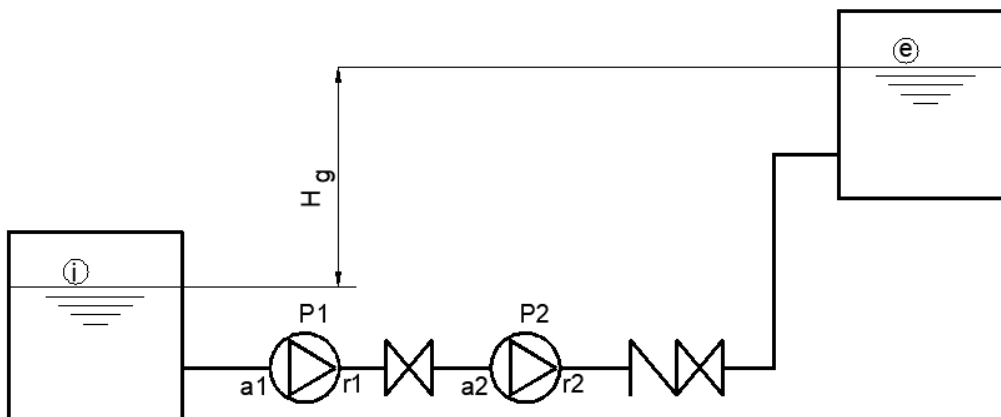


Figura 6.5. Schema de calcul pentru o stație de pompare echipată cu două pompe cuplate în serie.

- (2) Punctul de funcționare al cuplajului serie este notat cu PF și se obține la intersecția dintre curba caracteristică a rețelei/instalației și curba caracteristică a cuplajului serie,
- (3) **Figura 6.6.**
- (4) Curba caracteristică a rețelei/instalației se obține folosind relația 6.9, iar curba caracteristică a cuplajului serie se construiește după regula: la aceeași valoare a debitului se adună valorile înălțimilor de pompare.

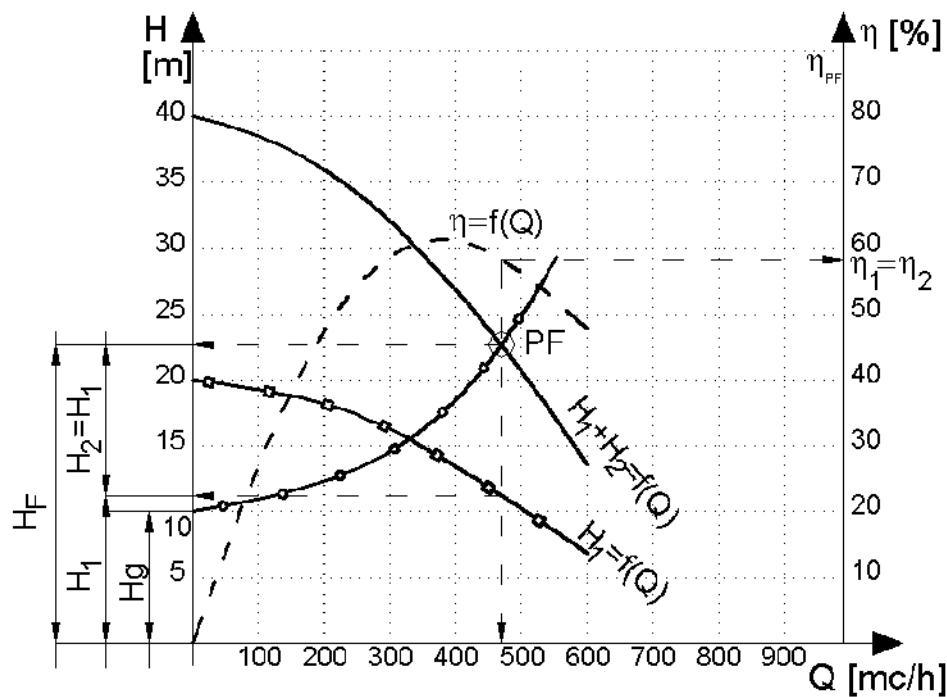


Figura 6.6. Punctul de funcționare pentru două pompe identice cuplate în serie.

- (5) Cuplarea în paralel reprezentată schematic pentru două pompe (P1 și P2) în Figura 6.7 presupune ca între rezervorul de aspirație și rezervorul de refulare, transferul de energie de la pompe către apa pompată să aibă loc simultan în fiecare pompă în parte, la debitul tranzitat prin pompă.

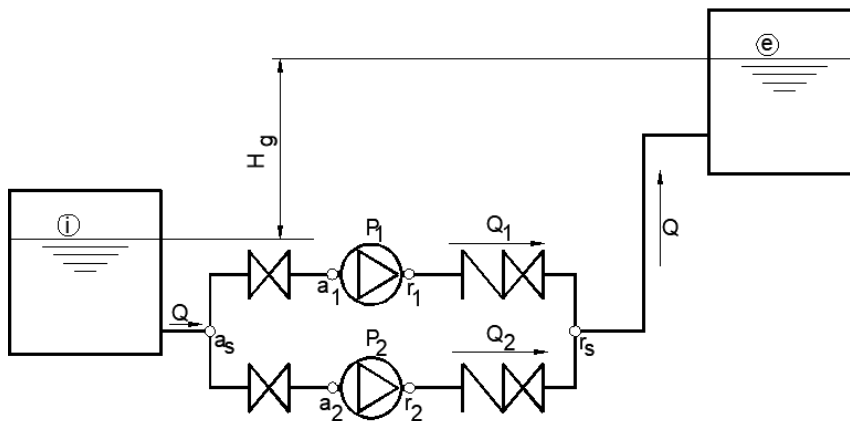


Figura 6.7. Schema de calcul pentru o stație de pompare echipată cu două pompe cuplate în paralel.

- (6) Punctul de funcționare al cuplajului paralel este notat cu PF și se obține la intersecția dintre curba caracteristică a rețelei/instalației și curba caracteristică a cuplajului paralel așa cum se prezintă în
- (7)
- (8)

- (9) Figura 6.8.

- (10) Curba caracteristică a rețelei/instalației se obține folosind relația 6.9, iar curba caracteristică a cuplajului paralel se construiește după regula: la aceeași valoare a înălțimii de pompare se adună valorile debitelor.

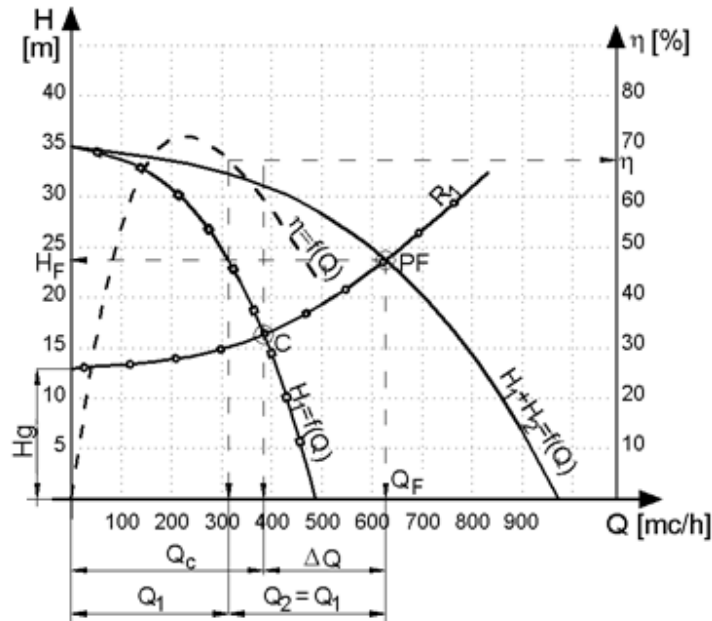


Figura 6.8. Punctul de funcționare pentru două pompe identice cuplate în paralel.

6.2.3 Determinarea cotei ax pompi

- (1) În funcție de tipul pompelor și de cota de amplasare a acestora, stațiile de pompare se realizează în construcție îngropată, semiîngropată sau supraterană.
- (2) Cota axului pompelor se stabilește în funcție de înălțimea geodezică maximă la aspirație, astfel încât să se evite funcționarea pompelor în regim de cavitație.
- (3) Determinarea cotei axului pompei (Figura 6.9) presupune cunoașterea debitului pompei corespunzător punctului de funcționare al stației de pompare.

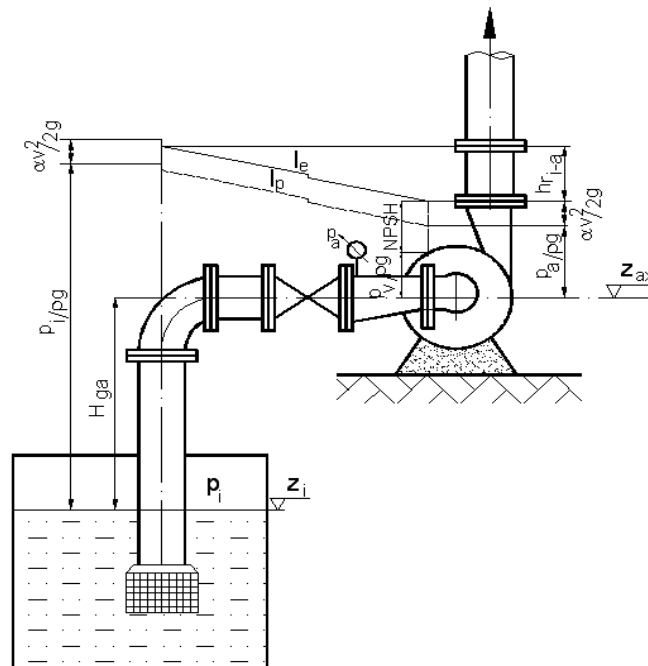


Figura 6.9. Determinare cotei ax pompi.

- (4) Din diagrama $NPSH = f(Q)$ pusă la dispoziție și garantată de fabricant, pentru valoarea debitului de funcționare al pompei corespunde o valoare pentru $NPSH_{pompa}$.
- (5) Se determină valoarea înălțimii de aspirație $NPSH_{inst}$, folosind relația de calcul:

$$NPSH_{inst} = \frac{p_i - p_v}{\rho \cdot g} + \frac{\alpha_i \cdot v_i^2}{2g} - H_{ga} - M_a \cdot Q^2 \quad (m) \quad (6.17)$$

în care:

- $NPSH_{inst}$ – este înălțimea totală netă absolută la aspirație, în m;
 p_i – presiunea de intrare în sistem, în scară absolută, în N/m^2 ;
 p_v – presiunea de vaporizare a apei, în scară absolută, în N/m^2 ;
 ρ – densitatea apei, în kg/m^3 ;
 g – accelerația gravitațională, în m/s^2 ;
 α – coeficientul Coriolis;
 v_i – viteza apei la intrarea în sistem, în m/s ;
 $H_{ga} = z_{ax} - z_i$ – înălțime geodezică de aspirație, în m;
 M_a – modul de rezistență pe traseul de aspirație, în s^2/m^5 ;
 Q – debitul pompei corespunzător punctului de funcționare, în m^3/s ;
 z_{ax} – reprezintă valoarea cotei axului pompei, în m;
 z_i – reprezintă cota nivelului apei în rezervorul de aspirație, în m.

- (6) Se consideră că la limită $NPSH_{inst} = NPSH_{pompa}$, iar $H_{ga} = z_{ax} - z_i$, iar în cazul aspirației dintr-un rezervor deschis în atmosferă se consideră $p_i = 1$ bar (sc.abs) și viteză inițială ($v_i = 0$), se obține cota maximă la care poate fi amplasată pompa.

$$z_{ax} = \frac{p_i - p_v}{\rho \cdot g} + z_i - M_a Q^2 - NPSH_{pompa} \quad (6.18)$$

- (7) Amplasarea pompei la o cotă superioară cotei z_{ax} este interzisă pentru că produce disfuncționalități majore în exploatarea pompei, facilitând apariția fenomenului de cavitație.

Tabelul 6.1. Presiunea de vaporizare p_v a apei la diferite temperaturi.

T [°C]	1	5	10	20	30	40	50	60
p_v [N/m^2]	656	872	1227	2338	4493	7377	12340	19920

6.2.4 Criterii de proiectare privind pompare apei din puțuri

- (1) Pentru selectarea pompelor care echipează puțurile din cadrul fronturilor de captare a apei subterane, valoarea debitului este dată de debitul capabil al puțului indicat prin studiul hidrogeologic, iar înălțimea de pompare se determină pe baza calculului hidraulic întocmit pentru întregul sistem de colectare a apei subterane. Înălțimea de pompare este dată de diferența dintre cota piezometrică realizată în dreptul puțului și nivelul hidrodinamic al apei subterane în puț (Figura 6.10).

$$R = \frac{A}{P} = \frac{D}{4} \quad (6.23)$$

f. panta hidraulică rezultă din relația:

$$v_{ef} = C\sqrt{R \cdot i} \Rightarrow i = \frac{v_{ef}^2}{C^2 \cdot R} \quad (6.24)$$

g. pierderea de sarcină se determină cu relația:

$$h_r = i \cdot L \quad (6.25)$$

în care:

L - este lungimea tronsonului de conductă între două puțuri vecine sau lungimea tronsonului de conductă între ultimul puț și rezervor (m).

- h. cotele piezometrice pentru fiecare puț în parte se calculează în sens invers sensului normal de curgere al apei, pornind de la nivelul apei din rezervor și adunând pierderile de sarcină pe fiecare tronson;
- i. înălțimea de pompare pentru pompa fiecărui puț se calculează ca fiind diferența dintre cota piezometrică în dreptul puțului și nivelul hidrodinamic al apei în puț.

6.2.5 Instalația hidraulică aferentă stației de pompare

- (1) Traseul conductelor care compun instalația hidraulică se alege astfel încât:
 - a. să asigure accesul personalului în condiții de siguranța protecției muncii;
 - b. să permită demontarea unor utilaje sau părți din acestea;
 - c. să ocupe spații minime și să respecte distanțele prescrise în tabelul 2 din STAS 10110.
- (2) Instalația hidraulică pentru stațiile de pompare cuprinde:
 - a. traseul de aspirație, alcătuit din conductele și armăturile montate între rezervorul de aspirație și flanșa de aspirație a pompelor;
 - b. traseul de refulare, alcătuit din conductele și armăturile montate după flanșa de refulare a pompelor până la ieșirea din stație.
- (3) Îmbinarea conductelor cu pompele sau îmbinarea între tronsoanele de conducte se realizează cu flanșe strânse cu șuruburi, etanșeitarea îmbinării realizându-se cu garnituri plate din diverse materiale (cauciuc, elastomer, klingherit).
- (4) Soluția pentru amplasarea pompelor, dimensiunile, formele elementelor de transport (conducte, coturi, reducții, armături etc.) și legăturile dintre ele, trebuie să asigure obținerea unor trasee hidraulice favorabile energetice (pierderi de sarcină minime) și simplitate la efectuarea operațiilor de montaj, exploatare și întreținere.
- (5) Stațiile de pompare care deservește hidranți de incendiu vor avea instalația hidraulică din interiorul sălii pompelor alcătuită din conducte metalice.
- (6) Instalația hidraulică a pompelor va fi prevăzută cu robinete de golire pentru a nu îngheța în perioadele reci, în cazul întreruperii funcționării pompelor.
- (7) Pentru a asigura o funcționare normală a pompelor montate în stațiile de pompare apă potabilă, instalația hidraulică de aspirație a pompelor trebuie să respecte următoarele cerințe:
 - a. traseul conductelor de aspirație din instalația hidraulică a pompelor să fie cât mai scurt, astfel încât pierderile de sarcină hidraulice să fie minime, iar curgerea apei către pompă să fie uniformă;
 - b. construirea și poziționarea conductelor de aspirație să se realizeze astfel încât să se evite formarea și antrenarea bulelor de aer;
 - c. traseul conductelor de aspirație la pompe se va monta astfel încât să aibă o pantă continuu crescătoare până la pompă ($i_{\min}=5\%$), pentru a evita formarea pungilor de aer;

- d. se recomandă ca diametrul conductelor de aspirație să fie dublu față de diametrul orificiului de aspirație a pompei;
 - e. dimensionarea conductelor de aspirație se va efectua astfel încât viteza apei să nu depășească:
 - iii. 1 m/s pentru conducte cu diametrul de până la 250 mm;
 - iv. 1,5 m/s pentru conducte cu diametrul între 300...800 mm;
 - v. 2 m/s pentru conducte cu diametrul mai mare de 800 mm.
 - f. îmbinarea între conducta de aspirație și pompă se va realiza printr-o reducere asimetrică (excentrică), orientată astfel încât să se evite formarea pungilor de aer;
 - g. pe conductele de aspirație se prevăd vane de izolare astfel încât să se asigure funcționarea continuă a stației de pompare, evitându-se astfel oprirea stației atunci când un grup de pompare se află în revizie. Când se folosesc compensatori de montaj pe conducta de aspirație, aceștia vor fi montați la o distanță de cel puțin 2 diametre de conductă față de orificiul de aspirație al pompelor;
 - h. alinierea conductelor de aspirație cu flanșa de aspirație a pompei și realizarea unui montaj liniar pentru cel puțin 5 diametre de conductă;
 - i. asigurarea că sunt respectate condițiile de montaj pe traseul de aspirație, astfel încât să nu fie favorizată cavitația, mai ales atunci se folosește o pompă centrifugă.
- (8) Pentru a asigura o funcționare normală a pompelor montate în stațiile de pompare apă potabilă, instalația hidraulică de refulare a pompelor trebuie să respecte următoarele cerințe:
- a. diametrul conductei de refulare trebuie să fie cel puțin egal cu cel al orificiului de refulare al pompei. Pentru diametre mai mari, îmbinarea se va realiza printr-o reducere simetrică (centrică).
 - b. conductele de refulare a pompelor se dimensionează astfel încât viteza apei să fie:
 - i. maxim 1,5 m/s pentru conductele cu diametrul de până la 250 mm;
 - ii. maxim 2,0 m/s pentru conductele cu diametrul între 300 ... 800 mm;
 - iii. maxim 3,0 m/s pentru conducte cu diametrul mai mare de 800 mm.
 - c. conductele de refulare a fiecărei pompe instalate în stația de pompare vor fi prevăzute, imediat după fiecare pompă, cu clapetă antiretur și o vană având același diametru cu diametrul conductei de refulare.
 - d. pe conducta de refulare comună a stației se vor prevedea vane de izolare astfel încât să se asigure funcționarea continuă a stației de pompare, evitându-se astfel oprirea stației atunci când un grup de pompare se află în revizie sau se schimbă pompa activă cu cea de rezervă.
 - e. pe conducta comună de refulare a stației se va prevedea dispozitivul de protecție a funcționării pompelor (recipient de hidrofor cu membrană), manometru pentru citire locală a presiunii, traductor de presiune pentru automatizarea regimului de funcționare și un echipament pentru măsurarea și înregistrarea debitului pompat de stație (apometru, debitmetru), așa cum se prezintă în **Figura 6.11**.
 - f. volumul dispozitivului de protecție a funcționării pompelor (recipient de hidrofor cu membrană) se calculează funcție de:
 - i. tipul pompelor și modul de acționare a pompelor (cu turație variabilă sau fără turație variabilă);
 - ii. valoarea debitului nominal al pompelor;
 - iii. valoarea presiunii setate pentru regimul normal de funcționare;
 - iv. valoarea presiunii rezultate ca diferență între valoarea presiunii de pornire și valoarea presiunii de oprire a pompelor;
 - v. numărul maxim de porniri/opriri pe oră, funcție de putere motor.

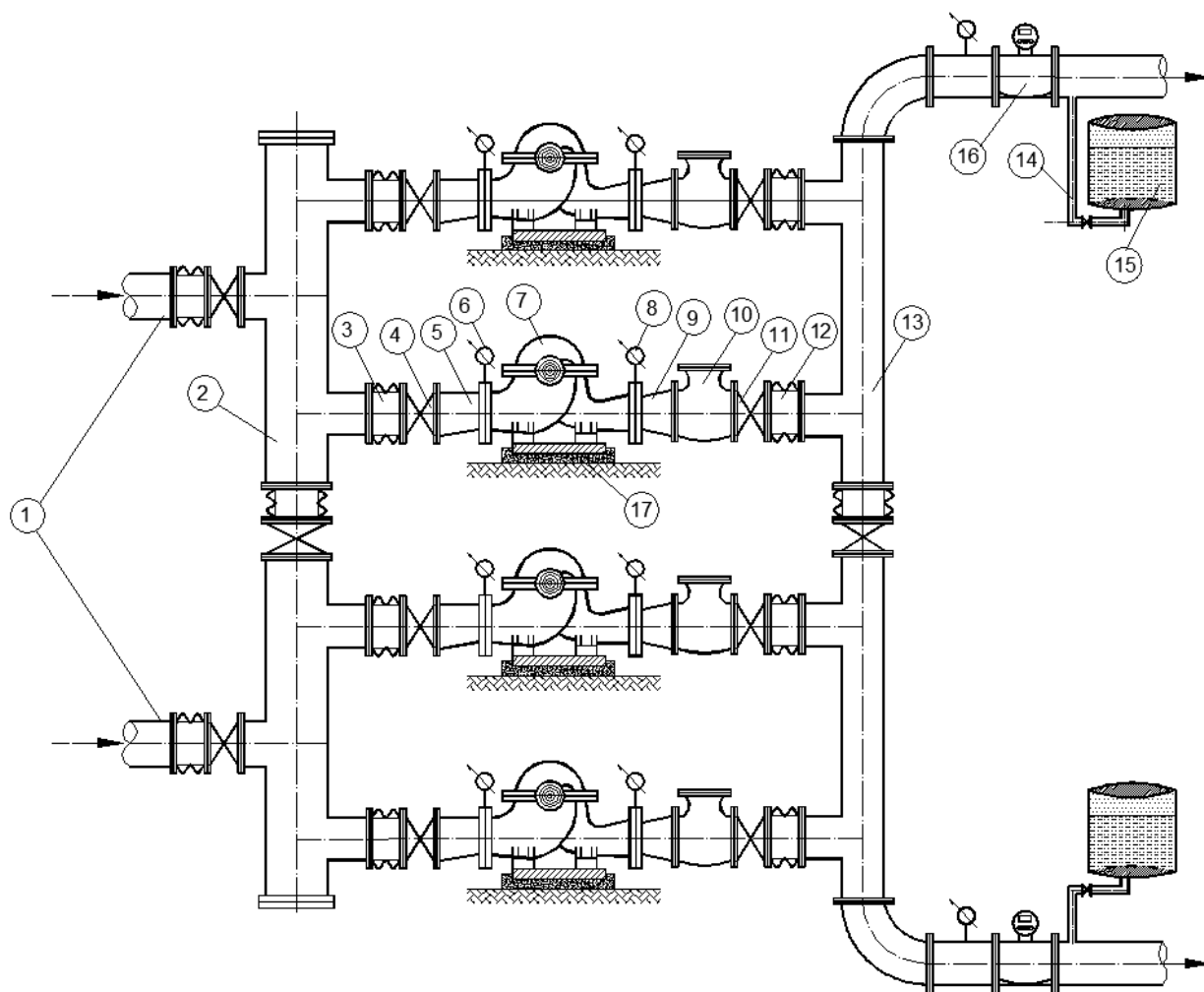


Figura 6.11. Schema instalației hidraulice pentru o stație de pompare apă potabilă (3+1 pompe).

Notații : 1-conducte de alimentare cu apă a stației de pompare; 2-conducta comună de aspirație a pompelor din stație; 3-compensator de montaj; 4-vana aspirație; 5-reducție asimetrică; 6-manometru; 7-pompa; 8-manometru; 9-reducție simetrică; 10-clapetă antiretur; 11-vană refulare; 12-compensator de montaj; 13-conducta de refulare a stației; 14-conducta de legătură între recipient cu membrană și conducta de refulare a stației; 15-recipient cu membrana; 16-debitmetru; 17-fundație pompă+motor.

6.2.6 Clădirea stației de pompare

- (1) Clădirea stației de pompare trebuie să permită amplasarea în bune condiții a tuturor utilajelor hidromecanice, și a instalațiilor de bază precum și a echipamentelor și instalațiilor auxiliare.
- (2) Forma și dimensiunile construcției clădirii stației de pompare depind de numărul și mărimea grupurilor de pompare, de modul lor de amplasare, de caracteristicile terenului de fundare, de modul de exploatare a stației de pompare. Dimensiunile sălii pompelor se vor stabili în conformitate cu distanțele minime precizate tabelul 2 din STAS 10110.
- (3) Dimensiunile clădirii stației de pompare vor fi alese astfel încât să asigure amplasarea tuturor echipamentelor de pompare, instalațiilor hidraulice, instalațiilor și dispozitivelor de ridicat, instalațiilor de automatizare, instalațiilor sanitare, de încălzire, ventilații și electrice împreună cu echipamentele aferente acestora.
- (4) Echiparea stațiilor de pompare cu mijloace de ridicat precum și înălțimea liberă a sălii pompelor va respecta prescripțiile constructive din STAS 10110.

- (5) Sala pompelor trebuie prevăzută cu uși și trape pentru manevrarea utilajelor ale căror dimensiuni trebuie corelate cu gabaritele acestora.
- (6) Sala pompelor va fi construită cu o bașă de colectare a eventualelor pierderi de apă, iar pardoseala se va realiza cu pante de scurgere de 1‰ către bașă.
- (7) Evacuarea apei din bașă de colectare se va face gravitațional sau cu pompe de epuizment în cazul în care nu se poate gravitațional.
- (8) Clădirea stației de pompare se realizează după tehnologia de construcție specifică tipului de stație (clădire supraterană, clădire subterană, construcție tip cheson).
- (9) Clădirea stației de pompare trebuie alcătuită și echipată astfel încât zgomotele și vibrațiile produse de funcționarea pompelor și motoarelor să se înscrie în limitele admise de reglementările tehnice în vigoare.
- (10) Regulile de bază pentru alcătuirea clădirii supraterane a unei stații de pompare apă potabilă sunt:
 - a. la orice parte a instalației să se poată umbla fără risc pentru personalul de exploatare;
 - b. instalația trebuie construită să funcționeze pentru o perioadă de timp îndelungat;
 - c. clădirea trebuie să aibă un aspect plăcut și să se încadreze în planul urbanistic al zonei;
 - d. clădirea trebuie să aibă asigurată zonă de protecție sanitară (minim 10 m);
 - e. în cazul în care pompele sunt așezate sub nivelul terenului, accesul trebuie să se facă pe o scară normală (lățime minim 80 cm);
 - f. în interiorul clădirii instalația hidraulică trebuie așezată pe partea opusă instalației electrice;
 - g. clădirile subterane vor fi prevăzute trape pe acoperiș (chepeng) pentru posibilități de intervenție și manevrare a echipamentelor de gabarit cu macara mobilă;
 - h. încălzirea clădirii va fi analizată de la caz la caz astfel încât temperatura în sala pompelor să fie constant peste 5 grade Celsius.
- (11) Clădirea supraterană a stației de pompare poate fi dintr-o infrastructură simplă, similară unei hale industriale, având fundație continuă (pentru construcția de zidărie portantă) sau discontinuă (pentru construcția metalică cu pereți din panouri tip sandwich).
- (12) Clădirea stației de pompare cu cameră umedă se constituie dintr-o structură de beton armat, dimensionată și compartimentată corespunzător numărului de pompe. Partea inferioară a structurii constituie bazinul de aspirație al stației de pompare.
- (13) Clădirea stației de pompare cu cameră uscată se constituie dintr-o structură de beton armat în care sunt amplasate grupurile de pompare. Din punct de vedere constructiv, cuva poate fi fundată direct pe radier sau executată în sistem cheson.
- (14) Clădirile stațiilor de pompare care adăpostesc pompe destinate stingerii incendiului, amplasate adiacent altor construcții, trebuie să asigure cerințele nivelurilor de stabilitate la incendiu I sau II.

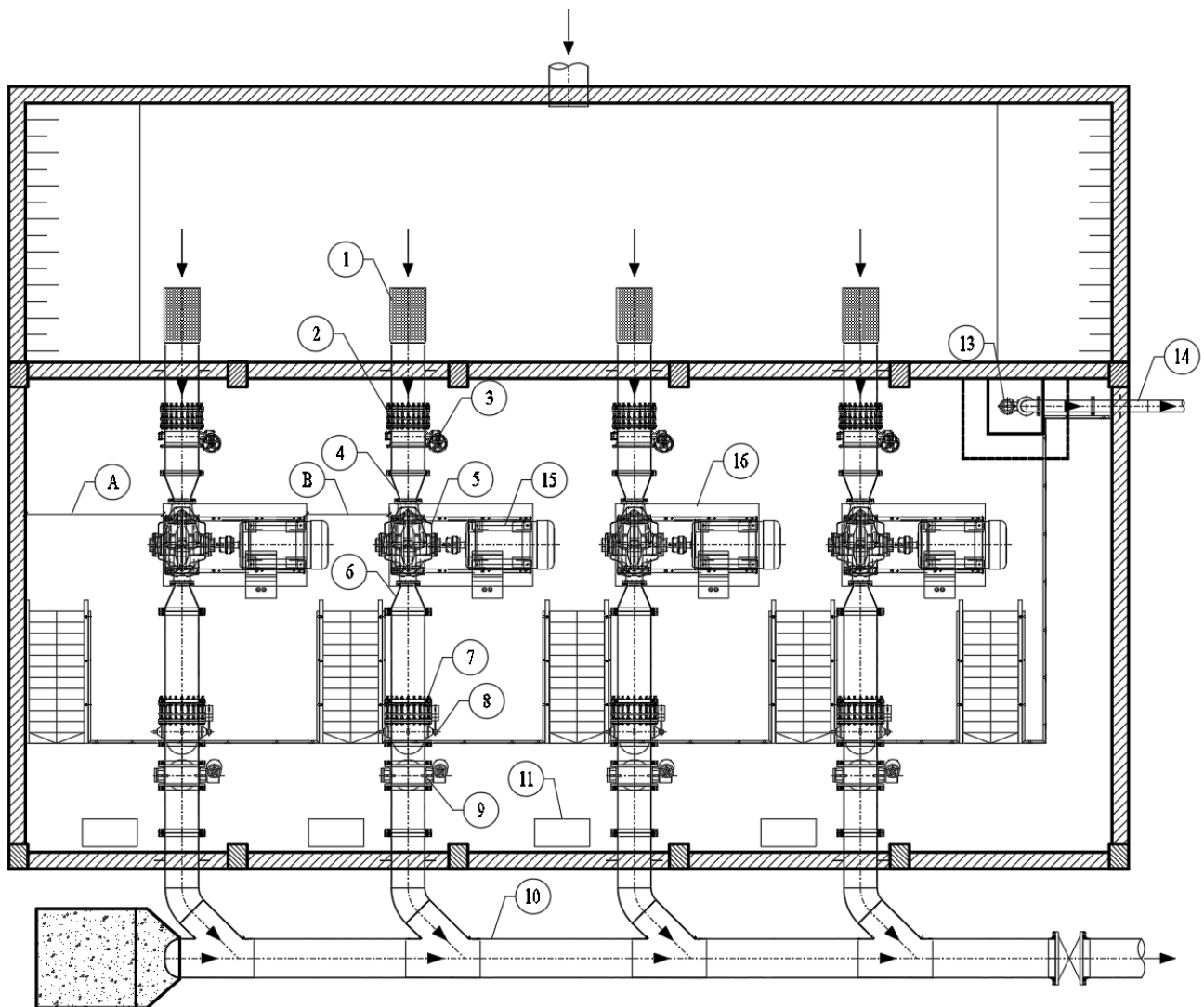


Figura 6.12. Stație de pompare. Secțiune orizontală.

Notații: 1 – Conductă de aspirație; 2 – Compensator de montaj pe aspirație; 3 – Vană pe aspirație; 4 – Reducție asimetrică; 5 – Pompă; 6 – Reducție simetrică; 7 – Compensator de montaj pe refulare; 8 – Clapetă antiretur; 9 – Vană pe refulare; 10 – Conductă de refulare; 11 – Tablou electric; 13 – Pompă golire bașă; 14 – Conductă evacuare; 15 – Motor electric; 16 – Soclu pompă; A – Distanța între pompă și perete; B – Distanța între două pompe.

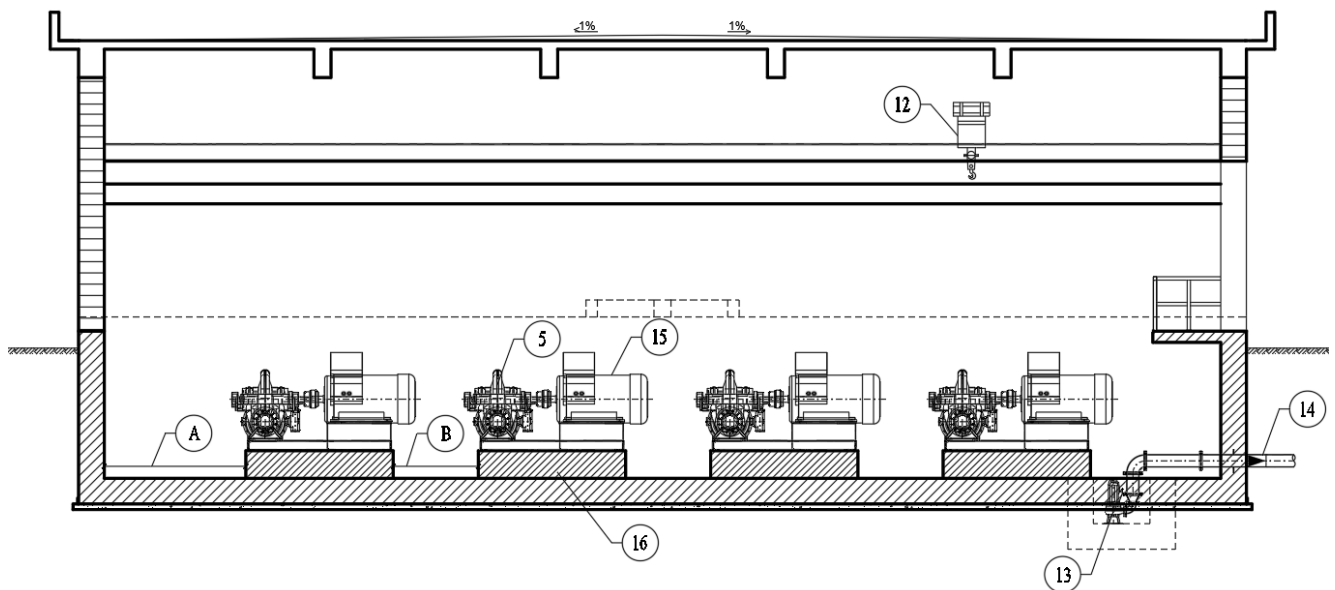


Figura 6.13. Stație de pompare. Secțiune longitudinală.

Notații: 5 – Pompă; 12 – Dispozitiv de ridicat; 13 – Pompă golire bașă; 14 – Conductă evacuare; 15 – Motor electric; 16 – Soclu pompă; A – Distanța între pompă și perete; B – Distanța între două pompe.

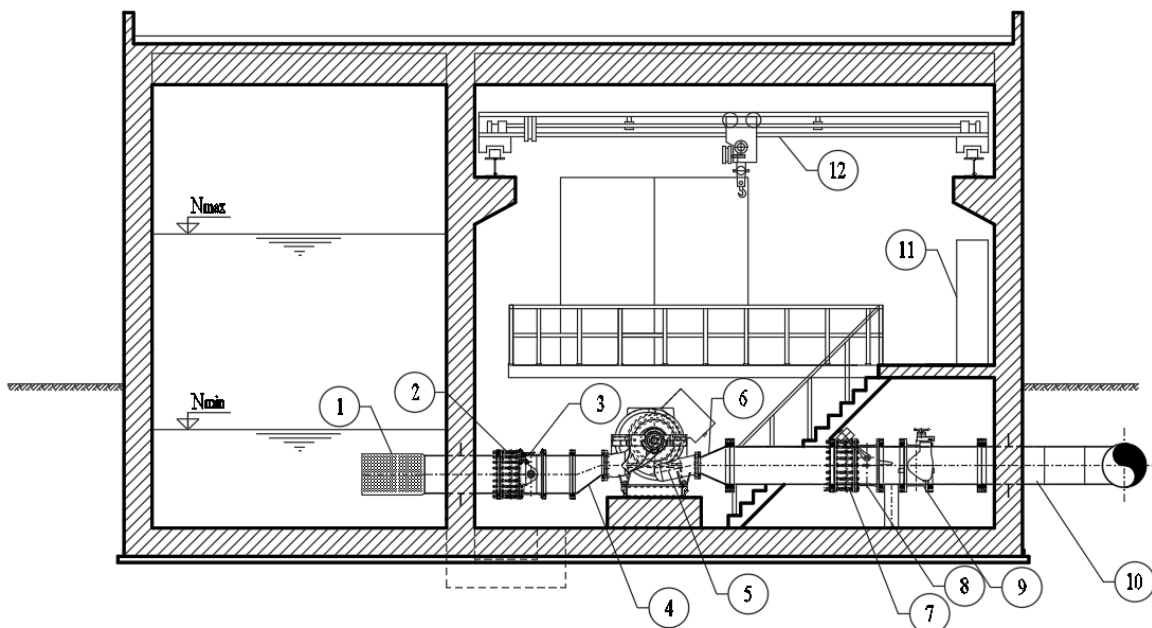


Figura 6.14. Stație de pompare. Secțiune transversală.

Notații: 1 – Conductă de aspirație; 2 – Compensator de montaj pe aspirație; 3 – Vană pe aspirație; 4 – Reducție asimetrică; 5 – Pompă; 6 – Reducție simetrică; 7 – Compensator de montaj pe refulare; 8 – Clapetă antiretur; 9 – Vană pe refulare; 10 – Conductă de refulare; 11 – Tablou electric; 12 – Dispozitiv de ridicat.

6.2.7 Instalații electrice și de automatizare

(1) Alimentarea cu energie electrică a stațiilor de pompare din cadrul sistemelor de alimentare cu apă se realizează, de regulă, din sistemul energetic național sau pot fi alimentate din instalații locale de producere a energiei electrice sau din centrale electrice proprii (dacă folosirea acestor surse este justificată din punct de vedere tehnico-economic).

- (2) Sistemul de alimentare cu energie electrică a stațiilor de pompare va include obligatoriu o alimentare de bază, corespunzătoare puterii maxime simultan absorbite de ansamblul tuturor consumatorilor electrici montați în instalațiile stației de pompare.
- (3) Pentru stațiile de pompare de categoria I (la care nu se admit întreruperi) și stațiile de pompare de categoria II (la care se admit întreruperi de 2 ore), se prevede o alimentare de rezervă (generator de curent), proiectată astfel încât să asigure alimentarea cu energie electrică pe durata maxim admisă de întreruperea prevăzută.
- (4) Sistemul de alimentare cu energie electrică va include, după caz, transformatoarele electrice și toată instalația de joasă tensiune necesară circuitului de alimentare pentru toate obiectele din cadrul stației de pompare.
- (5) Instalațiile electrice de iluminat din stațiile de pompare vor respecta prescripțiile normativului NP 061.
- (6) Instalația electrică de iluminat din zonele cu umiditate ridicată (sala pompelor) va fi alimentată la 24 V din considerente de securitatea muncii, în caz contrar se va asigura protecție diferențială.
- (7) Instalație de paratrăznet.
- (8) Conducerea, administrarea și gestionarea eficientă a stațiilor de pompare, presupune existența unui flux informațional de culegere, stocare și transmitere a parametrilor care caracterizează funcționarea și exploatarea acestora.
- (9) Echipamentele de automatizare și monitorizare a stațiilor de pompare trebuie să fie parte integrată a sistemului SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) ce deservește întregul sistem de alimentare cu apă.
- (10) Automatizarea funcționării stațiilor de pompare trebuie corelată funcție de regimul tehnologic al obiectivului deservit (stație de spălare filtre, stație pompare pe aducțiuni, stație pompare în rețea de distribuție).
- (11) Monitorizarea parametrilor de exploatare a stațiilor de pompare se realizează printr-un complex de traductori (presiune, debit, putere electrică, temperatură), echipamente de achiziție și concentrare a datelor, echipamente de transmisie a datelor la distanță, pachete de programe pentru prelucrare, stocare și vizualizare a datelor având o interfață prietenoasă ușor de accesat.
- (12) Automatizarea și monitorizarea stațiilor de pompare urmăresc:
 - a. cantitatea de apă pompată;
 - b. cantitatea de energie consumată;
 - c. presiunile la aspirația și refularea pompelor;
 - d. numărul orelor de funcționare pentru fiecare grup de pompare în parte;
 - e. numărul de pompe active și pompe în stand-by;
 - f. mărimea vibrațiilor pompelor și motoarelor;
 - g. temperatura în lagărele pompelor și motoarelor;
 - h. conducerea procesului de pompare astfel încât numărul orelor de funcționare a pompelor să asigure o exploatare echilibrată a pompelor;
 - i. asigurarea blocării pornirii pompei în absența unei faze;
 - j. asigurarea blocării pornirii pompei în cazul succesiunii incorecte a fazelor;
 - k. asigurarea blocării pornirii pompei în absența apei;
 - l. asigurarea blocării pornirii pompei în prezența unei semnalizări de avarie, suprasarcină, minimă tensiune sau lipsa tensiunii de comandă.
- (13) Instalațiile auxiliare din stațiile de pompare (instalații de încălzire, instalații sanitare, instalații de ventilare) vor respecta prevederile STAS 10110.

6.3 Execuția stațiilor de pompare

- (1) Execuția stațiilor de pompare se va face în conformitate cu proiectul elaborat pentru obiectul respectiv.
- (2) Construcția stației de pompare nu are elemente speciale față de alte construcții.
- (3) Toate trecerile prin pereți trebuie să fie etanșe. Pereții vor fi dimensionați conform normativului NP 133 - volum III, în cazul bazinelor de aspirație cu perete comun cu stația de pompare.
- (4) Se impune respectarea cotei de amplasare a pieselor de trecere, pentru a asigura cota axului pompei prevăzută în proiect.
- (5) Grupul de pompare va fi instalat pe o fundație din beton care să realizeze o sprijinire permanentă și rigidă pentru tot ansamblul alcătuit din pompă și motor de antrenare a pompei.
- (6) Fundația va fi executată astfel încât să aibă capacitatea de a prelua vibrațiile, eforturile și șocurile în provenite în timpul funcționării grupului de pompare.
- (7) Greutatea fundației de beton, trebuie să fie de 5 ori greutatea unității complete de pompare (pompă + motor) pentru amortizarea vibrațiilor. Pentru a preveni transmiterea vibrațiilor în clădire și în sistemul de conducte, se recomandă montarea compensatorilor și amortizoarelor de vibrații.
- (8) Cuplajul pompei și motorului de antrenare instalate pe fundație trebuie să prezinte o aliniere perfectă atât în plan vertical cât și în plan orizontal.
- (9) Pentru execuția îmbinărilor cu flanșă trebuie verificată potrivirea diametrelor interioare.
- (10) La execuția îmbinărilor trebuie îndepărtate bavurile și muchiile ascuțite.
- (11) Execuția îmbinărilor pentru instalația hidraulică a stației de pompare trebuie să fie etanșă. Întotdeauna conductele se montează direct către pompă, nu se mișcă pompa către conducte deoarece alinierea finală va provoca solicitări în flanșele pompei și conductelor.
- (12) Execuția pentru alinierea finală a cuplajului pompă motor se va regla introducând lamele numai la motor.
- (13) Execuția îmbinărilor nu trebuie să inducă solicitări mecanice în conducte și/sau eforturi în pompe atunci când șuruburile flanșelor de îmbinare sunt strânse.
- (14) Execuția conexiunilor electrice trebuie efectuate de către electricieni autorizați în conformitate cu reglementările în vigoare. Verificarea execuției corecte a conexiunilor printr-o pornire scurtă a motorului.
- (15) După realizarea execuției montajului pentru pompe, motoare și instalația hidraulică, se va verifica dacă toate lagărele sunt lubrificate corect, dacă inelele cutiilor de etanșare au fost strânse corect, dacă direcția de rotație este cea corespunzătoare sensului săgeții marcate pe pompă. Verificarea sensului de rotație se realizează cu motorul decuplat de pompă.
- (16) După finalizarea execuției se vor efectua probele tehnologice care trebuie să confirme că: stația de pompare asigură debitul și înălțimea de pompare prevăzute în proiect, randamentul de funcționare este cel scontat, pompele nu prezintă vibrații la oricare regim de funcționare, zgomotul produs se încadrează în limitele legale admise, rezistențele la împământare sunt conforme etc.
- (17) Probele tehnologice se vor concretiza prin măsurarea și înregistrarea la intervale de timp de maxim o oră a parametrilor hidraulici și electrice pentru o perioadă de funcționare de cel puțin 72 de ore.
- (18) În perioada probelor tehnologice de exploatare a pompelor se vor măsura temperaturile în lagăre, vibrațiile, precum și nivelul de zgomot. Se va verifica dacă toate îmbinările sunt etanșe, dacă

funcționează sistemele de protecție a pompelor și motoarelor, precum și celelalte instalații auxiliare din stația de pompare.

- (19) Datele măsurate și înregistrate vor fi prezentate, prelucrate și comparate cu datele curbelor caracteristice de catalog ale pompelor și vor fi anexate la procesul verbal de recepție la terminarea lucrărilor de execuție. Se vor trasa curbele caracteristice măsurate $H=f(Q)$, $\eta=f(Q)$, $P=f(Q)$.
- (20) Personalul de exploatare va fi prezent la probele de testare și punere în funcțiune, și va fi instruit tehnic, tehnologic și în operarea stației de pompare, și cu măsuri de protecția muncii.
- (21) Întocmire proces verbal la terminarea lucrărilor de execuție.

6.4 Exploatarea stațiilor de pompare

- (1) Se realizează pe baza regulamentului de exploatare și întreținere specific fiecărei stații de pompare, funcție de prescripțiile furnizorilor de pompe, motoare, utilaje și echipamente montate în stațiile de pompare.
- (2) Se desfășoară în baza procedurilor de exploatare întocmite pentru operarea utilajelor și instalațiilor existente în stațiile de pompare funcție de scenariul de exploatare dorit.
- (3) Exploatarea stațiilor de pompare trebuie să cuprindă programarea planificată pentru lucrări de întreținere curentă, revizii tehnice, reparații curente și capitale a utilajelor de pompare.
- (4) În funcție de condițiile de funcționare și de mediu precum și comparația cu reviziile anterioare, frecvența reviziilor pentru menținerea unei exploatare satisfăcătoare va fi realizată:
 - a. săptămânal: verificare vizuală pentru scurgeri;
verificare pentru vibrații;
verificarea temperaturi lagărelor;
 - b. lunar: verificarea echipamentelor de măsurare a parametrilor de funcționare;
întreținerea zonei de protecție sanitară;
 - c. semestrial: verificare aliniere pompă-motor;
verificare bolțuri de fixare și strângerea acestora dacă este cazul;
verificare cuplaj pompă-motor;
 - d. anual: verificare vaselinei din lagărele pompei;
verificare ansamblu rotativ;
verificare rotor și inele de uzură.
- (5) Întrucât pompele conțin piese în mișcare, intervențiile pentru revizii și reparații se fac cu pompa oprită și cu alimentarea electrică decuplată și asigurată că nu poate fi recuplată în mod accidental.
- (6) Exploatarea stațiilor de pompare trebuie să cuprindă programarea planificată pentru operațiile de verificare și etalonare a echipamentelor de măsură și control a parametrilor de funcționare a stațiilor de pompare.
- (7) Exploatarea stațiilor de pompare trebuie să cuprindă programarea planificată pentru operațiile de verificare și autorizare ISCIR a recipientelor sub presiune și a echipamentelor de ridicat.
- (8) După fiecare operație de revizie și/sau reparație efectuată, livretele utilajelor de pompare vor fi completate și actualizate cu data scadentă și tipul următoarei revizii/reparații/verificări.
- (9) Exploatarea stațiilor de pompare poate fi realizată în regim de acționare manuală și personal de supraveghere sau în regim de acționare automat fără personal de supraveghere a exploatării.
- (10) Pentru urmărirea și controlul construcțiilor și instalațiilor în exploatarea stațiilor de pompare se face actualizarea și completarea la zi a fișelor tehnice de exploatare.

- (11) Înainte de pornirea pompei se va verifica integritatea instalației hidraulice de aspirație și refulare, integritatea instalației electrice, legătura de împământare, sistemul de ungere, sistemul de etanșare, sistemul de amorsare.
- (12) Programul de funcționare a pompelor din stațiile de pompare trebuie corelat astfel încât numărul orelor de funcționare pentru fiecare pompă să fie aproximativ același.
- (13) Pe parcursul funcționării, în exploatarea pompelor se urmăresc și se înregistrează, fie automat pentru stațiile de pompare automatizate, fie manual pentru stațiile de pompare neautomatizate, următoarele:
 - a. presiunile la aspirația și refularea pompelor;
 - b. debitul pompat;
 - c. consumul de energie electrică;
 - d. valoarea curentului absorbit de motoarele pompelor;
 - e. perioada de funcționare pentru fiecare pompă;
 - f. temperatura de funcționare a rulmenților în lagărele pompei;
 - g. nivelul vibrațiilor;
 - h. nivelul de zgomot care este dat de funcționarea normală a pompei care trebuie să se realizeze fără zgomote anormale;
 - i. sistemul de etanșare.
- (14) Prelucrarea și interpretarea valorilor măsurate pentru parametrii de exploatare, întocmirea curbelor caracteristice $H=f(Q)$ și $\eta=f(Q)$ pentru fiecare pompă și compararea acestora cu curbele caracteristice de catalog.
- (15) Optimizarea energetică a exploatării pompelor urmărindu-se lunar consumul specific, exprimat în kWh/m^3 .
- (16) Anual se va face o revizie generală a stației de pompare pentru constatarea stării echipamentelor, a parametrilor de funcționare, a indicatorilor de performanță.
- (17) Se recomandă ca decizia schimbării de pompe să fie făcută în urma unei analize care să ia în considerare dacă energia pierdută pe durata a 2-3 ani, din cauza scăderii randamentului, costă mai mult decât o pompă nouă, performantă.
- (18) În cazul funcționării cu parametri anormali, pompa se verifică și se repară. Reparațiile vor fi făcute de către personal specializat, de reprezentanța firmei furnizoare a pompelor sau alte unități abilitate. Fenomenele ce avertizează asupra unor defecțiuni sunt: temperatura mare a motorului, zgomot exagerat, vibrații puternice, anormale. La pompele care de regulă funcționează cu zgomot mare, personalul va avea și sistem de protecție a urechilor, căști sau dopuri.
- (19) Rezolvarea problemelor apărute se va face pe perioada cât pompa se află în starea de pompă de rezervă. Dacă stația de pompare are pompa de rezervă „rece” în magazie, schimbarea pompei se va face în perioada orelor de consum minim. Schimbarea se face sub îndrumarea directă a delegatului firmei furnizoare sau a personalului autorizat. După schimbare, pompa se verifică în ceea ce privește stabilitatea și parametrii de funcționare.
- (20) Clădirea stației de pompare trebuie menținută cu aspect estetic adecvat, întrucât este unul din puținele obiecte ale sistemului de alimentare cu apă vizibile și vizitabile direct. În stațiile mari de pompare, funcție de poziția acestora, se poate amenaja un spațiu adecvat de primire a clienților, în care elemente de prezentare a sistemului și/sau vizualizare a instalațiilor, pot contribui la informarea și conștientizarea publicului privind activitatea operatorului sistemului de alimentare cu apă.
- (21) Igienizarea, întreținerea și menținerea unui mediu salubru în zonele de protecție sanitară a stațiilor de pompare, delimitate cu distanțele minime, în conformitate cu Hotărârea Guvernului nr. 930/2005.

6.4.1 Riscuri care pot să apară în operarea stațiilor de pompare

- (1) Cele două fenomene care prezintă riscul cel mai mare în proiectarea și funcționarea unei stații de pompare sunt:
 - a. defectarea pompei care poate opri alimentarea cu apă;
 - b. avarierea conductelor datorită fluctuațiilor de presiune, precum și defectarea pompelor care dozează substanțele chimice în procesele de tratare.
- (2) Cele mai importante măsuri preventive sunt:
 - a. existența pompelor de rezervă pentru operațiile cu rol critic;
 - b. existența dispozitivelor de protecție a funcționării pompelor;
 - c. existența programelor de întreținere preventivă.
- (3) În anexa 3 sunt prezentate riscurile care pot să apară în exploatarea stație de pompare, acțiunile preventive, elemente de verificare și acțiunile corective, dar și planul pentru situații neprevăzute.

7 Aducțiuni

7.1 Elemente generale

- (1) Definiție: Aducțiunile sunt construcții și instalații care asigură transportul apei între secțiunea de captare și construcțiile de înmagazinare din schema sistemului de alimentare cu apă.
- (2) Conductele de aducțiune au rolul strict de a transporta apa între obiectele sistemului de alimentare cu apă, din acest motiv nu se admite distribuția apei direct din conducta de aducțiune. Legătura între conducta de aducțiune și rețeaua de distribuție se va face numai prin intermediul unui rezervor.
- (3) Se utilizează următoarele scheme de aducțiuni:
 - a. aducțiuni cu funcționare gravitațională;
 - b. aducțiuni cu funcționare prin pompare.

7.1.1 Tipuri de aducțiuni. Clasificare

7.1.1.1 Aducțiuni gravitaționale

7.1.1.1.1 Aducțiuni gravitaționale cu nivel liber

- (1) Se adoptă atunci când:
 - a. relieful terenului între obiective permite realizarea acestei lucrări;
 - b. terenul are pantă relativ uniformă între captare și rezervor și un număr de lucrări de artă redus (traversări râuri, văi, căi ferate, drumuri naționale).
- (2) Aducțiunile cu nivel liber pot fi:
 - a. deschise (canale) când nu se impun restricții la calitatea apei;
 - b. închise (apeducte) când se urmărește conservarea calității apei.

7.1.1.1.2 Aducțiuni gravitaționale sub presiune

- (1) Se adoptă în cazul în care:
 - a. relieful terenului între obiective permite realizarea acestei lucrări;
 - b. calitatea apei transportate trebuie păstrată.

7.1.1.2 Aducțiuni prin pompare

- (1) Se adoptă atunci când relieful nu permite transportul gravitațional. Pomparea se poate face într-o singură treaptă sau mai multe trepte, pe baza unui calcul de optimizare, funcție de configurația traseului.

7.1.2 Studii necesare pentru elaborarea proiectului aducțiunii

- (1) Pentru elaborarea proiectelor de aducțiune sunt necesare: studii topografice, geologice, geotehnice și hidrochimice.

7.1.2.1 Studii hidrochimice

- (1) Studiile hidrochimice trebuie să precizeze:
 - a. caracteristicile de calitate ale apei transportate corelate cu influențele asupra materialului tuburilor și îmbinărilor;

- b. caracteristicile apei subterane din punct de vedere al acțiunii asupra materialului tubului și asupra construcțiilor auxiliare;
 - c. caracteristicile solului de fundare asupra materialului tubului;
 - d. rezistivitatea solului.
- (2) Studiile necesare la traversări și subtraversări de cursuri de apă se întocmesc în conformitate cu reglementările tehnice în vigoare și conform STAS 9312.

7.1.3 Materiale și îmbinări pentru conducte sub presiune

- (1) Alegerea materialelor din care se realizează conductele este esențială pentru asigurarea durabilității soluției și ușurința întreținerii.
- (2) Un material adecvat trebuie să îndeplinească simultan următoarele condiții:
- a. să respecte prevederile Hotărârii Guvernului nr. 668/2017 privind stabilirea condițiilor pentru comercializarea produselor pentru construcții și Hotărârii Guvernului nr. 750/2017 pentru modificarea anexei nr. 5 - Regulamentul privind acordul tehnic pentru produse, procedee și echipamente noi în construcții - la Hotărârea Guvernului nr. 766/1997 pentru aprobarea unor regulamente privind calitatea în construcții;
 - b. să aibă avizul organelor sanitare, dacă apa transportată este apă potabilă;
 - c. să aibă o durată de viață de minimum 50 ani;
 - d. să fie produs sortimentul cerut în proiect;
 - e. să aibă un sistem de îmbinare etanș și ușor de executat;
 - f. să fie disponibile piese de legătură pentru diametrele produse;
 - g. să reziste la presiunea de lucru cerută;
 - h. să aibă o rugozitate cât mai mică a pereților;
 - i. să prezinte rezistența mecanică adecvată condițiilor de instalare;
 - j. să prezinte rezistența chimică internă și externă adecvată condițiilor de instalare;
 - k. să prezinte comportament corespunzător privind temperatura lichidelor transportate;
 - l. să permită aplicarea de termoizolații, în cazul instalării aeriene;
 - m. să poată fi prevăzut cu marcaje distincte și ușor de recunoscut, corespunzătoare tipului de lichide transportate pentru care este destinat;
 - n. să permită treceri prin pereți cu legături etanșe și elastice, astfel încât diferența de rigiditate să nu ducă în timp la fisurarea tuburilor;
 - o. fabricantul să aibă atestat pentru sistemul calității;
 - p. costul tuburilor să fie competitiv;
 - q. la sfârșitul ciclului de viață, materialul recuperat să poată fi reutilizat fără poluarea mediului;
 - r. să fie realizabile condițiile de instalare a tubului. Producătorul furnizează cerințe și instrucțiuni clare privind transportul, manipularea și depozitarea tuburilor, pieselor auxiliare și elementelor de îmbinare, tehnologia de umplere a tranșeei, precum și limitele în care tubul asigură rezistența necesară funcționării în condiții corespunzătoare. Dacă tubul necesită instalare supraterană/aeriană, producătorul trebuie să precizeze clar condițiile de execuție și exploatare aplicabile.
- (3) Pentru un material nou introdus în fabricație, pentru care experiența comportării în timp este redusă, se asigură un sistem de control pe durata funcționării. În acest caz, elementele de urmărit (ce anume se urmărește și la ce intervale) vor fi stabilite prin proiect, cu respectarea informațiilor date de producător.
- (4) Alegerea materialului din care se execută conductele sub presiune se face considerând elementele precizate la punctele (2) și (3) de mai sus, în funcție de condițiile de funcționare (presiuni, profil), de condițiile locale (agresivitatea solului, capacitatea portantă a solului, încărcări dinamice) și de

condițiile de pozare (subteran cu sau fără apa subterană/suprateran). Se vor avea în vedere următoarele:

- diametrul necesar;
- presiunea de regim și presiunile maxime ce pot apărea în funcționare;
- încărcările statice și dinamice exterioare, evaluate pe bază de calcul;
- rezistența la coroziune internă sau externă.

(5) Pentru alegerea materialului unei conducte sub presiune, se vor analiza mai multe opțiuni de material considerând:

- avantaje și dezavantaje tehnice;
- costuri de investiție;
- riscuri potențiale în întreruperea funcționării datorate avariilor specifice materialului;
- comportarea în timp a materialului, exprimată prin durata de viață și modificarea parametrilor de rezistență în timp; se va lua în considerare și influența calității apei transportate asupra materialului conductei.

(6) Descrierile detaliate ale fiecărui tip de conductă, pentru fiecare material (de ex.: gama de diametre, presiuni nominale, clasele de rigiditate, grosimi de perete, dimensiuni de legătură mufă-racord etc.) se găsesc în standardul de produs caracteristic tubului de conductă.

(7) O descriere succintă a principalelor tipuri de materiale utilizate frecvent pentru construcția conductelor sub presiune este prezentată în tabelul următor.

Tabelul 7.1. Tipuri de materiale utilizate la construcția conductelor sub presiune.

Nr. crt.	Material	Caracteristici generale	Avantaje	Dezavantaje
1	Fontă ductilă	Gama de diametre uzuale Dn = 80 -2200 mm, clase de presiune 6-50 bari	<ul style="list-style-type: none"> - elasticitate și rezistență la deformații - rezistența la coroziune - instalare ușoară - cheltuieli minime de întreținere - tuburile sunt protejate la interior cu un strat de mortar de ciment tratat termic și la exterior cu protecție de Zn 	<ul style="list-style-type: none"> - funcție de condițiile specifice unei aplicații pot fi mai scumpe decât alte materiale
2	Oțel	Gama de diametre uzuale Dn = 25 -1600 mm, clase de presiune 6-70 bari	<ul style="list-style-type: none"> - preia în condiții foarte bune sarcinile interioare și exterioare - instalare ușoară - pot fi realizate diametre foarte mari, la cerere 	<ul style="list-style-type: none"> - necesitatea protecției interioare/exterioare la coroziune foarte costisitoare - riscuri legate de distrugerea protecției anticorozive la sudura
3	Beton armat precomprimat (PREMO)	Gama de diametre uzuale Dn = 400 -1400 mm, clase de presiune 6-10 bari	<ul style="list-style-type: none"> - rezistente la acțiuni dinamice - instalare ușoară - rezistență bună la agresivitatea apei potabile 	<ul style="list-style-type: none"> - refacerea avariilor costisitoare; - coturi, racorduri din alte materiale - variațiile de presiune din conducte în timp duc la deschiderea fisurilor, corodarea armăturii și cedarea tubului
4	PEID	Gama de diametre uzuale Dn = 20 -1200 mm, clase de presiune 4-25 bari	<ul style="list-style-type: none"> - materiale ușoare cu avantajele care decurg din aceasta la execuție și montaj 	<ul style="list-style-type: none"> - material moale, care se zgârie ușor, necesită realizarea unui pat de pozare corespunzător

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ
CAPITOLUL 8
Înmagazinarea apei

Nr. crt.	Material	Caracteristici generale	Avantaje	Dezavantaje
			<ul style="list-style-type: none"> - material flexibil, permite realizarea unor curburi - rezistențe la coroziune atât a apei cât și a terenului în care se pozează. 	<ul style="list-style-type: none"> - coeficienți de dilatație termică ridicați care necesită măsuri adecvate de pozare - nu rezistă la acțiunea dioxidului de clor și sunt solubile la hidrocarburi
5	PEID RC	<p>Gama de diametre uzuale Dn = 20 -1200 mm, clase de presiune 4-25 bari – pt conductele mono perete</p> <p>Gama de diametre uzuale Dn = 400 -1200 mm, clase de presiune 4-2 bari – pt. conductele dublu perete</p>	<ul style="list-style-type: none"> - prezintă aceleași avantaje ale conductelor PEID, iar față de acestea, suplimentar: <ul style="list-style-type: none"> o sunt rezistente la propagarea fisurilor o rezistență la abraziune o pot fi pozate fără pat de nisip o pot fi montate prin metode fără săpătură 	<ul style="list-style-type: none"> - nu rezistă la acțiunea dioxidului de clor și sunt solubile la hidrocarburi
6	Poliesteri armați cu fibră de sticlă și inserție de nisip (PAFSIN)	Gama de diametre uzuale Dn = 100 -4000 mm, clase de presiune 6-32 bari	<ul style="list-style-type: none"> - greutate redusă (până la 1/4 față de tuburile din fontă); - rezistentă la coroziune; - comportarea bună la sarcini dinamice. 	<ul style="list-style-type: none"> - tuburile pot ceda longitudinal, iar din acest motiv necesită o execuție riguroasă a patului de pozare
7	PVC-O	Gama de diametre uzuale Dn = 110 -250 mm, clase de presiune 12,5-25 bari	<ul style="list-style-type: none"> - materiale ușoare, manevrare și montaj ușor - nivel ridicat de elasticitate - rezistența la impact și tracțiune - rezistența la coroziune 	<ul style="list-style-type: none"> - tuburile vechi din PVC cedau datorită variațiilor de presiune - la tuburile dezvoltate recent comportarea în timp, pe durate mari (20-30 ani), are numeroase necunoscute

(8) Există o gamă largă de tipuri de îmbinări, caracteristice tipului de material și producător de tuburi, utilizate pe scară largă:

a. îmbinări cu mufă și capăt drept:

- i. îmbinare standard cu garnitură de cauciuc montată pe capătul drept al tubului; utilizate la îmbinarea tuburilor de fontă ductilă, PREMO, PVC-O, și uneori conductele PAFSIN (pot fi livrate cu o mufă direct montată din fabrică);
- ii. îmbinare blocată, cu garnitură de cauciuc cu inserție metalică; au avantajul că preiau forțe axiale; utilizate la îmbinarea conductelor de fontă ductilă și tuburilor de PAFSIN;
- iii. Îmbinare zăvorâtă, prevăzută suplimentar față de o îmbinare standard cu inel de blocare, flanșă liberă, șuruburi speciale și piulițe; are avantajul că permite demontarea; utilizate la îmbinarea tuburilor de fontă.

b. îmbinări cu flanșe; pot fi cu flanșe fixe sau flanșe libere și adaptoare de flanșe și permit realizarea de îmbinări demontabile; exceptând tuburile PREMO, restul tipurilor de conducte permit montarea prin îmbinări cu flanșe;

c. îmbinări prin sudură:

- i. suduri cap la cap pentru conducte metalice;
- ii. suduri pentru conductele PEID prin polifuziune (topire locală a zonelor de îmbinare cu ajutorul unui încălzitor termostatat, prevăzută cu bușe profilate pentru diametrul de lucru), sudură cap la cap (topire locală și presare) și electrofuziune (încălzirea zonei de

- îmbinare se realizează cu ajutorul unei rezistențe electrice, înglobate din fabricație în interiorul fittingurilor).
- d. cuplaje flexibile: constau dintr-o carcasă metalică cu un manșon interior de etanșare din cauciuc, strânsă cu șuruburi; pot fi folosite pentru a îmbina două tipuri diferite de material de conductă și de asemenea la reparații;
 - e. cuplaje mecanice: sunt folosite pentru a îmbina conducte din materiale și diametre diferite sau pentru adaptarea de la capăt drept la flanșe; există o gamă largă de modele a acestor cuplaje (dimensiuni, număr de șuruburi, tipuri de garnituri, sistem comun sau independent de strângere etc.); sunt utilizate pentru toate tipurile de materiale, respectând indicațiile producătorilor de tuburi în ceea ce privește forța de strângere a șuruburilor.

7.2 Proiectarea aducțiunilor

- (1) Proiectarea aducțiunilor are la bază următoarele date:
 - a. schema generală a sistemului de alimentare cu apă, cu indicarea poziției în plan și a cotei de nivel a captării, a stației de tratare a apei și a rezervoarelor;
 - b. debitul de calcul Q_{IC} , Q'_{IC} care să acopere cerința de apă;
 - c. condiții speciale privind asigurarea debitului minim în caz de avarie;
 - d. calitatea apei transportată, care va determina soluția și materialul conductei;
 - e. avizul geologic-geotehnic asupra caracteristicilor terenului pe traseul aducțiunii, care vor determina: eventualele modificări ale traseului, alegerea materialului de construcție a conductei și vor servi la efectuarea calculelor de rezistență a aducțiunii.

7.2.1 Alegerea traseului aducțiunii

- (1) Traseul aducțiunii se alege în cadrul schemei de alimentare cu apă, corelat cu prevederile planurilor de urbanism general (PUG) și ale planurilor de urbanism zonal (PUZ).
- (2) Fixarea traseului aducțiunilor se stabilește pe baza documentației topografice și geologice-geotehnice, ținând seama de modul de funcționare: gravitațional cu nivel liber sau sub presiune și prin pompare. La alegerea traseului și a profilului longitudinal al conductelor de aducțiune, trebuie avute în vedere următoarele criterii:
 - a. traseul aducțiunii să fie astfel încât linia piezometrică la funcționare normală să nu coboare în nici un punct sub cota superioară a bolții conductei la funcționarea subpresiune;
 - b. traseul aducțiunii să fie cât mai scurt, ușor accesibil, amplasat în lungul drumurilor existente, evitându-se terenurile accidentate, alunecătoare, mlăștinoase, inundabile și zonele dens construite; trebuie evitate de asemenea, zonele cu ape subterane la nivelul apropiat de nivelul terenului și zonele în care terenul sau apa subterană prezintă agresivitate față de materialul conductei;
 - c. se evită traseele de-a lungul coastelor;
 - d. traseul să evite pe cât posibil traversări de drumuri, căi ferate și râuri importante care necesită lucrări speciale;
 - e. traseul să se adapteze la teren, astfel încât în profilul în lung al aducțiunii să se realizeze un număr mic de puncte înalte și joase care necesită cămine speciale, și să se obțină un volum minim de terasamente;
 - f. în profil longitudinal, conductele de aducțiune pozate subteran trebuie să aibă asigurată o acoperire minimă de pământ, egală cu adâncimea minimă de îngheț din zona respectivă; trebuie respectată și condiția de adâncime minimă de fundare impusă de studiul geotehnic;
 - g. în profilul longitudinal conducta de aducțiune se prevede cu pante de minimum 0,5‰ evitându-se porțiunile de palier care îngreunează evacuarea aerului spre căminele de ventil.

- (3) Pentru fiecare aducțiune, se va realiza un profil longitudinal în care se vor indica minim:
- materialul, clasa de presiune și diametrele conductelor;
 - cotele terenului;
 - cotele săpăturii;
 - cotele axului conductelor sau al radierului canalului;
 - distanțe parțiale ale tronsoanelor între construcțiile accesorii;
 - distanțe cumulate;
 - linia piezometrică și cotele liniei piezometrice în capetele tronsoanelor;
 - pantele săpăturii pe tronsoane;
 - poziția instalațiilor și a construcțiilor aferente aducțiunii;
 - poziția lucrărilor subterane existente pe traseu.

7.2.2 Proiectarea hidraulică a aducțiunilor

7.2.2.1 Aducțiuni gravitaționale sub presiune

- (1) Pentru calcule expeditiv se utilizează relația Manning:

$$Q = A \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i} \quad (7.1)$$

în care:

- Q = debitul de dimensionare (m³/s);
 A = secțiunea vie a conductei, (m²);
 $C = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{1}{6}}$ coeficientul Chezy (m^{0.5}/s);
 1/n - coeficient de rugozitate;
 R = raza hidraulică a aducțiunii (m);
 D = diametrul interior al conductei (m);
 i = panta liniei piezometrice (panta hidraulică).

- (2) Cel mai mic diametru al conductei (investiție minimă) se realizează atunci când sarcina disponibilă maximă a sistemului (H*) este egală cu pierderea de sarcină maxim admisibilă pe conducta de aducțiune calculată ca produsul dintre panta liniei piezometrice maxim admisibile (i) corespunzătoare sarcinii disponibile maxime (H*) și lungimea aducțiunii (L). Din această corelație de optimizare se determină valoarea pantei $i = H^*/L$.
- (3) Din relația (7.1) cunoscând Q, i și coeficientul de rugozitate corespunzător materialului aducțiunii (n) se poate determina diametrul minim al conductei.
- (4) Viteza apei (m/s) se calculează considerând curgerea permanentă și uniformă:

$$v = \frac{Q}{A} \quad (7.2)$$

- (5) Pentru rezolvări expeditiv, există diagrame pentru fiecare tip de material, întocmite după relația Manning: pentru un diametru cunoscut, relația $Q = f(i)$ este o linie dreaptă (reprezentare la scară logaritmică). În diagramă, orice valoare este posibilă cu o singură restricție: în momentul citirii coordonatei punctului, acesta trebuie să se afle pe o dreaptă a diametrului; diametrul trebuie să existe, să fie produs de serie, deci valoarea lui nu este interpretabilă; pentru combinații pot fi alese tronsoane succesive cu diametre diferite.

- (6) Pentru orice conductă de aducțiune cu funcționare gravitațională sub presiune, trebuie realizat un calcul al efectelor loviturii de berbec. Calculul efectelor loviturii de berbec vor fi efectuate conform specificațiilor din subcapitolul 7.2.6.
- (7) Se vor prevedea pentru aducțiune toate măsurile de protecție necesare împotriva efectelor loviturii de berbec, rezultate în urma calculului efectelor loviturii de berbec.

7.2.2.2 Aducțiuni gravitaționale cu nivel liber

- (1) Relația de calcul a aducțiunilor gravitaționale cu nivel liber este relația lui Manning, în care panta hidraulică se înlocuiește cu panta radierului aducțiunii. Relația lui Manning devine:

$$Q = A \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i_R} \quad (7.3)$$

în care:

Q, A, C, R au specificațiile din relația (7.1)

i_R – panta radierului aducțiunii.

- (2) La calculul hidraulic al canalelor apar următoarele probleme:
- calculul debitului Q, când se cunosc: h (adâncimea apei în aducțiune), i, n și elementele secțiunii transversale;
 - calculul adâncimii apei în aducțiune h, cunoscute fiind Q, i, n și forma secțiunii transversale. Acest calcul se efectuează prin metoda grafică, prin întocmirea graficului cheii limnimetrice. Cheia limnometrică se stabilește prin corelația $Q_i = f(h_i)$, pentru a cărei construcție se dau valori succesive adâncimii h_i a apei în aducțiune (de la 0 la H, unde H este adâncimea curentului la secțiune plină), rezultând valoarea corespunzătoare a debitului din relația lui Manning. Perechile (Q_i, h_i) se vor reprezenta pe un grafic, iar pentru debitului Q transportat se determină din grafic h corespunzător.
- (3) La canalele cu forme tipizate, calculele hidraulice se pot face folosind diagramele Manning pentru materialul aducțiunii, respectiv diagrame pentru calculul gradului de umplere.
- (4) În vederea evitării producerii de eroziuni a taluzurilor canalelor deschise, vitezele maxime admisibile sunt prezentate în tabelul.

Tabelul 7.2. Viteza maximă limită pentru evitarea eroziunii taluzurilor – diverse categorii de căptușeli.

Nr. crt.	Natura căptușelii	v_{max} (m/s)
1	Argilă nisipoasă	0,5
2	Loess compact	0,6
3	Brazde așezate pe lat	0,8
4	Beton asfaltic	2,0
5	Piatră brută uscată	3,0
6	Piatră brută rostuită	5,8
7	Beton clasa C8/10	5,0
8	Beton clasa C12/15	9,0

- (5) Panta taluzului canalului deschis se adoptă pe baza studiului geotehnic luând în considerare și situațiile de golire bruscă a canalului.

- (6) Funcție de viteză de curgere a apei în canal, de natura terenului în care se amplasează, taluzurile și radierul se protejează corespunzător. Pentru canale cu funcționare permanentă protecția se realizează din dale de beton (prefabricate) sau turnate pe loc, rostuite; acestea se amplasează pe un strat de balast de minim 10 cm grosime.
- (7) Pentru funcționare în condiții de timp friguros se vor adopta:
- materiale cu gelivitate ridicată, impermeabile ($K < 10$ m/zi);
 - măsuri care să permită ruperea stratului de gheață;
 - măsuri care să evite înzăpezirea canalului (la viscol).

7.2.3 Proiectarea tehnico-economică a aducțiunilor prin pompare

- (1) Pentru aducțiunile cu funcționare prin pompare, diametrul acestora se stabilește în urma unui calcul tehnico-economic. Diametrul optim din punct de vedere tehnico-economic ce va fi adoptat în urma calculului, va fi diametrul care generează cheltuieli minime anuale de operare și investiție.
- (2) Pașii pentru calculul diametrului tehnico-economic sunt următorii:
- se alege un diametru și materialul conductei de aducțiune; pentru alegerea primului diametru de calcul, în vederea scurtării pașilor de calcul, este recomandat ca acesta să fie selectat folosind diagrama Manning corespunzătoare materialului conductei, astfel încât pentru debitul transportat viteza apei în conductă să se afle în intervalul 1,0 – 1,2 m/s;
 - pentru schema aducțiunii și stației de pompare se calculează înălțimea de pompare necesară, corespunzătoare diametrului și materialului ales pentru conducta de aducțiune;
 - se calculează puterea necesară consumată de stația de pompare și se determină energia consumată anual, înmulțind puterea consumată cu numărul de ore de funcționare anual al stației de pompare;
 - se calculează costurile anuale generate de energia consumată pentru pomparea apei, înmulțind energia consumată anual cu costul unitar al energiei;
 - se calculează costurile totale de investiție a conductei de aducțiune și se determină costurile anuale generate de realizarea investiției prin împărțirea costurilor totale de investiție la durata normată de viață a conductei de aducțiune;
 - se însumează costurile anuale generate de energia consumată pentru pomparea apei cu costurile anuale generate de realizarea investiției, rezultând cheltuielile totale anuale de operare și investiție pentru diametrul selectat;
 - se vor repeta pașii de calcul descriși anterior, selectând în ordine diametrele mai mari decât cel inițial, stabilind pentru fiecare diametru selectat cheltuielile totale anuale de operare și investiție corespunzătoare;
 - diametrul tehnico-economic al conductei de aducțiune va fi acel diametru care a generat cheltuieli minime anuale de operare și investiție. Diametrul tehnico-economic pentru un tip de material este unic.
- (3) În vederea selectării materialului conductei pe baza cheltuielilor minime anuale de operare și investiție, este necesar să se determine diametrul tehnico-economic pentru fiecare tip de material în parte.
- (4) Pentru orice conductă de aducțiune cu funcționare prin pompare, trebuie realizat un calcul al efectelor loviturii de berbec. Calculul efectelor loviturii de berbec se elaborează conform specificațiilor din subcapitolul 7.2.6.
- (5) Se vor prevedea pentru aducțiune toate măsurile de protecție necesare împotriva efectelor loviturii de berbec care rezultă în urma calculului efectelor loviturii de berbec.

- (6) Pentru conductele care transportă apă brută încărcată cu suspensii se va avea în vedere faptul că viteza minimă a apei în conductă trebuie să fie de 0,7 m/s.

7.2.4 Dublarea aducțiunilor

- (1) Pentru a asigura funcționarea neîntreruptă a unui sistem de transport a apei, se poate analiza soluția de dublare a aducțiunii, dacă pentru o situație dată această soluție se dovedește fezabilă.
- (2) În situația adoptării soluției de dublare a aducțiunii, se vor avea în vedere următoarele aspecte:
- Se prevăd bretele de legătură între cele 2 fire ale aducțiunii la o distanță stabilită prin calcul, astfel încât timpul maxim de golire al tronsonului avariat ce se izolează să nu depășească 6 ore la aducțiuni cu diametrul de peste 800 mm și 3 ore pentru aducțiuni sub 800 mm;
 - debitul de dimensionare al bretelei va fi 75% din debitul de dimensionare al aducțiunii.
- (3) Căminele de legătură între cele 2 fire vor fi dotate cu vane de izolare acționate de la distanță, vană de golire a bretelei amplasată în punctul cel mai de jos al acesteia, precum și cu sisteme de combatere a efectelor loviturii de berbec, adoptate în conformitate cu prevederile din subcapitolul 7.2.6.

7.2.5 Construcții accesorii în traseul aducțiunii

- (1) În funcție de lungimea, configurația în plan și profilul aducțiunii, de căile de comunicații și văile sau cursurile de apă intersectate, sunt necesare o serie de construcții și instalații accesorii pentru buna funcționare a sistemului de transport. Construcțiile auxiliare pot fi grupate astfel:
- cămine:
 - cămine de vane de linie;
 - cămine de golire;
 - cămine de ventil;
 - cămine pentru echipamente de control.
 - traversări de râuri, căi ferate, drumuri sau depresiuni (uscate/umede);
 - masive de ancoraj;
 - stații de pompare.
- (2) Având în vedere faptul că presiunea de probă a aducțiunilor poate atinge și chiar depăși 1.5 x presiunea de regim, prin proiect se prevăd armături având clasa de presiune adecvată pentru evitarea depășirii în timpul testării a presiunii de 1.25 x clasa de presiune a armăturilor.

7.2.5.1 Cămine de vane de linie și golire

- (1) Se prevăd pentru a permite izolarea unui tronson de conductă, în cazul în care se produce o avarie care necesită întreruperea circuitului apei. Se amplasează în punctele de legătură (bretea) între două conducte paralele, la traversările de căi de circulație și în lungul conductei de aducțiune la o distanță de maxim 1 km între 2 cămine succesive.
- (2) În calculul distanței dintre 2 cămine de vane de linie succesive se va considera faptul că timpul maxim de golire al tronsonului avariat ce se izolează nu trebuie să depășească 6 ore la aducțiuni cu diametrul de peste 800 mm, și 3 ore pentru aducțiuni sub 800 mm. Dacă din calcul rezultă o distanță mai mare de 1 km între 2 cămine succesive, atunci se va adopta distanța de 1 km.
- (3) Sectorul conductei din amonte/aval de vană se verifică la presiunea hidrostatică aferentă profilului aducțiunii și se adoptă măsuri adecvate (vane de reducere a presiunii, cămine de rupere de presiune).

- (4) Căminele de golire se amplasează în punctele joase de pe profilul aducțiunii sau în apropierea acestora, în cazul în care există posibilitatea descărcării gravitaționale directe a tronsonului de conductă într-un emisar apropiat și amonte de fiecare vană de linie.
- (5) Dimensiunile căminelor rezultă pe baza cotelor de catalog ale instalațiilor hidraulice și asigurarea unei camere de lucru de min. 1,80 înălțime și 0,8 x 0,8 m² (în plan); se vor lua în considerare măsuri constructive pentru a permite introducerea/scoaterea celei mai mari piese componente a instalației hidraulice.
- (6) Este indicat ca proiectantul să analizeze în ansamblul traseului aducțiunii, uniformizarea căminelor pentru vane de linie, de golire și de ventil, cu gruparea funcțiilor necesare, ori de câte ori este posibil, într-un singur cămin.

7.2.5.2 Cămine de ventil de aerisire-dezaerisire

- (1) Ventilul de aerisire are dublu rol: de a evacua aerul care se colectează în punctele înalte de pe traseu și totodată de a permite pătrunderea din exterior a aerului în conductă în cazul golirii conductei și producerii vacuumului la loviturile hidraulice.
- (2) Căminele de ventil se prevăd:
 - a. în fiecare punct înalt al conductei;
 - b. în capătul aval al supra-traversărilor în punctul de cea mai înaltă cotă;
 - c. la fiecare 2 – 3 km în amplasamentele vanelor de sectorizare (în punctele înalte);
 - d. în punctele înalte la schimbări semnificative de pantă (conducele care coboară brusc, respectiv conductele cu reducere bruscă a pantei în aval).
- (3) Întrucât în racordul ventilului apa poate stagna, este necesară izolarea termică împotriva înghețului.

7.2.5.3 Cămine pentru echipamente de control

- (1) În vederea monitorizării debitelor transportate și controlului pierderilor de apă pe conducta de aducțiune, este necesar să se prevadă 2 cămine de monitorizare a debitelor în capetele amonte și aval ale acesteia.
- (2) În situația în care, la conducta de aducțiune principală sunt conectate conducte de aducțiune secundare, este necesară monitorizarea debitelor vehiculate și pe conductele secundare, pe conducta de aducțiune secundară atât la punctul de conectare la aducțiunea principală, cât și la intrarea în rezervoare.
- (3) Căminele de monitorizare a debitelor vor fi prevăzute cu by-pass sau alte soluții adecvate, pentru situațiile de urgență în care este necesară demontarea debitmetrului.
- (4) Vor fi instalate debitmetre capabile de înregistrare a debitelor în ambele sensuri de curgere, monitorizate on-line (integrate în SCADA) sau cu descărcare și procesare periodică a înregistrărilor.
- (5) În vederea depistării situațiilor anormale de funcționare și a creșterii vitezei de intervenție în caz de avarie, se prevăd pe conducta de aducțiune senzori de presiune monitorizați on-line (integrați în SCADA) sau cu descărcare și procesare periodică a înregistrărilor, în minim următoarele puncte:
 - a. pe conductele de refulare ale tuturor stațiilor de pompare;
 - b. în punctele cele mai defavorabile ale aducțiunii (ex: punctul având cota cea mai ridicată, punctul având cea mai joasă).
- (6) Poziția punctelor de monitorizare a presiunii se stabilește luând în considerare și disponibilitatea alimentării cu energie electrică. Se recomandă ca, ori de câte ori este posibil, alimentarea să se facă din rețeaua de distribuție energie electrică.

- (7) Montarea senzorilor de presiune se poate face în căminele de vane de linie, golire și ventil, cu respectarea condițiilor de montaj impuse de producătorul senzorilor.
- (8) Pentru o monitorizare completă presiunilor din aducțiune, se recomandă montarea de senzori de presiune în toate căminele aducțiunii aflate în punctele de cote înalte și joase.

7.2.5.4 Masive de ancoraj

- (1) Masivele de ancoraj se introduc în secțiunile unde conducta prezintă pe traseu modificări de direcție și solicitările necesare nu pot fi preluate de conducta însăși sau nu pot fi transmise terenului de fundare fără a produce deplasări ale conductei, deplasări care pot produce instabilitatea și pierderea etanșeității acesteia. Astfel de solicitări se produc datorită presiunii apei în interiorul conductei la coturi (și uneori și la viteze mari ale apei), ramificații și în puncte de capăt, cum sunt cele de la tronsoanele supuse probelor de presiune sau în căminele de vane. Ele nu pot fi preluate de conductă, decât în cazul în care aceasta este din conducte îmbinate prin sudură. Pentru conductele din tuburi cu îmbinări mufate, în punctele menționate este necesară introducerea unor tronsoane de conductă sprijinite de masive de ancoraj.
- (2) Forța exercitată de apa din conductă la un cot având unghiul α (Figura 7.1-1) pe direcția bisectoarei unghiului format de conductă, se determină cu relația:

$$S = 1,57 \times Dn^2 \times p \times \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad [\text{daN}] \quad (7.4)$$

în care:

Dn = diametrul conductei [cm];

p = presiunea maximă de încercare a conductei [daN/cm^2].

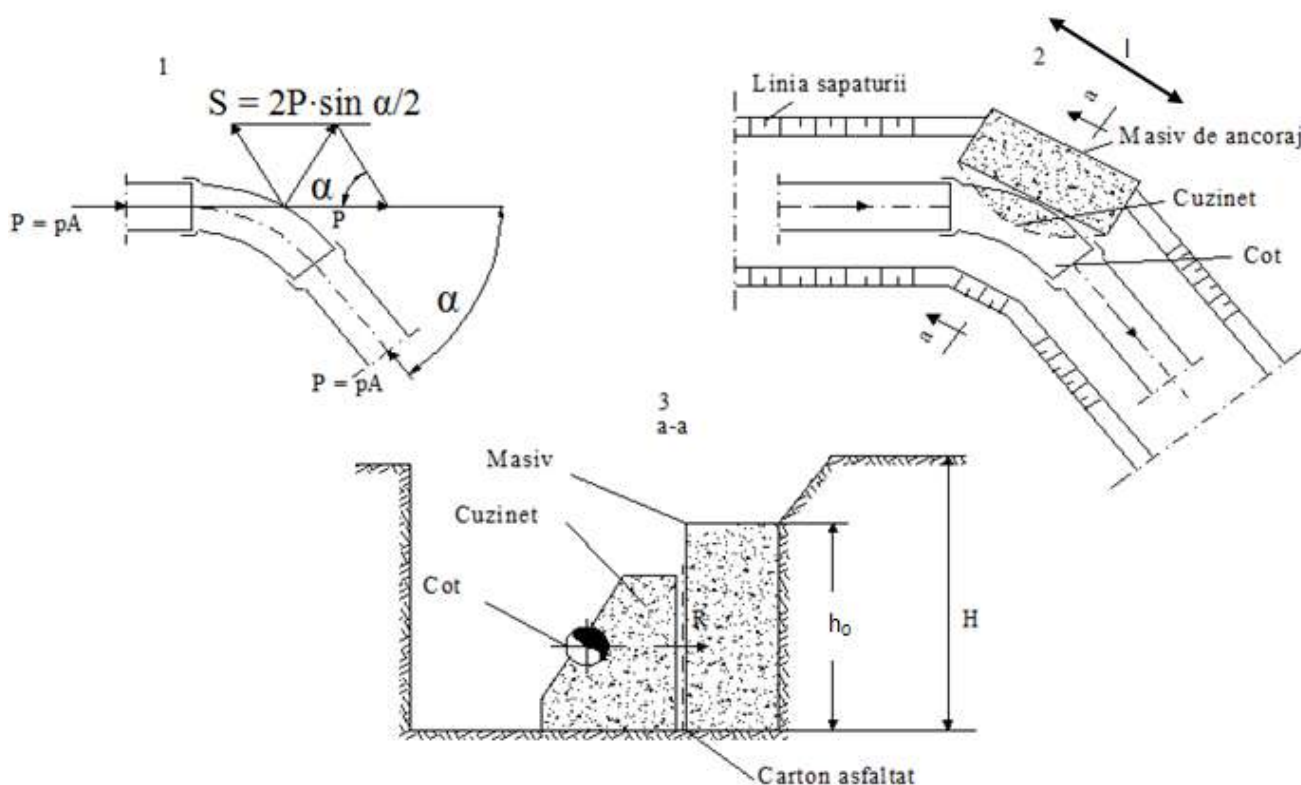
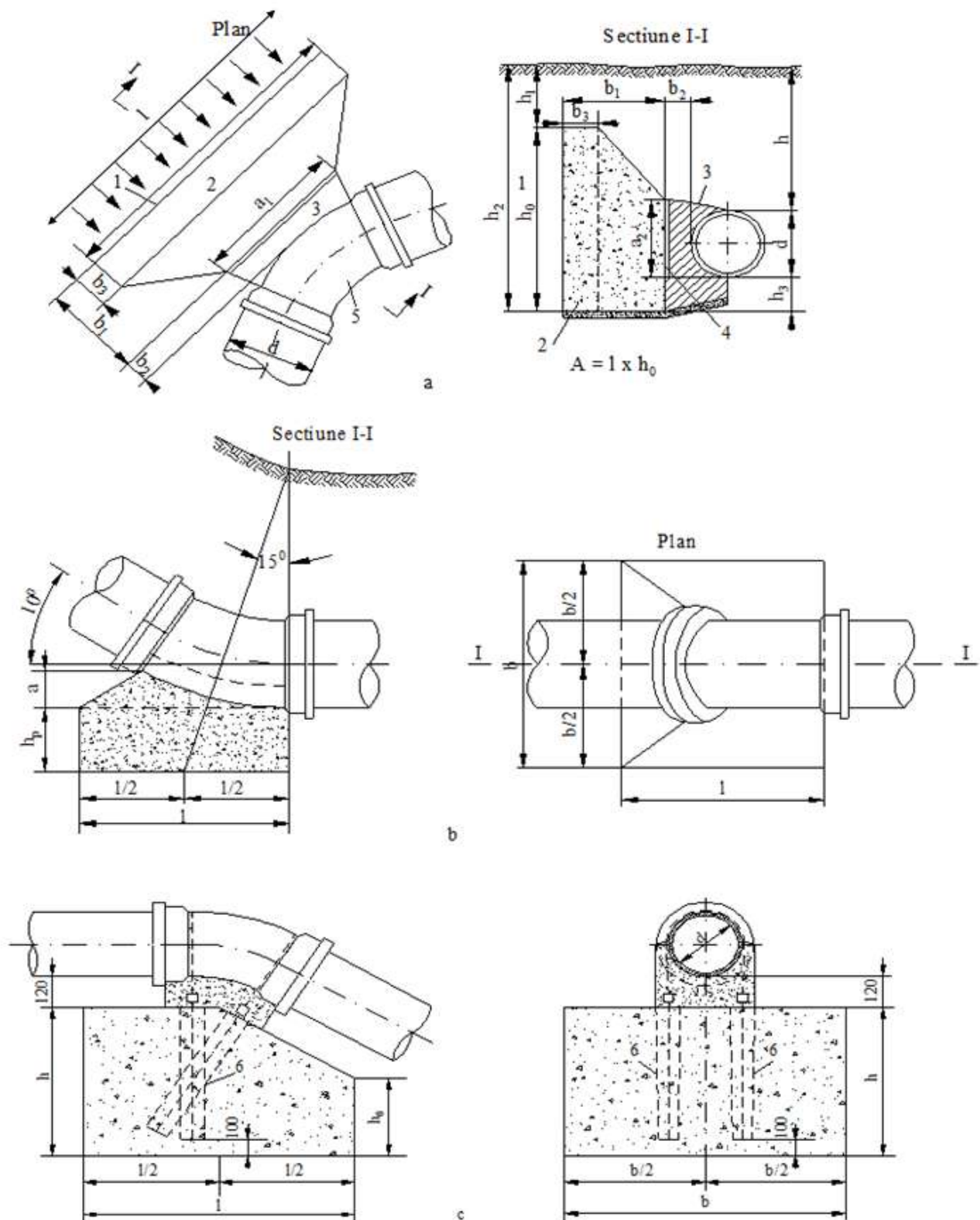


Figura 7.1. Masiv de ancoraj.

Notații: 1. schema de calcul a forțelor; 2. vedere în plan a masivului; 3. secțiunea a-a; P- forța dată de presiunea apei în conductă, pe direcția inițială, S-Forța rezultantă exercitată de apa din conductă la un cot având unghiul α .

**Figura 7.2.** Tipuri de masive de ancoraj.

Notații: a. masiv de ancoraj pentru cot în plan; b, c. masive de ancoraj pentru cot în plan vertical; 1. masivul de pământ pe care reazemă direct betonul; 2. masivul de ancoraj; 3. beton de umplură între masiv și cot; 4. carton asfaltat între două straturi de bitum; 5. cot la 45°; 6. sistem de ancorare conductă.

(3) Condiția de dimensionare a masivului de ancoraj:

$$S \leq 0,9 T \quad (7.5)$$

$$S \leq p \cdot A \quad (7.6)$$

în care:

$A = l \cdot h_0$ – suprafața de reazem pe pământul viu (cm^2);

T = solicitarea totală care poate fi preluată de terenul de fundație;

$$T = T_1 + T_2 \quad (7.7)$$

în care:

T_1 = împingerea pasivă a terenului:

$$T_1 = \frac{1}{2} \cdot \text{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \cdot \gamma \cdot (h_2^2 - h_1^2) \cdot l \quad [\text{daN}] \quad (7.8)$$

în care:

ϕ – unghiul de frecare interioară a terenului de fundație;

γ – greutatea volumetrică a pământului ($1600\text{-}1800 \text{ daN/m}^3$);

$T_2 = G_f$ – componenta orizontală a frecării pe talpa de fundație, în daN, G fiind greutatea masivului de ancoraj, în daN, iar f – coeficientul de frecare între beton și pământ, variabil între 0,3 și 0,5.

p = presiunea admisibilă pe talpa de fundație astfel ca deformația pământului să nu depășească o valoare limită; de regulă $p \leq 1 \text{ daN/cm}^2$;

l , h_2 și h_1 sunt indicați în Figura 7.2-a.

(4) Masivele de ancoraj se realizează în general din beton simplu. Este important ca săpăturile la masivele de ancoraj să asigure profilul exact de rezemare a masivului de beton prin turnare directă pe pământ, fără a intercala stratele de umplutură sau de nivelare.

(5) Masivele de reazem trebuie să limiteze deplasarea îmbinărilor la 5% din diametru sau la maxim 6 mm. Masivul trebuie să înconjoare complet îmbinările pe toată lungimea și circumferința lor, și trebuie amplasat în pământul viu, nu în umplutură (a se vedea figura următoare).

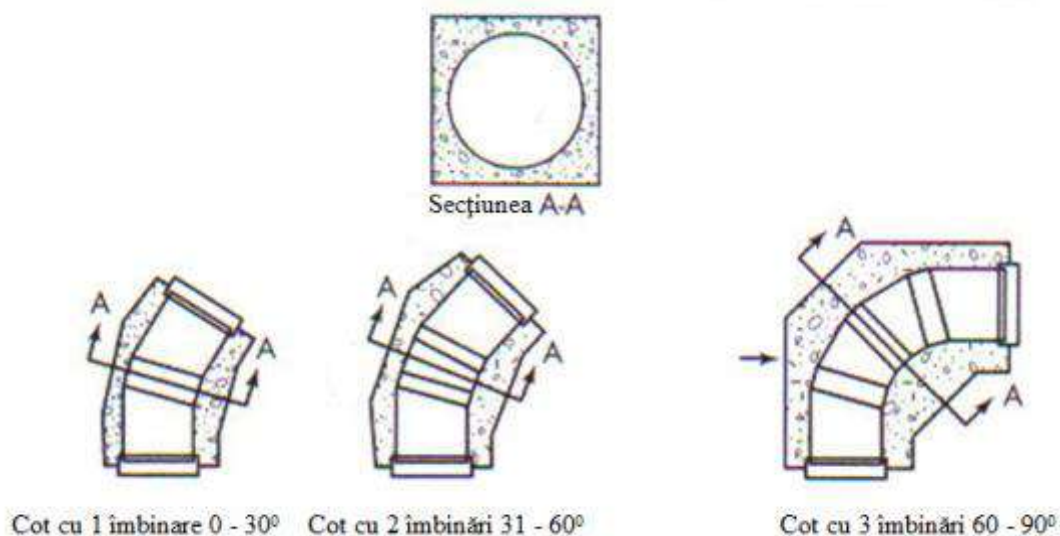


Figura 7.3. Masive de ancoraj.

- (6) Masivele de ancoraj trebuie să împiedice deformația radială (a secțiunii) a conductei, deformația maximă admisă fiind 0.1 % din raza conductei respective.
- (7) La turnarea betonului, conducta fiind goală, este supusă unor forțe de flotație importante. Pentru prevenirea acestui fenomen conducta trebuie ancorată. Pentru ancorare se utilizează ancore cu lățimea de minim 25 mm. La conductele din mase plastice și PAFSIN nu se admit ancore metalice (ancorele vor fi din pânză sau alte materiale care nu pun în pericol integritatea conductei). Pentru fiecare conductă se va monta minim o ancoră, dar recomandabil este să fie 2 ancore (figura 7.4). Acestea se vor strânge suficient, dar fără a determina deformarea conductei.

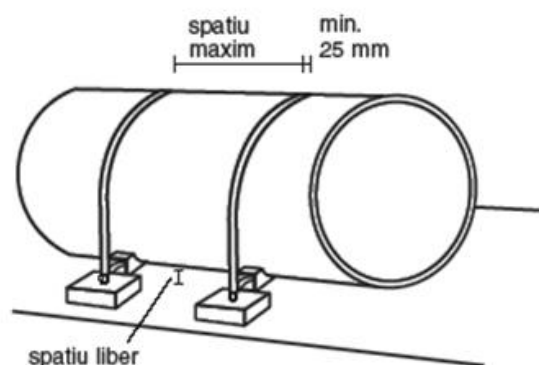


Figura 7.4. Ancorarea conductei înainte de turnarea betonului pentru prevenirea flotației.

7.2.5.5 Traversări

- (1) Traversările trebuie concepute și realizate astfel încât, în caz de avarie, să nu afecteze siguranța căii de comunicație, iar reparația la conductă să se poată face fără restricții de circulație.
- (2) Subtraversările de căi ferate și drumuri cu conducte sub presiune, se fac fără săpătură deschisă, cu respectarea prevederilor STAS 9312 și a condițiilor impuse de administratorul obiectivului subtraversat, caracteristicile traversării ținând cont de:
- adâncimea de pozare (h) se adoptă cu asigurarea distanțelor minime:
 - $h = 1,50$ m - între cota superioară a îmbrăcămintei rutiere și generatoarea superioară a tubului de protecție,
 - $h = 0,80$ m sub cota radierului rigolei/șanțului drumului
 - diametrul și materialul conductei de instalat;
 - tehnologiile de execuție și materialele disponibile pentru tubul de protecție;
 - necesitatea instalării conductei:
 - cu distanțiere speciale, în interiorul tubului de protecție având minim 100 mm mai mult decât diametrul conductei protejate, astfel încât să permită introducerea sau scoaterea acestuia prin simpla tragere a conductei;
 - cu cămine de vane la capetele unde se produce presiunea, și cu asigurarea etanșării la trecerea prin pereții căminelor, respectiv la capătul liber, după caz.
 - caracteristicile litologice și stratificațiile evidențiate de investigațiile de teren (sondaje/foraje).
- (3) Prin excepție de la prevederile (2), pentru drumuri nemodernizate sau pentru care carosabilul existent este degradat și nu se justifică protejarea acestuia:
- subtraversările cu conducte sub presiune se pot instala cu săpătura deschisă, ținând cont însă de celelalte cerințe specificate la (2);
 - Ddupă realizarea subtraversării, drumul se reface la starea inițială.

- (4) În cazul cursurilor de apă sau lacurilor, subtraversările se fac cu respectarea condițiilor impuse de administratorul obiectivului subtraversat, caracteristicile traversării stabilindu-se ținând cont de următoarele cerințe minime:
- se recomandă subtraversarea fără săpătură deschisă, în tub de protecție având minim 100 mm mai mult decât diametrul conductei protejate, astfel încât să permită introducerea sau scoaterea acesteia prin simpla tragere a conductei;
 - adâncimea de pozare (h) se adoptă sub adâncimea de afuiere indicată de administratorul obiectivului subtraversat, prin avizul/acordul emis de acesta.
- (5) În cazul cursurilor de apă sau altor obstacole la care soluțiile de subtraversare fie nu sunt posibile, fie nu sunt raționale din punct de vedere al investiției necesare, traversarea se poate face aerian, cu respectarea condițiilor impuse de administratorul obiectivului supratraversat, utilizând soluții ca:
- suspendare de suprastructura unui pod - conductele urmând a fi ancorate sub consola trotuarului sau de antretoazele podului;
 - soluții de pozare autoportante.
- (6) În cazul utilizării soluțiilor de tipul celor prevăzute la a., se impun următoarele condiții:
- se face verificarea statică și de rezistența a ansamblului pod existent- supratraversare;
 - obținerea acordului administratorului podului, cu respectarea condițiilor impuse de acesta.
- (7) În cazul utilizării soluțiilor de tipul celor prevăzute la b., soluțiile constructive se adoptă pe baza unor calcule comparative între sistemele de pozare aplicabile (de exemplu: estacadă, conductă susținută de cabluri metalice, conductă susținută de un tablier pe pile și culei etc). Alegerea soluției depinde în mare măsură de condițiile geotehnice de fundare ale infrastructurii și de condițiile pentru execuția acesteia.
- (8) În funcție de gradul de siguranță cerut pentru conducta sub presiune:
- se va analiza opțiunea prevederii a 2 fire de traversare cu posibilitatea izolării fiecăruia, dimensionarea fiecărui fir făcând-se la $0,7Q_{\text{transportat}}$;
 - se pot prevedea dotări pentru urmărirea presiunii, controlul integrității conductei și eventuale demontări în zona traversării.
- (9) Dacă amplasamentele căminelor de vane din capetele traversărilor sunt amplasate în zone inundabile, căminele vor fi realizate astfel încât să nu fie înecate în caz de inundație.

7.2.6 Protecția la efectele loviturii de berbec

- (1) Toate aspectele privind lovitura de berbec sunt reglementate de normativul privind calcul loviturii de berbec la conductele pentru transportul apei, indicativ NP 128-2011. Normativul de față evidențiază doar câteva aspecte și indicații generale care se aplică sistemelor din domeniul edilitar.
- (2) Orice schimbare a regimului de curgere într-o conductă sub presiune generează mișcări nepermanente, soldate cu variații de presiune în raport cu presiunile din funcționarea curentă. Variațiile de presiune au caracter de șoc, adică se succed foarte rapid și au valori foarte mari, iar fenomenul poartă numele de lovitură de berbec. Schimbarea regimului de curgere este provocată de manevrele efectuate la instalațiile de pe aducțiune, cele mai întâlnite fiind închiderea de vane și oprirea pompelor. Se precizează următoarele:
- lovitura de berbec este apanajul conductelor iar instalațiile aferente (vane, pompe, ventile etc.) reprezintă doar elemente posibil perturbatoare sau care influențează producerea fenomenului. Astfel, de exemplu, la o stație de pompare fără conductă de refulare sau cu conducta de refulare foarte scurtă, fenomenul nu există;
 - cu cât conducta este mai lungă, cu atât amplitudinea fenomenului este mai mare;

- c. în rețele de conducte, perturbația produsă într-un punct se refractă imediat pe ramurile adiacente, amplitudinea variațiilor de presiune scade foarte rapid iar lovitură de berbec practic nu există. Astfel, de exemplu, o stație de pompare care pompează direct într-o rețea de distribuție nu produce lovitură de berbec; se va calcula eventual, doar dacă este cazul, conducta care duce apa de la stația de pompare la rețeaua de distribuție.
- (3) Efectele loviturii de berbec pot fi distructive pentru aducțiunile de apă sub presiune de orice fel (gravitaționale sau cu pompare) dacă nu se iau măsuri de prevenție și, dacă acestea nu sunt suficiente, măsuri de protecție. Atunci când se depășesc presiunile din regimul permanent de curgere (fazele de suprapresiune), conductele se pot sparge. Când presiunile coboară sub valorile presiunilor din regimul permanent de curgere (fazele de subpresiune), dacă acestea coboară sub valoarea presiunii atmosferice (dacă se produce vacuum), atunci conductele se pot turti sau pot fi deteriorate etanșările îmbinărilor dintre acestea.
- (4) Dacă, în fazele de subpresiune, presiunile ajung la limita de cavitație, șocurile hidraulice sunt cu mult mai mari decât cele provocate de manevrele uzuale. Cu metodele de calcul existente, valorile acestor șocuri nu pot fi evaluate; se știe doar că sunt extrem de mari. Din acest motiv, apariția cavitației este interzisă.
- (5) Normativul privind calculul loviturii de berbec la conductele pentru transportul apei, indicativ NP128-2011, reglementează toate aspectele privind proiectarea, execuția și exploatarea instalațiilor hidraulice supuse fenomenului de lovitură de berbec. Acest normativ prevede obligativitatea calculului efectelor loviturii de berbec pentru toate aducțiunile supuse acestui fenomen, deoarece desfășurarea fenomenului de lovitură de berbec este proprie fiecărei instalații și nu pot fi făcute generalizări.
- (6) Calculul loviturii de berbec este extrem de complex deoarece mișcarea are caracter ondulatoriu (variațiile de presiune se propagă, se reflectă și se refractă în lungul conductelor cu o viteză finită, denumită viteză de propagare; în acest caz, viteza de propagare se confundă cu celeritatea care reprezintă viteza de propagare a sunetului prin lichidul în repaus). Normativul NP 128 recomandă doar folosirea metodelor exacte de calcul prin utilizarea unor programe (software-uri) dedicate, care au la bază modelul fluidului compresibil și cu care se poate calcula efectul suprapunerii tuturor categoriilor de unde: unde primare (care provin direct de la manevra ce provoacă mișcarea nepermanentă) și unde secundare (produse prin reflexia și refracția succesivă a undelor primare). Rezolvarea se face pe cale numerică, prin diferențe finite, conductele fiind împărțite în “tronsoane de calcul” delimitate de “noduri de calcul”. Se poate ține astfel seama de variația tuturor parametrilor din profilul longitudinal și de toate condițiile impuse în diversele puncte ale acestuia, inclusiv de caracteristicile dispozitivelor (pompe, ventile, hidrofoare, vane etc.). Algoritmii acestor tipuri de programe este descris în normativul NP 128, partea II-a, în “Îndrumătorul privind calculul loviturii de berbec și alegerea măsurilor optime de protecție”.
- (7) Conform normativului NP 128, se execută două etape distincte de calcul, și anume:
- calculul preliminar se efectuează în ipoteza absenței oricăror măsuri de protecție contra loviturii de berbec și au ca scop să determine intensitatea fenomenului și secțiunile cele mai solicitate, putându-se astfel trage concluzii importante privind posibilitatea luării unor măsuri de prevenție, respectiv necesitatea instalării unor dispozitive de protecție. Mai precis, dacă presiunile extreme (maxime și/sau minime) sunt suportate, conform specificațiilor tehnice, de către conducte, atunci nu vor fi necesare măsuri suplimentare de protecție;
 - calculul de optimizare a soluției de protecție se efectuează pe baza concluziilor calculului preliminar și au ca scop determinarea cu exactitate a caracteristicilor dispozitivelor care, pe de o parte, asigură presiuni extreme în limitele admise de conducte conform specificațiilor tehnice și, pe de altă parte, au costul minim.

- (8) La calculul loviturii de berbec se vor lua în considerare acele situații care au caracter accidental sau imprevizibil, neputând fi controlate și prevenite de personalul de exploatare, astfel:
- la aducțiunile gravitaționale se va lua în considerare închiderea vanei de la capătul aval; pentru aducțiunile foarte lungi, se va lua în considerare și închiderea vanelor de linie de pe traseul aducțiunii;
 - la aducțiunile cu pompare se va lua în considerare anularea bruscă a momentului motor primit de la motoarele electrice de antrenare a pompelor, ca urmare a întreruperii accidentale a alimentării cu energie electrică; se va lua în considerare ipoteza cea mai dezavantajoasă, în care toate pompele din stația de pompare erau în funcțiune în momentul întreruperii alimentării cu energie electrică;
 - la toate tipurile de aducțiuni, în funcție de sensibilitatea acestora la suprapresiuni sau la subpresiuni, se va alege combinația cea mai dezavantajoasă între nivelele piezometrice de la capetele aducțiunii (de exemplu, nivelele de la aspirație și cele de la refulare, în cazul aducțiunilor cu pompare);
 - calculul, dimensionarea și proiectarea dispozitivelor de protecție contra loviturii de berbec trebuie făcute pentru fiecare instalație în parte deoarece, din cauza numărului mare de parametri care determină efectele negative, nu pot exista două situații identice, iar concluziile de la o instalație nu pot fi translatate la o altă instalație chiar dacă ele par asemănătoare.
- (9) Pentru protecția împotriva loviturii de berbec există măsuri de prevenție și măsuri de protecție. Pentru prevenirea efectelor negative ale loviturii de berbec, normativul recomandă:
- la aducțiunile gravitaționale sub presiune, ca unică măsură, controlul timpului de închidere a vanei de la capătul aval. Mai precis, se va alege un timp de închidere suficient de mare pentru ca variațiile de presiune să nu afecteze aducțiunea. Doar în cazurile rare, la sistemele edilitare, când timpul de închidere este limitat la valori mici, trebuie luate în considerare și măsuri de protecție, respectiv instalarea unor dispozitive de protecție;
 - la pompele echipate pe refulare cu clapete de reținere este necesar ca inversarea debitului să găsească clapetele închise pentru a împiedica curgerea în sens invers. Prin construcție (obturator prevăzut cu contragreutate sau cu arc de rapel), clapeta trebuie să garanteze închiderea în momentul inversării debitului. Dacă clapeta rămâne deschisă (chiar și pentru un timp foarte scurt, de ordinul secundelor), curentul de apă inversat ajunge la viteze foarte mari (cu mult mai mari decât vitezele din funcționarea normală). În aceste condiții instalația poate fi grav afectată, astfel:
 - pompele vor funcționa în regim de turbină, cu sensul de rotație inversat și la turații cu mult mai mari decât cele nominale din regimul de pompă;
 - la un moment dat, viteza mare în sens invers va închide brusc clapeta, generând șocul maxim posibil (șocul Jukovski), suprapresiunile create putând să depășească de câteva ori presiunile din regimul permanent.
 - la echiparea pompelor, instalarea unor clapete cu „amortizor”, care întârzie închiderea acestora, este interzisă și este obligatoriu să existe un program de revizie și de întreținere periodică a clapetelor, prin care să se prevină posibilitatea blocării acestora.
- (10) În ce privește măsurile de protecție, acestea constau în instalarea unor dispozitive de protecție, cele mai utilizate la aducțiunile cu pompare din sistemele edilitare fiind hidrofoarele de protecție și ventilele de introducere a aerului. Amplasarea, funcționarea, proiectarea, instalarea și exploatarea acestor dispozitive sunt în detaliu reglementate și explicate în normativul NP 128, împreună cu partea II-a, “Îndrumătorul privind calculul loviturii de berbec și alegerea măsurilor optime de protecție”.
- (11) Principalele strategii de protecție împotriva loviturii de berbec ce se vor aplica în conformitate cu normativul privind calcul loviturii de berbec la conductele pentru transportul apei – NP 128 sunt următoarele:
- la aducțiunile cu pompare care au profile longitudinale convexe, cu puncte înalte și/sau cu puncte proeminente de schimbare de pantă și care trebuie protejate doar la subpresiuni din cauza

- vacuumului avansat care se produce doar în aceste puncte, se recomandă ca dispozitive de protecție ventilele de introducere a aerului, plasate în aceste puncte și, eventual, în câteva puncte intermediare și/sau adiacente; dacă aducțiunea este supusă și la suprapresiuni importante, instalarea ventilelor poate avea ca efect și scăderea acestora;
- b. la aducțiunile cu pompare care au profile longitudinale concave, fără puncte înalte și/sau fără puncte proeminente de schimbare de pantă și care trebuie protejate doar la subpresiuni din cauza vacuumului avansat care se produce pe o parte însemnată din lungimea conductei, se recomandă, ca principal dispozitiv de protecție, un hidrofor de protecție plasat la ieșirea din stația de pompare; este posibil, în anumite situații, să fie necesare, în plus, și câteva ventile de aer plasate spre capătul aval al aducțiunii, către bazinul de refulare;
 - c. la aducțiunile cu pompare care au profile longitudinale cu concavitate pronunțată, care trebuie protejate doar la suprapresiuni, se recomandă, ca dispozitive de protecție supapele de suprapresiune, plasate în punctele joase ale profilului și, eventual, și în câteva puncte intermediare și/sau adiacente;
 - d. la aducțiunile cu pompare care au profile longitudinale fără concavitate pronunțată, care trebuie protejate doar la suprapresiunile care se produc însă pe o parte însemnată din lungimea conductei, se recomandă, ca dispozitiv de protecție, un hidrofor de protecție plasat la ieșirea din stația de pompare;
 - e. la aducțiunile cu pompare care trebuie protejate atât la suprapresiuni cât și la subpresiuni strategia de protecție recomandată este următoarea:
 - i. la ieșirea din stația de pompare se instalează un hidrofor de protecție dimensionat ca să protejeze întreaga conductă doar împotriva suprapresiunilor; rezultă astfel un hidrofor de mici dimensiuni cu o rezistență mare de bransament care va atenua însă doar parțial subpresiunile (și anume, în apropierea stației de pompare);
 - ii. pentru atenuarea subpresiunilor pe toată lungimea aducțiunii, se instalează suplimentar, de regulă la distanțe mai mari de stația de pompare, un număr de ventile de aer, în puncte și cu caracteristici care se determină prin calcul, concomitent cu caracteristicile hidroforului.
 - f. folosirea hidroforului ca mijloc de protecție va fi tratată cu maximă atenție. Calculele de dimensionare se vor efectua doar cu metode exacte (programe de calcul dedicate) cu care se vor “regla” fin valorile optime, în strânsă corelare, ale volumului hidroforului și ale celor două rezistențe de bransament (pentru cele două senzori de curgere prin bransament). Este interzisă folosirea de metode aproximative, formule, abace sau grafice. Instalarea unui hidrofor prost dimensionat poate produce, în mod paradoxal, efecte cu mult mai periculoase decât cele care se produc în absența sa;
 - g. atunci când, pe refulările stațiilor de pompare sunt instalate butelii cu membrană, având rolul principal de protejare a regimului de porniri/opriri ale stațiilor, acestea pot fi luate în considerare și ca mijloace de protecție la lovitura de berbec dar evaluarea lor din acest punct de vedere se va face cu respectarea condițiilor impuse tuturor hidrofoarelor de protecție (a se vedea și punctul “F” de mai sus);
 - h. ventilele de introducere a aerului intră în funcțiune cu întârziere, doar în momentul în care undele de lovitură de berbec ajung să producă vacuum chiar în punctul respectiv. Efectul lor protectiv este doar local și, din acest motiv, la profilele longitudinale convexe (cu cote ridicate), este posibil să fie necesare un număr mare de ventile plasate la distanțe mici iar între ventile să mai apară presiuni negative pentru care se va pune condiția ca să se încadreze în limitele admise de normativ (-2...-3 m col.H₂O);

7.2.7 Protecția sanitară a aducțiunilor

- (1) Principiul fundamental al dimensionării și instituirii zonelor de protecție este acela de a preveni și combate poluarea.
- (2) Pe traseul aducțiunilor se va asigura zona de protecție sanitară în conformitate cu Hotărârea Guvernului nr. 930/2005 pentru aprobarea Normelor speciale privind caracterul și mărimea zonelor de protecție sanitară și hidrogeologică; prevederile hotărârii vor fi respectate integral cu referire specială la art. 30.
- (3) Pentru zona de protecție sanitară cu regim sever aferentă conductelor de aducțiune, restricțiile impuse implică, în general, interzicerea oricăror activități umane de natură să aducă prejudicii integrității conductei și poluării apei destinate consumului uman. În acest sens:
 - a. autoritățile administrației publice:
 - i. implementează în cadrul documentațiilor de urbanism coridoarele aferente zonei de protecție sanitară cu regim sever;
 - ii. informează utilizatorii, prin certificatele de urbanism/ avizele/ acordurile și autorizațiile emise, asupra restricțiilor impuse privind utilizarea amplasamentelor care fac parte din zonele de protecție sanitară.
 - b. monitorizarea activităților umane desfășurate în cadrul perimetrelor de protecție sanitară cu regim sever se va realiza în conformitate cu procedurile operaționale interne ale Operatorului sistemului de alimentare cu apă.

7.3 Execuția aducțiunilor

7.3.1 Elemente generale

- (1) Execuția lucrărilor se face în conformitate cu proiectul aferent.
- (2) Execuția aducțiunilor se poate face, în funcție de tehnologia prevăzută prin proiect sau utilizată de antreprenor, cu următoarele metode:
 - a. metode manuale;
 - b. metode mecanice;
 - c. cu metode care implică utilizarea roboților specializați în realizarea operațiunilor de execuție și montaj rețele;
 - d. combinații ale metodelor anterior menționate.
- (3) Pe durata execuției se asigură respectarea tuturor măsurilor aplicabile de siguranță, inclusiv:
 - a. măsurile de protecție și de securitate a muncii;
 - b. asigurarea măsurilor de administrare a traficului.
- (4) Asigurarea cerințelor de calitate, privind atât materialele utilizate, cât și sistemul de asigurare a calității lucrărilor executate se va face cu respectarea prevederilor Legii nr. 10/1995, republicată, cu modificările și completările ulterioare.
- (5) Pe parcursul desfășurării lucrărilor de execuție se verifică:
 - a. cotele de nivel și poziția săpăturilor, fundațiilor, golurilor, părților de construcție, montării echipamentelor și instalațiilor, toleranțele admise, conform proiectului și normativelor aplicabile;
 - b. corespondența caracteristicilor terenului de fundație stabilite pe teren la deschiderea săpăturii, cu cele din studiul geotehnic;
 - c. respectarea prevederilor din caietul de sarcini;
 - d. dacă echipamentele și materialele folosite la execuția lucrărilor au suferit degradări în timpul transportului;

- e. dacă eventualele măsuri de remediere dispuse în timpul execuției sunt implementate corespunzător;
 - f. poziția corectă a pieselor de trecere etanșe;
 - g. poziția corectă a armăturilor, numărul, diametrul și forma din proiect a barelor, dimensiunile geometrice ale cofrajelor și poziția golurilor sau a pieselor de trecere prin pereți, cu toleranțele indicate;
 - h. calitatea betonului pus în operă, turnarea acestuia fără întrerupere între rosturile de turnare prevăzute în proiect, vibrarea și tratarea ulterioară a betoanelor pentru asigurarea etanșeității și a rezistenței;
 - i. poziția corectă a conductelor față de elementele de construcție.
- (6) Faza premergătoare execuției implică realizarea de lucrări de organizare, cu scopul asigurării condițiilor pentru realizarea eficientă și conform cerințelor de calitate aplicabile lucrărilor. Lucrările de organizare includ minim următoarele elemente:
- a. amenajarea terenului;
 - b. identificarea instalațiilor subterane existente;
 - c. marcarea și delimitarea suprafeței ce va fi ocupată de șantier;
 - d. asigurarea căilor de acces pentru utilajele și mijloacele necesare transportului;
 - e. verificarea materialelor și echipamentelor de lucru;
 - f. asigurarea cu dotări de protecția muncii și de apărare împotriva incendiilor;
 - g. asigurarea cu utilitățile necesare (apă, electricitate etc.).
- (7) Înainte de introducerea utilajelor la frontul de lucru, este necesară o recunoaștere a terenului, în ceea ce privește:
- a. categoria terenului în care se va săpa;
 - b. identificarea rețelelor subterane, prin sondaje;
 - c. dimensiunile săpăturii de executat (adâncime, spațiu disponibil pentru depozitarea materialului excavat);
 - d. traseul de acces al utilajelor și mijloacelor de transport;
 - e. condiții de scurgere a apelor de ploaie;
 - f. doborârea arborilor și defrișarea arbuștilor;
 - g. existența rețelelor aeriene în ampriza săpăturii.
- (8) Materializarea traseelor și pozițiilor lucrărilor, se realizează prin operațiuni de trasare.
- (9) Execuția săpăturilor se face cu respectarea cerințelor SR EN 16907, precum și a următoarelor cerințe:
- a. menținerea stabilității terenului în jurul gropii după începerea săpăturilor;
 - b. în terenurile sensibile la umezire se respectă prevederile normativului NP 125, iar săpătura se oprește cu 20-30 cm mai sus decât cota finală, în cazul în care instalarea lucrărilor prevăzute nu se face imediat;
 - c. în același amplasament, în faza inițială, se atacă lucrările fundate la adâncimea cea mai mare, pentru a nu afecta ulterior terenul de fundare al viitoarelor lucrări învecinate;
 - d. săpăturile cu lungimi mari vor avea fundul săpăturii înclinat spre unul sau mai multe puncte, pentru asigurarea colectării și evacuării apelor pluviale sau de infiltrație.
 - e. pentru evitarea adâncirii ulterioare a incintelor pentru construcții, care ar conduce la modificarea cotelor de fundare, se recomandă turnarea imediată a unui strat de beton de egalizare la nivelul inferior al săpăturii.
 - f. se interzice îngroparea în umplutură a lemnului provenit din cofraje, sprijiniri etc.
- (10) Alegerea și dimensionarea sistemului de sprijinire se face pe baza datelor din studiile geotehnice și hidrogeologice, cu respectarea prevederilor normativului NP 124.

- (11) Umpluturile se execută, de regulă, cu material rezultat din lucrările de săpătură. Se pot utiliza, pentru umpluturi, de asemenea, zguri, reziduuri din exploatarea miniere etc., cu condiția prealabilă de a fi analizată posibilitatea de compactare și acțiunea chimică asupra elementelor lucrărilor în contact cu umplutura.
- (12) Cofrajele se pot confecționa din: lemn, produse pe bază din lemn, metal sau materiale plastice produse pe bază de polimeri.
- (13) Pentru a reduce aderența între beton și cofraje, acestea se ung cu agenți de decofrare, pe fețele care vin în contact cu betonul. Agenții de decofrare, trebuie să nu păteze betonul, să se aplice ușor și să nu afecteze calitatea betonului turnat pe zona de contact.
- (14) Cofrajele și susținerile se execută cu respectarea următoarelor cerințe:
- să asigure obținerea formei și a dimensiunilor elementelor din beton etc., respectându-se înscrierea în abaterile admisibile precizate în reglementările tehnice legale în vigoare;
 - să fie etanșe, pentru a nu permite pierderea laptelui de ciment;
 - să fie stabile și rezistente la solicitările date de betonul proaspăt și de echipamentele de vibrație a betonului;
 - să asigure ordinea de montare și demontare (decofrare) stabilită, fără a degrada elementele din beton deja întărit;
 - să permită, la decofrare, o preluare a încărcării de către elementele de construcție care s-au betonat.
- (15) Montarea cofrajelor, cuprinde următoarele operațiuni:
- trasarea poziției cofrajelor;
 - verificarea poziției corecte a carcaselor de armătură în interiorul cofrajului;
 - asamblarea și susținerea provizorie;
 - verificarea și corectarea poziției finale a panourilor;
 - poziționarea și fixarea pieselor de trecere în cofraj;
 - încheierea, legarea și sprijinirea definitivă.

7.3.2 Ordinea generală de execuție a aducțiunilor

- (1) Ordinea generală de execuție a lucrărilor la conductele de aducțiune apă potabilă este următoarea:
- amenajare organizare de șantier;
 - lucrări propriu-zise de execuție:
 - realizarea racordurilor la facilitățile necesare execuției;
 - execuție tranșee și concomitent realizare sprijiniri pereți verticali ai săpăturii până la cota de fundare atât pentru conductele de aducțiune cât și pentru căminele de vane;
 - realizarea lucrărilor necesare de sprijinire sau deviere provizorie/definitivă a altor utilități aflate în amplasament (după caz);
 - pentru lucrările de înlocuire conducte de aducțiune, în situația în care se folosește traseul existent, realizarea lucrărilor provizorii necesare pentru scoaterea tronsonului de conductă și a construcțiilor accesorii care se înlocuiesc, din ansamblul existent;
 - execuție strat de beton de egalizare pentru căminele de vane;
 - execuție structuri cămine de vane, conform prevederilor memoriului de specialitate pentru structuri, realizare masive de ancoraj;
 - realizare montaj și instalare pentru echipamente și instalații, inclusiv racord electric pentru alimentarea cu energie electrică a căminelor prevăzute cu puncte de măsură a presiunii;
 - montarea și îmbinarea conductelor, precum și a armăturilor prevăzute și realizarea probei de presiune pe conducte;

- ix. realizare umpluturi și montare bandă de semnalizare și detecție, marcarea corespunzător și legarea cu papucii electrici în căminele de vane de partea metalică a acestora.
- c. restaurarea rețelelor afectate de lucrări;
- d. restaurarea drumurilor afectate de lucrări;
- e. refacerea cadrului natural;
- f. probe și inspecții finale;
- g. spălarea și dezinfectarea conductelor de aducțiune pozate;
- h. punere în funcțiune.

7.3.3 Trasarea lucrărilor

- (1) Înainte de a începe lucrările de construcție, executantul, pe baza proiectului, trebuie să procedeze la operațiile de trasare care permit:
 - a. să se materializeze pe teren traseul și profilul în lung al conductelor;
 - b. să se stabilească poziția tuturor lucrărilor îngropate existente cum ar fi rețelele de canalizare, termoficare, cabluri electrice și telefonice, conducte de gaz etc.
- (2) Trasarea pe teren a rețelelor de conducte va fi realizată în conformitate cu prevederile STAS 9824/5.
- (3) Se vor respecta planurile cu coordonatele punctelor caracteristice din cadrul proiectului.
- (4) Traseul conductei se va materializa pe teren prin repere amplasate pe ax, în punctele caracteristice (la coturi în plan vertical și orizontal, în vârfurile de unghi, la tangentele de intrare și ieșire din curbe, în axul căminelor, în punctele de intersecție cu alte conducte etc.).
- (5) Reperele amplasate pe ax vor avea 2 martori amplasați perpendicular pe axa traseului, la distanțe care să nu permită degradarea în timpul executării săpăturilor, depozitării pământului, sau din cauza circulației.
- (6) Este obligatorie respectarea cotelor de pozare și a procedurilor din proiect.

7.3.4 Criterii generale privind lucrările de terasamente

7.3.4.1 Lățimea minimă a tranșeei

- (1) Lățimea minimă a șanțului este dată în tabelul următor în funcție de adâncimea șanțului și de mărimea diametrului nominal sau exterior al conductei, alegând valoarea maximă dintre cele două.

Tabelul 7.1. Lățimea recomandată a șanțului de pozare.

DN/OD	Lățimea minimă a șanțului funcție de diametru (OD+x) [m]		
	Tranșee cu sprijiniri	Tranșee fără sprijiniri	
		-	$\beta > 60^\circ$
$DN \leq 200$	OD + 0,40	OD + 0,40	
$250 \leq DN \leq 315$	OD + 0,50	OD + 0,50	OD + 0,40
$400 \leq DN \leq 710$	OD + 0,70	OD + 0,70	OD + 0,40
$DN \geq 800$	OD + 0,85	OD + 0,85	OD + 0,40
Adâncime tranșee [m]	Lățimea minima a tranșeei funcție de adâncime [m]		
< 1,00 m	Nu se specifica Lățimea minima		
$1,0 \leq H \leq 1,75$	0,80		
$1,75 < H \leq 4,00$	0,90		
> 4,00m	1,00		

Nota: OD – diametrul exterior exprimat în m; β – unghiul taluzului la șanțul cu pereți taluzați, măsurat față de orizontală; $x/2$ – Lățimea minimă a zonei de lucru dintre tub și perete, respectiv sprijinirea provizorie a peretelui vertical al șanțului.

- (2) Lățimea minimă a șanțului poate fi aleasă altfel decât s-a arătat mai sus, în următoarele circumstanțe:
- dacă personalul nu coboară niciodată în șanț (atunci când se utilizează tehnici de pozare automatizate);
 - dacă personalul nu coboară niciodată în spațiul dintre conductă și perețele șanțului și în locuri înguste, și
 - în situații când o lățime mai mică este inevitabilă.
În toate aceste cazuri se vor lua măsuri speciale, încă de la faza de proiectare și mai ales în faza de execuție a lucrărilor.
- (3) Poziția conductelor, construcțiilor și a accesoriilor aferente aducțiunilor și rețelelor de distribuție instalate în interiorul perimetrului construit al localităților se adoptă ținând cont de poziția celorlalte rețele subterane și de condițiile specifice impuse de funcționalitatea acestora, distanțele fiind stabilite conform prevederilor SR 8591.
- (4) În cazuri speciale, definite prin dificultăți în realizarea distanțelor minime între rețele, se stabilesc protocoale și înțelegeri cu deținătorii acestora și autoritățile locale, în vederea amplasării rețelei de distribuție în spațiul disponibil cu adoptarea de distanțe modificate față de SR 8591. Conceptul general admis va ține seama de următoarele:
- poziția conductelor rețelei de distribuție nu trebuie să periclitizeze siguranța celorlalte rețele subterane;
 - asigurarea soluțiilor raționale pentru intervenții în rețea pentru reparații/reabilitări, fără deteriorarea altor rețele;
 - distanța admisă atât în plan, cât și pe verticală, pentru asigurarea spațiului de lucru efectiv, inclusiv pentru pozarea sprijinirilor necesare, pe durata instalării, respectiv în cazul lucrărilor de reparații, măsurată între generatoarea exterioară a conductei și generatoarea exterioară a altor conducte/ fețele exterioare ale pereților construcțiilor accesorii aferente altor rețele edilitare, se adoptă:
 - minim 0,40 m pentru conducte cu diametrul sub 1000 mm;
 - minim 0,60 m pentru conducte cu diametrul peste 1000 mm;
 - pe verticală, conductele de apă potabilă sunt amplasate deasupra colectoarelor de canalizare cu nivel liber sau sub presiune;
 - în cazul rețelelor de canalizare sub vacuum, conductele de canalizare pot fi așezate deasupra conductelor de apă potabilă, cu respectarea distanței minime specificată la punctul c;
 - în cazurile în care la încrucișarea traseelor nu este posibilă instalarea conductei de apă potabilă deasupra conductelor de canalizare, conducta de apă potabilă se instalează în tub de protecție, etanșat la capete, având lungimea suficientă pentru asigurarea, înainte și după punctul de încrucișare, a unei distanțe de minim:
 - 5,0 m în teren impermeabil;
 - 10,0 m în teren permeabil.
 - se admite instalarea a două sau mai multe conducte de apă potabilă în tranșee comune, sub rezerva prevederii în proiect a următoarelor cerințe privind ordinea de execuție a lucrărilor:
 - execuția tranșeei la lățimea necesară pozării tuturor conductelor, până la 0,10 m deasupra cotei de pozare aferente conductei prevăzute cel mai aproape de nivelul terenului;
 - continuarea execuției tranșeei, în trepte descrescătoare, cu reducerea lățimii la necesarul aferent conductelor pozate la adâncimi superioare, până la atingerea adâncimii maxime de îngropare și a lățimii minime aferente tranșeei;
 - după instalarea conductei pozate la adâncimea cea mai mare, se realizează umplutura în trepte crescătoare, corespunzătoare cotelor de pozare ale celorlaltor conducte;

- iv. după instalarea succesivă, a conductelor, în ordinea de pozare stabilită pe verticală, se continuă umplerea tranșeei până la minim 0,5 m peste banda de semnalizare aferentă conductei pozate la cea mai ridicată cota;
 - v. înainte de realizarea umpluturii finale și aducerea terenului la starea inițială, se realizează probele de presiune aferente tuturor conductelor pozate în tranșee comună.
- (5) Prin excepție de la prevederile lit. c), în cazul conductelor pozate prin tehnologii fără săpătură deschisă, distanța minimă se adoptă ca valoarea mai mare dintre 0,40 m și $1,5 \times \text{DN}$.

7.3.4.2 Sprijinirea săpăturilor

- (1) Pentru săpăturile executate în tranșee deschise, taluzările verticale se vor sprijini pentru adâncimi de săpătură pentru care este necesar acest lucru, în conformitate cu prevederile normativului NP 124 privind Proiectarea Geotehnică a Lucrărilor de Susținere.
- (2) La realizarea sprijinirilor se vor respecta prevederile normativului NP 120 - Normativ privind cerințele de proiectare și execuție a excavațiilor adânci în zone urbane.

7.3.4.3 Săpătură sub nivelului apelor subterane

- (1) În cazul săpăturilor adânci, care se execută sub nivelul apei subterane, îndepărtarea apei se poate face prin:
- a. epuizmente directe, prin colectarea apei de infiltrație într-o bașă și evacuarea prin pompare a acesteia în exteriorul tranșeei;
 - b. epuizmente indirecte, prin utilizarea filtrelor aciculare sau a puțurilor forate dispuse perimetral, la distanțele rezultate din calcule;
 - c. sprijinirea pereților săpăturii se poate face cu: palplanșe metalice, ecrane impermeabile din pereți mulați din beton, turnați în teren;
 - d. în cazul sprijinirii cu palplanșe, se vor respecta prevederile SR EN 12063;
 - e. lucrările de epuizmente nu trebuie să producă afuieri sub construcțiile învecinate din zonă.
- (2) Lucrările de epuizmente directe se realizează cu respectarea cerințelor Normativului privind proiectarea geotehnică a lucrărilor de epuizmente, indicativ NP 134-2014, precum și a următoarelor cerințe minime:
- a. pe măsură ce cota săpăturii coboară sub nivelul apei subterane, excavațiile se protejează prin intermediul unor rețele de șanțuri de drenaj, care colectează apa și o dirijează spre puțurile (bașele) de colectare de unde este evacuată prin pompare;
 - b. în bașa de aspirație a pompei, în jurul sorbului, se amenajează un filtru invers cu rolul de a limita influența aspirației asupra stabilității straturilor de pământ, micșorând viteza de mișcare a apei subterane spre bașă sub valoarea vitezei limită de antrenare a particulelor fine care alcătuiesc aceste straturi;
 - c. șanțurile se adâncesc pe măsura avansării săpăturii, ele având adâncimea între 0,4-0,8 m în funcție de caracteristicile pământului;
 - d. puțurile colectoare (bașele) se adoptă cu adâncimea de cel puțin 1,0 m sub cota fundului săpăturii.
- (3) Lucrările de epuizmente indirecte se execută cu ajutorul puțurilor filtrante, sau filtrelor aciculare, așezate în afara conturului excavației, pe unul sau mai multe rânduri. Acestea pot coborî temporar, pe durata execuției, nivelul apei subterane cu 4-5 m. Dacă nivelul apelor subterane necesar a fi coborât este mai mare de 4-5 m, filtrele se așează etajat și decalat în plan pe două sau mai multe fronturi.

- (4) Puțurile de epuizment se realizează în foraje cu diametrul de 200-600 mm, în care se lansează o coloană filtrantă metalică sau din plastic cu diametrul de 150-200 mm, prevăzută cu fante. Coloana filtrantă se dispune în adâncime pe toată grosimea stratului acvifer al cărui nivel trebuie coborât pentru execuția "la uscat" a construcției. Între coloana de lucru și coloana cu fante, se introduce material filtrant granular (după regula filtrului invers) cu nisip spre exterior și pietriș mărgăritar la contactul cu coloana șlițuită.
- (5) Filtrele aciculare sunt puțuri cu diametru redus (Φ 7,5-10,0 cm), care se înfig de obicei cu jet de apă. Filtrele se racordează la stații de pompare cu vacuum. În condiții normale, la o treaptă de filtrare se pot realiza depresionări de 4-5 m, distanța între filtre fiind de 1-5 m.

7.3.5 Execuția săpăturii și instalarea conductelor

- (1) Săpătura se va executa la cote corespunzătoare, astfel încât să se asigure adâncimile pentru realizarea paturilor de pozare ale tronsonului respectiv.
- (2) Ultimii 25 cm deasupra cotei definitive se vor săpa numai înainte de pozarea conductei. Sub mufe și îmbinări se vor executa gropi corespunzătoare pentru ca tubul să sprijine pe toată lungimea lui. Patul de pozare al conductei se nivelează la pantele prevăzute în proiect.
- (3) După executarea săpăturilor la cotele din proiect (fundul șanțului trebuie să fie neted, fără pietre și rădăcini, baza săpăturii se compactează pentru obținerea unui suport adecvat), se realizează, după caz, patul de pozare pentru conducte, conform specificațiilor de montare ale producătorului tubului, compactat cu mijloace manuale sau mecanice (grad compactare minim 90% Proctor).
- (4) Patul trebuie să fie excavat mai mult la fiecare locație de îmbinare, astfel încât conducta să fie sprijinită continuu și nu să sprijine pe cuplaje (să nu atingă fundul săpăturii).
- (5) Lățimea patului va coincide cu lățimea șanțului, dacă nu este altfel specificat prin proiect.
- (6) Transportul, depozitarea și manipularea tuburilor se va face în conformitate cu specificațiile producătorului.
- (7) Pentru manipularea conductelor în apropierea tranșeei, vor fi asigurate spațiile necesare de manevrare a tuburilor.
- (8) Pentru siguranță și diminuarea pagubelor, pentru coborârea componentelor în șanțul de pozare se vor utiliza aparate și proceduri adecvate. Înainte de a fi coborâte în șanț toate tuburile, elementele de conductă și materialele de etanșare se vor verifica cu mare atenție pentru depistarea eventualelor deteriorări.
- (9) Când se lansează conducta în șanț se vor respecta următoarele reguli:
 - a. este interzisă rostogolirea tronsoanelor de conductă, datorită apariției unor forțe tăietoare în conducte și la îmbinări, care pot slăbi calitatea execuției;
 - b. prinderea tronsoanelor de conductă la distanțe prea mari poate provoca alungiri nedorite, motiv pentru care această operație se va face cu mare atenție, iar prinderile se vor face cât mai des;
 - c. conductele trebuie protejate în locurile de prindere, cu materiale plastice sau cauciuc. Prinderile rigide pot produce deteriorări locale și vor fi evitate;
 - d. trebuie avut grijă ca după așezarea definitiva a conductelor, acestea să nu fie în contact direct cu pereții șanțului.
 - e. conductele nu vor fi, în niciun caz, aruncate în tranșee. Coborârea lor se va realiza manual sau cu ajutorul frânghiilor. Înainte de coborârea în tranșee, conducta se va curăța și examina pentru identificarea defectelor. Dacă nu prezintă deteriorări, se va plasa în poziția de îmbinare.
- (10) Îmbinarea tuburilor se va realiza conform instrucțiunilor producătorului.

- (11) După ce conductele sunt în poziția finală și îmbinate, tranșeea se va umple 300 mm peste coronamentul conductei, lăsându-se îmbinările neacoperite. Îmbinările se vor lăsa neacoperite până la finalizarea următoarelor operațiuni:
- inspectarea vizuală;
 - proba de presiune;
 - spălarea și dezinfectarea.
- (12) Conducta și patul conductei vor fi acoperite pe o înălțime de 300 mm peste coronamentul acesteia. Mai întâi va fi depus și compactat în straturi cu grosimea sub 100 mm (după compactare), materialul excavat sortat cu dimensiunea particulelor mai mică de 25 mm. Straturile vor fi compactate manual prin vibrație numai în lateralele conductei și nu deasupra părții superioare a acesteia.
- (13) Materialul de umplură va fi compactat pentru a atinge cel puțin 90% din densitatea maximă în stare uscată așa cum se specifică în STAS 1913/13. Această operațiune va începe la cel mai scurt timp posibil după pozarea conductei, iar stratificarea este completată în secțiunea sau lungimea curentă.
- (14) Înainte de efectuarea probei de presiune se verifică:
- concordanța lucrărilor executate cu proiectul;
 - caracteristicile vanelor și compensatorilor de montaj;
 - poziția vanelor îngropate;
 - poziția și execuția căminelor, echiparea acestora;
 - protecția anticorozivă;
 - calitatea sudurilor și a altor tipuri de îmbinări.

7.3.6 Proba de presiune

- (1) Proba de presiune a conductelor se execută conform prevederilor SR EN 805 și STAS 6819, completate cu următoarele cerințe:
- reprezintă pre-condiție pentru realizarea probelor de presiune finalizarea instalării conductei de aducțiune, inclusiv a tuturor accesoriilor aferente, înainte de programarea și convocarea probei de presiune verificându-se:
 - concordanța lucrărilor executate cu proiectul;
 - caracteristicile vanelor, golurilor, ventilelor de aerisire-deaerisire, reductoarelor de presiune, altor armături etc;
 - pozițiile și execuția căminelor, echiparea acestora;
 - protecția anticorozivă și termoizolațiile, unde este cazul;
 - calitatea sudurilor și a îmbinărilor;
 - execuția masivelor de ancoraj.
 - în cadrul probei de presiune se asigură următoarele:
 - cămine de vane, cu instalația hidraulică finalizată integral:
 - vanele de pe tronsonul testat se țin în poziția complet deschis;
 - robinetele de golire se țin în poziția complet închis;
 - robinetele automate de aerisire-de aerisire, dacă sunt prevăzute, se utilizează în condiții de funcționare normală, cu robinetul de izolare aferent în poziția complet deschis.
 - masivele de ancoraj, temporare și permanente, dacă sunt prevăzute, ating durata de 28 de zile de la turnarea betonului cel târziu în ziua anterioară probei de presiune;
 - masivele pentru proba de presiune vor fi astfel proiectate și executate încât să permită continuarea execuției aducțiunii cu lucrări de demolare și costuri minime;

- B. se impune ca la distanța de 2 m de ambele capete ale tronsonului de probă, terenul natural să nu fie deranjat (săpat), pentru ca masivele de probă să poată transmite forța de presiune masivului de pământ, prin antrenarea rezistenței pasive a acestuia.
- iii. umplutura se va realiza și compacta pe toată lungimea conductei, mai puțin în zona îmbinărilor care rămân libere pentru a se constata eventuale pierderi de apă;
- iv. manometrele utilizate:
- A. se montează la toate punctele caracteristice ale tronsonului, minim în următoarele puncte:
- 1) capete;
 - 2) puncte înalte;
 - 3) puncte joase.
- B. sunt etalonate și au verificările metrologice impuse de lege în termenele de valabilitate;
- C. au diviziuni de 0.2 bar iar domeniul de măsurare acoperă valoarea presiunii de proba.
- v. capetele tronsonului:
- A. înainte de umplerea tronsonului cu apă, se închid capetele cu capace asigurate;
- B. închiderea capetelor tronsoanelor se face cu blinduri, flanșe oarbe, capace. Nu se folosesc vane ca piese de închidere a capetelor tronsoanelor supuse probei.
- c. presiunea de probă admisibilă pe șantier nu va depăși valoarea presiunii de probă admisibilă specificată în standardul de produs al conductei testate;
- d. proba se va face numai cu apă potabilă, în tranșee;
- e. proba se execută pe timp răcoros, dimineața sau seara, pentru ca rezultatele să nu fie influențate de variațiile de temperatură;
- f. umplerea tronsonului testat se face prin punctul cel mai de jos al acestuia, după ce, în prealabil au fost deschise robinetele de aerisire poziționate în punctele înalte și care se închid în momentul în care apa care se scurge este fără aer;
- g. proba de presiune pentru aducțiuni se face pe tronsoane cu lungimea cuprinsă între 500 m și 2000 m; adoptarea configurației tronsoanelor de probă se realizează pe baza profilului longitudinal al aducțiunii; diferența maximă de cotă a axului conductei, admisă pentru testarea în cadrul unui singur tronson, este de 10 m;
- h. presiunea de probă se asigură utilizând pompe cu piston; ridicarea presiunii de probă se face în trepte de 0,5 bari, cu urmărirea permanentă a secțiunilor de îmbinare și a secțiunilor caracteristice (ex. devieri controlate);
- i. remedierea defecțiunilor, dacă este cazul, se va face numai după golirea conductei;
- j. la finalul perioadei de probă se deschid, pentru scurt timp, vane/robinete de golire în poziții selectate prin sondaj, pentru observarea curgerii apei din acestea.
- (2) Presiunea de încercare se indică pentru fiecare tronson, prin proiect, recomandabil prin specificarea în profilul longitudinal al aducțiunii.
- (3) Probele de presiune se execută numai la temperaturi de minim 5°C, prognozate pe o durată de 3 zile.
- (4) Prin excepție de la prevederile (3), realizarea de probe de presiune la temperatura ambientală mai mică de 5°C se poate face numai dacă, suplimentar condițiilor precizate la (1), se îndeplinesc și următoarele condiții:
- a. pe întregul tronson testat sunt realizate umpluturi de minim 0,80 m peste generatoarea superioară a conductei;
 - b. pe capetelor neîngropate aferente tronsonului supus probei se aplică anterior începerii probei, măsuri temporare de termoizolare.

- (5) Proba se consideră reușită pe tronsonul respectiv, dacă sunt îndeplinite următoarele condiții:
 - a. la examinarea vizuală să nu prezinte scurgeri vizibile de apă, pete de umezeală pe tuburi și în special în zona îmbinărilor;
 - b. pierderea de presiune să nu depășească valorile prevăzute în proiect.
- (6) După efectuarea probei de presiune se vor efectua următoarele verificări și probe:
 - a. întocmirea procesului-verbal a probei de presiune. Presiunea la care s-a executat proba, rezultatele obținute, precum și toate defecțiunile constatate și remedierile efectuate, se trec în procesul verbal de recepție;
 - b. umplerea tranșeei în zona îmbinărilor;
 - c. umplerea tranșeei;
 - d. verificarea gradului de compactare conform prevederilor proiectului;
 - e. refacerea părții carosabile a drumului conform prevederilor din proiect;
 - f. refacerea trotuarelor;
 - g. refacerea spațiilor verzi;
 - h. executarea marcării și reparării rețelelor conform STAS 9570/1 marcarea și reperarea rețelelor de conducte și cabluri, în localități.
- (7) Înainte de execuția umpluturilor la cota finală se execută ridicarea topografică detaliată a conductei (plan și profil în lung) cu precizarea căminelor (echiparea acestora) etc.
- (8) Releveele rețelelor se anexează Cărții Construcției și se centralizează în formatul stabilit de Operatorul sistemului de alimentare cu apă, în vederea integrării în sistemul geografic informațional (GIS), deținut de acesta.

7.3.7 Spălarea și dezinfectarea conductei

- (1) După ce proba de presiune a fost încheiată și s-a constatat că nu mai sunt necesare niciun fel de reparații, se procedează la spălarea conductelor.
- (2) Spălarea se face cu apă potabilă, pe tronsoane de 100-500 m.
- (3) Procedura de spălare și dezinfectare a conductei de aducțiune se execută conform prevederilor SR EN 805.
- (4) Durata spălării este determinată de necesitatea îndepărtării tuturor impurităților din interiorul conductei. Spălarea se face din amonte în aval.
- (5) Dezinfectarea se face imediat după spălare. Toate tronsoanele de conductă vor fi dezinfectate înainte de a fi conectate la sistemul existent.
- (6) Dezinfectarea se face de regulă cu clor sau cu o altă substanță dezinfectantă, sub forma de soluție, care asigură în conductă minim (25 – 30) mg clor activ la 1 litru de apă. Soluția va trebui să rămână în conductă minim 24 de ore după care se evacuează prin robinetele de golire și se procedează la o nouă spălare.
- (7) În aceasta perioadă, vanele din sistem vor fi acționate cel puțin o dată.
- (8) La sfârșitul perioadei mai sus amintite, se vor face teste pentru măsurarea concentrațiilor de clor reziduale.
- (9) Testele se vor face în capătul cel mai depărtat de locul în care a fost introdus clor. Clorul rezidual trebuie să fie de cel puțin 10 mg/l. În caz contrar, se mărește concentrația dezinfectantului până la obținerea acestei valori.
- (10) Evacuarea apei provenind de la dezinfectarea aducțiunii se va face cu luarea măsurilor necesare de neutralizare a clorului.

- (11) Spălarea conductelor după dezinfecție se va face până dispăre mirosul de clor. După terminarea spălării, este obligatorie efectuarea analizelor fizico-chimice și bacteriologice.
- (12) În cazul în care între dezinfectare și darea în exploatare a conductei trece o perioadă de timp mai mare de 3 zile și în cazul în care, după dezinfectare, apa transportată prin tronsonul respectiv nu îndeplinește condițiile bacteriologice și biologice de calitate, dezinfecția se repetă.
- (13) Conducta de aducțiune apă potabilă se dă în funcțiune numai cu avizul organelor sanitare.
- (14) Procedura de spălare și dezinfectare a conductei de aducțiune se aplică și tronsoanelor de conductă reabilite/înlocuite.

7.3.8 Umplerea tranșeei

- (1) După ce tronsonul de conductă a trecut testul de presiune, se va trece la realizarea umpluturii principale.
- (2) Restul șanțului va fi umplut cu materialul excavat cu dimensiunea particulelor până în 100 mm, întins și compactat în straturi care nu vor depăși 200 mm după compactare. Metoda de compactare va asigura cel puțin 90% din densitatea maximă în stare uscată determinată conform STAS 1913/13.
- (3) Îndepărtarea sprijinirilor se va face progresiv, în cursul realizării umpluturii pe zona conductei. Se va avea în vedere ca îndepărtarea sprijinirii provizorii din zona conductei sau din zonele de sub aceasta, după efectuarea umpluturii principale, poate avea urmări serioase asupra capacității portante, direcției și nivelului de pozare a conductei.
- (4) Acolo unde se intuiește că nu este posibilă îndepărtarea sprijinirilor provizorii înainte de finalizarea umpluturilor (de ex. pereți de palplanșe sau alte sisteme de sprijinire), vor fi luate măsuri speciale, care pot fi:
 - a. realizarea unui calcul static special care va lua în considerare rămânerea în sol a unor elemente ale sprijinirilor;
 - b. alegerea specială a materialelor de construcții pentru zona conductei.
- (5) Refacerea zonei de la suprafață după terminarea lucrărilor de umplură se va face conform cerințelor, respectiv se va aduce zona la situația existentă anterior demarării lucrărilor.
- (6) Pe toată durata lucrărilor tranșeele vor fi marcate cu benzi de semnalizare și se vor instala panouri avertizoare, iar pe timp de noapte va fi semnalizat corespunzător, pentru prevenirea oricăror accidente.
- (7) Perpendicular pe tranșee, pe toată lungimea acesteia, se vor amplasa podețe metalice cu parapeti, pentru asigurarea accesului pietonal, conform normelor în vigoare.

7.4 Exploatarea aducțiunilor

- (1) Exploatarea aducțiunilor se realizează pe baza regulamentului de exploatare și întreținere specific.
- (2) Toate lucrările pentru transportul apei se inspectează cel puțin săptămânal.
- (3) Inspecția se face de același personal, pentru a se obișnui cu detaliile și a putea sesiza diferențele.
- (4) Pentru dimensionarea numărului de personal de supraveghere se recomandă minim 1 echipă de minim 2 oameni la 25-50 km lungime de aducțiune.
- (5) Rezultatul inspecției se notează pe o fișă.

- (6) Fișele se stabilesc prin Regulamentul tehnic de exploatare a lucrărilor și pot fi elaborate fie pe hârtie, fie în format electronic.
- (7) Lucrările pentru supravegherea aducțiunilor stau la baza:
- realizării planului și executării lucrărilor de întreținere;
 - declanșării etapei de reparație, când este cazul;
 - declanșării avertizării populației, dacă aceasta este afectată, de exemplu din punct de vedere al disponibilității apei (oprirea apei, restricții de fumizare) sau calității apei (măsură de dezinfectare suplimentară);
 - declanșării mecanismelor de oprire a activităților neautorizate în zona de protecție sanitară.
- (8) Se vor aplica următoarele măsuri:
- regulamentul de exploatare trebuie să conțină un plan cu marcarea tuturor elementelor constructive: poziția conductei (elemente de marcare), cămine, subtraversări; dimensiunea elementelor constructive, poziția echipamentelor de măsurat, mărimea zonei de pozat-șanț, zonă de protecție sanitară;
 - un profil tehnologic general, la scară convenabilă, va marca presiunea de lucru, presiunea de încercare, construcțiile anexe cu detalii. Va avea marcată și capacitatea de transport rezultată în urma operațiilor de recepție;
 - orice modificare în funcționarea conductei sau alcătuirea constructivă va fi concretizată și în detaliile din Cartea Construcției;
 - operatorul sistemului va avea în dotare sisteme de reparare rapidă a avariilor la conductă (bucăți de conductă pentru fiecare clasă de presiune, elemente de etanșare rapidă, tip bandaj, pe diametre, scule de intervenție). Orice intervenție pentru reparație va fi marcată pe profilul conductei, va căpăta o fișă de referință cu descrierea lucrării și estimarea costului intervenției.
 - lunar se va face un bilanț al apei transportate;
 - lucrările de supraveghere curente la aducțiuni urmăresc în general următoarele:
 - funcționalitatea tuturor armăturilor și căminelor;
 - starea zonelor de protecție sanitară;
 - starea căminelor (scări, capace, elementele metalice);
 - starea traversărilor, elemente de semnalizare;
 - stabilitatea pământului pe traseu și eventualele tasări;
 - pierderile de apă pe tronsoane;
 - eventuale conectări neautorizate.
 - după fiecare intervenție:
 - se reface sistemul de detecție a poziției conductei. Dacă conducta are un sistem special de protecție la coroziune, acesta se va reface la o calitate identică sau chiar mai bună decât cea inițială;
 - se spală și dezinfectează conducta, mai ales dacă dezinfectarea apei se face la stația de tratare, deci înainte de rezervorul alimentat de aducțiune.
 - în condiții speciale de teren va fi verificată eficiența lucrărilor suplimentare prevăzute (tasare teren, spălare umplutură, deformare cămine, lipsă etanșare etc.).
- (9) Lucrările de supraveghere și întreținere la aducțiuni se fac punctual, la semnalare în urma inspecției sau în general după un plan anual de întreținere, cuprinzând minim următoarele activități:
- se verifică permanent debitul transportat. Dacă nu funcționează debitmetrele, va fi folosit rezervorul, măsurând nivelul atunci când plecarea este închisă pentru 2-3 ore. Trebuie măsurată și presiunea în punctele caracteristice. Se va putea verifica linia piezometrică pentru debitul transportat și pot fi corectate unele anomalii (consum ilegal de apă, cât, unde, avarii, capacitate disponibilă etc).
 - săptămânal:
 - se verifică subtraversările de drumuri naționale și căi ferate;

- c. lunar:
 - i. se verifică stabilitatea pământului pe traseu și eventualele tasări;
 - ii. se detectează eventuale brânșări neautorizate;
 - d. semestrial:
 - i. se verifică și se corectează funcționalitatea tuturor armăturilor, căminelor;
 - e. anual:
 - i. se etanșează vanele, se reface scara, capacul, se vopsesc elementele metalice din cămine, supratraversări, elemente de semnalizare;
 - ii. se reface sistemele de marcare/semnalizare a aducțiunii;
 - iii. se curăță și se înierbează zonele de protecție sanitară.
 - f. la intervale de maxim 2 ani, dacă nu sunt fenomene evidente, se verifică pierderile de apă pe tronsoane, folosind mijloace portabile de detectare;
 - g. ori de câte ori se constată ca fiind necesar, se spală tronsoanele unde apar probleme degradare a calității apei (depuneri de fier și/sau mangan, dezvoltare biofilm etc.);
 - h. pentru lucrările de aducțiune cu canale sau galerii, specifice transportului apei brute, se inspectează și se fac lucrări de întreținere în special înaintea sezonului friguros și după acesta:
 - i. înainte, pentru curățire, eliminarea depunerilor, refacerea sistemului de protecție, montarea elementelor de protecție;
 - ii. după, pentru refacerea taluzelor în urma efectului gheții, verificarea modului de funcționare, eliminarea vegetației care împiedică o bună curgere etc.
- (10) O problemă deosebită o poate constitui aducerea cotei capacului de cămin la cota căii de circulație. Efectul denivelării este dublu: dezagrame la trafic, mergând până la accidente în trafic și deteriorarea construcției căminului și conductelor legate la cămin, din cauza sarcinilor dinamice suplimentare și a vibrațiilor. Când denivelarea depășește 1,0 cm, se iau măsuri pentru refacere. În cazul căminelor amplasate în zone carosabile cu structuri realizate cu mixturi asfaltice la cald, se recomandă înlocuirea capacelor denivelate cu ansambluri capac+ramă cu autonivelare, capabile să preia încărcările din trafic și din variațiile de temperatură fără transfer direct asupra structurii căminului, asigurându-se în același timp:
- a. etanșitatea și integritatea ansamblului cămin-capac;
 - b. evitarea degradării carosabilului adiacent;
 - c. reducerea costurilor aferente lucrărilor de aducere la cotă.
- (11) O procedură similară se poate aplica în cazul corectării cotelor cutiei de protecție a capătului de sus al tijelor de manevră aferente vanelor îngropate.
- (12) Pentru aducțiunile lungi (peste 15 Km), personalul de exploatare va avea la dispoziție mijloace de transport. În cazuri speciale, pot fi prevăzute cantoane de exploatare și personal permanent.
- (13) În anexa 3 sunt prezentate riscurile care pot să apară în exploatarea aducțiunilor, acțiunile preventive, elemente de verificare și acțiunile corective, dar și planul pentru situații neprevăzute.

8 Construcții pentru înmagazinarea apei

8.1 Elemente generale

- (1) În sistemul de alimentare cu apă, construcțiile pentru înmagazinarea apei poartă numele de rezervoare. Rolul acestora în sistemele de alimentare cu apă include:
- a. creșterea siguranței în funcționare;
 - b. dimensionarea rațională a sistemului de alimentare cu apă;
 - c. înmagazinarea unei rezerve de apă (brută, tratată sau potabilă) necesară pentru satisfacerea nevoilor utilizatorilor;
 - d. asigurarea volumelor de compensare orare și zilnice;

- e. asigurarea rezervei de apă necesare stingerii incendiilor;
 - f. asigurarea volumelor de apă necesare funcționării sistemului de alimentare cu apă (spălare filtre; preparare soluții; spălare conducte).
- (2) Tipul de rezervor se va adopta în funcție de calitatea apei și alcătuirea sistemului:
- a. rezervoare deschise pentru apă brută sau parțial tratată (rezervă de incendiu, rezervă de avarie pentru cazul poluării sursei);
 - b. rezervoare închise (etanșe) pentru apă tratată sau apă potabilă.

8.1.1 Clasificarea construcțiilor pentru înmagazinarea apei

- (1) Construcțiile de înmagazinare se pot clasifica:
- a. după poziția față de sol:
 - i. rezervoare la sol: îngropate, parțial îngropate și supraterane;
 - ii. rezervoare amplasate deasupra terenului pe o construcții de susținere (în general sub formă de turn) numite și castele de apă.
 - b. după forma constructivă: rezervoare cilindrice; rezervoare paralelipipedice; rezervoare tronconice; rezervoare de forme speciale.
 - c. după legătura cu alte construcții:
 - i. rezervoare independente;
 - ii. rezervoare incluse în structura altor construcții (stații de filtre).
 - d. după materialele din care sunt confecționate:
 - i. beton armat;
 - ii. metalice din oțel carbon structural sau din oțel inoxidabil;
 - iii. PAFS (poliesteri armați cu fibră de sticlă);
 - iv. materiale termoplastice;
 - v. hibride (având fundul realizat din beton conic sau plan și suprastructura din oțel).
 - e. după poziția în schema sistemului de alimentare cu apă:
 - i. rezervoare de trecere (amplasate între conducta de aducțiune și rețeaua de distribuție);
 - ii. rezervoare de capăt (amplasate în partea opusă a rețelei față de punctul de legătură cu conducta de aducțiune);
 - iii. contra-rezervoare (când sunt amplasate ca rezervoare de capăt în scheme care cuprind și rezervoare de trecere).
 - f. după modul în care asigură alimentarea rețelei de distribuție:
 - i. rezervor care asigură alimentarea gravitațională a rețelei de distribuție (total sau parțial);
 - ii. rezervor care asigură alimentarea rețelei de distribuție prin pompare.

8.2 Proiectarea construcțiilor pentru înmagazinarea apei

8.2.1 Calculul volumului rezervoarelor

- (1) Determinarea volumului rezervorului se va face astfel:

$$V_{\text{rez}} = V_{\text{comp}} + V_{\text{RI}} + V_{\text{av}} [\text{m}^3] \quad (8.1)$$

în care:

V_{rez} – volumul total util al rezervorului $[\text{m}^3]$;

V_{comp} – volumul de compensare $[\text{m}^3]$;

V_{RI} – volumul rezervei intangibile de incendiu $[\text{m}^3]$;

V_{av} – volumul rezervei necesare în caz de avarii la sursă sau la alte obiecte pe circuitul apei în amonte de rezervor [m^3].

- (2) Volumul total al rezervorului trebuie să asigure în caz de avarie la obiectele amonte de rezervor, consumul zilnic maxim al cerinței de apă ($Q_{szi\ max}$) pentru minim 12 ore.
- (3) La rezervoarele subterane, parțial îngropate și supraterane capacitatea totală se calculează pentru toate cerințele: compensare, rezerva intangibilă de incendiu și avarie. Pentru castelele de apă capacitatea se calculează numai pentru compensare și volumul rezervei pentru stingerea incendiilor interioare, iar rezerva de avarie și volumul rezervei pentru stingerea incendiilor exterioare se vor acumula în rezervoare subterane separate, parțial îngropate sau supraterane din care se pompează apa în castel.

8.2.1.1 Volumul de compensare

- (1) Acesta se determină analitic sau grafic, prin metoda diferențelor dintre debitele cerinței orare de alimentare a rezervorului și debitele cerinței orare consumate din rezervor, în procente din debitul cerinței maxim zilnic; calculul se efectuează pentru alimentare/consum orar pentru o zi sau alimentare/consum zilnic pentru o săptămână. Este rațional să fie cunoscută curba de consum; pentru cazul compensării orare pentru o zi, volumul de compensare se calculează analitic considerând valorile diferențelor maxime pozitive $|a|$ și negative $|b|$, astfel:

$$V_{comp} = \frac{|a| + |b|}{100} \cdot Q_{szi\ max} [m^3] \quad (8.2)$$

în care:

a și b reprezintă cea mai mare valoare a diferenței maxime pozitive și negative dintre alimentare și consum.

Tabelul 8.1. Calculul volumului de compensare a rezervoarelor prin metoda diferențelor orare

Ora	Alimentare [%]		Consum [%]		Diferențe [%]	
	Valori orare	Valori cumulate (A)	Valori orare	Valori cumulate (C)	A – C (+)	A – C (-)
					(2) – (4)	(2) – (4)
0	1	2	3	4	5	7

- (2) Deoarece la un sistem nou de alimentare cu apă nu este cunoscut programul de consum al apei (curba de consum), se estimează pentru calculul volumului de compensare un coeficient „c” care variază în funcție de mărimea centrului populat, conform Tabelul 8.2, iar volumul de compensare se determină cu relația:

$$V_{comp} = c \cdot Q_{szi\ max} [m^3] \quad (8.3)$$

Tabelul 8.2. Valorile coeficientului „c” pentru calculul volumului de compensare

Număr de locuitori [mii de locuitori]	$n < 5$	$5 \leq n < 10$	$10 \leq n < 20$	$20 \leq n < 50$	$50 \leq n < 100$	$100 \leq n < 300$
Coeficient „c”	0,50	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20

- (3) Se impune ca alimentarea rezervoarelor să se facă uniform cu un debit egal pe perioada celor 24 h sau în fiecare zi din săptămână; în acest mod toate obiectele amonte de rezervor vor lucra la parametri constanți.
- (4) Proiectantul va efectua calculul volumului de compensare pentru sistemele existente luând în considerare:
- alimentarea uniformă zilnică a rezervoarelor;
 - variația zilnică a consumului pentru o săptămână – 7 zile; de regulă consumul maxim de apă este la începutul weekendului (vineri seara-sâmbătă dimineața); consumul minim apare duminică după-amiaza.
- (5) Pe această bază se vor putea asigura:
- acumularea unor cantități de apă în zilele de lucru (luni – vineri) și în perioadele de consum minim;
 - asigurarea consumurilor mari în perioadele de vârf din weekend.
- (6) Calculul volumului de compensare săptămânal se impune să se bazeze pe date certe privind cerința și necesarul de apă în zilele de lucru și zilele de weekend ale săptămânii. Aceasta se poate realiza după funcționarea sistemului în regim stabil.

8.2.1.2 Volumul rezervei intangibile de incendiu

- (1) Calculul volumului rezervei intangibile de incendiu se face în conformitate cu precizările din subcapitolul 3.3.
- (2) Păstrarea rezervei se va face prin instalații hidraulice adecvate (liră de control) și prin sisteme automate de control al nivelului apei.
- (3) Rezerva de apă se va păstra integral în toate cuvele rezervoarelor.
- (4) Când rezervorul are o singură cuvă și aceasta intră în reparație, se asigură alimentarea rețelei de distribuție printr-un bypass al rezervorului direct din aducțiune și se adoptă măsuri pentru a asigura o perioadă cât mai redusă de intervenție la cuva rezervorului. Se impune asigurarea apei pentru stingerea incendiului din alte surse în perioada de intervenție la cuva rezervorului.
- (5) Când presiunea în rețea se asigură prin pompare din rezervor:
- pompele vor fi alimentate din două surse de energie electrică, potrivit prevederilor normativului I7;
 - pentru sisteme la care debitul de incendiu reprezintă mai mult de 15% din Q_{IIV} , configurația grupului de pompare se adoptă astfel încât să existe o pompă suplimentară, dedicată pentru stingerea incendiului;
 - pentru sisteme la care debitul de incendiu reprezintă până la 15% din Q_{IIV} , configurația grupului de pompare se adoptă astfel încât să asigure inclusiv debitul pentru stingerea incendiului.

8.2.1.3 Volumul de avarie

- (1) Se determină în funcție de lungimea și materialul conductei de aducțiune, stabilitatea și siguranța terenului de execuție a aducțiunii, siguranța în funcționare a stațiilor de pompare, importanța obiectivului de alimentat, astfel:

$$V_{av} = Q_{min} \cdot (T_{av} - T_i) - Q_a \cdot T_a \quad [m^3] \quad (8.4)$$

în care:

Q_{\min} – debitul minim necesar pentru funcționarea sistemului de alimentare cu apă pe durata avariei. Pentru localități se consideră $Q_{\min} = (60\% \dots 80\%) \cdot \frac{Q_{szi \max}}{24}$ [m^3/h];

procentul va fi cu atât mai mare cu cât localitatea este mai mare;

T_{av} – durata maximă, în ore, de remediere a unei avarii pe circuitul amonte de rezervor (18 ÷ 24 ore pentru aducțiuni cu diametrul peste 800 mm, 8 ÷ 16 ore în celelalte cazuri) sau cel de scoatere din funcțiune a stației de pompare (timpul admis pentru întreruperea cu energie electrică a stației de pompare este de 6 ore pentru localități cu mai puțin de 10000 locuitori, de 4 ore pentru localități de 10000 – 50000 locuitori, de 2 ore pentru localități cu 50000 – 100000 locuitori, zero la localități cu peste 100000 locuitori).

T_i – timpul maxim, în ore, în care se admite întreruperea completă a alimentării cu apă a localității (pentru orașe cu mai mult de 100000 locuitori, $T_i = 0$);

Q_a – debitul, în m^3/h , care poate fi obținut de la alte surse considerate că funcționează la capacitatea maximă.

- (2) La stabilirea volumului rezervei în caz de avarii trebuie să se analizeze, în cadrul schemei sistemului de alimentare cu apă, din punct de vedere tehnico-economic, posibilitatea de reducere a acestuia prin cooperare cu alte sisteme de alimentare cu apă, prin prevederea unei surse de rezervă sau a unei aducțiuni duble.
- (3) Modul de folosire a apei din rezervor este influențat de pierderea de apă din rețeaua de distribuție. Pentru a se putea conta pe volumul de avarie, trebuie ca acesta să fie protejat.

8.2.1.4 Numărul de cuve în funcție de volumul total

- (1) Pentru rezervorul de înmagazinare se prevăd în general două cuve și în spațiul dintre acestea sau adiacent se construiește camera instalațiilor hidraulice. Forma circulară sau dreptunghiulară a cuvei purtătoare de apă se stabilește:
 - a. prin calcul tehnico – economic: volum beton armat minim/ m^3 apă înmagazinată;
 - b. pe baza materialului de construcție: metal, beton armat sau beton armat precomprimat; pentru fiecare material există o formă optimă corelată și cu adâncimea de apă; aceasta crește pentru metal și beton armat precomprimat.
- (2) Rezervoarele cu o capacitate mai mică de 150 m^3 se pot executa cu o singură cuvă. Rezervoare mai mari de 150 m^3 se execută cu 2 sau mai multe cuve, pentru a nu scoate din funcțiune întreaga capacitate de înmagazinare când sunt lucrări de întreținere la rezervoare.
- (3) Pentru rezervoarelor de apă potabilă se vor prevedea obligatoriu măsuri care să asigure circulația apei în cuvele rezervorului, astfel încât să nu existe zone de stagnare a apei în rezervor.
- (4) Capacitatea unei cuve a unei construcții de înmagazinare apă potabilă nu trebuie să depășească volumul de apă corespunzător timpului maxim de trecere a apei prin construcția de înmagazinare, de 3 zile pentru rezervoare și 1 zi pentru castele de apă.

8.2.2 Amplasarea complexului de înmagazinare. Cota rezervorului

- (1) În funcție de configurația terenului în amplasamentul utilizatorului de apă, rezervoarele pot fi amplasate:
 - a. în extravilan, dacă există cote în apropierea localității care să asigure gravitațional presiunea necesară la utilizatori;
 - b. în intravilan, în spațiile care pot asigura zona de protecție sanitară conform Hotărârii Guvernului nr. 930/2005; rezervorul va fi pe sol, cu pomparea apei în rețea, sau va fi de tip castel de apă.

- (2) Alegerea amplasamentului rezervoarelor de apă se va face pe baza unui calcul tehnico-economic în cadrul configurației sistemului de alimentare cu apă. Vor fi luate în considerare:
- asigurarea gravitațională a presiunii în rețea pentru cât mai mulți consumatori, pompare directă din rezervor pentru toată rețeaua sau numai zone din rețea; în toate cazurile, vor fi determinate costurile de investiție, consumul energetic și siguranța în funcționare;
 - condițiile de stabilitate și rezistență ale terenului în zona amplasamentului;
 - disponibilitatea terenului în zona de amplasare;
 - la rezervoarele pentru apă potabilă, spațiul pentru asigurarea zonei de protecție sanitară conform Hotărârii Guvernului nr. 930/2005;
 - încadrarea în PUG-ul și PUZ-ul amplasamentului deservit.

- (3) Alegerea amplasamentului rezervoarelor trebuie să țină seama și de următoarele aspecte:
- la rezervoarele cu alimentarea gravitațională a rețelei, cota radierului rezervorului se alege astfel încât în rețea presiunea maximă să fie 60 m col. H₂O și se calculează cu relația:

$$C_R = C_T + H_b + h_r \quad [m] \quad (8.5)$$

în care:

C_R – cota radierului rezervorului, în m dMN;

C_T – cota terenului la branșamentul consumatorului luat în calcul, în m dMN;

H_b – presiunea necesară la branșamentul consumatorului luat în calcul, în m col. H₂O;

h_r – pierderea de sarcină pe circuitul rezervor – branșament luat în considerare, în m; pierderea de sarcină h_r se apreciază cu relația:

$$h_r = i_{med} \sum l \quad [m] \quad (8.6)$$

în care:

$\sum l$ – suma lungimii tronsoanelor de rețea pe circuitul cel mai scurt între rezervor și consumator (măsurată pe conducta de legătură rezervor – rețea și apoi măsurată pe traseul străzilor până la secțiunea consumatorului luat în calcul), în m;

i_{med} – panta hidraulică medie, apreciată în etapa de pre-dimensionare în domeniul 0,003 – 0,008 (limitele corespund valorilor vitezelor economice de curgere prin conductele rețelei de distribuție).

Notă: În calculul de pre-dimensionare pentru stabilirea cotei rezervorului vor fi luate în considerare mai multe secțiuni din rețea care: se află la distanță mare de rezervor (h_r mare); se află pe cote înalte (C_T mare); necesită presiune mare la branșament (H_b) din cauză că deservește locuințe tip bloc sau construcții publice unde se prevăd hidranți interiori, alegându-se cazul cel mai defavorabil (C_R are cea mai mare valoare).

- amplasamentul și concepția rezervorului trebuie să permită extinderi viitoare;
 - trebuie evitată amplasarea rezervoarelor în zone cu terenuri instabile sau cu capacitate portantă redusă, mlăștinoase, cu apă agresivă față de betoane, cu apă subterană având nivelul deasupra radierului rezervorului sau inundabile, pe versanți cu pante abrupte;
 - zona de amplasare trebuie să fie ușor accesibilă și protejată de influențe dăunătoare sub aspect sanitar.
- (4) Se va asigura păstrarea distanțelor minime de protecție sanitară pentru rezervoarele de apă potabilă. Conform Hotărârii Guvernului nr. 930/2005 se recomandă păstrarea următoarelor distanțe minime de protecție sanitară, măsurate de la pereții exteriori ai rezervorului:
- 10 m până la gardul de protecție;
 - 20 m față de locuințe și drumuri;
 - 50 m față de clădiri și instalații industriale;

- d. în situații speciale (rețele de canalizare, stații de epurare, depozite reziduuri industriale, industrii poluante), vor fi efectuate studii speciale pentru estimarea riscului și combaterea eventualelor influențe negative asupra rezervoarelor.

8.2.3 Instalațiile rezervoarelor și castelelor de apă

8.2.3.1 Instalația hidraulică a rezervoarelor și castelelor de apă

- (1) Instalația hidraulică a unei cuve a rezervorului trebuie să îndeplinească următoarele cerințe:
- conducta de alimentare, cu diametrul egal cu cel al conductei de aducțiune. Legătura la fiecare cuvă este prevăzută cu o vană de închidere; pe conductele de alimentare se vor prevedea dispozitive de închidere automată cu timp de închidere de minim 10 minute, pentru a reduce pierderile de apă în cazul umplerii rezervorului;
 - conductă de preaplin, cu diametrul cel puțin egal cu cel al conductei de alimentare;
 - conductă pentru prelevarea apei din rezervor; diametrul se dimensionează la debitul maxim orar, pentru o viteză de curgere de 0,8 – 1,5 m/s. La această conductă se leagă, printr-un racord special, blocat cu vană sigilată (accesibilă direct sau cu dispozitiv de comandă de la distanță), sorbul de plecare a apei pentru incendiu. Dimensiunea racordului se adoptă egală cu a conductei de plecare. La sisteme de alimentare în care debitul de incendiu este mai mare de 20 l/s legătura rezervor – rețea va fi dublă;
 - conductă de golire definitivă, cu diametrul ales constructiv de 100 – 300 mm. Această conductă trebuie să asigure golirea rezervorului (plin) în 6 ... 8 ore. Se amplasează la cel mult 100 mm de radierul bașei;
 - instalațiile hidraulice trebuie proiectate astfel încât să nu permită consumarea volumului rezervei de incendiu decât în scopul pentru care acesta a fost prevăzut. Conductele de incendiu au vanele închise în mod obișnuit, deschiderea lor făcându-se numai de către personal autorizat pentru aceasta. Vanele vor fi prevăzute cu posibilitatea acționării de la distanță;
 - rezervoarele se prevăd cu instalațiile necesare pentru alimentarea cu apă a pompelor mobile de incendiu, conform normelor de apărare împotriva incendiilor;
 - pentru o siguranță suplimentară, între conducta de alimentare a rezervorului și conducta de prelevare a apei se realizează o conductă de legătura (bypass), prevăzută cu o vană permanent închisă. În cazuri speciale, când ambele cuve ale rezervorului sunt scoase din funcțiune, se deschide această vană și se închid vanele de pe alimentarea și plecarea din rezervor – rezervorul fiind ocolit (bypass-at); legătura poate fi realizată în camera instalației hidraulice sau în exterior; această legătură este obligatorie când rezervorul are o singură cuvă.
 - toate conductele cu care este echipat rezervorul, cu excepția celei de preaplin, trebuie prevăzute cu vane;
 - instalația hidraulică va fi gândită pentru fiecare caz în parte;
 - aparatură de măsură și control – orice rezervor trebuie să fie dotat cu sistem de măsurare on-line a debitelor intrate și ieșite în și din rezervor, precum și nivelului apei în cuvele rezervorului; se vor folosi sisteme de control al nivelului apei în cuvă pentru acționarea automată a armăturilor și echipamentelor care asigură alimentarea cuvelor, respectiv plecarea apei din rezervor.
- (2) La rezervoarele de apă potabilă nu se admite descărcarea directă a conductelor de preaplin și golire în canalizări de ape uzate. Conductele de descărcare se prevăd la capetele aval cu sită cu ochiuri de 1 cm.
- (3) La descărcarea conductelor de preaplin și golire trebuie luate măsuri pentru a nu aduce prejudicii terenurilor și obiectivelor din zonă și pentru a elimina total curgerea în sens invers.
- (4) Toate rezervoarele vor fi prevăzute cu dotări care să permită spălarea periodică de 1 – 2 ori/an, respectiv să se poată asigura evacuarea nămolului, evacuarea apei de la spălare și evacuarea apei de

la dezinfectare. Evacuarea apei de la spălare și a apei de la dezinfectare, obligatoriu neutralizate, se va face într-un receptor natural, cu respectarea condițiilor normativului NTPA 001/2002.

- (5) La proiectarea instalațiilor hidraulice a rezervoarelor trebuie să se țină seama de posibilitatea tasărilor diferențiate dintre rezervor și camera vanelor.
- (6) Instalația castelului de apă cuprinde în mod uzual:
 - a. conducta de alimentare cu robinet cu plutitor;
 - b. conducta de plecare a apei la consum curent cu o dispunere în cuvă sub formă de sifon pentru păstrarea rezervei intangibile pentru incendiu;
 - c. orificiu pentru dezamorsarea sifonului conductei de plecare a apei;
 - d. conducta de plecare a apei pentru incendiu;
 - e. conductă de preaplin;
 - f. conductă de golire cuvă;
 - g. conductă de legătură alimentare – consum (cu vană închisă în mod curent), pentru bypass-area castelului în caz de necesitate.
- (7) Pot fi utilizate și alte tipuri de armături hidraulice în instalațiile castelelor de apă, cu condiția ca acestea să îndeplinească cerințele necesare specifice fiecărui circuit în parte.
- (8) Toate conductele cu care este echipat castelul de apă, cu excepția celei de preaplin, trebuie prevăzute cu vane.
- (9) Conductele de incendiu ale castelelor de apă au vanele închise în mod obișnuit, deschiderea lor făcându-se numai de către personal autorizat pentru aceasta. Vanele vor fi prevăzute atât cu acționare de la distanță, cât și cu acționare manuală.
- (10) Orice castel de apă trebuie să fie dotat cu sistem de măsurare on-line a debitelor intrate și ieșite în și din castel, precum și nivelului apei în cuvă; se vor folosi sisteme de control al nivelului apei în cuvă pentru acționarea automată a armăturilor și echipamentelor care asigură alimentarea cuvelor, respectiv plecarea apei din castelul de apă (pompe ce alimentează castelul, pompe de incendiu etc).

8.2.3.2 Instalațiile de iluminat și semnalizare

- (1) Pentru iluminarea în camera vanelor (a instalațiilor hidraulice) și în rezervoare trebuie să se prevadă prize și lămpi portative cu cablu flexibil la tensiuni nepericuloase. În camera vanelor trebuie prevăzut un sistem de iluminare de siguranță.
- (2) La castelele de apă se prevăd instalații de iluminare de balizaj pentru noapte și instalație de paratrăsnet cu cablu de coborâre și priză de pământ.

8.2.3.3 Instalațiile de ventilație

- (1) Rezervoarele îngropate se prevăd cu coșuri de ventilație, care trebuie ridicate cu 0,80 m deasupra pământului de umplură și prevăzute la partea superioară cu căciuli și site de protecție, având ochiuri de maximum 1 mm.
- (2) Secțiunea transversală a coșurilor de ventilație ale unui rezervor trebuie să fie min. 0,10% din suprafața oglinzii apei.
- (3) La acoperișuri executate din prefabricate de beton este preferabil ca ventilația să se facă prin pereți, cu ajustări adecvate.
- (4) Ventilația rezervoarelor parțial îngropate și supraterane se poate face:
 - a. prin coșuri de ventilație;

- b. prin ferestre prevăzute în pereții construcției de susținere centrală a acoperișului; ferestrele se prevăd cu site de protecție având ochiurile de maximum 1 mm.

8.2.4 Măsuri pentru asigurarea termoizolației construcțiilor de înmagazinare

- (1) Necesitatea și alcătuirea izolației termice a rezervoarelor se stabilesc pe baza unui calcul de bilanț termic, luând în considerare: temperatura apei la intrarea și ieșirea din rezervor, timpul de stagnare al apei în rezervor și variațiile temperaturii exterioare a aerului.
- (2) La castelele de apă izolarea termică a cuvei castelului rezultă dintr-un calcul termic pentru temperaturile din timpul iernii. Izolația termică poate să lipsească la castelele care primesc apa din surse subterane.
- (3) La castele de apă trebuie să se prevadă măsuri de protecție a conductelor și armăturilor împotriva înghețului.
- (4) La rezervoarele parțial îngropate sau neîngropate se analizează de la caz la caz necesitatea prevederii de măsuri de protecție a conductelor și armăturilor împotriva înghețului.

8.2.5 Măsuri pentru asigurarea etanșeității rezervoarelor

- (1) Pentru a se realiza un rezervor etanș trebuie adoptate măsuri constructive și tehnice pentru:
 - a. alegerea mărcii și compoziției betonului utilizat la fundații și rezervoare indicând clasa de impermeabilizare;
 - b. adoptarea soluțiilor corecte pentru punerea în operă și întreținerea betonului post- turnare;
 - c. realizarea gradului de impermeabilitate cerut prin proiect.
- (2) Rezervoarele se execută din betoane care să asigure impermeabilitatea la presiunea apei din rezervor. Se va specifica în proiectul rezervorului gradul de impermeabilitate al betonului.
- (3) Treckerile conductelor prin pereți se prevăd cu piese de trecere etanșe reglabile dinspre camera vanelor. Este obligatoriu ca în proiect să se dea detalii de execuție la trecerea conductelor prin pereți.
- (4) La rezervoarele din beton armat precomprimat trecerile conductelor se fac prin pereții bazei, sub nivelul radierului.
- (5) În cazul rezervoarelor care vin în contact cu apa freatică, trebuie să se prevadă pe suprafața exterioară o izolație hidrofugă elastică. În acest caz, în proiect trebuie să se dea detalii de execuție la trecerea conductelor prin pereți, la racordarea izolațiilor și detaliile de etanșare a rosturilor dintre rezervor și camera vanelor.
- (6) Pentru a se realiza un rezervor metalic etanș, trebuie adoptate măsuri constructive și tehnice pentru:
 - a. alegerea mărcii și compoziției betonului utilizat la fundații indicând clasa de impermeabilizare;
 - b. adoptarea soluțiilor corecte pentru punerea în operă precum și a materialelor de etanșare dedicate, a căror durată de viață este cel puțin egală cu cea a carcasi metalice; trebuie avut în vedere faptul că membranele din materiale termoplastice sau cauciuc au o durată de viață limitată la 15-20 ani;
 - c. respectarea programului de întreținere și reparații recomandat de producător.
- (7) Proba de verificare a etanșeității rezervoarelor se efectuează înaintea executării tencuiei hidrofuge, a izolării termice la pereți și a umpluturilor de pământ în jurul rezervoarelor, după cum urmează:
 - a. după 28 – 60 zile de la terminarea turnării betonului pentru rezervoarele executate din beton armat;

- b. după 15 – 60 zile de la terminarea injectării canalelor la rezervoarele precomprimate, cu fascicule înglobate;
 - c. după 8-10 zile de la finalizarea montajului rezervoarelor metalice și a etanșezării carcasei la fundația de beton, pentru rezervoarele din oțel și hibride.
- (8) Înainte de umplerea rezervorului cu apă se verifică toate instalațiile hidraulice și se reglează piesele de trecere a conductelor prin pereți, astfel încât să nu fie posibile pierderi de apă care să influențeze rezultatele probei de etanșeitate.
- (9) Etanșeitatea rezervorului se verifică prin umplerea acestuia până la nivelul corespunzător înălțimii utile, după care se păstrează plin timp de zece zile. În acest interval se fac verificări zilnice ale instalațiilor hidraulice și pieselor de trecere în vederea depistării și eliminării eventualelor pierderi de apă.
- (10) Dacă în intervalul respectiv se constată pierderi de apă la exteriorul pereților, rezervorul se golește pentru efectuarea remedierilor, după care proba se repetă în condițiile de mai sus.
- (11) Etanșeitatea rezervorului se consideră corespunzătoare dacă după 10 zile pierderea de apă nu depășește $0,25 \text{ l/zi/m}^2$ suprafață udată (după ce se scad pierderile prin evaporare).
- (12) În cazul rezervoarelor îngropate în terenuri sensibile la umezire nu se admit nici un fel de pierderi; sunt recomandate măsuri suplimentare pentru control. Se vor respecta prevederile normativului NP 125.
- (13) În cazul rezervoarelor îngropate în terenuri cu umflări și contractii mari nu se admit nici un fel de pierderi; sunt recomandate măsuri suplimentare pentru control. Se vor respecta prevederile normativului NP 126.
- (14) La interiorul rezervoarelor, pereții și radierul se prevăd cu tencuială hidrofugă, executată conform prescripțiilor tehnice specifice. În cazul rezervoarelor realizate din elemente prefabricate asamblate prin precomprimare, precum și la rezervoarele pentru apă industrială, tencuiala hidrofugă la pereți poate să lipsească sau să fie înlocuită cu alte protecții hidrofuge, care să nu modifice calitatea apei.
- (15) În cazul înmagazinării unor ape agresive, sau când rezervorul este amplasat în medii agresive, trebuie să se ia măsuri de protecție a betonului și a celorlalte elemente de construcții și instalații conform prescripțiilor tehnice specifice.
- (16) În cazul în care dezinfectarea apei cu clor gazos se face în rezervor sau imediat în amonte de acesta, în proiect trebuie să se prevadă măsuri pentru protecția anticorozivă a acoperișului rezervorului, avizate din punct de vedere sanitar.

8.2.6 Dezinfectarea construcțiilor de înmagazinare apă potabilă

- (1) Construcțiile de înmagazinare apă potabilă trebuie să fie spălate și dezinfectate înainte punerii în funcțiune. Dezinfectarea se face sub controlul organelor sanitare.
- (2) Spălarea și dezinfectarea construcțiilor de înmagazinare apă potabilă se face după cum urmează:
- a. suprafața interioară a cuvelor se curăță manual sub jet de apă, apoi cuvele, camera vanelor și conductele se spală cu apă potabilă;
 - b. cuvele și conductele se umplu și se mențin pline cu apă potabilă cu un conținut de minimum $20 \text{ g clor activ/m}^3$ timp de 24 h, după care sunt golite. Apa evacuată se neutralizează;
 - c. după golire, cuvele și conductele se reumplu numai cu apă potabilă și se fac analize bacteriologice.
- (3) Ciclul umplere – probe – golire se repetă până când la trei probe consecutive se obțin la analizele bacteriologice rezultate corespunzătoare.

(4) Construcțiile de înmagazinare apă potabilă se dau în funcțiune numai cu avizul organelor sanitare.

8.2.7 Monitorizarea nivelelor și a debitelor de apă care tranzitează construcțiile de înmagazinare

- (1) La toate construcțiile de înmagazinarea apei este obligatorie monitorizarea debitelor influente și efluente, precum și a nivelelor apei în cuvele rezervoarelor. În acest sens se vor prevedea:
 - a. echipamente pentru monitorizarea nivelelor apei în fiecare cuvă a construcției de înmagazinare care să asigure înregistrarea valorilor înregistrate pentru o perioadă de timp și transmiterea permanentă on-line, local în camera vanelor și la distanță la dispecerul operatorului a valorilor înregistrate;
 - b. atât pe conducta de alimentare, cât și pe conducta de plecare a construcției de înmagazinare, vor fi prevăzute debitmetre care să asigure măsurarea debitelor influente/efluente, înregistrarea valorilor măsurate pentru o perioadă de timp și transmiterea permanentă online, local în camera vanelor și la distanță la dispecerul operatorului a valorilor măsurate.
- (2) Sistemele de monitorizare a nivelurilor de apă în cuve vor asigura alarmarea operatorului în caz de atingere a nivelurilor extreme maxime sau minime. Se recomandă implementarea de sisteme care să permită acționarea armăturilor și echipamentelor de alimentare cu apă, respectiv ieșirea apei din construcția de înmagazinare (vane și pompe după caz), controlate de Operator, prin SCADA.

8.2.8 Elemente de calculul de rezistență și de stabilitate pentru rezervoarele metalice

- (1) Structurile de construcții vor fi proiectate și executate cu un grad de siguranță stabilit în conformitate cu reglementările tehnice în vigoare, astfel încât în timpul duratei de viața proiectate să preia toate acțiunile din timpul execuției și exploatarei construcției și să rămână funcționale pentru scopul pentru care au fost proiectate.
- (2) Structurile de construcții vor fi proiectate și executate pentru a rezista și la acțiuni produse de incendii, explozii, impact și consecințe ale erorilor umane, fără a conduce la imposibilitatea utilizării acestora.
- (3) Avarierea și degradarea potențială a unei structuri trebuie evitată sau limitată prin:
 - a. eliminarea sau reducerea efectelor hazardurilor la care poate fi expusă;
 - b. alegerea unui tip de structură care este puțin vulnerabilă la hazardurile considerate;
 - c. evitarea unor sisteme structurale care pot ceda fără avertisment;
 - d. utilizarea unor sisteme structurale la care elementele structurale conlucrează în preluarea acțiunilor.
- (4) Nivelul de siguranță cerut pentru structurile de construcții proiectate cu respectarea prevederilor codului de proiectare CR 0 se poate realiza prin:
 - a. proiectarea structurilor conform reglementărilor tehnice în construcții în vigoare;
 - b. execuția corespunzătoare și luarea de măsuri de management al calității lucrărilor.
- (5) În funcție de consecințele anticipate în ceea ce privește comportarea construcțiilor la diferite acțiuni (pierdere de capacitate de rezistență și/sau funcționalitate, pierdere de ordin economic/social, impact asupra mediului etc.) pot fi adoptate niveluri diferite de siguranță pentru rezistența structurală. Alegerea nivelurilor de siguranță pentru o structură de construcții va lua în considerare factori relevanți precum:
 - a. cauzele posibile și modul de evoluție a structurii spre o stare limita (ultima și/sau de serviciu);
 - b. consecințele posibile ale cedării exprimate în termeni de risc de pierdere de vieți și risc de pierderi economice potențiale;

- c. reacția populației față de cedarea structurii;
 - d. costul reducerii riscului de cedare (a structurii).
- (6) Durata de viață proiectată a structurii construcției trebuie specificată. Aceasta poate fi simplificat evaluată în conformitate cu Tabelul 2.1 din codul de proiectare CR 0.
- (7) Rezervoarele de apă fiind construcții ingineresti importante, încadrate în clasa I de importanță, se vor proiecta pentru categoria 5 a duratei de viață, respectiv durata de viață proiectată a structurii de cel puțin 100 ani.
- (8) Acțiunile pot fi clasificate după variația lor în timp, astfel:
- a. acțiuni permanente (G), de exemplu acțiuni directe, precum greutatea proprie a construcției, a echipamentelor fixate pe construcții și acțiuni indirecte, datorate contracției betonului și tasărilor diferențiate;
 - b. acțiuni variabile (Q), de exemplu acțiuni pe planșeele și acoperișurile clădirilor, acțiunea zăpezii, acțiunea vântului, împingerea pământului, a fluidelor și a materialelor pulverulente;
 - c. acțiuni accidentale (A), de exemplu acțiuni din explozii, acțiuni din impact, acțiunea zăpezii (în cazul aglomerărilor excepționale de zăpadă pe acoperiș);
 - d. acțiunea seismică (AE).
- (9) În general, valoarea caracteristică a acțiunilor din vânt și din zăpadă se definește prin probabilitatea de nedepășire de 2% într-un an, ceea ce corespunde unui interval mediu de recurență de 50 de ani a unei valori mai mari decât valoarea caracteristică, $IMR=50$ ani. În anumite cazuri valoarea caracteristică a acțiunilor climatice se poate defini și cu alte probabilități de nedepășire într-un an.
- (10) Pentru acțiuni seismice valoarea de proiectare A_{Ed} va fi determinată din valoarea caracteristică A_{Ek} .
- (11) Pentru proiecte individuale A_{Ed} poate fi specificată explicit pentru valori superioare celor indicate în reglementările tehnice în vigoare privind proiectarea la acțiunea seismică a construcțiilor noi, care sunt determinate pentru intervalul mediu de recurență (IMR) de 100 ani, respectiv 39% probabilitate de depășire a valorii A_{Ed} în 50 ani.
- (12) A_{Ed} va avea valori mai ridicate pentru intervale medii de recurență superioare (de exemplu, pentru un $IMR = 475$ ani, probabilitatea de depășire a valorii A_{Ed} în 50 ani este de 10%).

8.2.8.1 Încărcări din zăpadă

- (1) Calculul încărcărilor din zăpadă are la bază codul de proiectare CR1-1-3; toate referirile la tabele și figuri în acest subcapitol sunt la cele din codul de proiectare.
- (2) Valoarea caracteristică a încărcării din zăpadă pe sol este definită cu 2% probabilitate de depășire într-un an (interval mediu de recurență $IMR=50$ ani) și se calculează în repartiția Gumbel pentru maxime.
- (3) Cu acordul beneficiarului, pentru proiectarea la acțiunea zăpezii a clădirilor și structurilor la care se dorește un nivel de siguranță sporit sau a construcțiilor și/sau acoperișurilor sensibile la acțiunea zăpezii, se poate folosi o valoare a încărcării din zăpadă la sol având o probabilitate de depășire mai mică de 2% ($IMR>50$ ani), care se determină conform Anexei B din codul de proiectare CR1-1-3.
- (4) Valorile caracteristice ale încărcării din zăpadă pe sol pe teritoriul României, sk, sunt indicate în harta de zonare din Figura 3.1 a codului de proiectare CR1-1-3. Valorile prezentate sunt valabile pentru proiectarea la acțiunea zăpezii a construcțiilor amplasate la altitudini $A < 1000$ m.
- (5) Valorile caracteristice ale încărcării din zăpadă pe sol din Figura 3.1 sunt valori minime, obligatorii, pentru proiectarea construcțiilor la acțiunea zăpezii. În Tabelul A.1 din Anexa A sunt prezentate valorile caracteristice ale încărcării din zăpadă pe sol pentru 337 localități urbane din România.

- (6) Determinarea valorii caracteristice a încărcării din zăpadă pe sol în amplasamente cu altitudinea $1000 \text{ m} < A < 1500 \text{ m}$ se face:
- $sk(1000 \text{ m} < A < 1500 \text{ m}) = 2,0 + 0,00691 (A - 1000) \text{ pt. } sk(A < 1000 \text{ m}) = 2,0 \text{ kN/m}^2$ (8.7)
 - $sk(1000 \text{ m} < A < 1500 \text{ m}) = 1,5 + 0,00752 (A - 1000) \text{ pt. } sk(A < 1000 \text{ m}) = 1,5 \text{ kN/m}^2$ (8.8)
- În care: valorile $sk(A < 1000 \text{ m})$ sunt indicate în Figura 3.1. din codul de proiectare CR1-1-3.
- (7) Valorile încărcării din zăpadă pe sol în amplasamentele cu altitudinea $1000 \text{ m} < A < 1500 \text{ m}$ ce rezultă din utilizarea relațiilor (8.1) și (8.2) sunt valori minime, obligatorii, pentru proiectarea construcțiilor la acțiunea zăpezii.
- (8) Pentru amplasamente situate la altitudini $A > 1500 \text{ m}$ se utilizează prevederile alineatului 1.2 (4). În aceste amplasamente, pentru proiectarea construcțiilor la acțiunea zăpezii, valoarea minimă, obligatorie, a încărcării din zăpadă pe sol este cea corespunzătoare altitudinii de 1500 m , calculată cu relațiile (8.1) sau (8.2).

8.2.8.2 Evaluarea acțiunii vântului

- (1) Evaluarea acțiunii vântului are la bază codul de proiectare CR1-1-4; toate referirile la tabele și figuri în acest subcapitol sunt la cele din codul de proiectare.
- (2) Valorile de referință ale presiunii dinamice a vântului în România sunt indicate în harta de zonare din Figura 2.1. În Tabelul A.1 din Anexa A sunt indicate valorile de referință ale presiunii dinamice a vântului pentru 337 de localități urbane din România.
- (3) Harta de zonare a valorilor de referință a presiunii dinamice a vântului din Figura 2.1 din codul de proiectare CR1-1-4 este valabilă pentru altitudini mai mici sau egale cu 1000 m . Valoarea de referință a presiunii dinamice a vântului pentru un amplasament aflat la o altitudine mai mare de 1000 m se poate determina cu relația (A.1) din Anexa A.
- (4) Pentru zonele din sud-vestul Banatului (în care valorile de referință ale presiunii dinamice a vântului sunt mai mari sau egale cu $0,7 \text{ kPa}$ – vezi Figura 2.1) și pentru zonele de munte aflate la o altitudine mai mare de 1000 m se recomandă utilizarea de date primare recente înregistrate de Administrația Națională de Meteorologie, ANM. De asemenea, în cazul în care este necesară determinarea valorii factorului direcțional c_{dir} se recomandă utilizarea de date primare recente de la ANM.
- (5) Valoarea de referință a vitezei vântului pentru un amplasament se obține din valoarea de referință a presiunii dinamice a vântului corespunzătoare amplasamentului (luată din harta de zonare din Figura 2.1 sau direct din Tabelul A.1), folosind relația (A.3) din Anexa A.

8.2.8.3 Acțiunea seismică

- (1) Proiectarea antisismică se face în conformitate cu codul de proiectare P100-1.
- (2) Clasa de importanță este definită în “Cod de proiectare. Bazele proiectării construcțiilor indicativ CR 0 - 2012”
- clasa I de importanță: Construcții având funcțiuni esențiale, pentru care păstrarea integrității pe durata unui eveniment provocat de hazard natural sau/și antropic major este vitală pentru protecția civilă, cum sunt: Rezervoare de apă, stații de tratare, epurare și pompare a apei, esențiale pentru situații de urgență.
 - clasa II de importanță: Construcții care prezintă un pericol major pentru siguranța publică în cazul prăbușirii sau avarierii grave, cum sunt:
 - castele de apă;
 - turnuri de răcire pentru centrale termoelectrice;

- iii. parcuri industriale cu construcții unde au loc procese tehnologice de producție.
- (3) Valorile factorului de importanță - expunere, pentru acțiunile din cutremur (I,e), vânt (I,w), zăpadă (I,s) sunt indicate în reglementările tehnice de specialitate, în vigoare.
- (4) În conformitate cu codul de proiectare seismică – Partea I – Prevederi de proiectare pentru clădiri indicativ P 100-1/2013, tabelul 4.2, $Y_{I,e}=1.4$ pentru Clasa I de importanță și 1.2 pentru clasa II de importanță.

8.2.8.4 Proiectarea fundațiilor

- (1) Proiectarea fundațiilor se face în conformitate cu normativul NP 112, normativul NP 123, normativul NP 125, normativul NP 126, și codul de proiectare P100-1.
- (2) Pentru ancorajul în fundații:
- șuruburile de ancoraj ale stâlpilor în fundații vor fi realizate din oțeluri din grupele de calitate 4.6, 5.6, 5.8 și 6.8. În cazul solicitărilor foarte mari, care ar conduce la rezolvări constructive complicate ale bazelor stâlpilor, se acceptă utilizarea șuruburilor cu caracteristici fizico-mecanice ale grupei de calitate 8.8. (din oțel slab aliat cu tratament termic de normalizare);
 - în general, șuruburile de ancoraj ale stâlpilor în fundații se recomandă să se realizeze din oțeluri din grupe de calitate 4.6 și 5.6. Atunci când se folosesc șuruburi de ancoraj din grupele de calitate 5.8, 6.8 și, în mod special, în situația în care se folosesc șuruburi cu caracteristici fizico-mecanice similare grupei de calitate 8.8, trebuie să se acorde o atenție sporită clasei betonului, respectiv sistemelor de ancorare;
 - trebuie să existe compatibilitate între rezistența la întindere a șuruburilor și aderența dintre acestea și betonul din fundație.

8.3 Prescripții constructive

- (1) La execuția construcțiilor de înmagazinare se vor adopta măsurile constructive adecvate pentru:
- asigurarea izolației cuvelor purtătoare de apă împotriva infiltrațiilor și/sau exfiltrațiilor;
 - prevederea izolației termice a cuvelor rezervoarelor; soluțiile aplicate trebuie să îndeplinească condiția de stabilitate mecanică pe durata de exploatare și a coeficientului de transfer termic; sunt recomandate materialele izolatoare naturale (vată bazaltică);
 - sisteme pentru eliminarea zonelor de apă stagnată astfel încât durata maximă de staționare a apei în rezervoare să fie sub 3 zile; perioada se referă la ape clorate în amonte de rezervor sau în rezervor;
 - asigurarea ventilației naturale a cuvelor rezervoarelor prin prevederea sistemelor care să permită aspirația/evacuarea aerului datorită variației nivelului apei în cuve;
 - asigurarea accesului personalului de operare în cuve, pentru spălarea periodică a acestora și inspecție.
- (2) Se va asigura existența unui spațiu liber de minim 25 cm deasupra lamei deversate peste conducta de preaplin, calculată pentru debitul maxim evacuat.
- (3) Golul de acces în rezervoarele de apă potabilă se acoperă cu un capac etanș circulabil și se împrejmuiește cu un rebord cu înălțimea de minim 10 cm deasupra nivelului de circulație și cu o balustradă.
- (4) Pentru accesul în rezervor și în camera de vane, se prevăd scări metalice cu balustradă.

- (5) Sorbul și conducta de golire se amplasează în bașe prevăzute în radierul rezervorului, pentru a putea fi evacuat întreg volumul de apă din rezervor. Împrejurul sorburilor trebuie să se asigure următoarele spații libere minime:
- 30 cm sub sorb;
 - 50 cm lateral, de fiecare parte a sorbului.
- (6) Radierul rezervorului se prevede cu pante, astfel încât să se asigure la spălare scurgerea apei către bașa în care este amplasată conducta de golire. Panta minimă va fi de 5‰.

8.4 Exploatarea rezervoarelor și castelelor de apă

- (1) Exploatarea construcțiilor de înmagazinare se realizează pe baza regulamentului de exploatare și întreținere specific. Se vor aplica următoarele măsuri:
- se înregistrează măsurătorile indicate de debitmetrele montate pe influentul și efluentul construcțiilor de înmagazinare și lunar se face un bilanț al apei pentru depistarea eventualelor pierderi de apă (pierderi pe instalații sau prin deversarea pe preaplin), iar în funcție de rezultate se vor adopta măsurile necesare reducerii acestor pierderi;
 - se verifică periodic, anual, starea zonei de protecție sanitară și starea terenului. Apariția unor zone cu iarbă mai verde sau eventuale denivelări chiar în afara zonei de protecție, arată pierderi de apă – în acest caz, măsurile de verificare și protecție trebuie să fie imediate;
 - rezervoarele pot fi inspectate cu periodicitatea de 6 luni sau maxim 1 an, cu mijloace tehnice specifice, cum ar fi dronele subacvatice. Se vor efectua filmări și prim-planuri cu problemele identificate, se va evalua stratul de nămol depus precum și natura depunerilor de pe pereți;
 - construcția de înmagazinare se curăță periodic – minim o dată pe an. Se golește câte o cuvă, în cazul rezervoarelor cu mai multe cuve, sau se trece pe conducte de ocolire pentru o perioadă determinată (de preferință nu în perioada de consum maxim de apă). În aceste situații, atunci când există o singură cuvă, vor fi luate măsuri suplimentare pentru combaterea incendiului, deoarece nu mai există rezerva de apă pentru combaterea incendiului;
 - dacă pe pereți s-a format un strat de depunere (substanța organică, biofilm activ depuneri de minerale, crustă, oxizi de mangan și fier, bentonită), acesta se curăță cu substanțe chimice, de regulă un cocktail de acizi și se spală cu jet puternic de apă. Nu se recomandă răzuiri cu mijloace manuale sau mecanice (zgărirea pereților), care ar deschide porii și ar favoriza astfel dezvoltarea ulterioară de colonii de bacterii. Apoi se curăță radierul, totul fiind evacuat la canalizare sau într-un iaz (batal) amenajat special. Se dezinfectează suprafețele interioare cu biocide listate de către Direcția de Sănătate Publică - DSP, urmând o clătire cu apă potabilă. În cazul în care se folosesc biocide biodegradabile, acestea pot fi evacuate la rețeaua de canalizare. Dacă dezinfecția se face cu oxidanți pe baza de clor, atunci apa evacuată trebuie neutralizată;
 - plecarea din construcțiile de înmagazinare este o secțiune de control a calității apei distribuite. Se verifică lunar funcționarea hidrantului de alimentare a autospecialei pompierilor;
 - cu ocazia golirii rezervorului, se verifică starea pereților și mai ales a tavanului, care poate fi degradat sub influența clorului de la dezinfectarea apei. Dacă este cazul, se reface porțiunea deteriorată, cu materiale aprobate pentru utilizare în contact cu apa potabilă, cu întărire rapidă. Se verifică periodic starea izolației hidrofuge și a ventilației (în special sita de protecție);
 - la construcțiile metalice de înmagazinare, se verifică trimestrial etanșeitarea îmbinărilor pereților, luând măsuri de strângere a șuruburilor în zonele afectate. Totodată, la apariția urmelor de rugină, rezervorul va intra imediat în refacere;
 - se verifică trimestrial pH-ul apei și conținutul de Zn în apa rețelei, în cazul în care apa este agresivă și nu au fost luate măsuri de tamponare;
 - se verifică eficiența amestecării clorului de dezinfectare în apă livrată;

- k. înainte de perioada rece se face o verificare a termoizolației și pe durata iernii se verifică săptămânal dacă în rezervor se formează gheață (mai ales la apa provenită din apă de suprafață). Se pun în aplicare soluții de control și combatere, cum sunt: recircularea apei, însuflarea cu aer comprimat, agitare mecanică, îmbunătățirea termoizolației;
 - l. accesul în rezervorul de apă nu este permis decât personalului autorizat, sănătos sanitar și cu îmbrăcăminte și încălțăminte dezinfectată;
 - m. în caz de poluare aeriană importantă, sunt necesare măsuri de filtrare activă/pasivă a aerului aspirat în rezervor la golirea acestuia (cel puțin o dată pe zi).
- (2) În anexa 3 sunt prezentate riscurile care pot să apară în exploatarea rezervoarelor, acțiunile preventive, elemente de verificare și acțiunile corective și planul pentru situații neprevăzute.

9 Rețele de distribuție a apei

9.1 Elemente generale

- (1) Rețeaua de distribuție reprezintă ansamblul funcțional de conducte (artere și conducte de serviciu), armături și construcții accesorii prin care apa este preluată din rezervorul de înmagazinare-compensare și transportată la locul de utilizare (branșamente, hidranți, cișmele), în cantitatea și la presiunea normată. Mai poate fi numită rețea publică sau rețea de distribuție centralizată a apei.
- (2) Într-o localitate cu distribuția utilizatorilor în lungul străzilor, forma rețelei este asemănătoare rețelei stradale.
- (3) De regulă, într-o localitate se prevede o singură rețea de distribuție pentru apă potabilă.
- (4) În cazuri justificate, distribuția apei potabile poate fi făcută prin mai multe rețele separate.

9.1.1 Tipuri de rețele de distribuție. Clasificare

9.1.1.1 Configurația în plan

- (1) Într-o localitate cu distribuția utilizatorilor în lungul străzilor, forma rețelei este similară rețelei stradale.
- (2) Modul de legare a conductelor din rețea depinde de mărimea, forma și relieful localității, schema de alimentare cu apă a rețelei, siguranța în funcționare, distribuția marilor consumatori de apă, perspectiva de dezvoltare, respectiv criteriile de optimizare considerate de proiectant.
- (3) După configurația în plan a conductelor, rețelele de distribuție se clasifică astfel:
 - a. rețea inelară;
 - b. rețea mixtă;
 - c. rețea ramificată.

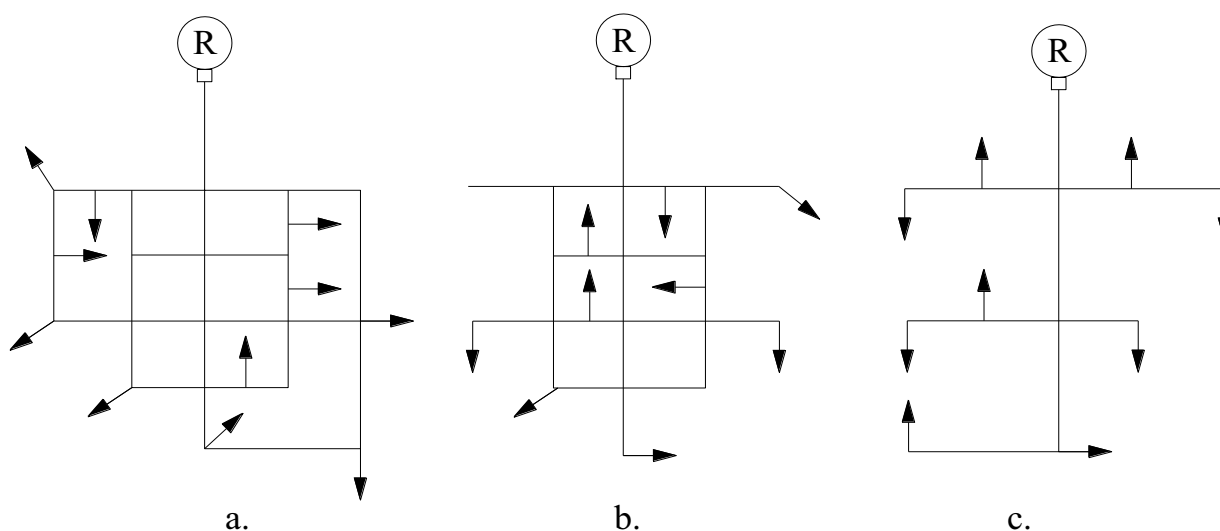


Figura 9.1. Scheme de rețele de distribuție.

- (4) Combinarea acestor scheme poate conduce la orice formă efectivă de rețea de distribuție, cu precizarea ca rețelele inelare sunt recomandate în toate cazurile, întrucât oferă avantajul unei siguranțe maxime în continuitatea alimentării cu apă, prin alimentarea fiecărui punct de consum prin cel puțin două părți.

9.1.1.2 Schema tehnologică

(1) După schema tehnologică de alimentare:

- a. rețea alimentată gravitațional, prin rezervor de trecere;
- b. rețea alimentată gravitațional prin rezervor de trecere alimentat prin pompare;
- c. rețea alimentată prin pompare;
- d. rețea alimentată prin pompare și contrarezervor.

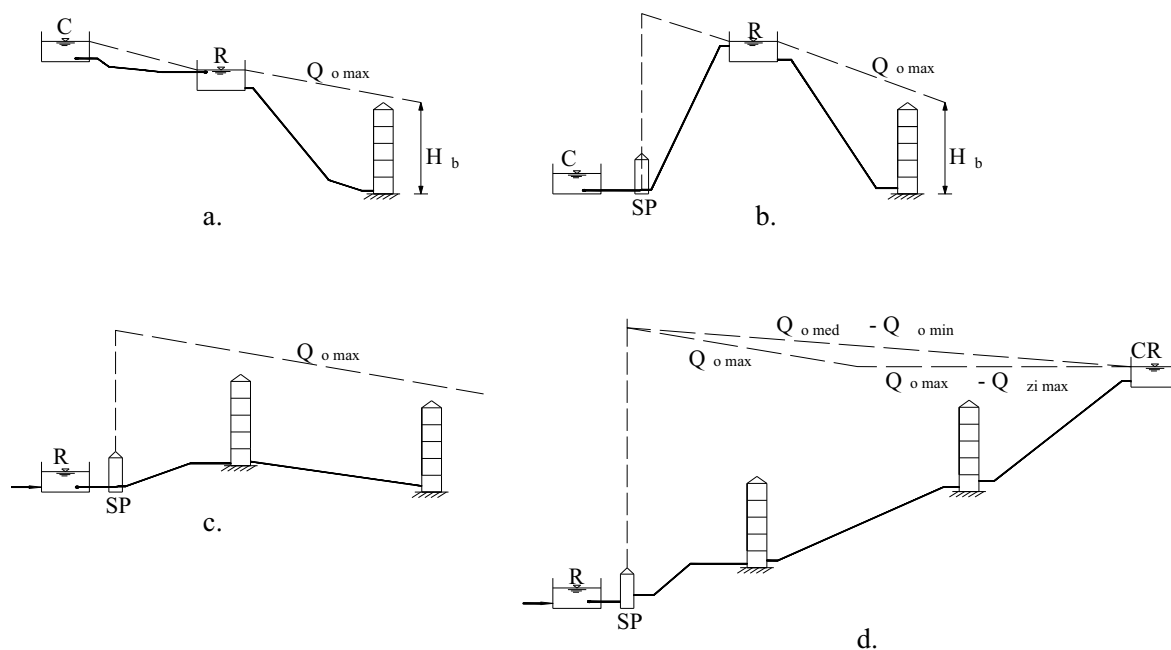


Figura 9.2. Scheme tehnologice de funcționare a rețelei de distribuție.

(2) Ori de câte ori este posibil, se adoptă soluția cu alimentare gravitațională a rețelei, cel puțin parțial.

9.1.1.3 Modul de gestionare a presiunii maxime

(1) După modul în care este structurată rețeaua pentru ca presiunea în regim hidrostatic să nu depășească 60 m col. H₂O:

- a. rețea unică alimentată din același rezervor;
- b. rețea cu zone de distribuție alimentate gravitațional;
- c. rețea cu zone de distribuție alimentate prin pompare.

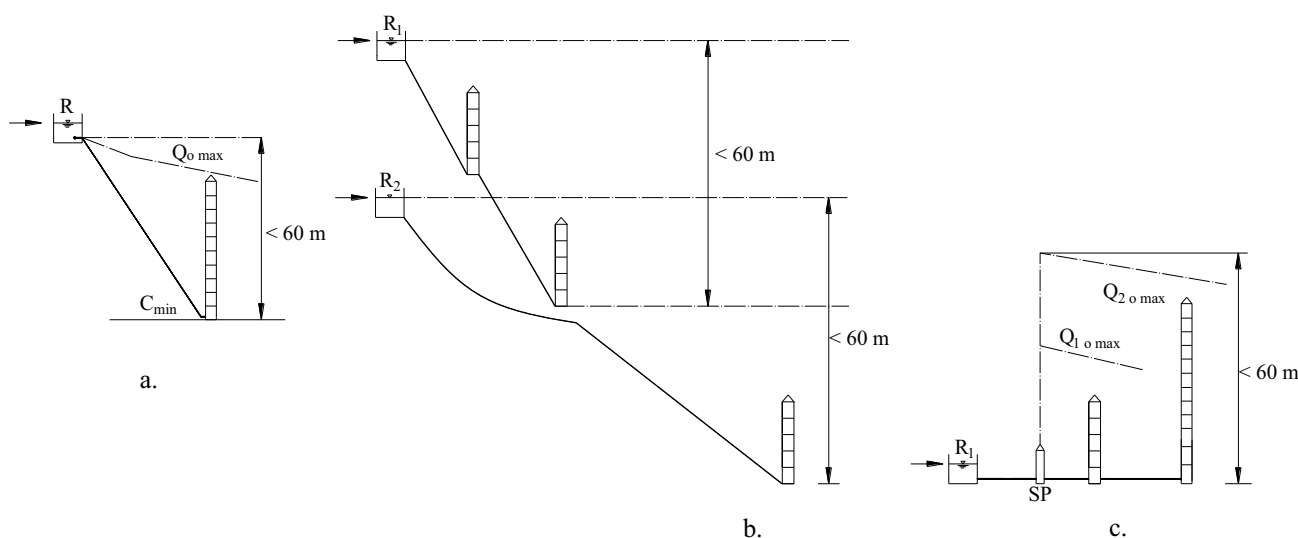


Figura 9.3. Modul de gestionare a presiunii în rețea.

9.1.1.4 Presiunea asigurată în timpul incendiului

- (1) Rețeaua publică de distribuție a apei potabile va asigura presiunea de funcționare H_b la branșament, iar în caz de incendiu va asigura la hidranții exteriori adiacenți punctului de stingere a incendiului presiunea de funcționare de minim 7 m col.H₂O.

9.1.2 Trasarea rețelei de distribuție

- (1) La trasarea rețelei se va urmări, pe cât posibil:
- trama stradală actuală și în perspectivă (minim 25 ani), conform P.U.G. și P.U.Z aferente zonelor deservite;
 - pozițiile marilor utilizatori de apă deserviți de rețea;
 - în raport cu axul străzii, conductele de distribuție se amplasează pe partea străzii pe care sunt cei mai mulți utilizatori, pentru reducerea lungimii totale a conductelor de branșament necesare;
 - pentru străzi și trotuare cu lățimea sub 10-12 m, amplasarea conductelor lângă marginea străzii, în spații verzi sau în carosabil, dar într-o singură bandă de circulație, pentru reducerea efectelor asupra traficului în fazele de execuție, respectiv exploatare;
 - pentru străzi și trotuare cu lățimi > 16 m, se analizează opțiunea amplasării de conducte pe fiecare parte a străzii, luând în considerare cu prioritate spațiul public disponibil între trotuar și linia clădirilor;
 - alegerea traseelor cu terenuri de fundație cât mai bune, pentru evitarea necesității unor soluții de fundare complexe și costisitoare;
 - amplasarea branșamentelor utilizatorilor la cote superioare colectoarelor și racordurilor aferente rețelei de canalizare;
 - stabilirea unui plan de dezvoltare etapizată, corelat cu dezvoltarea zonelor deservite;
 - posibilitatea prevederii galeriilor edilitare în zone cu densitate mare de rețele, în zone centrale, cu trafic intens și terenuri dificile privind pozarea.
- (2) Poziția conductelor și construcțiilor accesorii aferente rețelelor de distribuție, precum și aducțiunilor, instalate în interiorul perimetrului construit al localităților se adoptă ținând cont de poziția celorlalte rețele subterane și de condițiile specifice impuse de funcționalitatea acestora, distanțele fiind stabilite conform prevederilor SR 8591.

- (3) În cazuri speciale, definite prin dificultăți în realizarea distanțelor minime între rețele, se stabilesc protocoale și înțelegeri cu deținătorii acestora și autoritățile locale, în vederea amplasării rețelei de distribuție în spațiul disponibil cu adoptarea de distanțe modificate față de SR 8591. Conceptul general admis va ține seama de următoarele:
- a. poziția conductelor rețelei de distribuție nu trebuie să pericliteze siguranța celorlalte rețele subterane;
 - b. asigurarea soluțiilor raționale pentru intervenții în rețea pentru reparații/reabilitări fără deteriorarea altor rețele;
 - c. distanța admisă atât în plan, cât și pe verticală, pentru asigurarea spațiului de lucru efectiv, inclusiv pentru pozarea sprijinirilor necesare, pe durata instalării, respectiv în cazul lucrărilor de reparații, măsurată între generatoarea exterioară a conductei și generatoarea exterioară a altor conducte/fețele exterioare ale pereților construcțiilor accesorii aferente altor rețele edilitare, se adoptă:
 - i. minim 0,40 m pentru conducte cu diametrul sub 1000 mm;
 - ii. minim 0,60 m pentru conducte cu diametrul peste 1000 mm;
 - d. pe verticală, conductele de apă potabilă sunt amplasate deasupra colectoarelor de canalizare cu nivel liber sau sub presiune;
 - e. în cazul rețelilor de canalizare sub vacuum, conductele de canalizare pot fi așezate deasupra conductelor de apă potabilă, cu respectarea distanței minime specificată la litera c);
 - f. în cazurile în care la încrucișarea traseelor nu este posibilă instalarea conductei de apă potabilă deasupra conductelor de canalizare, conducta de apă potabilă se instalează în tub de protecție, etanșat la capete, având lungimea suficientă pentru asigurarea, înainte și după punctul de încrucișare, a unei distanțe de minim:
 - i. 5,0 m în teren impermeabil;
 - ii. 10,0 m în teren permeabil.
 - g. se admite instalarea a două sau mai multe conducte de apă potabilă în tranșee comune, sub rezerva prevederii în proiect a următoarelor cerințe privind ordinea de execuție a lucrărilor:
 - i. execuția tranșeei la lățimea necesară pozării tuturor conductelor, până la 0,10 m deasupra cotei de pozare aferente conductei prevăzute cel mai aproape de nivelul terenului;
 - ii. Continuarea execuției tranșeei, în trepte descrescătoare, cu reducerea lățimii la necesarul aferent conductelor pozate la adâncimi superioare, până la atingerea adâncimii maxime de îngropare și a lățimii minime aferente tranșeei;
 - iii. după instalarea conductei pozate la adâncimea cea mai mare, se realizează umplutura în trepte crescătoare, corespunzătoare cotelor de pozare ale celorlaltor conducte;
 - iv. după instalarea succesivă a conductelor, în ordinea de pozare stabilită pe verticală, se continuă umplerea tranșeei până la minim 0,5 m peste banda de semnalizare aferentă conductei pozate la cea mai ridicată cotă;
 - v. înainte de realizarea umpluturii finale și aducerea terenului la starea inițială, se realizează probele de presiune aferente tuturor conductelor pozate în tranșee comună.
- (4) Prin excepție de la prevederile literei c), în cazul conductelor pozate prin tehnologii fără săpătură deschisă, distanța minimă se adoptă ca fiind valoarea mai mare dintre 0,40 m și $1,5 \times \text{DN}$.

9.1.3 Materiale și îmbinări pentru conductele de distribuție

- (1) Alegerea materialului din care se execută conductele de distribuție se face considerând elementele precizate la subcapitolul 7.1.3 Materiale și îmbinări pentru conducte sub presiune.
- (2) La reabilitarea/retehnologizarea rețelilor de distribuție, soluțiile se stabilesc cu respectarea prevederilor stabilite prin ghidul GP 127.

9.2 Proiectarea rețelelor de distribuție

9.2.1 Calculul hidraulic – elemente generale

9.2.1.1 Schema de calcul

- (1) În schemele de calcul al rețelelor de distribuție se identifică următoarele elemente:
- nod – în punctele de intersecție a două sau mai multe conducte, la schimbarea diametrului conductei, în punctele în care există branșamente având consumuri concentrate semnificative (inclusiv punctele în care se consideră hidranții în funcțiune), un capăt liber de conductă.
 - bară: Conductă cu diametrul constant, care unește două noduri succesive. Se recomandă ca lungimea unei bare de calcul să nu depășească 500 m. În cazuri excepționale în care un tronson, format din conducte diametre diferite sau din două sau mai multe conducte paralele, se consideră ca o singură bară, respectiva bară va fi analizată în calcul cu o singură rugozitate și un singur diametru echivalent, constant;
 - surse de alimentare a rețelei de distribuție (rezervoare, castele de apă, stații de pompare).
- (2) Atunci când la un branșament se consumă un debit cu valoare semnificativă, punctul de branșare se consideră un nod de calcul în care există consum concentrat.
- (3) Următoarele consumuri se consideră ca reprezentând debite cu valoare semnificativă:
- pentru rețele mici ($Q_{\text{sormax}} \leq 100$ l/s) – orice consum concentrat mai mare de 5 l/s;
 - pentru rețele mari ($Q_{\text{sormax}} > 100$ l/s) – orice consum concentrat mai mare de 10 l/s;
 - pentru rețele/zonă de distribuție care deservește localități rurale cu densitate redusă a populației, unde nu se prevede realizarea de branșamente individuale, consumurile aferente fiecărei cișmele (0,1-0,15 l/s) se consideră consumuri concentrate;
 - debitele utilizate pentru stingerea incendiilor, indiferent cât este valoarea normată a acestora (atât debitul pentru instalații interioare de stingere a incendiilor, cât și debitul aferent hidranților exteriori). Stabilirea debitului hidranților interiori (Q_{ii}) se va efectua pe baza:
 - amplasamentului clădirilor dotate cu hidranți interiori;
 - distanța dintre 2 incendii teoretic simultane se va calcula cu expresia:

$$d = \frac{10.000}{\sqrt{\frac{N_i}{S}}} [m] \quad (9.1)$$

în care:

N_i – numărul de locuitori ai zonei;

S – suprafața zonei (ha).

- (4) Pentru localități cu debit de incendiu de peste 20 l/s, rețeaua de distribuție se prevede cu alimentare dublă de la rezervoare.
- (5) Stabilirea traseelor și pozițiilor construcțiilor accesorii va ține cont de prevederile SR 4163-1 articolele 2.2.1 și 2.2.2.5.
- (6) Forma rețelei se adoptă cu asigurarea posibilităților de extindere ulterioară.
- (7) Se recomandă amplasarea rețelei în afara spațiului carosabil, ori de câte ori este posibil.
- (8) Conducta poate fi amplasată pe o singură parte a drumului la localități mici și cu drumuri încă nemodernizate și când apa este preluată prin cișmele de stradă, sau pe ambele părți la drumuri modernizate și apa preluată prin cișmele în curți sau instalații interioare (când preluarea apei se face prin branșamente individuale).

- (9) Aranjarea conductelor din rețea depinde și de amplasarea celor mai numeroși consumatori, de forma reliefului terenului (regula este - "apa curge în sensul pantei terenului"- dacă se poate), de tendințele de dezvoltare viitoare etc.
- (10) Orice capăt final de rețea va fi prevăzut cu posibilitatea de aerisire (de exemplu: branșament, cișmea, hidrant).
- (11) Curgerea apei într-o rețea de distribuție este o curgere nepermanentă, datorită variației zilnice și orare a debitelor și gradului de simultaneitate a consumurilor concentrate și distribuite; acestea pot conduce, în intervale scurte de timp, la schimbări în valoarea presiunii, valoarea vitezei de curgere și, pe unele bare, chiar a sensului de curgere.
- (12) Pentru simplificarea calculelor, se admite ipoteza mișcării permanente în rețelele de distribuție:
- în cazul analizării punctuale a situațiilor instantanee aferente unor vârfuri de consum, se poate lua în considerare numai consumul maxim dat de simultaneitatea coeficienților de variație zilnică (K_{zi}) și orară (K_{or});
 - pentru analiza unor sisteme/scenarii complexe, calculele se realizează utilizând programe de calcul automat și simulări bazate pe tipare de variație a consumului, în care se admite ipoteza că, la fiecare pas de timp (considerat de regulă cu durata de 1 oră), mișcarea este permanentă, în acest caz, coeficienții de variație se stabilesc de către Proiectant, justificat:
 - pe baza rezultatelor campaniilor de măsurători de debite;
 - pe baza unor tipare de variație a consumului preluate din literatura tehnică pentru sisteme cu dimensiuni și condiții de funcționare similare.

9.2.1.2 Evaluarea pierderilor de sarcină hidraulică

- (1) În rețeaua de distribuție se consideră că se produc pierderi de energie numai pe bare. În noduri, cu excepția celor în care este prevăzută vană de reglare, pierderea de sarcină se neglijează.
- (2) Atât în cazul calculelor realizate manual, cât și în cazul calculelor realizate cu programe de calcul automat, evaluarea presiunilor disponibile în fiecare nod de calcul se face pe baza pierderilor de sarcină hidraulică rezultate pentru fiecare bară în parte, în funcție de debitul transportat, diametrul interior, lungimea conductei și rugozitatea peretelui conductei.
- (3) Pentru condițiile de funcționare a rețelelor de distribuție, în mod practic nu există diferențe semnificative între pierderile de sarcină evaluate cu oricare dintre formulele de calcul utilizate la scară largă pentru calculul manual sau în programe de calcul automat (Hazen-Williams, Darcy-Weisbach sau Chezy-Manning).
- (4) Rugozitatea poate crește din cauza deteriorării protecției conductei, a agresivității apei, a depunerilor prin sedimentare, a precipitării unor substanțe din apă, funcție de rezistența materialului la aceste acțiuni. Rugozitatea peretelui conductei se adoptă conform formulei de calcul utilizată de Proiectant, valoarea efectivă utilizată în calcul fiind stabilită pe baza:
- valorii precizate și garantate de producătorul conductelor;
 - valorii medii preluate din literatura tehnică pentru materiale și protecții similare;
 - valorii ajustate pentru conducte existente, pe baza de măsurători de debite și presiuni realizate în sistemul existent analizat;
 - pentru calcule preliminare se aplică valorile indicate în Tabelul 9.1.

Tabelul 9.1. Valori rugozități conducte.

Nr. Crt.	Materialul și starea conductelor		Rugozitate k (10 ⁻³ m)	Rugozitate C (-)	Rugozitate n (-)
			Formula Darcy-Weisbach	Formula Hazen-Williams	Formula Chezy-Manning
1	Conductă de oțel	Protejată	0,1 ... 0,2	140	0,010
2		Îmbătrânită	1 ... 3	120	0,014
3	Conductă de fontă ductilă	Nouă	0,25 ... 1,0	130	0,011
4		În exploatare	1,4	120	0,011-0,014
5		Cu depuneri importante	2 ... 4	110	0,015
6	Conductă de PEID, PVC, PAFSIN		0,01	130-150	0,009-0,011
7	Conductă de beton armat turnat prin centrifugare (tip PREMO / SENTAB)		0,25	110-140	0,011-0,015

9.2.1.3 Presiunea în rețeaua de distribuție

- (1) Valoarea presiunii minime ce se va asigura la fiecare brașament în funcție de înălțimea clădirii, este cea din tabelul următor.

Tabelul 9.2. Presiuni minime la brașament, H_b în funcție de înălțimea clădirilor de locuit.

Numărul de niveluri al construcției (caturi)	1	2	3	4	Peste 4 niveluri (caturi)
Tip construcție	P	P+1	P+2	P+3	Clădiri peste P+3
Presiunea minimă la brașament H _b (m col. H ₂ O)	8	12	16	20	H _b = 20 + 4,5 m pentru fiecare nivel suplimentar peste P+3

- (2) Întrucât presiunea calculată în fiecare nod este raportată la axul conductei, comparația dintre presiunile calculate și H_b se face ținând cont de adâncimea efectivă de pozare a conductelor.
- (3) Soluția optimă pentru rețele de distribuție a apei potabile constă în asigurarea presiunii la brașament direct din rețea pentru clădiri cu regim de înălțime < P + 5 niveluri, respectiv instalarea în rețeaua de distribuție a unor stații de pompare cu hidrofor care deservește clădiri cu regim de înălțime ≥ p + 5 niveluri.
- (4) Scenariile de dimensionare și verificare a rețelelor de distribuție vor urmări respectarea cerințelor privind presiunea:
- în oricare dintre scenariile analizate, presiunea maximă admisă ≤ 60 m col. H₂O, pentru orice nod din rețea.
 - în scenariile de funcționare care nu implică stingerea incendiilor cu hidranți exteriori, presiunea minimă admisă ≥ H_b aferentă nodului de calcul, alimentată din barele intersectate în nodul de calcul respectiv.
 - în scenariul de verificare la incendiu – presiunea minimă admisă este de 7 m col.H₂O peste nivelul străzii, la brașamentul fiecărui hidrant exterior utilizat în respectivul scenariu pentru stingerea cu debitul aferent incendiilor normate teoretic simultane.
- (5) Prin excepție de la lit. a:
- în cazul în care, din cauza configurației terenului (orașe de deal și de munte, spre exemplu), în rețeaua de distribuție nu se poate asigura limitarea presiunii de 6 bar, zonele care necesită reducerea presiunii se constituie în zone de distribuție separate, funcționând ca rețele

independente. Interconectarea zonelor de distribuție constituite pentru reducerea presiunii se face prin minim 2 legături, fiecare legătura fiind prevăzută cu:

- i. vană de reducere a presiunii, cu indicarea în proiect a presiunii maxime admise în aval de vană;
 - ii. debitmetru (contor de rețea), pentru monitorizarea debitelor vehiculate între zonele de distribuție.
- b. se admit presiuni mai mari pe unele tronsoane din rețeaua de distribuție, la decizia motivată a Proiectantului, cu prevederea de conducte și armături corespunzătoare presiunilor rezultate:
- i. în conducte dedicate alimentării cu apă a unor zone distincte de distribuție, fără realizarea de brașamente pe tronsoanele respective;
 - ii. în cazuri izolate, unde prin proiect sunt furnizate justificări care arată că nu este posibilă/oportună realizarea unei zone de presiune distincte, se pot executa brașamente pe conducte care funcționează la presiuni mai mari de 60 m col. H₂O, cu instalarea obligatorie de reductoare de presiune la fiecare brașament.
- (6) Prin excepție de la lit. b:
- a. în cazul clădirilor/zonelor deservite de gospodăria de apă proprie/stații de pompare dedicate, presiunea minimă admisă este mai mică decât H_b aferentă regimului de înălțime al clădirilor respective, fiind dictată de presiunea necesară la intrarea în gospodăria de apă/la aspirația stației de pompare. Pentru aceste situații, presiunea minimă se stabilește de către Proiectant, pe baza presiunii minime corespunzătoare obiectivelor existente/proiectate din aval de brașament;
 - b. în cazul zonelor unde distribuția apei se realizează prin cișmele, presiunea minimă admisă este de 3 m col. H₂O pentru oricare cișmea.

9.2.1.4 Viteza de curgere admisă în rețeaua de distribuție

- (1) Vitezele de curgere în conductele din rețeaua de distribuție variază în funcție de condițiile efective de funcționare a rețelei.
- (2) Scenariile de dimensionare și verificare a rețelelor de distribuție vor urmări respectarea cerințelor privind viteza de curgere:
 - a. în scenariile de funcționare care nu implică stingerea incendiilor cu hidranți exteriori, se urmărește asigurarea unor viteze economice din condițiile de optimizare a funcționării întregii rețele. Pentru reducerea volumului de calcule, pentru vitezele economice se adoptă valorile preliminare indicate în Tabelul 9.3.
 - b. în oricare dintre scenariile analizate, viteza maximă se încadrează sub limita precizată și garantată de producătorul conductelor;
 - c. în cazul barelor care transportă debitele pentru stingerea incendiilor cu hidranți exteriori, viteza trebuie să aibă valori mai mici de 3 m/s. Pentru barele unde aceste cerințe nu se pot respecta și nu este rațională creșterea diametrului, se prevăd măsuri speciale, ca de exemplu: masive de ancoraj la coturi/armături îngropate, utilizarea de îmbinări zăvorâte.
 - d. din motive de păstrare a calității apei distribuite, se recomandă ca viteza să aibă valori de minim 0,3 m/s. Pentru barele pe care aceste cerințe nu se pot respecta, se prevăd măsuri speciale, ca de exemplu spălare periodică prin deschiderea timp de câteva minute a hidranților/ robinetelor de golire din căminele de vane, cu frecvența corelată cu rezultatele analizelor de monitorizare a calității apei realizate de operatorul sistemului de alimentare cu apă.

Tabelul 9.3. Valori preliminare ale vitezei economice.

Nr. Crt.	Diametru conductă (mm)	Viteză (m/s)
1	100 ... 200	0,6 ... 0,8
2	200 ... 400	0,7 ... 0,9
3	400 ... 600	0,8 ... 1,0
4	> 600	1,0 ... 2,0

9.2.1.5 Scenariile de calcul

- (3) Întrucât pentru aceeași rețea stradală pot fi adoptate mai multe tipuri de rețele, alegerea se face urmărind în același timp asigurarea serviciului de distribuție a apei în condițiile legii, precum și aplicarea unor criterii de optimizare, ca de exemplu:
- reducerea costurilor de investiție;
 - reducerea costurilor de exploatare;
 - creșterea siguranței în exploatare;
 - obținerea unor costuri totale anuale minime (exploatare + amortizare).
- (4) Tipul și forma rețelei pot fi schimbate în timp, pentru adaptarea la extinderea suprafeței deservite și/sau a modificării debitului transportat, prin rețehnologizare în vederea creșterii siguranței și calității serviciului de alimentare cu apă, reducerii pierderilor de apă, precum și creșterii eficienței energetice. Măsurile de adaptare se stabilesc tot prin optimizare, ținând cont de noile condiții de funcționare.
- (5) Dimensionarea și verificarea rețelei de distribuție se fac pentru minim următoarele scenarii de calcul, prezentate în ordinea în care acestea se elaborează:
- scenariul I - funcționarea la debitul Q_{IIc} – considerând amplasarea debitelor de apărare împotriva incendiilor prin instalații interioare în pozițiile cele mai dificile;
 - scenariul II - funcționarea la debitul Q_{IIv} – considerând amplasarea debitelor de apărare împotriva incendiilor cu hidranți exteriori în pozițiile cele mai dificile, cu respectarea prevederilor normativului P118-2. Acest scenariu se analizează exclusiv pentru rețele de distribuție care alimentează localități având peste 500 de locuitori;
 - scenariul III - funcționarea în regim hidrostatic (consum zero). Acest scenariu se analizează exclusiv pentru rețelele/zonile de distribuție alimentate gravitațional.
- (6) Pentru rețele de distribuție care alimentează peste 50.000 de locuitori, se analizează sub-scenarii suplimentare de verificare a siguranței în funcționare. Sub-scenariile recomandate, în funcție de condițiile specifice rețelei analizate, pot include situații ca, de exemplu, avarii pe arterele importante, funcționarea cu un singur punct de injecție în rețea, verificarea umplerii contrarezervorului și alimentarea rețelei numai din contrarezervor, alimentarea controlată între zone de distribuție învecinate.
- (7) Pentru rețele de distribuție care alimentează peste 300.000 de locuitori, se recomandă ca în scenariile analizate să fie verificată și vârsta apei în rețea (timpului real de curgere a apei) corelată cu calitatea apei (concentrația de clor rezidual).

9.2.2 Calculul hidraulic al rețelelor ramificate

- Rețeaua se discretizează conform prevederilor de la paragraful 9.2.1.1 Schema de calcul, cu identificarea poziției și valorilor aferente tuturor consumurilor concentrate din rețea, coresponzătoare scenariului de calcul analizat.
- Dimensionarea rețelelor ramificate se face folosind:

- a. Ecuația de continuitate – în fiecare nod suma debitelor care intră în nod egală cu suma debitelor care ies din nod;

$$\sum Q_i = 0 \quad (9.2)$$

- b. Ecuația energiilor - energia disponibilă pentru transportul apei este reprezentată de diferența dintre cota energetică a nodului de injecție în rețea (R) și cota energetică a nodului alimentat (i);

$$\left(z + \frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g}\right)_R - \left(z + \frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g}\right)_i = h_r \quad (9.3)$$

- c. Relația Bernoulli între cotele energetice a două puncte din rețea (rezervor și oricare punct din rețea) scrisă sub forma simplificată:

$$\Delta H = \sum h_r \quad (9.4)$$

în care:

ΔH = energia disponibilă dintre rezervor și un punct oarecare al rețelei (m);

$\sum h_r$ = suma pierderilor de sarcină distribuită între cele două puncte (m).

- (3) Proiectantul stabilește, pe zone, densitatea populației, numărul de brașamente, dotarea cu instalații tehnico-sanitare și evaluează pentru fiecare zonă valorile consumului unitar corespunzător.
- (4) Debitul de calcul se determină pe tronsoane. Calculul se realizează în două etape:

- a. Etapa I - calculul debitelor la capetele fiecărei bare:

- i. calculul se începe întotdeauna de la nodul cel mai depărtat în care Q_f este cunoscut. Calculul se conduce din bară în bară, mergând spre amonte, astfel încât debitul pe bara analizată parcurs să fie întotdeauna cunoscut;
- ii. pentru determinarea debitelor de calcul pe bare cu luarea în considerare a consumurilor distribuite pe lungimea acestora, se utilizează ipoteza unei distribuții uniforme a debitului prelevat din rețea. Astfel, în zonele cu brașamente dese și în care dotările utilizatorilor de apă cu instalații tehnico-sanitare sunt similare, se stabilește consumul unitar:

$$q = \frac{Q_{s\ orar\ max}}{\sum l} \quad [l/s, m] \quad (9.5)$$

Astfel, pentru fiecare bară, componenta debitului de calcul data de consumurile distribuite de-a lungul rețelei se consideră:

$$Q_{consum\ orar\ max}^{i-k} = q \cdot l_{ik} \quad (9.6)$$

în care:

l_{ik} – lungime tronson, în m;

q – consumul unitar (l/s,m) corespunzător zonei.

- iii. se aplică ecuația de continuitate în fiecare nod:

1. debitul care intră în bară (pleacă din nod) este notat Q_i ,

$$Q_i = Q_{consum\ orar\ max}^{i-k} + Q_f \quad (9.7)$$

2. debitul care pleacă din bară (intră în nodul următor) cu Q_f

$$Q_f = \sum Q_{consum\ bare\ aval}^k + \sum Q_{consumuri\ concentrate\ in\ nod}^k \quad (9.8)$$

- b. Etapa a II-a – calculul debitelor de dimensionare.

Pentru fiecare bară, se determină debitul de calcul aferent:

$$Q_c = \frac{Q_i + Q_f}{2} \quad (9.9)$$

- (5) Calculul diametrelor, cotelor piezometrice și presiunilor disponibile în noduri.

- a. Calculul se efectuează într-un tabel care prezintă minim informațiile indicate în Tabelul 9.4.

Tabelul 9.4. Calcule dimensionare rețea ramificată.

Nr. crt	Bara	Debite (l/s)			L (m)	DN (mm)	v_{ef} (m/s)	i_H	$h_r = i_H L$ (m)	Cote		H_d (m CA)
		Q_i	Q_{ii}	Q_c						Piezo.	Topo.	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
3	i	Q_i	$N_j \cdot q_{ii}$	$(Q_i + Q_f)/2$	l_{ik} cf. plan situație	DN_{ik}	v_{ik}	i_H^{ik}	$i_H^{ik} \cdot l_{ik}$	C_p^i	C_T^i	C_p^i – C_T^i
	k	Q_f								C_p^k	C_T^k	C_p^k – C_T^k

Observații:

- i. datele din coloanele 3 – 9 aparțin barei;
 - ii. datele din coloanele 2 și 10 – 12 aparțin nodurilor de capăt ale barei;
 - iii. după determinarea debitelor pe toate barele, se compară valoarea Q_i la punctul de injecție cu valoarea debitului de calcul al rețelei, aferent scenariului analizat. Calculul se consideră corect dacă diferența rezultă $\leq \pm 5\%$;
 - iv. condiționările impuse, precizate în ordinea priorităților, sunt:
 - 1) asigurarea presiunii disponibile minime la branșament (coloana 12);
 - 2) asigurarea unei viteze (coloana 7) în domeniul vitezelor economice recomandate, în condițiile existenței (în fabricație) a DN rezultat necesar (coloana 6);
 - 3) valoarea pierderii de sarcină - toate valorile exagerate vor fi reevaluate.
- (6) Calculul rețelei de distribuție se consideră corect atunci când, pentru toate scenariile și subscenariile aplicabile sistemului, analizate de Proiectant conform prevederilor 9.2.1.5 Scenariile de calcul, sunt îndeplinite cerințele aplicabile stabilite la paragrafele anterioare:
- a. 9.2.1.3 Presiunea în rețeaua de distribuție, respectiv;
 - b. 9.2.1.4 Viteza de curgere admisă în rețeaua de distribuție.

9.2.3 Verificarea rețelei ramificate

- (1) Calculul de verificare pentru rețele ramificate va urmări etapele următoare:
- a. verificarea rețelei se face luând în considerare obiectivele pentru care se asigură protecția la incendiu și debitele normate corespunzătoare acestora, așa cum sunt prevăzute în normativul P118-2.
În sub-scenariile analizate se vor considera incendiile amplasate în situațiile cele mai defavorabile din punct de vedere al consumului și poziției în rețea. Pentru ușurința calculelor, se analizează numărul de incendii normate aferente rețelei, amplasate în pozițiile cele mai dificile, ca de exemplu:
 - i. clădirile care necesită cel mai mare debit pentru stingerea incendiilor;
 - ii. clădirile cu regim maxim de înălțime;
 - iii. nodurile de cotă înaltă;
 - iv. nodurile cele mai depărtate de punctul de injecție.
 - b. în situațiile în care rezultatele sunt necorespunzătoare, întrucât diametrele conductelor sunt stabilite prin calculul de dimensionare realizat anterior, diametrele care necesită modificări pentru funcționarea corespunzătoare la incendiu, se modifică numai după refacerea calculului de dimensionare.
- (2) Verificarea hidraulică a rețelei de distribuție se consideră finalizată atunci când, pentru toate subscenariile aplicabile sistemului, analizate de Proiectant conform prevederilor 9.2.1.5 Scenariile de calcul, sunt îndeplinite cerințele aplicabile stabilite la paragrafele anterioare:

- a. 9.2.1.3 Presiunea în rețeaua de distribuție, respectiv;
- b. 9.2.1.4 Viteza de curgere admisă în rețeaua de distribuție.

9.2.4 Calculul hidraulic al rețelelor inelare

- (1) Dispoziția inelară asigură siguranța în funcționare în sensul posibilității alimentării fiecărui utilizator pe minimum două circuite hidraulice și al reducerii numărului de utilizatori afectați de o avarie pe un tronson.
- (2) Funcționarea ca rețea inelară este asigurată exclusiv pentru contururile închise la care este respectată condiția:

$$DN_{\max}/DN_{\min} < 1,5 \quad (9.10)$$

în care:

DN_{\max} – diametrul maxim al barelor care alcătuiesc conturul;
 DN_{\min} – diametrul minim al barelor care alcătuiesc conturul.

- (3) Având în vedere existența inelelor în rețea, la relațiile de la articolul (2) de mai sus, se adaugă relația care reflectă faptul că pe fiecare inel simultan suma pierderilor de sarcină este egală cu zero (legea Bernoulli):

$$\sum (h_r)_{inel} = \sum (MQ^2)_{inel} = 0 \quad (9.11)$$

- (4) Aplicarea ecuației de continuitate pentru fiecare nod, respectiv a legii Bernoulli pentru fiecare inel, conduce la un sistem de ecuații a cărui rezolvare conduce la distribuția debitelor pe bare. Întrucât numărul de necunoscute (Q_i , DN_i) este dublu față de numărul de bare din rețea, metoda de rezolvare aplicată curent se bazează pe calculul prin aproximații succesive (Cross – Lobacev) care implică:
 - a. adoptarea unei distribuții inițiale a debitelor pe fiecare bară din rețea și stabilirea diametrelor acestora pe baza elementelor de viteză economică, mărime debit și importanța barei în ansamblul rețelei;
 - b. predimensionarea rețelei prin rezolvarea sistemului neliniar de ecuații, efectuând corecții succesive ale debitelor propuse până la realizarea închiderii pierderilor de sarcină pe fiecare inel din rețea în limita toleranțelor admise: 0,3 - 0,5 m col. H₂O și 1,0 - 1,50 m col. H₂O pe inelul de contur.
- (5) Metoda de dimensionare este dificil de aplicat prin calculul manual, fiind laborioasă (necesită numeroase reluări, modificări de diametre, variante de repartiții și diametre, respectiv determinarea și comparația costurilor de investiție și/sau costurilor cu energia).
- (6) La proiectarea rețelelor de distribuție inelare și mixte se vor urmări etapele:
 - a. predimensionare la cerințele normate maxime - Scenariul I definit la articolul (5) litera a);
 - b. simularea funcționării rețelei în diferite ipoteze și condiții de asigurare a serviciului – după caz, subscenarii aferente Scenariilor II și III definite la articolul (5). În mod practic simulările se pot realiza numai printr-un model hidraulic dedicat rețelei analizate.

9.2.5 Modelarea hidraulică a rețelelor de distribuție

- (1) Construirea modelului hidraulic al unei rețele de distribuție a apei, pentru simularea funcționării acesteia din punct de vedere tehnologic, constă în parcurgerea următoarelor etape principale:
 - a. pentru o rețea nouă:
 - i. analiza condițiilor specifice (ex: cote teren, regim înălțime clădiri, categorii și repartiție spațială utilizatori) și elaborarea propunerii inițiale privind condițiile generale de alimentare și zonele de distribuție;
 - ii. trasarea configurației rețelei de distribuție pe planul de situație al localității;

- iii. stabilirea schemei de calcul, cu defalcarea în elementele indicate la 9.2.1.1 Schema de calcul;
 - iv. stabilirea tuturor conexiunilor între nodurile rețelei de distribuție;
 - v. stabilirea pentru fiecare nod a minim următoarelor elemente:
 - 1) coordonate X,Y pentru prezentarea sub formă de hărți a parametrilor hidraulici rezultați în cadrul simulărilor efectuate pe modelul hidraulic al rețelei de distribuție;
 - 2) cote geodezice;
 - 3) numerotarea nodurilor de consum;
 - 4) determinarea și alocarea consumurilor;
 - 5) stabilirea presiunilor de serviciu necesare la nodurile de consum;
 - 6) nominalizarea nodurilor de injecție în rețeaua de distribuție (rezervoare, castele de apă, stație de pompare):
 - prezența rezervorului în cadrul rețelei de distribuție se indică prin stabilirea nodului în care este amplasat rezervorul și precizarea cotei piezometrice a apei în rezervor; opțional mai pot fi precizate forma și volumul rezervorului, atunci când se verifică funcționarea rețelei la debit variabil în timp;
 - stația de pompare este atașată direct unui nod al rețelei de distribuție; descrierea stației de pompare în model numeric al rețelei de distribuție se realizează prin precizarea curbelor caracteristice ale pompelor care echează stația de pompare: curba caracteristică a pompei $H = f(Q)$ și curba caracteristică de randament $\eta = f(Q)$; pentru simulări preliminare se poate utiliza abordarea simplificată, în care stația de pompare este schematizată sub forma unui rezervor având cota piezometrică egală cu valoarea cotei piezometrice la punctul de funcționare aferent stației.
 - vi. stabilirea pentru fiecare bară a minim următoarelor elemente:
 - 1) lungime;
 - 2) coeficienți de rugozitate corespunzători formulei de calcul și materialelor alese;
 - 3) coeficienți de pierderi de sarcină locală, după caz;
 - 4) diametru interior;
- b. pentru rețele existente se impune:
- i. constituirea/actualizarea bazei de date GIS care reflectă cu precizie corespunzătoare amplasamentele, traseele, conectivitatea hidraulică și caracteristicile elementelor rețelei existente;
 - ii. determinarea prin măsurători “în situ” a tuturor elementelor cerute la (1) a),
 - iii. înainte de elaborarea de simulări privind modificarea situației existente, elaborarea modelului hidraulic aferent rețelei existente și calibrarea acestuia pe baza măsurătorilor de debite și presiuni realizate.
- (2) Calculul rețelei de distribuție se consideră finalizat atunci când, pentru toate scenariile și sub-scenariile aplicabile sistemului, analizate de Proiectant conform prevederilor 9.2.1.5 Scenariile de calcul, sunt îndeplinite cerințele aplicabile stabilite la paragrafele anterioare:
- a. 9.2.1.3 Presiunea în rețeaua de distribuție, respectiv;
 - b. 9.2.1.4 Viteza de curgere admisă în rețeaua de distribuție.
- (3) Pentru toate rețelele de distribuție care deserveșc comunități cu peste 500 de locuitori, Operatorul sistemului de alimentare cu apă are obligația elaborării, prin proiectanți de specialitate, a modelului hidraulic al întregii rețele:
- a. proiectele de extindere/reabilitare a rețelelor de distribuție existente se elaborează exclusiv după actualizarea modelului hidraulic al rețelei existente și verificarea funcționării corespunzătoare a

rețelei în configurația proiectată prin simulări pe modelul hidraulic aferent configurației respective.

- b. modelul hidraulic se elaborează cu respectarea următoarelor cerințe minime:
 - i. documentația de modelare hidraulică include:
 - 1) modelul propriu-zis în format electronic;
 - 2) raportul de modelare hidraulică, în care sunt indicate toate informațiile relevante privind ipotezele de calcul considerate și rezultatele obținute pentru fiecare scenariu și sub-scenariu analizat;
 - 3) permite editarea de către Operatorul sistemului de alimentare cu apă, în vederea sprijinirii procesului decizional privind dezvoltarea rețelei și abordarea situațiilor de urgență, prin rularea de simulări suplimentare cu modificarea modelului inițial privind configurația sau parametrii de funcționare ai rețelei;
 - ii. se actualizează, prin grija Operatorului sistemului de alimentare cu apă:
 - 1) periodic, la intervale de maxim 5 ani;
 - 2) la maxim 1 an după realizarea de modificări permanente în configurația sau parametrii de funcționare ai rețelei.

(4) Prin excepție de la a):

- a. în cazul:
 - i. branșamentelor individuale noi/ înlocuite;
 - ii. înlocuirilor de tronsoane existente cu conducte noi având aceleași diametre și puncte de conectare, cu preluarea tuturor branșamentelor existente și scoaterea din funcțiune a conductei înlocuite;

se admite elaborarea proiectului lucrărilor respective fără actualizarea modelului hidraulic, sub rezerva furnizării prin acordul de furnizare emis de Operatorul Sistemului de alimentare cu apă (aviz bazat pe simulările realizate de Operator pe modelul hidraulic existent), pentru fiecare punct de conectare, a domeniului de variație a presiunii asigurate din rețea:

- 1) presiunea minimă disponibilă pentru debitul solicitat;
 - 2) presiunea maximă atinsă în regim hidrostatic/perioadele de funcționare a rețelei la consum redus, după caz.
- b. în cazul extinderilor de rețea cu conducte ramificate, fiecare ramificație având lungimea de maxim 500 m și deservind maxim 100 de branșamente, se admite elaborarea proiectului lucrărilor respective fără actualizarea către proiectant al modelului hidraulic al sistemului existent, în următoarele condiții:
 - i. pentru fiecare punct de conectare, prin acordul de furnizare emis de Operatorul Sistemului de alimentare cu apă (aviz bazat pe simulările realizate de Operator pe modelul hidraulic existent), se indică domeniul de variație a presiunii asigurate din rețea:
 - 1) presiunea minimă disponibilă pentru debitul solicitat;
 - 2) presiunea maximă atinsă în regim hidrostatic/perioadele de funcționare a rețelei la consum redus, după caz.
 - ii. în cadrul proiectului lucrărilor de extindere se elaborează modelul hidraulic aferent acestora;
 - iii. în perioada dintre începerea execuției și punerea în funcțiune a lucrărilor, Operatorul Sistemului de alimentare cu apă actualizează modelul hidraulic al sistemului existent, prin integrarea în acesta a modelului hidraulic elaborat de proiectant.

9.2.6 Monitorizarea și zonarea rețelelor de distribuție

- (1) Pentru utilizarea eficientă a resurselor de apă și optimizarea consumurilor de energie, este necesar ca funcționarea rețelelor de distribuție să se realizeze cu pierderi de apă reduse. În acest sens, debitele vehiculate prin rețea se monitorizează defalcate pe zone de distribuție (DMA), după cum urmează:

- a. pentru rețelele care deservește peste 5000 de consumatori, se impune constituirea de zone de distribuție distincte și monitorizarea individuală a acestora;
 - b. pentru rețelele care deservește sub 5000 de consumatori, se impune monitorizarea în punctele relevante, minim cele aplicabile indicate la articolul (3) de mai jos;
 - c. în cazul rețelelor care deservește între 2000 și 5000 de consumatori, se recomandă constituirea de zone de distribuție distincte și monitorizarea individuală a acestora.
- (2) Zonele de distribuție se constituie prin adoptarea următoarelor măsuri:
- a. se limitează transferul de apă între zone adiacente la minim 2 până la maxim 5 conducte de legătura prevăzute cu debitmetru;
 - b. interconectarea zonelor de distribuție constituite pentru reducerea presiunii se face prin minim 2 legături, fiecare legătura fiind prevăzută cu:
 - i. vană de reducere a presiunii, cu indicarea în proiect a presiunii maxime admise în aval de vană;
 - ii. debitmetru (contor de rețea), pentru monitorizarea debitelor vehiculate între zonele de distribuție.
 - c. pe celelalte conducte care fac legătura între zone adiacente se prevăd vane închise în condiții normale de exploatare.
- (3) Pentru asigurarea unei monitorizări cu nivel adecvat de discretizare, care să permită identificarea facilă atât a valorilor efective, cât și a repartizării pe zonele din rețea în care pierderile înregistrează modificări, se prevăd minim următoarele măsuri:
- a. instalarea de debitmetre capabile de înregistrare a debitelor în ambele sensuri de curgere, monitorizate on-line (integrate în SCADA) sau cu descărcare și procesare periodică a înregistrărilor, în minim următoarele puncte relevante:
 - i. la fiecare injecție în rețeaua de distribuție (ex: ieșirea din rezervoare, pe conductele de refulare ale stațiilor de pompare);
 - ii. pe conductele dintre zonele de distribuție:
 1. pe legăturile deschise în condiții de funcționare normală;
 2. pe conductele de refulare aferente stațiilor de pompare din interiorul rețelei de distribuție;
 3. la limita zonelor construite, pentru tronsoanele de rețea care traversează zone neconstruite pe distanțe mai mari de 1 km.
 - b. instalarea de senzori de presiune cu monitorizare on-line (integrați în SCADA) sau cu descărcare și procesare periodică a înregistrărilor, în minim următoarele puncte:
 - i. pe conductele de refulare ale tuturor stațiilor de pompare;
 - ii. în punctele cele mai defavorabile din fiecare zonă de distribuție (ex: punctul având cota cea mai ridicată, punctul având cota cea mai joasă).
 - c. poziția punctelor de monitorizare se stabilește luând în considerare și disponibilitatea alimentării cu energie electrică. Se recomandă ca, ori de câte ori este posibil, alimentarea să se facă din rețeaua de distribuție energie electrică.
 - d. implementarea la nivelul Operatorului sistemului de alimentare cu apă:
 - i. a unui dispecer SCADA care să integreze, suplimentar elementelor aferente celorlalte obiecte din sistem, datele privind debitele și presiunile monitorizate în rețea. Datele se procesează și arhivează, sistemul permițând generarea de alarme la apariția de condiții anormale de funcționare (ex: debite foarte mari, presiuni sub/peste valorile admise, debite/presiuni atipice în raport cu domeniile de variație rezultate din înregistrările colectate anterior);
 - ii. a unui modul software pentru calculul automat al bilanțului de apă potabilă pentru fiecare zonă de distribuție, respectiv pentru stabilirea bilanțului de apă potabilă pentru întregul sistem. Pe baza bilanțurilor rezultate, Operatorul sistemului de alimentare cu apă va putea

evalua pierderile de apă prin diferența dintre cantitatea de apă intrată în fiecare zonă de distribuție și cantitatea de apă facturată.

9.2.7 Construcții accesorii în rețelele de distribuție

- (1) Pentru asigurarea funcționalității, în același timp cu exploatarea sigură și facilă a rețelilor de distribuție, pe conductele rețelei se prevăd accesorii și construcții conexe, ca de exemplu: branșamente, armături de închidere, ventile de aerisire-dezaerisire, armături de golire a conductelor, cămine aferente armăturilor, cămine aferente punctelor de monitorizare debite și/sau presiuni, hidranți de incendiu, fântâni de băut, cișmele, masive de ancoraj.
- (2) Este interzisă realizarea de legături între rețelele de distribuție a apei potabile și rețele de distribuție a apei nepotabile.

9.2.7.1 Branșamente

- (1) Branșamentul reprezintă partea din rețeaua publică de alimentare cu apă care asigură legătura între rețeaua de distribuție și rețeaua interioară a unei incinte sau a unei clădiri.
- (2) Principalele componente ale unui branșament sunt:
 - a. piesa de branșare la conducta rețelei de distribuție;
 - b. robinet de concesie;
 - c. cămin de branșament;
 - d. contor de apă;
 - e. conducte, îmbinări și fittinguri.
- (3) Branșamentul, până la contor, inclusiv căminul de branșament și contorul, aparține rețelei publice de distribuție a apei, indiferent de modul de finanțare a realizării acestuia.
- (4) Amplasamentele și soluțiile constructive aferente branșamentelor se stabilesc cu respectarea prevederilor SR 4163-1 articolul 2.2.3.1 și a următoarelor cerințe minime:
 - a. căminele de branșament, folosite pentru protecția, controlul și întreținerea branșamentului:
 - i. se instalează:
 - 1) în afara spațiului carosabil, la limita de proprietate;
 - 2) fără a se afecta celelalte instalații subterane;
 - 3) ori de câte ori este posibil, pe domeniul public.
 - ii. structura căminului asigură minim următoarele cerințe:
 - 1) etanșeitate la apa freatică;
 - 2) protecție împotriva înghețului;
 - 3) protecție la plutire;
 - 4) rezistență la solicitări mecanice.
 - iii. în căminul de branșament nu pot fi amplasate alte instalații decât cele aferente branșamentului;
 - iv. Sse acoperă cu plăci din beton în care se încastrează capace și rame conforme cu prevederile SR EN 124:
 - 1) fără goluri, cu deschiderea minimă (pas liber) 500 mm și balama îngropată;
 - 2) cu posibilitate de blocare, pentru deschidere fiind utilizată cheie/ unealtă specifică;
 - 3) protejate intern și extern cu acoperire epoxidică pentru condiții foarte corozive și erozive;
 - 4) ramele capacelor se încastrează în plăci de beton, cu asigurarea corespunzătoare a etanșeității și integrității ansamblului cămin-capac;

- 5) instalarea ramelor și capacelor se face astfel încât acestea să fie aduse la cota amplasamentului;
 - 6) se recomandă utilizarea de capace de clasă minim C250, chiar și în situația amplasării în spații necarosabile;
 - b. robinetele de concesie, utilizate pentru izolarea pe timpul efectuării de reparații la branșament:
 - i. se instalează exclusiv pe domeniul public, ori de câte ori este posibil, în afara spațiului carosabil;
 - ii. se amplasează pe conducta de branșament, înainte de contor;
 - iii. se prevăd cu cutie de protecție și tija de manevră. Pentru facilitarea activităților de exploatare, se recomandă înglobarea cutiei de protecție în placa de beton aferentă capacului căminului de branșament. Manevrarea robinetului se face manual, cu ajutorul unei chei;
 - iv. în serviciu, robinetele se află în poziția normal deschis;
 - c. contorul de branșament - ultima componentă a rețelei publice de distribuție, reprezentând delimitarea dintre rețeaua publică de distribuție și instalația interioară a utilizatorului:
 - i. se instalează între două robinete de izolare. Se recomandă utilizarea de robinete cu sertar cauciucat;
 - ii. între extremitățile armăturilor și pereții căminului se asigură un spațiu liber de minim 15 cm;
 - iii. în cazul lucrărilor de înlocuire a rețelelor de distribuție unde nu se înlocuiesc și căminele de apometru existente, căminele respective se reechipează cu contoare noi de apă potabilă;
 - iv. pentru evitarea contaminării apei din rețeaua de distribuție prin injectarea accidentală de apă din instalațiile interioare, se prevăd contoare capabile să detecteze sensul de curgere și să contorizeze distinct debitele vehiculate în sens invers prin contor;
 - v. pentru minimizarea erorilor de măsurare, se prevăd contoare având minim clasa de precizie C;
 - vi. pentru facilitarea activității de exploatare, se recomandă utilizarea de contoare cu funcție de citire automată a înregistrărilor;
 - d. conductele, îmbinările și fittingurile:
 - i. conectarea conductei de branșament la conducta de distribuție se face cu piese speciale, adecvate în raport cu materialele conductelor respective (de exemplu: sei/coliere de branșare);
 - ii. în situațiile în care branșamentul se realizează în același timp cu conducta, pentru asigurarea unui ansamblu perfect etanș, se recomandă conectarea cu teu/ramificație prefabricată intercalate pe nouă conductă;
 - e. proiectele branșamentelor se supun avizării Operatorului sistemului de alimentare cu apă;
 - f. pentru eficientizarea operării se recomandă standardizarea tipo-dimensională a materialelor și construcțiilor accesorii utilizate.
- (5) Se realizează branșamente pentru toți utilizatorii cu acces la rețeaua publică de distribuție.
- (6) În cazul utilizatorilor care îndeplinesc în mod cumulativ următoarele condiții:
- a. au acces atât la rețeaua publică de distribuție, cât și la rețeaua publică de canalizare,
 - b. dețin instalație interioară separată pentru consumuri de apă potabilă care nu se restituie la rețeaua de canalizare (de exemplu: udarea spațiilor verzi/serelor), se recomandă contorizarea separată a consumurilor respective, prin instalarea unui branșament distinct.

9.2.7.2 Cămine și armături în rețelele de distribuție

- (1) Amplasamentele și soluțiile constructive aferente căminelor din rețelele de distribuție se stabilesc cu respectarea prevederilor SR 4163-1 articolele 2.2.5.1 și 2.2.5.2, completate cu următoarele cerințe minime:
- a. căminele se instalează:
 - i. pe domeniul public;
 - ii. fără a se afecta celelalte instalații subterane;
 - b. structura căminului asigură minim următoarelor cerințe:
 - i. etanșeitate la apă freatică:
 - 1) trecerea conductelor prin pereți se face fără afectarea etanșeității căminului. Se recomandă evitarea spargerii ulterioare turnării, prin realizarea golurilor odată cu execuția structurii și utilizarea de piese de trecere speciale, etanșe;
 - 2) se recomandă evitarea spargerii ulterioare turnării, prin instalarea de elemente etanșe aferente sau direct instalarea treptelor odată cu execuția structurii. Se prevăd trepte anti-alunecare, protejate anticoroziv;
 - ii. protecție împotriva înghețului;
 - iii. protecție la plutire;
 - iv. rezistență la solicitări mecanice.
 - c. dimensiunile interioare ale căminelor se prevăd pentru asigurarea unei camere de lucru de min. 1,80 înălțime și 0,8 x 0,8 m² (în plan), și asigurarea minim următoarelor cerințe:
 - i. permit acces ușor și posibilitate de intervenție facilă la armături:
 - 1) instalarea vanelor în poziție accesibilă pentru manevrarea manuală, inclusiv în cazul vanelor cu acționare automată;
 - 2) profilarea radierului și amenajarea unei bașe, pentru colectarea și evacuarea facilă a apei scurse în operațiunile de reparații/întreținere;
 - 3) între orice piesă/conductă și perețele căminului se asigură distanțe de minim 20 cm;
 - 4) se recomandă ca niciun punct de trecere al conductelor prin planșee sau pereți să nu fie utilizat ca punct de sprijin.
 - ii. se acoperă cu plăci din beton prevăzute cu goluri de acces:
 - 1) se recomandă ca plăcile să fie realizate din elemente prefabricate;
 - 2) în cazurile în care dimensiunile armăturilor din cămin nu permit scoaterea acestora prin golul de acces, plăcile de acoperire se prevăd cu posibilitatea demontării, cu asigurarea etanșeității zonei de contact dintre placă și pereții căminului.
 - d. golurile de acces în cămine se prevăd cu ansambluri de capace fără goluri și rame conforme cu prevederile SR EN 124, asigurându-se:
 - i. deschiderea minimă (pas liber) 600 mm și balama îngropată;
 - ii. posibilitate de blocare, pentru deschidere fiind utilizată cheie/unealtă specifică;
 - iii. protejare internă și externă cu acoperire epoxidică pentru condiții foarte corozive și erozive;
 - iv. instalarea ramelor și capacelor se face astfel încât acestea să fie aduse la cota amplasamentului:
 - 1) ansamblurile ramă+capac se încastrează în plăci de beton, asigurându-se:
 - A. etanșeitatea și integritatea ansamblului cămin-capac;
 - B. aducerea la cota terenului odată cu execuția căminului;
 - C. readucerea la cota terenului, de fiecare dată când se realizează lucrări de modernizare/reabilitare a carosabilului;

- 2) în cazul amplasării în zone carosabile cu structuri realizate cu mixturi asfaltice la cald, se recomandă utilizarea de ansambluri capac+ramă cu autonivelare, capabile să preia încărcările din trafic și din variațiile de temperatură fără transfer direct asupra structurii căminului, asigurându-se în același timp:
- A. etanșeitarea și integritatea ansamblului cămin-capac;
 - B. evitarea degradării carosabilului adiacent;
 - C. reducerea costurilor aferente lucrărilor de aducere la cotă.
- v. se recomandă utilizarea de capace de clasă minim D400, chiar și în situația amplasării în spații necarosabile.
- (2) În cămine nu pot fi amplasate alte instalații decât cele aferente rețelei de distribuție.
- (3) Se recomandă ca proiectantul să analizeze, în ansamblul proiectului rețelei de distribuție, uniformizarea tipo-dimensională a căminelor.
- (4) Amplasamentele, configurația și tipul armăturilor din rețelele de distribuție se stabilesc cu respectarea prevederilor SR 4163-1 articolul 2.2.6, completate cu cerințe minime specificate la articolele următoare.
- (5) Alegerea armăturilor și configurației instalațiilor hidraulice se face ținând cont de:
- a. diametrele barelor pe care le deserveșc;
 - b. necesitatea asigurării spațiului de manevrare în interiorul căminului;
 - c. necesitatea reducerii dimensiunilor în plan ale căminelor de vane.
- (6) Pentru limitarea numărului de utilizatori afectați de scoaterea din funcțiune a unor tronsoane pentru intervenții, se prevăd cămine cu vane de izolare în cel puțin următoarele puncte din rețelele de distribuție:
- a. punctele de injecție în rețea;
 - b. punctele de conectare între barele rețelei (ex: intersecție a două sau mai multe conducte, la schimbarea diametrului/materialului conductei);
 - c. în capetele traversărilor, pe partea unde se produce presiunea;
 - d. punctele în care există branșamente pentru consumatori cu cerințe speciale (ex: spitale, școli, consumatori mari). În acest caz se recomandă instalarea de vane de izolare pe conducta de distribuție atât înainte, cât și după branșament;
 - e. pe barele în aliniament, la distanțe de maxim 500 m, astfel încât să nu se scoată din funcțiune mai mult de trei hidranți de incendiu.
- (7) Prin excepție de la (6), se admite montarea îngropată a vanelor cu diametrul nominal mai mic de 100 mm, cu tijele de manevră protejate în cutii cu capac. În acest caz:
- a. tija de acționare se oprește la maxim 0,15 m sub cota terenului amenajat;
 - b. cutia cu capac se înglobează într-o placă de beton, indiferent de amplasament;
 - c. în cazul amplasării în zona carosabilă, fața superioară a plăcii de beton se instalează la minim 0,10 m sub nivelul carosabilului.
- (8) În cazul utilizării de vane cu acționare electrică, acestea se prevăd și cu posibilitatea acționării manuale.
- (9) Pentru asigurarea golirii rapide a tronsoanelor izolate pe durata intervențiilor, se instalează minim un robinet de golire în fiecare cămin de vane din rețeaua de distribuție, având diametrul de minim 50 mm și maxim recomandat $\frac{1}{4}$ din diametrul conductei pe care se montează.
- (10) Aerisirea conductelor se face prin branșamente, hidranți, cișmele, fântâni publice.
- (11) Se pot prevedea robinete automate de aerisire-dezaerisire în căminele de vane amplasate în punctele înalte ale arterelor, numai dacă punctele respective nu sunt amplasate în zone inundabile.

- (12) Compensatorii de montaj, de dilatare și de tasare se instalează:
- în pozițiile prevăzute în SR 4163-1 articolul 2.2.6.8;
 - în căminele de vane, minim 1 compensator de montaj pe fiecare direcție, pe conductele cu diametrul de minim 100 mm.

9.2.7.3 Hidranți în rețelele de distribuție

- (1) Amplasarea hidranților de incendiu se face de regulă pe conductele de serviciu, la intersecțiile de străzi, precum și în aliniamentul acestora, la distanțe între doi hidranți adiacenți aflați pe aceeași conductă de distribuție, măsurată de-a lungul axului median al străzii/drumului, care să nu depășească 200 m.
- (2) Prin excepție de la dispozițiile (1):
- pe rețelele de distribuție realizate în localități cu o populație peste 10.000 de locuitori:
 - se adoptă distanțe dintre doi hidranți adiacenți aflați pe aceeași conductă de distribuție, măsurate de-a lungul axului median al străzii/drumului, care să nu depășească 100 m în apropierea clădirilor civile cu volum peste 15000 m³ cu destinație clădiri de învățământ, clădiri de sănătate, cultură, clădiri administrative, clădiri închise de importanță excepțională și deosebită (categoriile A și B de importanță);
 - pe rețelele de distribuție realizate în localități din mediul rural, cu o populație de peste 500 de locuitori:
 - se adoptă distanțe dintre doi hidranți adiacenți aflați pe aceeași conductă de distribuție, măsurată de-a lungul axului median al străzii/drumului, care să nu depășească 500 m;
 - în cazul realizării unor extinderi ale rețelei existente de distribuție amplasate în intravilanul localității, se asigură, pentru extinderile propuse, atât debitul pentru alimentarea cu apă potabilă a locuitorilor, cât și debitul pentru stingerea incendiilor cu hidranți exteriori. În acest caz, în punctul de conectare al extinderii la rețeaua existentă se amplasează un hidrant exterior, iar pe rețeaua care se extinde, se prevede, după caz:
 - amplasarea de hidranți exteriori la distanțe de până la 500 m între ei, dacă lungimea extinderii este mai mare de 500 m;
 - amplasarea unui hidrant exterior în capătul rețelei, dacă lungimea extinderii este mai mică de 500 m.
 - în cazul realizării unor extinderi ale rețelei existente de distribuție în localități care au realizat un plan de dezvoltare/modernizare a sistemului de alimentare cu apă pentru o perspectivă de minimum 30 de ani, se prevăd, în completarea dispozițiilor anterioare, numai pentru conducta de alimentare cu apă amplasată în extravilanul localității, soluții de montare ulterioară a hidranților exteriori la distanțe de până la 500 m.
 - pe rețelele de distribuție realizate în localități cu o populație totală de până la 500 de locuitori:
 - se prevede o rezervă intangibilă pentru stingerea incendiilor, cu volumul de 10 m³;
 - rezervorul se prevede cu posibilități pentru alimentarea cu apă a autospecialelor de intervenție;
 - pentru alimentarea facilă a autospecialelor de intervenție se prevăd:
 - conducta de injecție în rețeaua de distribuție se adoptă cu diametrul de minim 110 mm între rezervor și punctul de injecție în rețea;
 - la punctul de injecție în rețea se instalează un hidrant.
- (3) Conductele de bransament ale hidranților trebuie să fie cât mai scurte și cu diametrul interior de minim 80 mm.
- (4) Debitul minim al unui jet al hidranților exteriori se va considera 5 l/s; în cazul clădirilor pentru care este necesar un debit mai mare, vor fi prevăzuți mai mulți hidranți care vor funcționa simultan.

- (5) Diametrele minime ale conductelor pe care se instalează hidranți exteriori sunt:
 - a. 100 mm pentru hidranți Dn 80 mm;
 - b. 150 mm pentru hidranți Dn 100 mm;
 - c. 250 mm pentru hidranți Dn 150 mm.
- (6) Amplasarea efectivă a hidranților exteriori, distanțele dintre aceștia și carosabil, precum și față de clădiri, se stabilesc conform normativului P118-2.
- (7) Hidranții de incendiu exteriori se introduc pe piață doar cu marcaj CE.
- (8) Prevederile normativului P118/2, referitoare la posibilitatea folosirii și altor surse de apă în stingerea incendiilor, vor fi amendate în toate cazurile de următoarea restricție generală: în nicio situație rețeaua de apă potabilă nu va fi conectată cu o altă rețea a cărei apă nu este potabilă, conform prevederii Legii nr. 458/2002, cu modificările și completările ulterioare. Acest lucru este valabil pentru rețeaua exterioară clădirii dar și pentru cea interioară. Când stingerea incendiului interior se preconizează să se facă cu apă din alte rețele, rețelele vor fi separate, prin măsuri speciale controlabile. Este necesară emiterea avizului de la autoritățile din domeniul sănătății.
- (9) În cazul alimentării directe a motopompelor cu apă din rezervor (prin racordul special prevăzut) vor fi luate măsurile pentru evitarea murdării apei în mod accidental (pompe murdare, cisterne murdare).
- (10) Dacă din motive tehnologice, în activitatea de exploatare se izolează un tronson de conductă, se prevăd următoarele:
 - a. pe tronsonul izolat să nu fie mai mult de 3 hidranți;
 - b. în cazul în care în zona influențată apare un incendiu, să existe rezerva în rețea sau să se impună măsuri speciale de lucru prevăzute de reglementările tehnice specifice, aplicabile, în vigoare.
- (11) Hidranții exteriori vor fi amplasați astfel încât să fie accesibili și protejați, respectiv pozați subteran sau suprateran, în soluție constructivă acceptată și semnalizați corespunzător.
- (12) Toate rețelele de distribuție pentru localitățile peste 5000 locuitori vor avea în zona cu riscul cel mai mare la incendiu o structură/graf/schemă de formă inelară.

9.2.7.4 Fântâni publice

9.2.7.4.1 Fântâni publice pentru apă de băut

- (1) La stabilirea gradului de dotare cu fântâni publice pentru apă de băut se recomandă următoarele:
 - a. respectarea prevederilor STAS 1478;
 - b. prevederea fântânilor pentru apă de băut în toate locurile publice cu aglomerări de persoane: gări, stadioane, piețe, parcuri, străzi comerciale etc.
 - c. pentru eliminarea dezavantajului cișmelelor stradale care au o folosință limitată (numai în sezonul cald), se analizează posibilitatea instalării fântânilor pentru apă de băut în spații accesibile, situate în interiorul clădirilor de interes public (unități comerciale, hale agroalimentare, clădiri administrative, bănci, farmacii, policlinici, cinematografe etc.).
- (2) La amplasarea fântânilor publice pentru apă de băut pe străzi și/sau bulevarde, este necesar avizul autorităților locale.
- (3) Se va evita amplasarea fântânilor publice pentru apă de băut în apropierea locurilor de joacă nesupravegheate.
- (4) Fântânile publice pentru apă de băut vor fi amplasate astfel încât să nu stânjenească circulația și accesul în imobile.
- (5) Fântâna publică pentru apă de băut cuprinde următoarele elemente:

- a. corpul fântâni;
 - b. dispozitivul de acționare (manetă, pedală, celulă fotoelectrică);
 - c. dispozitiv de folosire (de băut);
 - d. element (robinet) de închidere generală;
 - e. legătură la rețea;
 - f. sistem de colectare a apei refofolosite și protecție;
 - g. conducte de evacuare și de scurgere;
 - h. racordul la canalizare;
 - i. platformă betonată de protecție.
- (6) Realizarea constructivă a fântâni publice pentru apă de băut, se face cu respectarea necesității utilizării raționale a resurselor, precum și cu asigurarea protecției anti-vandalism.
- (7) Fântânile publice pentru apă de băut se brânșează la rețeaua exterioară de distribuție din incintă sau la rețeaua publică de distribuție. Pe conducta de brânșament se prevede un robinet de închidere și un robinet de golire;
- (8) În timpul iernii, fântânile amplasate în exterior sunt scoase din funcțiune și apa din conducta de alimentare se evacuează, pentru a nu îngheța.
- (9) Fântânile pentru apă de băut se prevăd cu recipient care colectează apa nefolosibilă, de unde apa este descărcată la rețeaua de canalizare.

9.2.7.4.2 Fântâni arteziene

- (1) Se recomandă dotarea parcurilor și spațiilor publice deschise cu fântâni arteziene cu jocuri de apă și dotarea spațiilor de joacă din ansamblurile de locuințe cu bazine de foarte mică adâncime și jocuri de apă pentru copii, amenajate în condiții de securitate igienico-sanitară.
- (2) Jocurile de apă pentru copii trebuie să fie integrate celorlalte amenajări cu aceeași funcțiune și să fie alimentate în circuit deschis pentru evitarea oricărei posibilități de degradare a calității apei.
- (3) Gradul de dotare și amplasarea și fântânilor arteziene cu jocuri de apă, în localitățile urbane, se face ținând cont de condițiile ce decurg din sistematizarea urbană.
- (4) Alimentarea cu apă a fântânilor va fi realizată de regulă, în circuit deschis, cu controlul debitelor prin intermediul dispozitivelor automate de reglare și programare. În cazul fântânilor alimentate prin recirculare, se va opta pentru realizarea unor stații de pompare independente, prin utilizarea unor agregate de tip submersibil, integrate în structura obiectului.
- (5) Se recomandă realizarea efectelor estetice cu consumuri reduse de apă și de energie (filete și lame de apă în curgere liberă, jeturi aerate, jeturi pulverizate etc.).
- (6) Ansamblul unei fântâni arteziene cu jocuri de apă cuprinde elemente arhitecturale (ornamentale, decorative) constructive și de instalații hidraulice, electronice și de automatizare, care sunt interdependente și se elaborează într-o concepție unitară.
- (7) În funcție de concepția de realizare și funcționare a fântâni arteziene cu jocuri de apă, elementele componente pot include:
- a. bazinul (bazinele) fântâni;
 - b. elemente constructiv-decorative;
 - c. conductele de alimentare cu apă și distribuție a apei;
 - d. Dispozitive de transfer/dispersie a apei (duze, ajutaje, deversoare etc.);
 - e. conducte de recirculare;
 - f. conducte/sisteme de preaplin;

- g. conducte de golire;
- h. canale de scurgere;
- i. casa pompelor;
- j. instalații/construcții auxiliare și de protecție;
- k. aparate de măsură și control;
- l. cămin de branșament;
- m. cămin de racord la rețeaua de canalizare;
- n. instalații electrice de forță;
- o. instalații de automatizare;
- p. instalații electrice de iluminat (interior, dar, în special exterior).

(8) Pentru evitarea consecințelor determinate de poluarea apei stagnate din bazinele receptoare, se recomandă ca acestea să fie pe cât posibil eliminate din structura fântânilor prin soluții constructive și funcționale corespunzător adaptate.

9.2.7.4.3 Cișmele

- (1) Cișmelele stradale se instalează în zonele în care clădirile nu au instalații interioare de alimentare cu apă.
- (2) Distanța dintre două cișmele adiacente se adoptă maxim 300 m. La capetele de rețea, cișmelele stradale se amplasează la distanță de cel mult 150 m înainte de ultimul consumator.
- (3) Se prevăd cișmele cu robinet automat de închidere (îngropat, cu descărcare automată după fiecare utilizare) protejat împotriva înghețului.
- (4) În zona cișmelei se execută lucrări pentru drenarea apelor spre șanțuri de scurgere.

9.2.7.4.4 Instalații de alimentare cu apă în piețe publice, fixe volante, amplasate în aer liber.

- (1) Dotarea cu instalații hidroedilitare a piețelor publice fixe și volante amplasate în aer liber, pe platouri, este o condiție strict necesară pentru desfășurarea activităților economice specifice, cu respectarea regulilor igienico-sanitare, în vederea asigurării sănătății populației.
- (2) Piețele agroalimentare se realizează cu respectarea exigențelor din normele igienico-sanitare aplicabile, precum și a autorizațiilor de funcționare. În acest sens, este necesară asigurarea lucrărilor hidroedilitare de alimentare cu apă potabilă.
- (3) Principalele dotări necesare pentru alimentare cu apă în piețele publice fixe și volante, amplasate în aer liber, sunt următoarele:
 - a. bazine din beton (spălătoare), căptușite la interior cu faianță și alimentate din rețeaua exterioară printr-o conductă de apă rece sub presiune printr-un robinet, pentru spălarea legumelor, fructelor etc;
 - b. hidranți pentru stropit sau robinete cu portfurtun racordate la rețeaua de distribuție, pentru spălarea platourilor și a meselor din beton folosite pentru expunerea mărfurilor agro-alimentare;
 - c. closete publice.
- (4) Amplasamentul, numărul, dimensiunile (capacitățile) și formele constructive ale bazinelor (spălătoarelor) se stabilesc prin proiect, în funcție de mărimea pieței, caracterizată prin numărul standurilor de expunere a mărfurilor agro-alimentare, numărul (rulajul) consumatorilor, cantităților (estimate) de mărfuri ce vor fi vândute etc.
- (5) Se recomandă ca amplasarea bazinelor de spălare să se facă în axa de simetrie a platourilor și în centrul zonei destinate desfacerii produselor agro-alimentare.

- (6) La proiectarea instalațiilor de alimentare cu apă din piețele publice, fixe sau volante, amplasate în aer liber, supuse reabilitării, se aplică prescripțiile tehnice din standardele și normativele în vigoare.
- (7) În proiectul instalațiilor de alimentare cu apă pentru piețele publice, fixe sau volante, amplasate în aer liber, se iau în considerare următoarele elemente:
- asigurarea unui număr suficient de puncte de alimentare cu apă, amplasate în raport cu modul de organizare a spațiilor pentru desfacerea produselor;
 - dimensionarea corespunzătoare a cuvelor de spălare și utilizarea unor materiale de finisaj adecvate pentru întreținere ușoară și în condiții de igienă deplină (placaje din gresie sau faianță, fontă emailată, inox etc);
 - prevederea alimentării cu apă caldă menajeră a piețelor, pentru grupurile sanitare și zonele de desfacere a produselor din carne, lapte, pește;
 - amplasarea judicioasă a fântânilor de băut apă, hidranților de spălare, hidranților de incendiu, care să se facă pe baza unui studiu de optimizare a circulației mărfurilor și pietonilor (cumpărătorilor), în acest mod aceste reperi vor fi ușor accesibile și protejate împotriva distrugerii;
 - fântânile de băut apă se prevăd cu:
 - jeturi de apă ascendente (verticale sau oblice) pentru băut;
 - jeturi descendente pentru colectarea apei în sticle, recipiente etc;
 - copertine pentru protejarea contra precipitațiilor;
 - sisteme de încălzire (tip pardoseală radiantă) în vederea funcționării în bune condiții și pe timp de iarnă.

9.2.7.5 Traversări

- (1) Subtraversările de căi ferate și drumuri cu rețele de distribuție, se fac fără săpătură deschisă, cu respectarea prevederilor STAS 9312, caracteristicile traversării stabilindu-se ținând cont de:
- adâncimea de pozare (h) se adoptă cu asigurarea distanțelor minime:
 - 1,50 m - între cota superioară a îmbrăcăminții rutiere și generatoarea superioară a tubului de protecție,
 - 0,80 m sub cota radierului rigolei/șanțului drumului;
 - Ddiametrul și materialul conductei de instalat;
 - tehnologiile de execuție și materialele disponibile pentru tubul de protecție;
 - necesitatea instalării conductei:
 - cu distanțiere speciale, în interiorul tubului de protecție având minim 100 mm mai mult decât diametrul conductei protejate, astfel încât să permită introducerea sau scoaterea acesteia prin simpla tragere a conductei de distribuție;
 - cu cămine de vane la capetele unde se produce presiunea, și cu asigurarea etanșării la trecerea prin pereții căminelor, respectiv la capătul liber, după caz.
 - caracteristicile litologice și stratificațiile evidențiate de investigațiile de teren (sondaje/foraje).
- (2) Prin excepție de la prevederile (1), pentru drumuri nemodernizate sau pentru care carosabilul existent este degradat și nu se justifică protejarea acestuia:
- subtraversările cu conducte de distribuție se pot instala cu săpătura deschisă, ținând cont însă de celelalte cerințe specificate la (1);
 - după realizarea subtraversării, drumul se reface la starea inițială.
- (3) În cazul cursurilor de apă sau altor obstacole la care soluțiile de subtraversare fie nu sunt posibile, fie nu sunt raționale din punct de vedere al investiției necesare, traversarea se poate face aerian, utilizând soluții ca:

- a. suspendare de suprastructura unui pod - conductele urmând a fi ancorate sub consola trotuarului sau de antretoazele podului;
 - b. soluții de pozare autoportante.
- (4) În situațiile în care este necesară instalarea unui număr de minim 2 conducte din sistemul de alimentare cu apă (ex: apă brută și/ sau apă potabilă), cu subtraversarea pe distanțe de peste 20 m a unor căi de comunicație la care nu fie nu este admisă/posibilă, fie nu este rațională realizarea de excavații pentru remedierea eventualelor avarii (de exemplu: subtraversări de autostrăzi/căi ferate cu peste 2 (două) linii) se analizează prin calcul tehnico-economic minim două variante pentru instalare:
- a. pozare cu subtraversări independente;
 - b. pozare în galerii de protecție vizitabile, cu respectarea următoarelor condiții minime:
 - i. se asigură acoperirea de minim 1,5 m între cota suprafeței căii de comunicație și fața superioară a galeriei.
 - ii. se asigură dimensiunile minime aferente spațiului de lucru interior:
 - 1) înălțimea interioară a galeriei de minim 1,8 m,
 - 2) distanța pentru acces și intervenție minim 0,8 m între generatoarea exterioară a tubului cu diametrul maxim și fața interioară a peretelui galeriei.
 - 3) distanța pentru intervenție minim 0,2 m între generatoarea exterioară a tubului cu diametrul maxim și fața interioară a peretelui galeriei.
 - iii. se asigură etanșeitarea ansamblului, prin etanșarea rosturilor structurii și realizarea trecerilor prin pereți cu piese de trecere speciale, etanșe;
 - iv. se asigură stabilitatea conductelor în interiorul galeriilor, prin utilizarea de materiale și sisteme de susținere adecvate pozării aparente a respectivelor materiale, în cazul îmbinărilor cu mufă, fără inducerea de eforturi la nivelul mufelor (de exemplu: sistem de rezemare cu suportți metalici demontabili sau console metalice/din beton armat, prevăzute cu sistem de fixare cu scafa de rezemare pe minim 120° și platbanda de oțel, cu garnitură de cauciuc pe întreaga circumferință a prinderii);
 - v. în cazurile în care dimensiunile elementelor instalate nu permit scoaterea acestora prin golurile de acces aferente camerelor de la capetele galeriei, plăcile de acoperire ale camerelor se prevăd cu posibilitatea demontării, cu asigurarea etanșeității zonei de contact dintre placă și pereții camerei;
 - vi. schimbările de direcție necesare se realizează în exteriorul galeriilor, cu prevederea măsurilor corespunzătoare pentru asigurarea stabilității (ex: îmbinări zăvorâte, masive de ancoraj etc);
 - vii. în cazuri justificate, se admite instalarea de conducte din sistemul de alimentare cu apă și conducte din sistemul de canalizare în interiorul aceleiași galerii, caz în care, conductele de apă se amplasează la cotă superioară față de conductele de canalizare, cu asigurarea distanței minime pe verticală de 0,5 m între generatoarele exterioare ale celor 2 tuburi.
- (5) În cazul utilizării soluțiilor de tipul celor prevăzute la litera a), se impun următoarele condiții:
- a. se face verificarea statică și de rezistență a ansamblului pod existent-supratraversare;
 - b. obținerea acordului Beneficiarului podului, cu respectarea condițiilor impuse de acesta.
- (6) În cazul utilizării soluțiilor de tipul celor prevăzute la litera b), soluțiile constructive se adoptă pe baza unor calcule comparative între sistemele de pozare aplicabile (de exemplu: estacadă, conductă susținută de cabluri metalice, conductă susținută pe piloni/pe un tablier pe pile și culei etc). Alegerea soluției depinde în mare măsură de condițiile geotehnice de fundare ale infrastructurii și de condițiile pentru execuția acesteia.

9.3 Execuția rețelelor de distribuție

- (1) Execuția lucrărilor pentru rețele de distribuție se face în conformitate cu proiectul aferent și respectarea prevederilor de la capitolul 7.3 al prezentului normativ.
- (2) Execuția rețelelor de canalizare se poate face, în funcție de tehnologia prevăzută prin proiect sau utilizată de antreprenor cu următoarele metode:
 - a. metode manuale;
 - b. metode mecanice;
 - c. cu metode care implică utilizarea roboților specializați în realizarea operațiunilor de execuție și montaj rețele;
 - d. combinații ale metodelor anterior menționate.
- (3) Indiferent de metoda utilizată pentru execuția rețelelor, antreprenorul va respecta elementele impuse prin proiect, cerințele funcționale și normele de securitate și protecție a muncii.
- (4) Tehnologia de execuție a rețelei trebuie să țină cont de materialele din care sunt realizate conductele.
- (5) Rețeaua se execută începând de la nodul de injecție, tronsoanele finalizate putând fi date în exploatare.
- (6) Execuția se face pe tronsoane cu lungimi limitate, numai după ce pentru respectivele tronsoane sunt asigurate materialele necesare și forța de muncă, iar amplasamentul este eliberat.
- (7) Pe toata durata execuției, toate conductele din șantier, atât cele depozitate în vederea instalării, cât și cele instalate, se păstrează cu dopuri (capace) la capete.
- (8) Tehnologia de execuție a rețelei cuprinde fazele:
 - a. aprovizionarea cu materiale, în ritmul execuției;
 - b. realizarea săpăturii (cu sprijinire de taluz vertical) și depozitare corespunzătoare a materialului excavat (astfel încât să nu blocheze circulația, curgerea apei, traficul, pietonii);
 - c. realizarea lucrărilor necesare de sprijinire sau deviere provizorie/definitivă a altor utilități aflate în amplasament;
 - d. lansarea conductei în șanț și testarea provizorie;
 - e. montarea armăturilor prevăzute (vane, branșamente, hidranți etc.);
 - f. proba de presiune;
 - g. efectuarea eventualelor remedieri și repetarea probei de presiune;
 - h. după efectuarea probei de presiune:
 - i. se completează umplutura, în straturi de 10 – 30 cm, compactată manual sau mecanic (cu pământ din săpătură, fără bulgări mari și umezit convenabil pentru îndesare ușoară);
 - ii. Se trece de minimum 3 ori cu elementul de compactare și montarea benzii de semnalizare și detecție, la minim 0,30 m peste generatoarea superioară a conductei;
 - i. refacerea îmbrăcămintei drumului;
 - j. spălarea conductei, dezinfectare și controlul calității apei;
 - k. punerea în funcțiune a tronsonului finalizat.
- (9) Proba de presiune se realizează cu respectarea prevederilor aplicabile din SR 4163-3, SR EN 805 și STAS 6819, completate cu următoarele cerințe:
 - a. reprezintă pre-condiție pentru realizarea probelor de presiune finalizarea instalării conductei de distribuție, inclusiv a tuturor accesoriilor aferente, înainte de programarea și convocarea probei de presiune verificându-se:
 - i. concordanța lucrărilor executate cu proiectul;
 - ii. caracteristicile robinetelor, hidranților, gurilor, ventilelor de aerisire-dezaerisire, reductoarelor de presiune, clapetelor, altor armături etc;
 - iii. poziția hidranților și a vanelor îngropate;

- iv. pozițiile și execuția căminelor, echiparea acestora;
- v. protecția anticorozivă și termoizolațiile, unde este cazul;
- vi. calitatea sudurilor și a îmbinărilor;
- vii. execuția masivelor de ancoraj;
- b. în cadrul probei de presiune se asigură următoarele:
 - i. branșamente:
 - 1) robinetele de concesie se țin în poziția complet deschis,
 - 2) se instalează dopuri pe capătul conductelor de branșament la intrarea în căminele de branșament aferente;
 - ii. cămine de vane, cu instalația hidraulică finalizată integral:
 - 1) vanele de pe tronsonul testat se țin în poziția complet deschis;
 - 2) robinetele de golire se țin în poziția complet închis;
 - 3) robinetele automate de aerisire-de aerisire, dacă sunt prevăzute, se utilizează în condiții de funcționare normală, cu robinetul de izolare aferent în poziția complet deschis;
 - iii. vane îngropate, dacă sunt prevăzute – se țin în poziția complet deschis;
 - iv. hidranții, dacă sunt prevăzuți – se utilizează în condiții de funcționare normală, cu robinetul de izolare aferent în poziția complet deschis;
 - v. masivele de ancoraj, dacă sunt prevăzute, ating durata de 28 de zile de la turnarea betonului cel târziu în ziua anterioară probei de presiune;
 - vi. manometrele utilizate:
 - 1) se montează la toate punctele caracteristice ale tronsonului, minim în următoarele puncte:
 - A. capete,
 - B. puncte înalte;
 - C. puncte joase.
 - 2) sunt etalonate și au verificările metrologice impuse de lege în termenele de valabilitate;
 - 3) au diviziuni de 0.1 bar iar domeniul de măsurare acoperă valoarea presiunii de probă.
 - vii. capetele tronsonului:
 - 1) înainte de umplerea tronsonului cu apă, se închid capetele cu capace asigurate;
 - 2) nu se folosesc robinete ca piese de închidere a capetelor tronsoanelor supuse probei;
 - viii. presiunea de probă se asigura utilizând pompe cu piston;
 - ix. la finalul perioadei de probă se deschid pentru scurt timp, vane/dopuri de branșamente/hidranți în poziții selectate prin sondaj, pentru observarea curgerii apei din acestea.
- c. presiunea de probă admisibilă pe șantier nu va depăși valoarea presiunii de probă admisibilă specificată în standardul de produs al conductei testate. În rețelele de distribuție nu se vor instala conducte pentru care valoarea presiunii de probă specificată în standardul de produs este mai mică de 10 bar;
- d. proba se va face numai cu apă potabilă, în tranșee;
- e. diferența maximă de cotă a axului conductei, admisă pentru testarea în cadrul unui singur tronson, este de 10 m;
- f. întrucât rețeaua va lucra la maximum 6 bari, presiunea de încercare va fi 1,5 x PN, dar nu va depăși 10 bari în niciun punct de pe tronsonul testat;
- g. proba se execută pe timp răcoros, dimineața sau seara, pentru ca rezultatele să nu fie influențate de variațiile de temperatură;

- h. umplerea tronsonului testat se face prin punctul cel mai de jos al acestuia, după ce, în prealabil au fost deschise robinetele de aerisire poziționate în punctele înalte și care se închid în momentul în care apa care se scurge este fără aer.
- (10) Prin excepție de la prevederile literei e), în cazurile particulare ale tronsoanelor stabilite prin proiect pentru funcționare la presiuni de peste 6 bari, presiunea de încercare se indică în proiect, fiind valoarea minimă dintre:
- 1.5 x clasa de presiune a conductelor prevăzute prin proiect pe tronsonul respectiv;
 - 1.25 x clasa de presiune a armăturilor prevăzute prin proiect pe tronsonul respectiv.
- (11) Probele de presiune se execută numai la temperaturi de minim 5°C, prognozate pe o durată de 3 zile.
- (12) Prin excepție de la prevederile (11), realizarea de probe de presiune la temperatură ambientală mai mică de 5°C se poate face numai dacă, suplimentar condițiilor precizate la (9), se îndeplinesc și următoarele condiții:
- pe întregul tronson testat sunt realizate umpluturi de minim 0,80 m peste generatoarea superioară a conductei;
 - pe capetelor neîngropate aferente tronsonului supus probei se aplică anterior începerii probei, măsuri temporare de termoizolare.
- (13) Proba se consideră reușită pe tronsonul respectiv, dacă sunt îndeplinite următoarele condiții:
- la examinarea vizuală să nu prezinte scurgeri vizibile de apă, pete de umezeală pe tuburi și în special în zona îmbinărilor;
 - pierderea de presiune să nu depășească valorile prevăzute în proiect.
- (14) După efectuarea probei de presiune se vor efectua următoarelor verificări și probe:
- întocmirea procesului-verbal a probei de presiune;
 - umplerea tranșeei în zona îmbinărilor;
 - umplerea tranșeei;
 - verificarea gradului de compactare conform prevederilor proiectului;
 - refacerea părții carosabile a drumului conform prevederilor din proiect;
 - refacerea trotuarelor;
 - refacerea spațiilor verzi;
 - executarea marcării și reparării rețelelor conform STAS 9570/1 marcarea și reperarea rețelelor de conducte și cabluri, în localități.
- (15) Înainte de execuția umpluturilor la cota finală se execută ridicarea topografică detaliată a conductei (plan și profil în lung) cu precizarea robinetelor îngropate, căminelor (echiparea acestora), hidranților, bransamentelor etc.
- (16) Releveele rețelelor se anexează Cărții Construcției și se centralizează în formatul stabilit de operatorul sistemului de alimentare cu apă, în vederea integrării în sistemul geografic informațional (GIS), deținut de acesta.
- (17) Înainte de punerea în funcțiune, se face spălarea și dezinfectarea rețelei, conform cerințelor de la capitolul 7.3.7 și actelor normative specifice, aplicabile, în vigoare.
- (18) Punerea în funcțiune a rețelei se face de către personalul Operatorului sistemului de alimentare cu apă, conform STAS 4163-3.

9.4 Cerințe privind exploatarea

- (1) Exploatarea sistemului de alimentare cu apă, în condițiile stabilite de autoritățile administrației publice locale, se poate face prin compartimente de specialitate autorizate din aparatul propriu al

consiliilor locale sau de agenți economici atestați și autorizați în condițiile Legii nr. 326/2001, pentru aprobarea Ordonanței de urgență a Guvernului nr. 262/2000 privind procedurile de stabilire a nivelurilor maxime de reziduuri de pesticide în plante și produse vegetale în specialitatea alimentării cu apă și canalizare, de către Autoritatea Națională de Reglementare. Exploatarea se face prin contracte de prestări de servicii, încheiate cu Consiliile Locale.

- (2) Prin exploatarea sistemului de alimentare cu apă se înțelege ansamblul acțiunilor și măsurilor constructive și administrative, prin care se asigură la nivelul întregului sistem o funcționare sigură, îndelungată și la costuri rationale. Operațiunile de exploatare la care face referire normativul sunt:
 - a. supravegherea și întreținerea lucrărilor;
 - b. repararea curentă a lucrărilor;
 - c. reabilitarea lucrărilor - refacerea parțială sau totală a unor componente din sistem;
 - d. retehnologizarea lucrărilor - refacerea totală sau parțială a lucrărilor, în vederea îmbunătățirii substanțiale a parametrilor de funcționare.
- (3) Perioada cea mai importantă în existența sistemului de alimentare cu apă este exploatarea:
 - a. este perioada cu cea mai mare durată, mult mai lungă față de durata fazei de proiectare și durata fazei de execuție;
 - b. este perioada în care se asigură un serviciu de cea mai mare importanță în viața localității;
 - c. este perioada în care sistemul se transformă încet și continuu din cauza extinderii localității, a creșterii exigenței asupra condițiilor de calitate a apei, a dezvoltării tehnologice;
 - d. este perioada în care lucrările îmbătrânesc, se uzează fizic și moral, pentru a se menține exigențele de calitate a serviciului asigurat fiind nevoie permanentă de îmbunătățiri;
 - e. este perioada în care se constată adevărata performanță tehnologică a sistemului.
- (4) Conținutul operațiunilor menționate mai sus cuprinde:
 - a. supravegherea și întreținerea - toate lucrările care se fac în mod continuu pentru verificarea stării componentelor sistemului, măsurarea parametrilor tehnologici și determinarea necesarului de reparații;
 - b. repararea curentă - toate lucrările necesare pentru remedierea defecțiunilor lucrărilor, pentru asigurarea funcționării continue și optime; acestea se fac ori de câte ori sunt descoperite sau după un plan anual de reparații;
 - c. reabilitarea - ansamblul operațiunilor realizate atunci când deteriorarea se manifestă pe tronsoane lungi sau la părți importante din sistem, pentru restabilirea parametrilor de funcționare conform parametrilor de proiectare;
 - d. retehnologizarea lucrărilor - ansamblul lucrărilor de refacere atunci când durata normată de lucru s-a încheiat/parametrii de lucru au suferit reduceri mari sau trebuie modificați cu valori importante/ca urmare a unor noi condiții de lucru/este necesară optimizarea energetică a sistemului; deși retehnologizarea lucrărilor nu este parte integrantă a exploatarei, activitățile necesare se realizează în paralel cu exploatarea lucrărilor existente în funcțiune.
- (5) În practică, defalcarea operațiunilor este uneori dificil de realizat, din cauză că unele se suprapun, altele se succed, iar la altele este greu de făcut distincția reparație-reabilitare/reparație capitală-retehnologizare.
- (6) Îmbunătățirea parametrilor de funcționare a sistemului poate fi făcută uneori și indirect - o apă de mai bună calitate obținută în stația de tratare poate favoriza o mai bună funcționare a aducțiunii și rețelei de distribuție; o apă uzată mai bine controlată la descărcarea în rețea favorizează o funcționare mai bună a stației de epurare etc.
- (7) Modul și ușurința de exploatare sunt strâns legate de calitatea activităților de proiectare și mai ales de calitatea lucrărilor de execuție.

- (8) Sistemele de conducte sunt construite preponderent subteran. Ca atare, măsurile specifice de protecția muncii vor fi legate de două aspecte:
- coborârea în cămine pentru întreținerea, manevrarea unor echipamente sau citirea unor parametri;
 - lucrări de remediere la conducte, lucrări care sunt de tipul lucrărilor de construcții și la care vor fi aplicate măsurile de protecția muncii, specifice acestor lucrări.
- (9) Personalul care lucrează în acest mediu trebuie să îndeplinească următoarele condiții:
- să fie sănătos din punct de vedere medical, cu controale medicale trimestriale;
 - să fie capabil să lucreze în spațiu închis și strâmt (se verifică în prealabil);
 - să nu aiba răni deschise sau în curs de vindecare în momentul lucrului;
 - să fie dotat cu material de protecție adecvat (cizme de cauciuc - lungi, cască de protecție, salopetă/ pufoaică, mănuși, sisteme de iluminat, sistem de comunicație etc);
 - să lucreze întotdeauna în echipă;
 - echipamentul de protecție va avea circuit închis; va fi purtat la lucru, în mijloacele de transport speciale (nu publice), va fi spălat și dezinfectat în incinta unității de lucru; este total interzis ca personalul să umble cu acest echipament în mijloacele publice de transport;
 - să fie supus unui instructaj de protecția muncii, specializat, suplimentar față de instructajul general, ori de câte ori schimbă locul de muncă.

9.4.1 Regulamentul tehnic de exploatare a lucrărilor

- (1) Regulamentul tehnic de exploatare:
- se elaborează pentru întreg sistemul de alimentare cu apă/ sistemul de canalizare;
 - se elaborează pe bază legislației în vigoare, a cărții tehnice a construcției și a instrucțiunilor de exploatare prevazute prin proiect, de catre proprietarul lucrarilor, fiind documentul prin care se organizează efectiv modul în care proprietarul, în mod direct sau printr-un operator licențiat, urmărește și ține în funcțiune sistemul, astfel încât parametrii tehnologici de functionare să fie obținuți în siguranță și în condiții de eficiența economica. Elemente ale regulamentului tehnic sunt coordonate cu regulamentul de organizare și funcționare a unității de exploatare a lucrărilor sistemului;
 - instrucțiunile de exploatare sunt elaborate odată cu elaborarea proiectului de execuție, astfel încât toate elementele de exploatare să poată fi evaluate și integrate în costul de realizare;
 - se elaboreaza unitar pentru intregul sistem;
 - pentru ușurința lucrului pe compartimente, secții, servicii etc., poate fi structurat pe părți distincte, după componența efectivă a sistemului. Aceste părți vor fi date personalului însărcinat direct cu exploatarea;
 - pentru fiecare componenta tehnologică majoră, se elaborează o parte distinctă, referitoare la modul de acțiune în caz de calamitate naturală.
 - conține:
 - toate instrucțiunile de exploatare și procedurile de reparații pentru lucrările de alimentare cu apă și separat pentru lucrările de canalizare;
 - descrierea sumară a lucrării cu menționarea limitelor de amplasare;
 - prezentarea pe un plan a poziției elementelor cu numerotarea clară, explicită și definitivă a tuturor elementelor componente: cămine, vane, hidranți, masive, guri de scurgere, stații de pompare etc.,
 - prezentarea pe planuri a tipului de material, dimensiunii tuburilor (DN, lungime);
 - prezentarea sistemului de comunicație pentru personalul de exploatare;
 - principalii indicatori de performanță, a modului și frecvenței de determinare, precum și a modului de arhivare a valorilor;

- vii. procedurile de lucru, reparații și intervenții la toate tipurile de lucrări;
 - viii. metologia de efectuare a testelor de presiune și de măsurare a capacității de transport;
 - ix. metodologia de pelevare a probelor și de prelucrare a datelor privind calitatea apei;
 - x. organizarea formațiilor de lucru: componență, calificare, dotarea materială, ordinea de subordonare și raportare;
 - xi. sarcinile generale ale formațiilor de lucru și încărcarea medie cu sarcini;
 - xii. formularistica necesară și modul ei de folosire;
 - xiii. informații și instrucțiuni privind utilizarea și actualizarea bazei de date a sistemului;
 - xiv. măsurile specifice de securitate a muncii pentru fiecare tip de lucrare;
 - xv. măsuri specifice de apărare împotriva incendiilor.
- (2) Regulamentul tehnic de exploatare este un document dinamic, perfectibil; se completează și se reformulează periodic; se recomandă să existe în lucru numai documentul reformulat integral; când un element important se schimbă, se dă în lucru o nouă variantă integral refăcută; aceste variante se prevăd cu elemente de identificare rapidă; varianta anterioară se adaugă la cartea construcției cu precizarea datei de scoatere din uz; fiecare variantă va avea numele și semnăturile persoanelor autorizate.
- (3) Regulamentul se schimbă obligatoriu, ori de câte ori se schimbă parametrii de funcționare ai lucrării, sau se fac lucrări importante de reabilitare sau lucrări de re tehnologizare.
- (4) Regulamentul se referă la următoarele tipuri de lucrări:
- a. lucrări de supraveghere și întreținere- se efectuează continuu;
 - b. lucrări de reparații curente- lucrări care remediază toate lucrările de importanță relativ redusă, dar care afectează buna funcționare;
 - c. lucrări de reabilitare - se fac atunci când, de exemplu, conductele/colectoarele de pe unele tronsoane înregistrează avarii/disfuncționalități frecvente și se decide refacerea integrală a tronsonului, este necesară înlocuirea pompelor dintr-o stație de pompare, sunt necesare lucrări de corectare a unor situații locale etc.
 - d. audit/expertiza specializată asupra sistemului:
 - i. se realizează periodic, pentru calitatea apei potabile, conform prevederilor legale în vigoare;
 - ii. pentru stabilirea lucrărilor de re tehnologizare;
 - iii. în stabilirea corectă a performanțelor este esențială baza de date realizată de serviciul de exploatare corect, complet și actualizată permanent.
 - e. lucrări de re tehnologizare:
 - i. lucrări care au ca scop îmbunătățirea totală sau parțială a sistemului de alimentare cu apă sau/și sistemului de canalizare; de exemplu: a crescut exigența de calitate asupra apei furnizate, trebuie modificat crescut/redus debitul transportat, trebuie schimbat traseul unei aducțiuni (revendicarea terenului, instabilitatea terenului), unele materiale au fost interzise și trebuie schimbate (azbocimentul, plumbul etc.), schimbarea sursei de apă, reducerea consumului de energie, extinderea zonei deservite etc.;
 - ii. re tehnologizarea în sine nu aparține direct exploatării, dar are implicarea activității interconectate cu exploatarea;
 - iii. după re tehnologizare se poate presupune ca este vorba de o lucrare nouă și deci modul de exploatare se va reface în consecință, într-un ciclu nou.
 - f. măsuri de securitatea muncii;
 - g. măsuri specifice de protecția mediului.

9.4.2 Masuri generale de protecția, siguranța și igiena muncii la exploatarea lucrărilor

- (1) Pe capitole de lucrări, normele de protecția muncii vizează:
- norme de securitatea muncii pentru lucrări de excavații, fundații, terasamente, nivelări și consolidări de teren;
 - norme de securitatea muncii pentru lucrări de excavații și lucrări subterane;
 - norme specifice de securitatea muncii pentru manipularea, transportul prin purtare/manipulare manuală și cu mijloace mecanizate și depozitarea materialelor;
 - norme specifice de securitate a muncii pentru sudarea și tăierea materialelor;
 - norme specifice de securitatea muncii pentru prepararea, transportul, turnarea betoanelor și execuția lucrărilor de beton și beton armat;
 - norme specifice la realizarea lucrărilor pe amplasamente în condiții de trafic;
 - norme specifice pentru lucrul cu instalații și echipamente electrice.
- (2) Locul de muncă va fi pregătit adecvat, chiar dacă intervenția trebuie făcută rapid:
- se începe lucrarea după o recunoaștere temeinică și o decizie clară;
 - se împrejmuiește și se semnalizează (foarte vizibil), pe timp de zi, cât și pe timp de noapte, astfel ca traficul rutier să fie cât mai puțin stânjenit;
 - se aprovizionează toate materialele și echipamentele de lucru necesare;
 - se lucrează astfel ca mediul sau populația vecină să nu fie afectate semnificativ;
 - orice material care provine din amplasament va fi sub control; nu va fi permisă refolosirea lui de către alt interesat;
 - nici o sculă folosită la lucrările de canalizare nu va fi înstrăinată;
 - se verifică dacă gazele din cămine nu sunt explozive și toxice;
 - se verifică dacă accesul în cămin este sigur și stabil; în caz contrar se lucrează cu scară mobilă, suplimentară;
 - se realizează lucrările propriu zise.
- (3) Pentru accesul în spații închise, în care se intră rar, vor fi luate toate măsurile de siguranță considerate necesare, dintre cele mai importante fiind menționate următoarele:
- amplasarea mijloacelor de avertizare a golurilor deschise, periculoase;
 - deschiderea capacelor nu se va face cu unelte improvizate;
 - capacele scoase vor fi așezate în poziție stabilă;
 - golul va fi lăsat liber să se aerisească spațiul interior; dacă golul este mare și se dorește o aerisire rapidă, se utilizează un exhaustor;
 - când operațiunea este de lungă durată, golurile se acoperă cu grătare provizorii;
 - fumatul este interzis în zona de lucru;
 - când se apreciază că se poate intra, se verifică rezistența scării de acces; dacă scara nu pare sigură, lucrătorul va fi lansat, numai după legarea cu frânghia la centura de siguranță;
 - pentru orice eventualitate, echipa va avea o mască cu cartuș de filtru cu material adecvat;
 - cel puțin o persoană din echipă are cunoștințe și deprinderi pentru acordarea primului ajutor;
 - se verifică stabilitatea construcției (după modelul care a fost învățat în prealabil) și se face epuizamentul apei;
 - se fac manevrele cerute, se notează pe foaia de lucru și se precizează și eventualele lucrări necesare;
 - înainte de începerea lucrărilor, se verifică faptul că lucrătorul ce intră în spațiul subteran poate face acest lucru (nu are probleme biologice, psihologice etc.), este sănătos și nu a consumat băuturi alcoolice;
 - muncitorul care intră în cămin este echipat cu salopetă, cască, bocanci și mijloace de iluminat și este supravegheat de un alt lucrător, din exterior; supraveghetorul va verifica „starea” acestuia vizual și prin comunicare verbală, având instruirea și resursele necesare pentru a interveni, pentru a-l scoate din cămin și a-i acorda, după caz, primul ajutor;

- n. orice incident trebuie analizat și raportat, pentru a proteja lucrătorii la acțiunile viitoare;
 - o. lucrul la căminele din spațiile circulabile va fi semnalizat vizibil și stabil, pentru trafic.
- (4) Suplimentar, pentru accesul în căminele de vizitare și colectoarele de canalizare, lucrătorii trebuie să fie pregătiți special, deoarece:
- a. mediul este nociv, prin degajarea de gaze, unele toxice (hidrogen sulfurat) sau care pot genera amestecuri explozive (metan, oxid de carbon);
 - b. mediul este agresiv, în ceea ce privește posibilitatea de infectare și îmbolnăvire din cauza bacteriilor și virusurilor.
- (5) Pentru lucrul în tranșee, realizate pentru acces la tuburile îngropate, este obligatorie:
- a. sprijinirea malurilor săpăturii; se va ține seamă de lucrul în trafic;
 - b. epuizarea apei din săpătură;
 - c. materialele depozitate pe sol vor fi stabile și nu vor cădea în șanț/tranșee în mod accidental;
 - d. vor fi prevăzute podețe provizorii de trecere pentru pietonii din zonă; spațiul de trecere va fi asigurat;
 - e. vor fi asigurate mijloace stabile de acces în tranșeea deschisă (scări etc.).

9.4.3 Măsuri pentru apărarea împotriva incendiilor pe durata exploatării conductelor pentru transportul apei

- (1) Respectarea reglementărilor de apărarea împotriva incendiilor, precum și echiparea cu mijloace și echipamente de apărare împotriva incendiilor este obligatorie în toate etapele de exploatare a conductelor pentru transportul apei, inclusiv, în timpul operațiunilor de reparații sau înlocuiri de conducte.
- (2) În exploatarea conductelor pentru transportul apei, vor fi respectate prevederi specifice din „Norme generale de apărare împotriva incendiilor” aprobate cu Ordinul ministrului administrației și internelor nr. 163/2007, a Normativului de prevenire și stingere a incendiilor pe durata executării lucrărilor de construcții și instalații aferente acestora, indicativ C 300-1994, aprobat prin Ordinul ministrului lucrărilor publice și amenajării teritoriului nr. 20/N/11.07.1994 precum și normativele specifice lucrului cu un anumit tip de material. Măsuri specifice de apărare împotriva incendiilor vor fi precizate și în instrucțiunile de exploatare.
- (3) Obligațiile și răspunderile privind apărarea împotriva incendiilor revin atât proprietarilor lucrărilor cât și operatorilor sistemelor de alimentare cu apă, respectiv canalizare.
- (4) Personalul de exploatare va fi instruit corespunzător în domeniul situațiilor de urgență, conform prevederilor legale aplicabile, în vigoare.
- (5) În timpul reparațiilor, reabilitărilor, dezafectărilor, răspunderile privind prevenirea și stingerea incendiilor revin unităților și persoanelor care efectuează aceste lucrări.
- (6) Activitatea de apărare împotriva incendiilor este permanentă și constă în organizarea acesteia, în mod specific, în conformitate cu prevederile din normele generale de apărare împotriva incendiilor.
- (7) Personalul care exploatează sistemele pentru transportul apei, atât înaintea dării în exploatare, cât și periodic, în timpul exploatării, va fi instruit. Verificarea cunoștințelor se va face după o perioadă dinaintea stabilită.
- (8) Înainte de executarea lucrărilor cu foc deschis (sudură, tăiere cu flacăra, arcul electric, topirea de materiale izolante etc.) personalul de execuție va fi instruit asupra măsurilor de apărare împotriva incendiilor.
- (9) Lucrările menționate la alin. (8) se execută numai pe baza permisului de lucru cu foc, al cărui model este prezentat în anexa nr. 4 la Normele generale de apărare împotriva incendiilor.

- (10) În vederea evitării producerii de explozii, generatoarele de acetilenă vor fi amplasate la minimum 10 m de locul de lucru efectiv și de buteliile de oxigen, în spații ventilate.
- (11) În zonele unde se execută lucrări de vopsitorie se va interzice lucrul cu foc deschis pe o distanță de 25 m.
- (12) Organizarea intervenției de stingere a incendiilor se va realiza potrivit prevederilor normelor generale de apărare împotriva incendiilor.

9.4.4 Cerințe specifice privind exploatarea rețelelor de distribuție

- (1) Activitatea de exploatare a rețelelor de distribuție este complexă, întrucât rețeaua de distribuție:
- este obiectul de legătură furnizor-consumator și sursa majorității conflictelor;
 - este obiectul cel mai extins și mai solicitat;
 - este obiectul cel mai dinamic-practic, dezvoltarea este continuă, generând-se noi relații furnizor – consumator;
 - este ultimul obiect al sistemului și problemele de calitate/cantitate din amonte se răsfrâng asupra rețelei;
 - este susceptibilă de creșterea pierderilor de apă în sistem și a risipei de apă;
 - poate să genereze probleme de deteriorare a calității apei, ca urmare a unei rețele incorect alcătuite sau exploatate, prin modificarea calității apei după staționare îndelungată în conducte rețea.
- (2) Exploatarea rețelei de distribuție se realizează pe baza instrucțiunilor de exploatare și întreținere specifice.

9.4.4.1 Lucrări de exploatare a conductelor pentru transportul apei potabile

9.4.4.1.1 Lucrări pentru supravegherea rețelelor de distribuție

- (1) Toate lucrările pentru transportul apei se inspectează cel puțin săptămânal.
- (2) Inspecția se face de același personal, pentru a se obișnui cu detaliile și a putea sesiza diferențele.
- (3) Pentru dimensionarea numărului de personal de supraveghere se recomandă minim:
- 1 echipa de minim 2 oameni la 20-30 km de rețea de distribuție în mediul urban;
 - 1 echipa de minim 2 oameni la 10-20 km de rețea de distribuție în mediul rural.
- (4) Rezultatul inspecției se notează într-o fișă.
- (5) Fișele se stabilesc prin Regulamentul tehnic de exploatare a lucrărilor și pot fi elaborate fie pe hârtie, fie în format electronic.
- (6) Lucrările pentru supravegherea rețelelor de distribuție stau la baza:
- realizării planului și executării lucrărilor de întreținere;
 - declanșării etapei de reparație, când este cazul;
 - declanșării avertizării populației, dacă aceasta este afectată, de exemplu din punct de vedere al disponibilității apei (oprirea apei, restricții de fumizare) sau calității apei (măsuri de dezinfectare suplimentară).
- (14) Prin întindere și importanță, sistemul de transport al apei trebuie continuu supravegheat, pentru a respecta cerințele aplicabile în fiecare secțiune de controlul privind atât debitul, cât și presiunea.
- (15) Măsurile curente pentru supravegherea rețelelor de distribuție sunt:
- verificarea presiunii în rețea - se poate face prin monitorizare on-line, măsurători sistematice sau prin controlul sesizărilor consumatorilor asupra lipsei de presiune.

Operatorul sistemului de alimentare cu apă, utilizând modelul hidraulic al întregii rețele, actualizat periodic pentru reflectarea situației efective a rețelei, poate:

- i. să evalueze rapid cauzele probabile ale respectivelor situații reclamate de utilizatori;
 - ii. să compare rezultatele simulărilor hidraulice cu rezultatele măsurărilor din teren, identificând rapid diferențele și metodele de remediere necesare;
 - iii. să evalueze parametrii de funcționare pentru branșamente noi solicitate de utilizatori suplimentari.
- b. verificarea periodică a calității apei în rețea - numărul minim de probe este prevăzut în reglementările tehnice specifice, aplicabile, în vigoare. Operatorul sistemului are libertatea să realizeze controale cu frecvența mai ridicată. Se verifică la capete de rețea concentrația de clor remanent - când doza este mai mică de 0,2 mg/l, vor fi verificate posibilele cauze și luate măsuri (tratare incompletă, doza prea mică de clor, apariția unor impurificări pe traseu etc.).
- c. citirea contoarelor din rețea, verificarea integrității echipamentului și efectuarea periodică a bilanțului debitului de apă utilizând citirile contorilor de branșament, corelate cu înregistrările contorilor de rețea. Bilanțul permite:
- i. verificarea normei medii echivalente de consum de apă;
 - ii. compararea cu valorile de calcul;
 - iii. compararea cu norma general acceptată;
 - iv. verificarea evoluției și distribuției spațiale a pierderilor de apă;
 - v. asigurarea unei baze statistice de calcul pentru fiecare zona de distribuție.

Pentru eficientizarea duratei de citire și a preciziei contorizării, se recomandă înlocuirea tuturor contoarelor existente, gradual, cu contoare cu telecitire.

Când numărul de contoare este mare, se recomandă luarea în considerare a posibilității amenajării unui stand propriu de verificare. Standul va fi autorizat conform cerințelor metrologice. Prezența standului va fi făcută cunoscută consumatorilor, deoarece aici vor fi verificate și contoarele suspectate/reclamate de consumator ca funcționând incorect;

- d. o exploatare bună a sistemului implică procesarea rapidă a valorilor colectate în timp real din sistem și interpretarea lor de către personal specializat: debite mari/mici, presiune prea mare/mică, în tot sistemul sau numai parțial. În acest sens, în sistemele rețehnologizate de alimentare cu apă se instalează elemente automate de monitorizare (traductori care arată starea de funcționare/rezerva/avarie a pompelor, starea închis/deschis a vanelor, nivelul/volumul apei în rezervor, presiunea apei în rețeaua de distribuție, în noduri reprezentative (noduri unde o variație a presiunii se face cu o modificare importantă a debitului) etc.;
- e. pentru cunoașterea performanțelor funcționale ale conductelor de transport al apei, pe lângă monitorizarea și elaborarea bilanțului periodic, în cazuri mai complexe, se face un audit/expertiză specializată, elaborate de specialiști certificați.
- (16) Verificarea și remedierea eventualelor defecțiuni la sistemului de automatizare se face de personal autorizat, recomandabil cu sprijin din partea unităților economice care l-au conceput și instalat.
- (17) În timpul activităților de inspecție pe teren se verifică:
- a. starea căminelor de vane: existența capacelor, starea interioară a căminului (are apă, are deșeuri introduse fraudulos, are legături neautorizate, construcția este întreagă, scara nu este corodată, piesele metalice sunt vopsite etc.);
 - b. căminele de branșament: integritate, starea interioară a căminului (are apă, are deșeuri introduse fraudulos), starea contorului de apă, funcționarea și eventual citirea contorului, tendințele de vandalism etc.;
 - c. starea ventilelor de aerisire: integritate, stare de funcționare, prezența apei în cămin, starea vopsitoriei etc.;
 - d. supratraverările: starea structurii de rezistență, tendința râului de erodare a malurilor, vopsitoria, starea ventilelor de aerisire, starea căii de acces, starea termoizolației/hidroizolației etc.;

- e. starea și integritatea hidranților: capace de protecție, pierderi de apă, intervenția neautorizată, parcarea peste hidranți; semestrial, fiecare hidrant se deschide 1-5 minute, pentru verificarea stării de funcționare și pentru spălarea rețelei. Se verifică și vizibilitatea indicatorilor de poziție;
- f. verificarea funcționării corecte a cișmelelor - modul de închidere, curățenia din jurul lor, evacuarea apei risipite, folosirea apei pentru alte scopuri decât pentru cele pentru care a fost destinată (cantitatea respectivă va lipsi de la un alt consumator);
- g. starea altor mijloace de asigurare a funcționării (vane de reducerea presiunii etc.);
- h. starea instalațiilor de pompare de pe traseu, când există; accesul în clădiri/cămine se face securizat, fiind permis exclusiv personalul instruit și desemnat în acest sens;
- i. verificarea stării mijloacelor prin care sunt prelevate probe de apă în vederea controlului asupra calității; probele de apă potabilă vor fi luate numai de personal special instruit.

(18) Când există mijloace de măsurare cu afișare exclusiv locală a parametrilor de funcționare, valorile acestora vor fi notate în fișă. Când există mijloace de măsurare cu descărcare și procesare periodică a înregistrărilor, datele se descarcă de personal instruit și se predau departamentului abilitat pentru procesarea acestor, cu respectarea procedurilor interne aplicabile. Personalul în ale cărui atribuții intră supravegherea tehnologică a sistemului, va verifica eventualele modificări privind capacitatea de transport și eventual va declanșa cercetări mai amănunțite.

(19) Lucrările de întreținere la rețelele de distribuție se fac punctual, la semnalare în urma inspecției sau în general după un plan anual de întreținere, cuprinzând următoarele activități:

- a. verificarea pierderilor de apă pe tronsoane, folosind mijloace portabile de detectare, în zonele cu pierderi ridicate, indicate de rezultatele bilanțului pierderilor de apă;
- b. spălarea rețelei:
 - i. sistematic (minim anual) sau după reparații. În acest scop vor fi folosite cișmelele sau hidranții, pentru a produce, pe tronsoane controlate, viteze de curgere a apei de peste 1 m/s. Dacă acest lucru nu este posibil, se va proceda la spălare folosind și aer comprimat introdus printr-un hidrant/ branșament sau o cișmea de capăt de tronson;
 - ii. tronsoanele pe care viteza este mică în condiții de funcționare normale se spală cu frecvență mai ridicată, corelată cu rezultatele analizelor de monitorizare a calității apei realizate de Operatorul sistemului de alimentare cu apă. Dacă pe tronsoanele respective sunt instalați hidranți, dar aceștia nu au fost folosiți (nu a fost incendiu) timp de 3-4 luni (sau cum se va constata în practică), spălarea se va face prin deschiderea timp de câteva minute a hidranților;
 - iii. apa utilizată pentru spălare se contorizează la consum tehnologic.
- c. realizarea intervențiilor în rețea pentru realizarea de noi branșamente, remedierea unor avarii, realizarea de lucrări noi de extindere;
- d. săptămânal:
 - i. se verifică starea capacelor de cămin și se înlocuiesc imediat capacele necorespunzătoare; capacele necorespunzătoare din zona carosabilă se semnalizează imediat; se verifică, după refacerea căii de rulare, aducerea la cota a tuturor capacelor;
 - ii. se verifică starea hidranților și se remediază imediat deficiențele identificate;
 - iii. se face aerisirea tronsoanelor cu defecțiuni de funcționare cunoscute, până la momentul instalării de dispozitive de aerisire automate/implementării altor măsuri de remediere aplicabile, stabilite de personalul autorizat al Operatorului sistemului;
 - iv. se verifică subtraversările de drumuri naționale și căi ferate.
- e. lunar:
 - i. se detectează eventuale branșări neautorizate;
 - ii. se face înlocuirea contoarelor defecte, la limita de funcționare sau la care s-a atins termenul de verificare periodică;

- iii. asigurarea stării normale de funcționare a nodurilor în care se prelevează probe pentru urmărirea calității apei, de către personalul propriu sau de către organele sanitare;
- iv. se verifică stabilitatea pământului pe traseu și eventualele tasări.
- f. semestrial:
 - i. se face curățirea căminelor, evacuarea apei;
 - ii. se verifică și se corectează funcționalitatea tuturor armăturilor, căminelor;
 - iii. depistarea branșamentelor executate fraudulos.
- g. anual:
 - i. verificarea funcționării vanelor, vanelor de reducere a presiunii și ventilelor de aerisire;
 - ii. se etanșează vanele, se reface scara, capacul, se vopsesc elementele metalice din cămine, supratraversare, elemente de semnalizare.
- h. la intervale de maxim 2 ani, dacă nu sunt fenomene evidente:
 - i. se face repararea căminelor, vopsirea părților metalice.

(20) O problemă deosebită o poate constitui aducerea cotei capacului de cămin la cota căii de circulație. Efectul denivelării este dublu: dezagrame la trafic, mergând până la accidente în trafic și deteriorarea construcției căminului și conductelor legate la cămin, din cauza sarcinilor dinamice suplimentare și a vibrațiilor. Când denivelarea depășește 1,0 cm, se iau măsuri pentru refacere. În cazul căminelor amplasate în zone carosabile cu structuri realizate cu mixturi asfaltice la cald, se recomandă înlocuirea capacelor denivelate cu ansambluri capac ramă cu autonivelare, capabile să preia încărcările din trafic și din variațiile de temperatura fără transfer direct asupra structurii căminului, asigurându-se în același timp:

- a. etanșeitarea și integritatea ansamblului cămin-capac;
- b. evitarea degradării carosabilului adiacent;
- c. reducerea costurilor aferente lucrărilor de aducere la cotă.

(21) O procedură similară se poate aplica în cazul corectării cotelor cutiei de protecție a capătului de sus al tijelor de manevră aferente vanelor îngropate.

9.4.4.1.2 Lucrări de reparații la aducțiuni și rețele de distribuție

- (1) Lucrările de reparație se fac atunci când sistemul de transport al apei funcționează, dar apar pierderi evidente de apă, presiunea în sistem nu este asigurată, conductele sunt fisurate/sparte. Pierderile de apă produc avarii mari la lucrările învecinate (alunecări de teren, apă în subsoluri, degradarea pereților la construcțiile adiacente, degradarea îmbrăcămintei drumurilor) sau la consumator, când capacitatea sursei este redusă și acoperirea pierderii de apă este prea scumpă dacă este adusă din altă sursă etc.
- (2) Reparațiile se fac în concordanță cu tipul de material, tehnica de lucru fiind propusă și stabilită printr-o procedură aprobată (operatorul va dispune și utiliza proceduri de intervenție pentru toate tipurile de material aflate în sistemele pe care acesta le exploatează).
- (3) Procedura de reparație începe după stabilirea locului avariei:
 - a. se verifică în sistemul GIS și modelul hidraulic, actualizate la zi conform Cărții Construcției, tipul de material, adâncimea de pozare, posibilitățile de izolare a tronsonului, consecințele izolării;
 - b. se anunță populația în timp util;
 - c. se asigură cu apă obiectivele prioritare (spitale, școli, agenți economici la care întreruperea apei poate fi gravă);
 - d. se informează serviciile profesioniste și voluntare pentru situații de urgență, în a căror zonă de competență au loc lucrările de reparații la aducțiuni și rețele de distribuție.
- (4) După cunoașterea situației complete, se adoptă procedura de lucru, elaborată de către executant.

- (5) Dacă amplasamentul este în trafic, se anunță organele de poliție.
- (6) Dacă amplasamentul blocat de intervenție este important pentru trafic, se anunță și populația prin radio-TV.
- (7) Amplasamentul se izolează și semnalizează adecvat.
- (8) Dacă amplasamentul este vital în trafic și durata întreruperii depășește o zi, vor fi luate măsuri suplimentare pentru asigurarea fluenței traficului. Vor fi luate măsuri de protecție a locuitorilor din zonă.
- (9) Repararea spărturilor și sudurilor de îmbinare la conductele metalice, a rupturilor la tuburile vechi din fontă cenușie și azbociment sau demufări ale tuburilor îmbinate cu manșon se poate face:
 - a. prin acoperirea fisurii din tronson cu manșon;
 - b. prin acoperirea/etanșarea cu o mufă dublă din 2 piese, după îndepărtarea părții defecte și adăugarea, eventual, a unei bucăți de conductă.
- (10) Dacă tubul este fragil (fontă, azbociment, oțel intens corodat) și se poate rupe, se recurge la înlocuirea unei bucăți de tub și legarea capetelor tubului nou de tuburile rămase. Dacă un capăt de tub rămas până la următoarea îmbinare este scurt, este preferabil ca tubul să fie înlocuit până la îmbinare.
- (11) Dacă tubul face explozie, cazul tuburilor din azbociment sau cazul tuburilor din beton precomprimat, mai rar fontă cenușie - dar nu este exclus să se producă și în acest caz (când tubul este foarte vechi), se asigură de urgență oprirea alimentării cu apă de la vanele vecine și se înlocuiește în întregime tubul avariat.
- (12) După înlocuire și proba de presiune, se spală tronsonul respectiv și se dezinfectează.
- (13) În cazul înlocuirii cu tuburi din alt material, se utilizează îmbinări adecvate în raport cu tipul materialelor îmbinate și dimensiunile aferente.
- (14) În cazul dislocării unui masiv de reazem, se procedează la "subzidirea" masivului existent, prin realizarea altui masiv, amplasat între masivul vechi și pământul viu din spatele masivului vechi. Dacă și cotul este deplasat și neetanș, vor fi refăcute îmbinările respective pentru noua poziție. Nu se adoptă soluții cu îmbinare zăvorâtă numai pentru cotul refăcut, fiind necesare măsuri suplimentare de asigurare a stabilității conductei. Masivul refăcut va fi probat pentru presiunea de test aferentă conductei.
- (15) În cazul voalării conductelor elastice așezate aerian, pe reazeme, se va căuta și elimina cauza ce a declanșat fenomenul; aceasta poate fi o golire bruscă cu blocarea sau insuficiența capacității dispozitivelor de aerisire. Soluția de remediere se stabilește după revederea condițiilor de lucru a conductei. Funcționarea corectă a sistemului de eliminare a aerului este esențială.
- (16) În cazul demufării unei îmbinări prin aspirarea sau refularea garniturii, soluția cea mai bună este tăierea îmbinării respective și introducerea unei bucăți echivalente de tub cu îmbinare adecvată; și în acest caz va trebui găsită și eliminată cauza ce produce demufarea (de regulă sistemul deficitar de introducere/eliminare a aerului din conductă).
- (17) În cazul fisurării unui tub din masă plastică, se poate recurge la înlocuirea porțiunii defecte prin înlocuirea cu un tronson nou, cu dimensiuni corespunzătoare și asigurarea îmbinării etanșe cu tubul existent.
- (18) În caz de golire a conductei, trebuie dată o atenție sporită evacuării apei. Dacă se produce vacuum pe conductă, este posibilă aspirarea apei murdare din exteriorul acesteia și apare pericolul declanșării unor îmbolnăviri la consumator. Pentru a evita acest lucru, mai întâi se deschide hidrantul cu cota cea mai înaltă de pe traseul implicat. Acesta va rămâne deschis până la reumplerea conductei cu apă.

Dacă fenomenul de vacuum pe conductă se produce în mod curent pe un tronson oarecare, atunci vor fi luate măsuri de intercalare a unor ventile de aerisire adecvate (ca poziție și capacitate).

- (19) Un hidrant avariat trebuie înlocuit rapid, întrucât produce o pierdere mare de apă. Pentru aceasta, se închide robinetul de izolare aferent hidrantului, în cazul în care este funcțional, în caz contrar se închide apa pe tronsonul de rețea și se face schimbarea. După repararea hidrantului existent, în vederea refolosirii, este rațional ca acesta să fie încercat în prealabil și apoi montat din nou.
- (20) Toate lucrările de reparații se vor realiza cu respectarea prevederilor de la subcapitolul 9.3 și se vor încheia obligatoriu cu realizarea următoarelor operațiuni:
- elaborarea unui raport asupra operațiunii efectuate, care va intra în documentația tehnică a cărții de construcții la capitolul aferent obiectului tehnologic la care s-a intervenit;
 - actualizarea bazei de date a sistemului GIS, conform modificărilor realizate prin fiecare intervenție, actualizările fiind incrementale, pentru a se putea urmări evoluția în timp a comportamentului rețelei;
 - efectuarea unui calcul de cost al lucrării; valoarea va fi asociată în baza de date GIS tronsonului respectiv de rețea; la vremea respectivă și periodic, înregistrările privind costurile reparațiilor vor fi analizate și se va putea evalua dacă suma costurilor de remediere este mai mare decât costul unei conducte noi, adoptând-se decizia reabilitării tronsonului cu argumente clare; de asemenea, aceste date pot servi la o cuantificare facilă a intervențiilor, în vederea elaborării de statistici.

9.4.4.1.3 Lucrări de reabilitare la aducțiuni și rețele de distribuție

- (1) Metodele de reabilitare constau, de regulă, din înlocuirea tuburilor prin metoda tranșee deschisă, folosind proceduri adecvate de lucru.

Se vor respecta reglementările tehnice specifice privind reabilitarea conductelor pentru transportul apei, aplicabile, în vigoare.

9.4.5 Evaluarea performanței operării rețelelor de distribuție

- (1) Indicele de Pierderi al Infrastructurii ILI (Infrastructure Leakage Index) este un indicator important al pierderilor reale, care ia în considerare modul în care este gestionată rețeaua de distribuție. Atât Asociația Internațională a Apei (IWA), cea care a definit acest indice, cât și Asociația Americană a Producătorilor de Apă (AWWA) recomandă acest indicator în comparațiile dintre sisteme diferite.
- (2) IWA definește indicatorul ILI ca raportul dintre pierderile reale măsurate în rețea (CARL - Current Annual Real Losses) și o estimare a pierderilor reale minime care ar putea fi obținute din punct de vedere tehnic pentru acea rețea (UARL - Unavoidable Average Real Losses):

$$ILI = CARL / UARL \quad (9.12)$$

- (3) Pentru calculul practic al UARL se folosește o relație stabilită de IWA pe baza studiilor dezvoltate de aceasta, aplicabilă în orice sistem:

$$UARL \text{ (litri/zi)} = (18 \times L_m + 0,8 \times N_c + 25 \times L_p) \times P \quad (9.13)$$

în care:

L_m = lungimea conductelor rețelei de distribuție în [km];

N_c = numărul de brașamente;

L_p = lungimea totală a conductelor de brașament, de la limita proprietății la contor [km];

P = presiune medie în rețea în [m col H_2O].

- (4) Categoriile de performanță definite de IWA în funcție de indicatorul ILI sunt, prezentate în tabelul următor.

Tabel 9.5. Matricea de evaluare a categoriilor de performanță pe baza indicatorului ILI.

Categorია de performanță tehnică		ILI	Litri/bransament/zi				
			(când sistemul este sub presiune) la o presiune medie de:				
			10 m	20 m	30 m	40 m	50 m
Situția din țările dezvoltate	A1	< 1.5		< 25	< 40	< 50	< 60
	A2	1.5 - 2		25-50	40-75	50-100	60-125
	B	2 - 4		50-100	75-150	100-200	125-250
	C	4 - 8		100-200	150-300	200-400	250-500
	D	> 8		> 200	> 300	> 400	> 500
Situția din țările în curs de dezvoltare	A1	< 2	< 25	< 50	< 75	< 100	< 125
	A2	2-4	25-50	50-100	75-150	100-200	125-250
	B	4 - 8	50-100	100-200	150-300	200-400	250-500
	C	8 - 16	100-200	200-400	300-600	400-800	500-1000
	D	> 16	> 200	> 400	> 600	> 800	> 1000

Sursa: R. Limberger, (R. Liemberger - Recommendations for Initial Non-Revenue Water Assessment. IWA Water Loss 2010. Sao Paulo, Brazil, June 2010)

- (5) Pentru fiecare categorie de performanță sunt indicate direcțiile de acțiune ce pot duce la o creștere a eficienței sistemului astfel:
- A1 - Performanță de clasă mondială în managementul pierderilor; doar reduceri suplimentare nesemnificative, posibile teoretic;
 - A2 - Reducerea în continuare a pierderilor poate fi nerentabilă, cu excepția cazurilor când nu poate fi asigurat necesarul de apă; este necesară o analiză detaliată pentru identificarea măsurilor de îmbunătățire eficiente din punct de vedere al costurilor;
 - B - Există potențial pentru îmbunătățiri substanțiale; aveți în vedere managementului presiunii, practici mai bune de control activ al pierderilor și o întreținere mai bună a rețelei;
 - C - Înregistrare nesatisfăcătoare a pierderilor; situație acceptabilă doar în cazul abundenței resurselor de apă și a costului mic; chiar și în astfel de cazuri însă, este nevoie de o analiză a nivelului și naturii pierderilor și de o intensificare a măsurilor de reducere a acestora;
 - D - Utilizarea resurselor absolut ineficientă; programele de reducere a pierderilor sunt obligatorii și au un nivel înalt de prioritate.
- (6) În vederea simplificării caracterizării performanțelor sistemelor existente se propune o matrice de evaluare a sistemelor pe baza volumelor de apă, care nu aduce venit (NRW). Această matrice (The International Non-Revenue Water Assessment Matrix) este similară matricii de evaluare pe baza ILI și a fost adoptată pe plan internațional ca sistem de referință pentru sistemele existente. În tabelul următor este prezentată matricea de evaluare a performanței sistemelor pe baza NRW.

Tabel 9.6. Matricea de evaluare a categoriilor de performanță pe baza indicatorului NRW

Categorია de performanță tehnică		Litri/bransament/zi				
		(când sistemul este sub presiune) la o presiune medie de:				
		10 m	20 m	30 m	40 m	50 m
Situția din țările dezvoltate	A1		< 50	< 65	< 75	< 85
	A2		50-100	65-125	75-150	85-175
	B		100-200	125-250	150-300	175-350
	C		200-350	250-450	300-550	350-650
	D		> 350	> 450	> 550	> 650
Situția din țările în curs de dezvoltare	A1	<55	<80	<105	<130	< 155
	A2	55-110	80-160	105-210	130-260	155-310
	B	110-220	160-320	210-420	260-520	310-620
	C	220-400	320-600	420-800	520-1000	620-1200
	D	> 400	> 600	> 800	> 1000	> 1200

Sursa: R. Limberger, (R. Liemberger - Recommendations for Initial Non-Revenue Water Assessment. IWA Water Loss 2010. Sao Paulo, Brazil, June 2010)

- (7) Pentru fiecare din categoriile de performanță sunt indicate direcțiile de acțiune ce pot duce la o îmbunătățire a sistemului:
- A1 - Performanță de clasă mondială în managementul NRW; potențialul de reducere suplimentară a NRW este mic, cu excepția cazului în care există încă un potențial de reducere a presiunii sau de îmbunătățire a acurateții contuarelor marilor consumatori;
 - A2 – Reducerea în continuare a NRW poate fi neeconomică, cu excepția cazului în care există o sursă limitată de apă sau apa are un tarif foarte ridicat; este necesar un audit detaliat pentru a identifica îmbunătățiri eficiente din punct de vedere al costurilor;
 - B – Potențial pentru îmbunătățiri semnificative; realizați o balanța a apei pentru cuantificarea componentelor NRW; luați în considerare managementul presiunii, practici mai eficiente de control al scurgerilor active și o mai bună întreținere a rețelei; urmăriți îmbunătățirea gradului de contorizare, verificarea corectitudinii înregistrărilor contuarelor, examinarea modului de citire a contuarelor, de prelucrarea datelor și de prelucrare a facturilor, și identificarea potențialelor măsuri de îmbunătățire;
 - C – Înregistrare nesatisfăcătoare a NRW; tolerabilă numai dacă apa este din abundență și ieftină; chiar și atunci, trebuie să se analizeze nivelul și cauzele NRW și să se intensifice eforturile de reducere a acestora;
 - D – Complet nesatisfăcător; este imperativ necesar un program major de reducere a NRW și are o prioritate ridicată.
- (8) Indiferent de modalitatea în care se realizează evaluarea performanței unui sistem este necesar ca rezultatele furnizate să fie interpretate corect, ținând cont de condițiile specifice sistemului analizat.

9.4.6 Managementul calității lucrărilor

- (1) Proprietarul/operatorul sistemului de alimentare cu apă și/sau canalizării trebuie, în timp, să implementeze sistemul calității. Aceasta presupune:
- pregătirea personalului conform standardelor de calitate;
 - organizarea administrativă pentru a răspunde cerințelor de calitate;
 - organizarea sistemului informațional;
 - elaborarea Manualului calității, prin care se structurează modul de lucru în unitate; această etapă nu poate fi parcursă decât după o foarte bună cunoaștere a sistemului de alimentare cu apă, respectiv a sistemului de canalizare.
- (2) Un sistem al calității nu depinde de mărimea fizică a lucrărilor. Un sistem mic de alimentare cu apă, respectiv canalizare (în mediul rural, de exemplu) nu are probleme mai puține, ci numai ordinul de mărime a problemelor poate fi diferit.
- (3) Aplicarea sistemului calității în domeniul exploatarei are pentru membrii operatorului cel puțin trei aspecte favorabile:
- unitatea este obligată să așeze personalul după conceptul că, pentru un anumit loc în schemă este nevoie de o anumită instrucție-pregătire profesională;
 - capătă siguranță în lucru, deoarece știu ce procedurile sunt gândite până la capăt și nu prezintă riscuri majore (riscurile au fost reduse la minimum);
 - se face obligatoriu o dotare adecvată, pentru a evita orice improvizație care de regulă este scumpă și riscantă.
- (4) La baza organizării sistemului calității sunt trei idei principale:
- tot personalul operatorului este implicat în sistemul calității;
 - în mod specific, rezolvarea unei probleme se face după un parcurs stabilit; schimbarea parcursului se face numai în anumite condiții și, până la schimbarea acestuia se respectă întocmai parcursul inițial;

- c. orice anomalie se supune procedurilor specifice de analiza și capătă o cale de rezolvare, decizia adoptată fiind introdusă în parcursul de lucru.
- (5) Pentru concretizarea operațiunilor, se recomandă folosirea informațiilor date în standardele de calitate ISO 9001, ISO 14001 și ISO 18001.
- (6) Trebuie făcută distincție între organizarea sistemului calității și urmărirea calității produsului finit, calitatea de apă potabilă sau de apă epurată în cazul de față. Sistemul calității se aplică pentru a putea asigura totdeauna servicii de alimentare cu apă, respectiv canalizare, la calitatea stabilită în prealabil.
- (7) Instalarea sistemului calității reprezintă un mod de economisire a resurselor operatorului în ce privește furnizarea serviciilor:
- în colectivul de lucru dispar suprapunerile; fiecare membru are sarcini bine precizate;
 - cu obiective clare, fiecare membru se poate concentra asupra sarcinilor proprii fără să se mai întrebe cine face restul;
 - dacă ceva nu funcționează se poate găsi cu ușurință punctul deficitar;
 - sistemul nu reprezintă o blocare a inițiativei personale; fiecare își poate aduce contribuția când și unde dorește dar punerea în aplicare a "contribuției" nu se poate face decât după o analiză de stabilire a procedurii de lucru, de estimare a tuturor consecințelor și de includere în sistemul calității.
- (8) Acreditarea sistemului de calitate de către un organism autorizat conduce și la creșterea încrederii clienților în capacitatea operatorului de îndeplinire a obligațiilor, stabilitatea și serozitatea acestuia; în final toate acestea conduc la creșterea încrederii și îmbunătățirea relației operator/ client.
- (9) Sistemul calității este un argument în plus pentru acordarea sarcinii de exploatare unor unități capabile să facă acest lucru, recunoscute prin acreditare de către organismele abilitate.
- (10) În anexa 3 sunt prezentate riscurile care pot să apară în exploatarea rețelelor de distribuție a apei, acțiunile preventive, elemente de verificare și acțiunile corective, dar și planul pentru situații neprevăzute.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Allan Lambert, „IWA Best Practice Water Balance,” 2022. [Interactiv]. Available: <https://www.leakssuitelibrary.com/iwa-water-balance/>.
- [2] P. Trofin, Alimentări cu apă, București: Editura Didactică și Pedagogică, 1983.
- [3] D. Scărădeanu și A. Gheorghe, Hidrogeologie Generală, București: Editura Universității din București, 2007.
- [4] Degremont, Water Treatment Handbook, ISBN 978-2-7430-0970-0, France, 2007.
- [5] Minnesota Pollution Control Agency. Stormwater management: Low-impact development and green infrastructure <https://www.pca.state.mn.us/water/stormwater-management-low-impact-development-and-green-infrastructure>.
- [6] G. R. M. Sandu, Manual pentru inspectia sanitara si monitorizarea calitatii apei in sistemele de alimentare cu apa – Editura Conspress Bucuresti, 2006, ISBN 973-7797-78-7.
- [7] AWWA, Water Quality and Treatment - A handbook on Drinking Water - sixth edition, ISBN: 978-0-07-163010-8.

ANEXA 1

**Indicatori de calitate a apei, surse posibile, efecte posibile
asupra sănătății umane, procese de tratare aplicabile**

ANEXA 1
Indicatori de calitate ai apeiNORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ

Nr. Crt.	Parametru	U.M.	Concentrația Maxim Admisibilă		Efecte posibile asupra sănătății umane [7]	Sursa posibilă [7]	Procese de tratare aplicabile [7]
			Legea 458/2002 Ord. 22/2017	Dir. 2184/2020			
1	Escherichia Coli	nr./100 ml	0	0	- Nu au efecte dovedite asupra sănătății umane; - Indică prezența altor bacterii posibil patogene.	- Sunt prezenți natural în mediu. - Fecale umane și animale.	- Dezinfecție.
2	Enterococi intestinali	nr./100 ml	0	0			
3	Bacterii coliforme	nr./100 ml	0	0			
4	Număr de colonii la 22 °C	nr./100 ml	nedetectabil	fără modificări anormale			- Dezinfecție. - Dezinfecție.
5	Culoare		acceptabilă consumatorilor și nici o modificare anormală	acceptabilă consumatorilor și nici o modificare anormală	- În funcție de tipul substanței care dă culoarea apei.	- Diferite substanțe dizolvate.	- Coagulare floculare; - Oxidare cu ozon; - Adsorbție pe CAG.
6	Turbiditate	NTU	1.0	0.3	- Poate indica concentrații mari de bacterii patogene care se atașează pe particulele din apă și care pot genera vomă, crampe, diaree. - În funcție de parametrii chimici sau biologici care generează gust și miros.	- Sol, materii coloidale și suspensii organice și anorganice.	- Coagulare-floculare, decantare, filtrare; - Filtrare pe membrane;
7	Gust		acceptabilă consumatorilor și nici o modificare anormală	acceptabilă consumatorilor și nici o modificare anormală		- Substanțe organice sau anorganice dizolvate; - Dezvoltarea excesivă a cianobacteriilor, sulfobacteriilor;	- Oxidare cu ozon; - Adsorbție pe CAG.
8	Miros		acceptabilă consumatorilor și nici o modificare anormală	acceptabilă consumatorilor și nici o modificare anormală			
9	pH	unități de pH	6.5 – 9.5	6.5 – 9.5	-	-	- Corectare cu substanțe alcaline sau acide. - Osmoză inversă;
10	Conductivitate	µS/cm	2500	2500	-	-	
11	Aluminiu	µg/l	200	200	- Neurotoxic; - Factor de risc în maladia Alzheimer; - Interferă cu absorbția fosforului în organism.	- Antiperspiranți, cosmetice; - Aditivi alimentari; - Săruri utilizate în tratarea apei și epurarea apelor uzate.	- Coagulare - floculare, decantare, filtrare; - Conducerea corectă a procesului de coagulare-floculare.
12	Acrilamidă	µg/l	0.1	0.1	- Afecțiuni ale sistemului nervos și ale sângelui; - Creșterea riscului de cancer.	- Ajuvanți utilizați în tratarea și epurarea apelor uzate.	- Dozarea corectă a adjuvanților de coagulare.
13	Stibiu	µg/l	5	10	- Favorizează creșterea colesterolului; - Scade glicemia.	- Rafinării; - Întârzietori de foc; - Industria ceramică și electronică	- Coagulare-floculare, decantare, filtrare; - Osmoză inversă; - Nanofiltrare.

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂANEXA 1
Indicatori de calitate ai apei

Nr. Crt.	Parametru	U.M.	Concentrația Maxim Admisibilă		Efecte posibile asupra sănătății umane [7]	Sursa posibilă [7]	Procese de tratare aplicabile [7]
			Legea 458/2002 Ord. 22/2017	Dir. 2184/2020			
14	Arsen	µg/l	10	10	<ul style="list-style-type: none"> - Afecțiuni ale pielii - Afecțiuni ale sistemului circulator; - Risc de cancer. 	<ul style="list-style-type: none"> - Eroziunea depozitelor naturale; - Deșeuri din industria sticlei - Deșeuri din industria electronică. 	<ul style="list-style-type: none"> - Adsorbția pe alumină activată; - Coagulare – floclurare și filtrare; - Osmoză inversă; - Schimb ionic; - Se poate reține în timpul dedurizării cu var.
15	Benzen	µg/l	1	1	<ul style="list-style-type: none"> - Anemie; - Scăderea numărului trombocitelor; - Risc de cancer. 	<ul style="list-style-type: none"> - Descărcări de ape uzate industriale; - Depozite de deșeuri; - Rezervoare de stocare a gazului. 	<ul style="list-style-type: none"> - Adsorbție pe CAG; - Oxidare cu ozon; - Aerare și stripare;
16	Benzo(a)piren	µg/l	0.01	0.01	<ul style="list-style-type: none"> - Creșterea riscului de cancer; - Dificultăți de reproducere. 	<ul style="list-style-type: none"> - Protecțiile interioare ale rezervoarelor de apă; - Protecțiile interioare ale conductelor. 	<ul style="list-style-type: none"> - Adsorbție pe CAG.
17	Bisfenol A	µg/l	-	2.5	<ul style="list-style-type: none"> - Disruptor endocrin. 	<ul style="list-style-type: none"> - Descărcări de apă uzată; - Depuneri atmosferice; - Apă meteorică; 	<ul style="list-style-type: none"> - Adsorbție pe CAG.
18	Bor	mg/l	1	1.5	<ul style="list-style-type: none"> - Afecțiuni gastro-intestinale; - Interferă cu funcția reproductivă. 	<ul style="list-style-type: none"> - Surse naturale; - Detergenți, săpunuri; - Pesticide; - Arderea cărbunilor. 	<ul style="list-style-type: none"> - Osmoză inversă.
19	Bromat	µg/l	10	10	<ul style="list-style-type: none"> - Crește riscul de cancer; - Afecțiuni ale rinichilor; - Interferă cu funcția reproductivă. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sub-produs în oxidarea apei cu ozon. 	<ul style="list-style-type: none"> - Evitarea formării în timpul oxidării cu ozon.
20	Cadmium	µg/l	5	5	<ul style="list-style-type: none"> - Afecționează rinichii, și ficatul; - Hipertensiune; - Anemie. 	<ul style="list-style-type: none"> - Coroziunea conductelor galvanizate; - Eroziunea depozitelor naturale; - Rafinarea metalelor; - Scurgerile din depozite de deșeuri cu baterii sau vopseluri. 	<ul style="list-style-type: none"> - Coagulare-floclurare; - Adițional în procesul de dedurizare cu var; - Osmoză inversă; - Schimb ionic.
21	Clorat		-	0.25	<ul style="list-style-type: none"> - Afecțiuni renale; - Tumori ale tiroidei. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sub-produs în oxidarea apei cu dioxid de clor. 	<ul style="list-style-type: none"> - Evitarea formării în timpul producerii dioxidului de clor.

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**

**ANEXA 1
Indicatori de calitate ai apei**

Nr. Crt.	Parametru	U.M.	Concentrația Maxim Admisibilă		Efecte posibile asupra sănătății umane [7]	Sursa posibilă [7]	Procese de tratare aplicabile [7]
			Legea 458/2002 Ord. 22/2017	Dir. 2184/2020			
22	Clorit		-	0.25	- Anemie; - Afectarea sistemului nervos la copii. - Dermatite alergice.	- Sub-produs în oxidarea apei cu dioxid de clor.	- Evitarea formării în timpul producerii dioxidului de clor.
23	Crom	µg/l	50	25		- Eroziune depozite naturale; - Descărcări din fabricile de oțel și celuloză.	- Coagulare-floculare; - Schimb ionic; - Osmoză inversă; - Aditonal în procesul de dedurizare cu var; - Adsorbție pe diverse medii;
24	Cupru	mg/l	0.1	2	- Expunere pe termen scurt – neplăceri gastrointestinale; - Expunere pe termen lung – afecțiuni ale ficatului și ale rinichilor. - Afecțiuni ale tiroidei; - Deteriorarea nervilor.	- Eroziune depozite naturale; - Coroziune instalații interioare din cupru.	- Tratarea apei încât să nu fie corozivă.
25	Cianuri totale/ libere	µg/l	50/10	50/-		- Descărcări din fabricile de metale, materiale plastice și fertilizatori.	- Osmoză inversă; - Schimb ionic; - Oxidare cu clor.
26	1,2-diclorețan	µg/l	3	3	- Creșterea riscului de cancer; - Afecțiuni ale SNC; - Afecțiuni ale rinichilor, ficatului.	- Descărcări din industria chimică; - Degresări metalice.	- Adsorbție pe CAG.
27	Epiclorhidrină	µg/l	0.1	0.1	- Creșterea riscului de cancer; - Afecțiuni ale stomacului în cazul expunerii prelungite.	- Descărcări din industria chimică; - Impuritate în o serie de reactivi utilizați în tratarea apei.	- Adsorbție pe CAG.
28	Fluorură	mg/l	1.2	1.5	- Durere și sensibilitate osoasă; - Dinți pătați la copii.	- Eroziunea depozitelor naturale; - Descărcări din fabrici de aluminiu; - Descărcări industriale fabrici de fertilizatori.	- Osmoză inversă; - Adsorbție pe alumină activată; - Schimb ionic;
29	Acizi haloacetici	µg/l	-	60	- Crește riscul de cancer.	- Sub-produs în dezinfecția apei.	- Adsorbție pe CAG.
30	Plumb	µg/l	10	5	- Întârzieri în dezvoltarea mentală și fizică a copiilor; - Deficiențe de atenție; - Afecțiuni ale rinichilor;	- Eroziunea depozitelor naturale; - Coroziunea instalațiilor interioare.	- Tratarea apei încât să nu fie corozivă; - Coagulare la pH controlat;

ANEXA 1

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ

Indicatori de calitate ai apei

Nr. Crt.	Parametru	U.M.	Concentrația Maxim Admisibilă		Efecte posibile asupra sănătății umane [7]	Sursa posibilă [7]	Procese de tratare aplicabile [7]
			Legea 458/2002 Ord. 22/2017	Dir. 2184/2020			
31	Mercur	µg/l	1	1	<ul style="list-style-type: none"> - Creșterea presiunii sângelui în cazul adulților. - Afecțiuni ale rinichilor. 	<ul style="list-style-type: none"> - Eroziunea depozitelor naturale; - Descărcări din rafinării. 	<ul style="list-style-type: none"> - În timpul procesului de dedurizare cu var. - Osmoză inversă; - Coagulare-floculare, sedimentare, filtrare; - Schimb ionic, - Adsorbția pe medii speciale; - Adsorbția pe CAG.
32	Microcistină-LR	µg/l	-	1	<ul style="list-style-type: none"> - Toxicitate hepatică; - Toxicitate neurologică. 	<ul style="list-style-type: none"> - Toxină produsă de cianobacterii. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tratare convențională; - Oxidare cu ozon; - Adsorbția pe CAG; - Osmoză inversă; - Nanofiltrarea
33	Nichel	µg/l	20	20	<ul style="list-style-type: none"> - Afecțiuni ale inimii; - Afecțiuni ale ficatului. 	<ul style="list-style-type: none"> - Coroziune elemente sistem de distribuție; - Descărcări industriale; 	<ul style="list-style-type: none"> - Tratarea apei încât să nu fie corozivă.
34	Azotat	mg/l	50	50	<ul style="list-style-type: none"> - Methemoglobinemie. 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizarea fertilizatorilor în agricultură; - Scurgeri din fose septice; - Descărcări de apă uzată. 	<ul style="list-style-type: none"> - Osmoză inversă; - Schimb ionic; - Procese biologice.
35	Azotit	mg/l	0.5	0.5	<ul style="list-style-type: none"> - Methemoglobinemie. 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizarea fertilizatorilor în agricultură; - Scurgeri din fose septice; - Descărcări de apă uzată. 	<ul style="list-style-type: none"> - Osmoză inversă; - Schimb ionic; - Procese biologice.
36	Pesticide (per clasă)	µg/l	0.1	0.1	<ul style="list-style-type: none"> - Afecțiuni ale ficatului și ale rinichilor; - Interferă cu SNC; - Afectează funcția reproductivă; - Produce defecte la naștere; - Risc de cancer. 	<ul style="list-style-type: none"> - Agricultură; - Descărcări accidentale. 	<ul style="list-style-type: none"> - Oxidare cu ozon și adsorbție pe CAG.
37	Pesticide total	µg/l	0.5	0.5			
38	PFAS total	µg/l	-	0.5	<ul style="list-style-type: none"> - Creșterea colesterolului; - Creșterea enzimelor ficatului; - Afecțiuni ale tiroidei; - Reducerea răspunsului la vaccinare; - Risc de cancer. 	<ul style="list-style-type: none"> - Spuma pentru stingerea incendiilor; - Agenți de impermeabilizare; - Fabricarea vaselor de gătit antiaderente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Adsorbție pe CAG; - Schimb ionic; - Nanoparticule magnetice acoperite cu polimeri.
39	Suma PFAS	µg/l	-	0.1			

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**

**ANEXA 1
Indicatori de calitate ai apei**

Nr. Crt.	Parametru	U.M.	Concentrația Maxim Admisibilă		Efecte posibile asupra sănătății umane [7]	Sursa posibilă [7]	Procese de tratare aplicabile [7]
			Legea 458/2002 Ord. 22/2017	Dir. 2184/2020			
40	Hydrocarburi aromatice policiclice (PAH)	µg/l	0.1	0.1	- Cancer (în funcție de compusul din această clasă)	- Din procesul de ardere a combustibililor.	- Oxidare cu ozon și adsorbție pe CAG;
41	Seleniu	µg/l	10	20	- Căderea părului și a unghiilor; - Mâini și picioare amorțite; - Afecțiuni circulatorii.	- Rafinării de petrol, mine; - Eroziunea depozitelor naturale.	- Se reține în timpul dedurizării cu var; - Osmoză inversă.
42	Tetracloretană și tricloretană	µg/l	10	10	- Afecțiuni ale ficatului; - Creșterea riscului de cancer; - Afecțiuni ale SNC.	- Descărcări industriale; - Curățării chimice; - Degresări metalice.	- Aerare și stripare; - Adsorbție pe CAG.
43	Trihalometani total	µg/l	100	100	- Crește riscul de cancer; - Afecțiuni ale ficatului; - Afecțiuni ale rinichilor; - Afecțiuni ale SNC.	- Sub-produs în dezinfecția apei.	- Adsorbție pe CAG.
44	Uranu	µg/l	-	30	- Creșterea riscului de cancer; - Afecțiuni ale rinichilor.	- Eroziunea depozitelor naturale.	- Coagulare-floculare și filtrare; - Adsorbție pe CAG; - Schimb ionic; - Osmoză inversă.
45	Clorură de vinil	µg/l	0.5	0.5	- Creșterea riscului de cancer.	- Conducte de PVC; - Descărcări din fabricile de materiale plastice.	- Adsorbție pe CAG.
47	Amoniu	mg/l	0.5	0.5	- Risc microbiologic; - Consumă clorul adăugat pentru dezinfecție.	- Fertilizatori utilizați în agricultură; - Ape uzate.	- Procese biologice; - Clorare break-point; - Osmoză inversă; - Schimb ionic.
48	Clorură	mg/l	250	250	- Accelerează coroziunea oțelului.	- Depozite naturale; - Apă de mare.	- Osmoză inversă.
49	Clostridium Perfringens	nr./100 ml	0	0	- Indică prezența agenților patogeni.	- Materii fecale.	- Pre-oxidare, filtrare, post-oxidare, dezinfecție.
50	Fier	µg/l	200	200	- Culoare și gust metalic; - Favorizează dezvoltarea ferobacteriilor.	- Depozite naturale; - Coroziunea conductelor de oțel.	- Oxidare și reținere compuși insolubili; - Filtrare pe medii speciale.
51	Mangan	µg/l	50	50	- Posibilă neurotoxicitate la nou-născuți.	- Surse naturale; - Baterii descărcate; - Producerea oțelului.	- Oxidare și reținere compuși insolubili; - Filtrare pe medii speciale.

ANEXA 1

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ

Indicatori de calitate ai apei

Nr. Crt.	Parametru	U.M.	Concentrația Maxim Admisibilă		Efecte posibile asupra sănătății umane [7]	Sursa posibilă [7]	Procese de tratare aplicabile [7]
			Legea 458/2002 Ord. 22/2017	Dir. 2184/2020			
52	Oxidabilitate	mg O ₂ /l	5	5	– În funcție de compușii care contribuie la încălcarea organică.	– Surse naturale; – Deșeurii organice; – Ape uzate.	– Tratare convențională; – Oxidare cu ozon și adsorbție pe CAG.
53	Sulfat	mg/l	250	250	– Diaree tranzitorie la concentrații mari (>1000 mg/l).	– Depozite naturale.	– Osmoză inversă; – Schimb ionic.
54	Sodiu	mg/l	200	200	– Posibilă creștere a tensiunii arteriale.	– Depozite naturale; – Apa de mare.	– Osmoză inversă.
55	Carbon organic total	mg/l	nici o modificare anormală	fără modificări anormale	– Precursor formare THM; – Favorizează dezvoltarea bacteriilor.	– Materii organice naturale; – Deversări de apă uzată.	– Tratare convențională; – Oxidare cu ozon și adsorbție pe CAG.
56	Sulfuri și hidrogen sulfurat	μg/l	100	-	– Miros neplăcut; – Favorizează dezvoltarea bacteriilor; – Accelerează coroziunea.	– Surse naturale; – Apă uzată, ; – Deșeurii (mediu anaerob).	– Stripare cu aer; – Oxidare și reținere sulf coloidal.
57	Zinc	μg/l	5000	-		– Coroziune sistem de distribuție; – Descărcări industriale.	– Tratare apă încât să nu fie corozivă; – Precipitare în timpul dedurizării cu var; – Osmoză inversă.

ANEXA 2

Metodologii pentru efectuarea unor determinări nestandardizate

Metodologii pentru efectuarea unor determinări nestandardizate

Determinarea dozelor de reactivi de coagulare-floculare utilizați în tratarea apei

- (1) Alegerea reactivilor de coagulare și a adjuvanților este necesar să se realizeze pe baza testelor de coagulare la nivel de laborator (jar test).
- (2) Alegerea reactivilor de coagulare-floculare se realizează în urma testelor de laborator, stabilindu-se tipul și cantitatea necesară de coagulant care conduc la cea mai bună limpezire a apei, precum și condițiile de coagulare necesare (pH).
- (3) Procedul de stabilire a dozelor de reactivi este cunoscut sub denumirea de procedeu Jar-test. Dispozitivele utilizate sunt constituite din agitatoare mecanice montate pe suporturi pentru 5-8 pahare (uzual 6) de 1 dm³ capacitate. Procedul constă în introducerea apei de studiat bine omogenizată (apa brută) în fiecare pahar, și adăugarea în fiecare a unor cantități cunoscute de soluție, corespunzătoare unor doze prestabilite. Se amestecă probele prin pornirea agitatorului. Se realizează un amestec rapid timp de 1-2 minute (250 – 400 rot./minut) și apoi se continuă cu o turație redusă (20 – 60 rot./minut) timp de 10-15 min. Agitarea lentă permite aglomerarea particulelor destabilizate în flocoane, ușor sedimentabile. După oprirea agitatorului, apa se lasă să sedimenteze timp de 20-30 de minute.
- (4) După sedimentare se recoltează probe de supernatant prin sifonare sau cu ajutorul unei pipete de 100 ml pe care se efectuează următoarele determinări: turbiditate, pH, indice de permanganat, carbon organic total.
- (5) Materiale necesare:
 - a. floculator de laborator clasic cuprinzând:
 - i. minim 6 posturi de agitare cu viteză reglabilă de la 15 la 400 rot/min. și timer;
 - ii. agitatoare cu palete plate plasate toate la aceeași înălțime;
 - iii. pahare Berzelius cu capacitatea de 1 litru.
 - b. materiale de prelevare a apei brute:
 - i. găleată de 10 – 15 litri,
 - ii. cilindru gradat de 1 litru.
 - c. materiale de prelevare a supernatantului: pipetă sau seringă de 100 ml.
 - d. turbidimetru și etaloane;
 - e. pH-metru și etaloane;
 - f. echipament pentru determinarea indicelui de permanganat;
 - g. analizor de carbon organic total.
- (6) În cazul coagulanților pulverulenți (sulfat de aluminiu) se prepară o soluție diluată de concentrație 10 g/l, exprimată în produs tehnic comercial. Această concentrație a fost aleasă în vederea facilitării luării probelor și efectuării calculelor (1 ml de soluție diluată, 10 g/l introdusă într-un litru de apă brută de analizat corespunde la o doză de tratare de 10 mg/l sau 10 g/m³). Pentru a evita degradarea soluțiilor diluate de coagulant se recomandă utilizarea acestora numai în ziua preparării lor.
- (7) Coagulanții pre-hidrolizați de tip policloruri bazice de aluminiu se dozează nediluți cu ajutorul micropipetelor.
- (8) Mod de lucru:
 - a. se prelevează volumul necesar de apă brută (~ 10 dm³) pentru efectuarea tuturor testelor prevăzute, avându-se în vedere ca temperatura apei să rămână cea din mediul natural;
 - b. se omogenizează apa brută înainte de umplerea fiecărui pahar;
 - c. se umple fiecare pahar cu 1 litru de apă brută măsurată cu cilindru gradat;

- d. se reglează agitarea rapidă între 250 și 400 rot/min;
 - e. se umplu seringile sau pipetele cu dozele dorite de reactiv de coagulare;
 - f. se adaugă în fiecare pahar doza de coagulant dorită cu ajutorul seringilor sau pipetelor în zona de turbulență maximă (adaosul de coagulant înaintea pornirii agitatoarelor va conduce la reacția punctuală și la reducerea eficienței de coagulare). Dozele de coagulant sunt în domeniul 5 – 80 mg/dm³;
 - g. se menține agitarea rapidă timp de 1 – 3 minute;
 - h. se reduce viteza de agitare la 20 – 60 rot./min;
 - i. se menține agitarea lentă timp de 15 – 20 minute;
 - j. se oprește agitarea, se îndepărtează agitatoarele și se pornește cronometrul pentru faza de sedimentare (15 – 30 min.);
 - k. se recoltează din fiecare vas 100 până la 200 ml de apă decantată, de la 5 – 6 cm sub nivelul liber al apei pentru determinarea turbidității, pH-ului, indicelui de permanganat. Apa recoltată este apa limpezită. Această operație se efectuează fie prin sifonare, fie cu seringă, evitând agitarea supernatantului. Probele de apă decantată recoltate se omogenizează bine înainte de a trece la orice fel de analiză.
- (9) Interpretarea rezultatelor testelor are drept scop determinarea tipului și dozei de coagulant care conduce la cele mai bune eficiențe de reducere a turbidității și încărcării organice trasând graficele de variație a următorilor parametri în funcție de doza de coagulant folosită, pentru fiecare din reactivii utilizați: turbiditatea; indicele de permanganat, respectiv TOC; evoluția pH-ului.
- (10) Pentru fiecare dintre reactivii analizați sunt necesare determinări de metal rezidual în supernatant. Concentrațiile acestora se vor corela cu pH-ul de coagulare, în sensul că acesta trebuie să fie în domeniul de solubilitate minimă a hidroxidului aferent coagulantului utilizat: hidroxid de aluminiu, respectiv hidroxid de fier.
- (11) Testele privind utilizarea polimerilor în procesul de coagulare floclare au la bază aceeași metodologie cu mențiunea că dozele de polimer (0.05 – 0.2 mg/l) se vor adăuga la dozele optime de reactiv de coagulare în ultimele 10 – 20 secunde de agitare rapidă.
- (12) Adaosul polimerului în același timp cu coagulantul nu destabilizarea particulelor coloidale conducând la eficiențe reduse de coagulare-floculare; adaosul de polimer în perioada agitării lente nu permite dispersarea acestuia în masa de apă dată fiind și vâscozitatea acestuia și volumele mici introduse (0.05 – 0.2 ml în cazul în care se utilizează soluții de concentrație 0.1%).
- (13) Trebuie acordată atenție deosebită dizolvării complete a polimerului urmându-se instrucțiunile de dizolvare din fișa tehnică a acestuia. Pentru că este instabilă, soluția de polimer se prepară în ziua utilizării.
- (14) După selectarea reactivului de coagulare, a polimerului, și determinarea dozelor optime, testele de tratabilitate se vor efectua la nivel de instalație pilot astfel încât să fie posibilă determinarea globală a eficienței de tratare.

Determinarea coeficientului de coeziune a nămolului

- (1) Coeficientul de coeziune a nămolului (K) caracterizează starea de floclare a nămolului și furnizează informații valoroase în cazul decantoarelor suspensionale. Un strat de nămol ocupă un volum aproximativ proporțional cu viteza unui curent ascendent de apă care-l străbate.
- (2) Determinarea coeficientului de coeziune a nămolului constă în trecerea unui curent ascendent de apă decantată (supernatantul – în cazul jar-testului) printr-un tub transparent și gradat la baza căruia s-a introdus un volum de nămol (figura 3.27). Metodologia constă în pașii următori:
 - a. se umple mai întâi tubul 1 cu apă decantată folosind vasul de nivel constant 2;

- b. se introduce la partea inferioară 50 – 100 ml nămol cu ajutorul pâlniei 3 care trebuie să nu treacă prin sita de la baza tubului; se notează volumul de nămol pe gradația tubului;
- c. cu ajutorul robinetului pentru reglarea debitului 4 se stabilește debitul minim care permite înfierea nămolului (se măsoară volumul de apă care curge prin preaplinul 5 într-un timp, t). Se fac cel puțin patru determinări cu debite crescătoare; se recomandă ca la reglarea debitelor să se evite șocurile care duc la expandarea nămolului necorelată cu debitul trecut prin tub.
- d. pentru fiecare din debite se citește volumul de nămol expandat din tub.

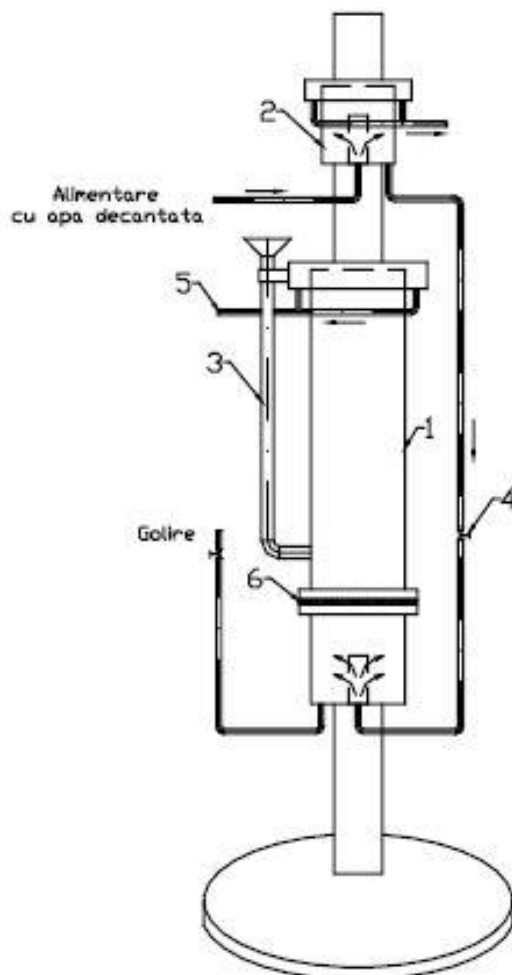


Figura A2.1. Instalație pentru determinarea coeficientului de coeziune al nămolului.

Notații: 1.tub transparent gradat; 2.vas de nivel constant; 3.alimentare nămol; 4.robinet reglare debit; 5.preaplin; 6.sită

- (3) Prelucrarea datelor se face după cum urmează:
 - a. debitele se vor transforma în viteze prin împărțirea lor la secțiunea tubului;
 - b. se construiește un grafic, trecându-se pe abscisă valorile pentru volumul de nămol expandat și pe ordonată viteza ascensională a apei prin tub în m/h;
 - c. se unesc punctele obținute cu o dreaptă, valoarea reprezentând segmentul dintre origine și intersecția dreptei obținute cu ordonata va fi coeficientul de coeziune a nămolului.
- (4) Reprezentând grafic viteza ascensională a apei în tub (m/h) în funcție de volumul de nămol expandat se obține coeficientul de coeziune K.

$$K = \frac{v}{\left(\frac{v}{v_0} - 1\right)} \quad (\text{A2.1})$$

în care:

- v – viteza ascensională a apei în tub, în m/h;
- V_0 – volumul inițial de nămol;
- V – volumul de nămol expandat.

- (5) Pentru nămoluri coezive coeficientul K are valori cuprinse în intervalul 0,8 – 1,2 în timp ce pentru nămoluri care rețin cantități mari de apă K are valori de cel mult 0,3.

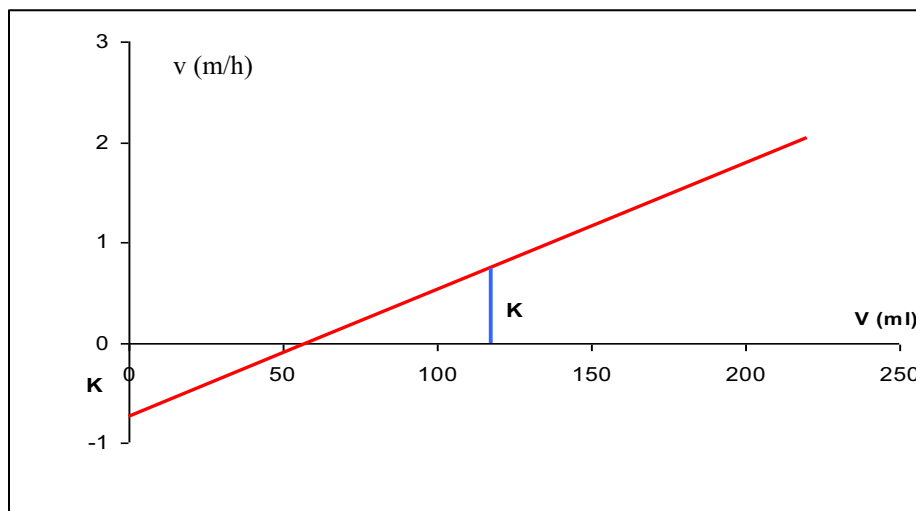


Figura A2.1. Variația volumului de nămol în funcție de viteza ascensională.

Determinarea dozelor de acid necesare pentru corectarea pH-ului

- (1) În vederea creșterii eficiențelor de reținere a încărcării organice în procesul de coagulare este necesară ajustarea pH-ului în sensul reducerii acestuia. Reducerea pH-ului se realizează cu acid sulfuric în cazul utilizării sulfatului de aluminiu ca reactiv de coagulare, respectiv cu acid clorhidric în cazul utilizării clorurii ferice ca reactiv de coagulare.
- (2) Aparatele și materialele necesare sunt următoarele:
 - a. pH-metru;
 - b. sticlărie de laborator.
- (3) Mod de lucru:
 - a. se prepară o soluție diluată de acid (1% - 2 %);
 - b. se adaugă cantități de acid în proba de apă brută (1dm³) astfel încât pH-ul să se reducă cu 0, 2 – 0,3 unități și se agită bine;
 - c. se continuă adăosul de acid și agitarea până la obținerea valorii dorite a pH-ului; se notează cantitatea de acid consumat.

Determinarea pierderii la acid a nisipului de filtru

- (1) Pierderea la acid a nisipului de filtru reprezintă pierderea de masă a nisipului expus 24 ore la acid clorhidric de concentrație 20%.
- (2) Materialele necesare sunt următoarele:
 - a. balanță analitică;
 - b. etuvă;

- c. exicator;
- d. hârtie de filtru;
- e. capsule de porțelan sau de sticlă de 100 dm³;
- f. soluție acid clorhidric 20%.

(3) Mod de lucru este următorul:

- a. se spală hârtia de filtru cu apă distilată și se usucă la 105 °C, într-o capsulă de porțelan sau de sticlă până la masă constantă;
- b. se aduce la temperatura camerei în exicator și se cântărește (hârtia împreună cu capsula). Rezultă masa m1;
- c. se cântărește imediat și capsula goală. Rezultă masa m2.
- d. se cântăresc 25 g nisip uscat în prealabil la 105 °C timp de 2 ore, în capsulă. Rezultă masa m3;
- e. se adaugă 25 ml HCl 20% și se lasă 24 ore;
- f. după 24 ore nisipul se trece cantitativ în hârtia de filtru care a fost cântărită anterior și se spală cu apă distilată până nu se mai detectează ionul clorură (se încearcă cu azotat de argint care formează cu ionul clorură AgCl – precipitat alb brânzos);
- g. se usucă filtrul cu nisip în aceeași capsulă, la 105 °C, până la masă constantă;
- h. se cântărește capsula cu nisip și hârtia de filtru. Rezultă masa m4.
- i. pierderea la acid a nisipului se calculează cu formula:

$$\text{Pierdere la acid [\%]} = \frac{(m_3 - m_2) - (m_4 - m_1)}{m_3 - m_2} \times 100 \quad (\text{A2.2})$$

- j. pentru ca nisipul să fie acceptat valoarea obținută trebuie să fie < 2%.

Determinarea friabilității nisipului de filtru

(1) Friabilitatea unui material este determinată prin evaluarea cantității de material care păstrând aceeași dimensiune a granulelor ca și proba originală.

(2) Materialele necesare sunt următoarele:

- a. instalație pentru determinarea friabilității (figura următoare). Instalația constă în doi cilindri cu diametrul interior de 40 mm și înălțimea de 100 mm montați radial pe un disc cu diametrul de 340 mm. În fiecare cilindru se află 18 bile de oțel cu diametrul de 12 mm. Discul pe care sunt montați cilindrii se rotește cu 25 rotații pe minut în jurul arborelui axial;
- b. balanță tehnică sau analitică;
- c. etuvă;
- d. echipament pentru sitarea nisipului (granulometrie);
- e. site standardizate.

(3) Modul de lucru este următorul:

- a. testul se realizează pe o probă de 100 dm³ nisip uscat în prealabil;
- b. se efectuează curba granulometrică a materialului filtrant;
- c. se colectează cantitativ tot materialul de pe site, se omogenizează și se introduce în cei doi cilindri metalici ai instalației de friabilitate (jumătate în unul și jumătate în celălalt), împreună cu cele 18 bile din fiecare cilindru;
- d. se pornește instalația iar după 15 minute (375 rotații, respectiv 750 lovituri) se efectuează o nouă curbă granulometrică;
- e. din nou, tot materialul de pe site se colectează cantitativ, se omogenizează și se distribuie în cei 2 cilindri;
- f. se pornește instalația, iar după alte 15 minute (375 rotații, respectiv 750 lovituri) se efectuează o nouă curbă granulometrică.

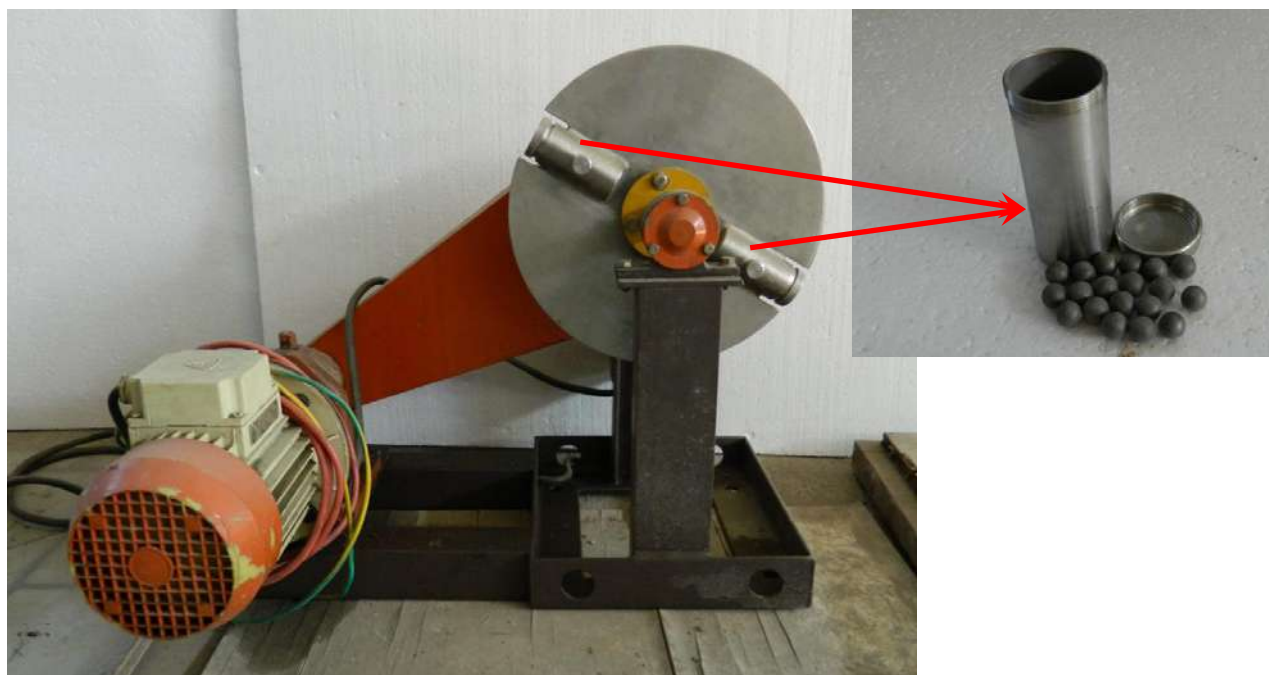


Figura A2.3. Instalație determinare friabilitate nisip.

(4) Calculul friabilității se face după cum urmează:

- a. după spargerea granulelor, X [%] reprezintă procentul de material care are un diametru efectiv (d_{10}) mai mic decât diametrul efectiv inițial. Frația de material cu dimensiunea granulelor mai mare decât diametrul efectiv inițial este $(100-X)$ [%] și reprezintă 90% din materialul care va fi utilizabil după spargere. În figura următoare este dat un exemplu de curbe granulometrice efectuate pentru determinarea friabilității unei probe de nisip de filtru.
- b. friabilitatea se calculează cu formula următoare:

$$\text{Friabilitate [\%]} = \frac{10}{9}(X - 10) \quad (\text{A2.3})$$

(5) Interpretarea rezultatelor se face conform tabelului și graficului următor.

Tabelul A2.1. Limite friabilitate pentru nisip.

Domenii normale de aplicare	15 min., 750 lovituri	30 min., 1500 lovituri
Foarte bun	6 - 10	15 - 20
Bun	10 - 15	20 - 25
Slab	15 - 20	25 - 35
Respingere obligatorie	>20	>35

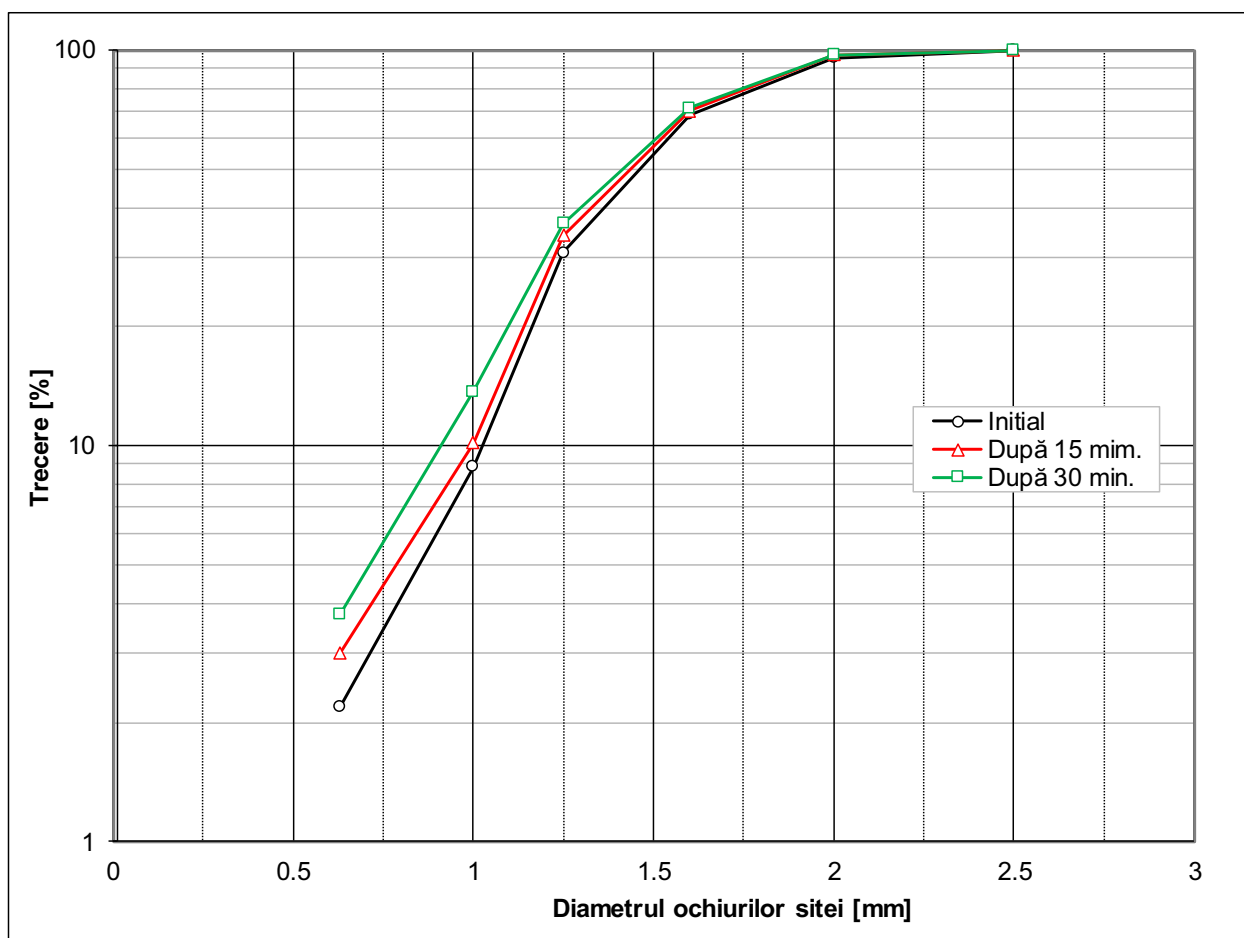


Figura A2.4. Determinare friabilitate nisip.

ANEXA 3

Evaluarea riscurilor în exploatarea sistemelor de alimentare cu apă

Evaluarea riscurilor generale în exploatarea captărilor din surse subterane

(1) Riscurile identificate în exploatarea captărilor din surse subterane sunt sintetizate în tabelul următor.

Tabelul A3.1. Evaluarea riscurilor în exploatarea captărilor din surse subterane.

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
Eveniment: A. SURSA NU DISPUNE DE CANTITĂȚI DE APĂ SUFICIENTĂ				
Riscuri: <i>Germei și substanțe chimice care pătrund în apă datorită presiunii scăzute; riscuri asociate cu o igienă deficitară.</i>				
Nivel de risc: Mare				
A.1. Secetă	Aplicarea planului de măsuri destinat acestei situații: - restricții în utilizarea apei la consumatori; - utilizarea resurselor de rezervă (dacă există); - dezvoltarea sursei existente. Proiectarea captărilor din surse subterane trebuie să ia în considerare situațiile de secetă (reducerea nivelului hidrostatic, debitul capabil foraje)	Utilizarea rațională a apei la consumator. Funcționarea sistemului de distribuție.	Scăderea nivelului apei în stratul subteran. Scăderea presiunii în rețeaua de distribuție datorită consumului exagerat.	Pentru fiecare captare din strat subteran trebuie să existe la operator: - plan de acțiune privind adaptarea sistemului la această situație; se vor specifica acțiunile: la captare, rezervoare, rețea de distribuție; - plan de acțiune comun: operator, DSP, Autorități locale, privind utilizarea apei în comunitate.
A.2. Restricții în autorizația de exploatare	Negociați noi avize	Cererea de apă. Rata de folosire a sursei. Presiunea în sistem.	Scăderea presiunii în rețea. Consumatorii reclamă scăderea presiunii.	Identificați noi surse. Creșteți capacitatea de stocare.
Eveniment: B. CONTAMINANȚII PĂTRUND ÎN CABINA FORAJULUI				
Riscuri posibile: <i>Germei și substanțe chimice care pătrund în apa subterană prin cabina forajului.</i>				
Nivel de risc: Mare				
B.1. Ploi catastrofale conduc la modificarea calității apei din stratul acvifer.	Frontul de captare se va proteja prin canale perimetrice etanșe de evacuare a apelor meteorice. Verificarea etanșeității fiecărui foraj prin prelevare și analize de probe de la fiecare foraj. Oprirea forajelor la care există infiltrații de la suprafață.	Parametri de calitate ai apei: - turbiditate; - suspensii; - fier și mangan; - pH; - microbiologie.	Neconformarea cu LCAP Infiltrații în cabina forajului. În stația de tratare (dacă există) sunt puse în evidență schimbări calitative.	Forajele afectate se vor pompa și deznisipa până la revenirea calității apei la parametrii inițiali. Se refacă izolația la cabina forajelor. Completarea și actualizarea planurilor de acțiune pentru astfel de situații.
B.2. Contaminare observată sau cunoscută în zona unui foraj.	Controlul regulat exterior și interior al cabinei forajului (după fiecare ploaie). Verificarea zonei de protecție sanitară.	Calitatea apei prelevată din foraj.	Apa în cabina forajului. Exfiltrații de la instalația hidrolică. Calitatea apei nu corespunde LCAP.	Foraj scos din funcțiune. Verificarea integrală. Pompare - deznisipare.

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**
**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

Cauze	Măsuri preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
Eveniment: C. CONTAMINAREA ACVIFERULUI Riscuri posibile: <i>Germeni și substanțe chimice specifice surselor de contaminare, prezente în acvifer.</i> Nivel de risc: Mare				
C.1. Surse posibile: - infiltrații de la dejecții animale; - infiltrații de la fose septice; - poluare din surse chimice în zone de alimentare strat acvifer.	Identificare surse de poluare. Măsuri de stopare / eliminare a acestora. Analiza planurilor urbanistice zonale și a potențialului de contaminare; Documentare privind alimentarea acviferului.	Calitatea microbiologică. Conținutul de poluanți ai apelor descărcate în zonele identificate.	Calitatea apei este neconformă cu LCAP. Exploatarea terenurilor din zona - fără restricții.	Program de monitorizare și obținere de date. Eliminarea poluatori și poluare. Dacă filiera tehnologică a uzinei permite, completați cu procese suplimentare. Acțiuni pentru găsirea altei surse.
Eveniment: D. CANTITATEA DE APA PRELEVATA DIN SURSA NU SATISFACE CERINȚELE Riscuri posibile: <i>Germeni și substanțe chimice care pătrund în apă datorită presiunii scăzute; riscuri asociate cu o igienă deficitară</i> Nivel de risc: Mare (Nivelul de risc va crește odată cu scăderea debitului de apă).				
D.1. Coloana filtrantă deteriorată sau blocată parțial.	Inspecția și curățarea regulată a coloanelor filtrante care se intensifică în perioada inundațiilor. Un film pentru coloana fiecărui foraj; controlul periodic pune în evidență situația colmatării acesteia. Electropompele se vor regla la modificarea debitului stratului (reducere)	Debitul captării. Foraj cu foraj și comparație cu debitul optim funcție de caracteristicile stratului	Debit redus. Modificări de calitate	Modificarea captării. Reabilitarea fiecărui foraj sau foraje noi.
D.2. Coloana filtrantă înfundată cu depuneri de fier sau calcar.	Program de inspecție regulată a coloanelor filtrante. Acesta trebuie intensificat în condiții de debit scăzut.	Debitul captării. Foraj cu foraj și comparație cu debitul optim funcție de caracteristicile stratului	Debit redus. Acumularea de depuneri la îmbinări, coturi sau pe conducte.	Modificarea captării. Reabilitarea fiecărui foraj sau foraje noi.
D.3. Dezvoltarea vegetației în bazinele de infiltrație care alimentează fronturi de captare.	Program sistematic de inspecție și curățare a bazinelor de infiltrație, primăvara și toamna. Scăderea ratei de dezvoltare a vegetației prin controlul calității apei care alimentează bazinele.	Debitul captării. Calitate apă	Reducere debit. Vegetație care plutește în bazinul de infiltrație	Curățarea sistematică a zonei de captare a bazinului de infiltrație, eventual acoperirea acesteia. Măsuri la sursa care alimentează bazinul de infiltrație.
D.4. Colmatarea totală a bazinelor de infiltrație care alimentează fronturi de captare.	Întreținerea și inspecția regulată a bazinelor de infiltrație. Instalarea unui sistem de avertizare rapidă pentru a semnală modificările de debit.	Debitul captării	Debit redus sau inexistent.	Reamenajarea frontului de captare. Plan de acțiune - tratarea apei care alimentează bazinul de infiltrație: eliminare nutrienți, limpezire.

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**
**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
D.5. Defecțiuni catastrofale (Ex: pagube generate de inundații, cutremure, etc.)	Inspecții regulate și imediat după inundații etc., cu acțiuni de refacere a zonelor de protecție existente dacă este cazul (garduri, vegetație și instabilitatea solului) Alarmă telemetrică la fiecare obiect al sistemului.	Sistemul este încă funcțional. Se verifica fiecare componentă a sistemului în secțiuni cheie: plecare captare, intrare stația de tratare, alimentare rezervor, alimentare rețea.	Reducerea parametrilor sistemului: debite, zone parțial nealimentate, avarii la aducțiuni și rețele.	Lansarea planului de acțiune în caz de calamități; în acest plan sunt prioritizate acțiunile de verificare și refacere a elementelor avariate.
D.6. Defectarea pompei	Plan de acțiune conform recomandărilor producătorului. Pompe în rezervă uscată. Alarmă telemetrică pentru debit nul la utilajul respectiv.	Înregistrările telemetrice. Existența lucrărilor de întreținere regulate.	Lipsa debit. Activarea alarmei telemetrice Nu există înregistrări ale lucrărilor de întreținere	Procurarea de pompe pentru înlocuire. Inițierea unui program de întreținere regulată.
D.7. Întreruperi de curent.	Inspecția regulată a cablurilor, liniilor de tensiune, racordurilor și tablourilor electrice. Elementele cheie ale sistemului prevăzute cu dublă alimentare sau generator de rezervă Alarmer de rezervă cu baterie	Funcționare alarmă pentru indicarea întreruperii curentului.	Lipsă parametri sistem (debit, presiune).	Plan de acțiune comun pentru rezolvarea situației împreună cu distribuitorul de energie electrică
D.8. Vandalism/ sabotaj	Împrejmuirea perimetrului captării. Instalare alarmă pentru intruși.	Funcționare sisteme de avertizare	Deteriorări ale captării. Menținerea unei evidențe a încercărilor de acces în zona captării.	Plan de intervenție pentru revenirea la normal.

Sursa: Sandu, M., Racovițeanu, G. – Manual pentru inspecția sanitară și monitorizarea calității apei în sistemele de alimentare cu apă, Ed. Conspress, 2006, ISBN 973-7797-78-7 [6].

Planuri pentru situații neprevăzute

(1) Dacă, în ciuda măsurilor preventive și corective luate, apare totuși un eveniment, trebuie consultat un specialist de sănătate publică pentru a evalua gravitatea situației apărute.

Tabelul A3.2. Planuri pentru situații neprevăzute.

Eveniment – La uzina de apă nu ajunge o cantitate de apă suficientă	
<i>Indicatori:</i>	Debit redus sau inexistent primit de uzina de apă Consum neașteptat de mare. Deteriorarea forajului sau a pompei.
<i>Acțiuni necesare:</i>	Verificarea sistemului amonte de uzina de apă (stație de pompare, aducțiune). Implementarea strategiei distribuitorului de apă privind gestionarea cererii în condiții de lipsă de apă. Analizați necesitatea de a trece la o altă sursă de apă, până când calitatea apei devine din nou acceptabilă, sau de a folosi apă transportată din alte surse cu cisterne (<i>asigurați-vă că cisternele folosite pentru transportul apei nu pot determina contaminarea apei</i>). Dacă în rețea a intrat apă tratată inadecvat, informați reprezentanții Ministerului Sănătății în acest sens. Aplicați măsuri de conservare a resurselor de apă. Închideți parțial vanele de la rezervoare pentru a restricționa alimentarea, dacă este cazul. Creșteți cantitatea de clor rezidual ca măsură interimară. Identificați problemele de la captare și remediați-le. Repornirea uzinei de apă, se va face cu debit redus. Înregistrați cauza defecțiunii și luați măsuri de remediere.

	Dacă scăderile de debit apar frecvent datorită penuriei de apă la sursă, planificați găsirea și dezvoltarea unei noi surse. Modificați PMRSP dacă este necesar.
<i>Responsabilitate:</i>	Proprietarul sursei de apă. Operatorul sistemului de alimentare cu apă.
Eveniment – Contaminarea pătrunde în stratul acvifer sau în foraj	
<i>Indicatori:</i>	Reclamații ale consumatorilor privind schimbarea culorii, gustului sau mirosului apei de la robinet. Contaminarea continuă a sursei de apă. Detectarea <i>E. Coli</i> sau a concentrațiilor de substanțe chimice cu depășiri peste 50% din CMA. Îmbolnăviri semnalate în anumite zone ale comunității ce pot fi puse în legătură cu calitatea apei.
<i>Acțiuni necesare:</i>	Închideți captarea. Notificați Ministerul Sănătății și împreună avertizați consumatorii să nu folosească apă în zona respectivă până la următoarea notificare. Identificați sursa de contaminare și identificați dacă este o problemă tranzitorie și dacă se poate aplica o tratare temporară. Dacă problema este tranzitorie se vor adopta măsurile următoare: <ul style="list-style-type: none"> • goliți și spălați zona afectată din rețeaua de distribuție, spălarea făcându-se cu supradoze de clor dacă incidentul presupune contaminare microbiologică (Se va acorda o atenție deosebită privind eliminarea apei de la spălare); • monitorizați parametrii adecvați în aria afectată pentru a vedea succesul măsurilor de contingență și anunțați consumatorii, când apa redevine sigură pentru consum, să lase să curgă robinetele până când obțin apă de bună calitate. Dacă problema este de lungă durată sau permanentă se vor adopta următoarele măsuri: <ul style="list-style-type: none"> • investigați și dezvoltați o aprovizionare și/sau tratare alternativă; • asigurați o sursă alternativă de apă până când veți putea furniza din nou o apă de calitate acceptabilă. Înregistrați cauza defecțiunii și măsurile aplicate pentru corectare. Modificați PMRSP dacă este necesar.
<i>Responsabilitate:</i>	Proprietarul sursei de apă. Operatorul sistemului de alimentare cu apă.

Sursa: Sandu, M., Racovițeanu, G. – Manual pentru inspecția sanitară și monitorizarea calității apei în sistemele de alimentare cu apă, Ed. Conspress, 2006, ISBN 973-7797-78-7 [6].

Evaluarea riscurilor în exploatarea captărilor din râuri

(1) Riscurile identificate în exploatarea captărilor din râuri sunt sintetizate în tabelul următor.

Tabelul A3.3. Evaluarea riscurilor în exploatarea captărilor din râuri.

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
<p>Eveniment: ÎN SURSA DE APA SE INFILTREAZA SCURGERI DE PE UN AMPLASAMENT CONTAMINAT (ape uzate de la ferme de animale, tăbăcării, etc.). Riscuri posibile: <i>Poluare microbiologică (germeni patogeni); poluare chimică (în funcție de natura amplasamentului)</i>. Nivel de risc: Moderat-mare</p>				
<p>A.1 Surse de contaminare apropiate de amplasamentul captării. Lipsa datelor privind bazinul hidrografic în amonte de sursa. Cunoașterea insuficientă a surselor de contaminare.</p>	<p>Identificare: - surse de contaminare; - calitate apă pe sectoare de râu în amonte de priză; - bazin hidrografic în amonte de priză - stabiliți măsurile complexe și zona de protecție sanitară pentru toate variațiile de nivel și debite anuale și multianuale. Informați operatorul de apă cu privire la noile aprobări de evacuare eliberate pentru activități din zona de protecție a sursei.</p>	<p><i>E. Coli</i> în apa brută (12 probe lunare consecutive). Orice element chimic ce ar putea fi prezent pe amplasamentele contaminate.</p>	<p>Valoarea medie a numărului de <i>E. Coli</i> pe 12 luni depășește 500 unit./100 ml. Concentrații mari de poluanți în apa sursei. Apa sursei este neconformă prevederilor normei NTPA 013. Lipsa cunoștințelor legate de bazin și de amplasamentele contaminate din zonă.</p>	<p>Elaborare plan complet privind: - situația bazinului hidrografic în amonte de priză; - datele de identificare și evoluția calității apelor descărcate în râu pentru toate sursele de poluare; - planul de monitorizare al agenților poluatori; - strategie și plan de acțiune pentru încadrarea descărcărilor în prevederile normelor legale pentru fiecare agent poluator.</p>
<p>Eveniment: ÎN SURSA DE APĂ SE EVACUEAZĂ, DIRECT SAU INDIRECT, EFLUENȚI MENAJERI SAU INDUSTRIALI (exclusiv fose septice) Riscuri posibile: <i>Poluare microbiologică (germeni patogeni); poluare chimică (în funcție de natura amplasamentului)</i>. Nivel de risc: Moderat-mare</p>				
<p>B.1. Evacuări autorizate / neautorizate în râu, amonte de priză. Lipsa de cunoștințe privind impactul evacuărilor autorizate. Necunoașterea proceselor trofice din râu pe sectorul amonte de priză.</p>	<p>Obținerea de informații despre: - evacuări autorizate; - evacuări neautorizate. Analiza informațiilor privind activitățile care dau contaminare. Stabilirea listei de contaminanți și secțiunea / distanța până la priză. Monitorizarea calității apei pe sectorul amonte de priză și depistare contaminanți care afectează sănătatea umană. Plan de monitorizare, urmărire și avertizare a calității apei sursă.</p>	<p><i>E. Coli</i> în apa brută (12 probe lunare consecutive). Orice element chimic ce ar putea fi prezent în apa sursei în amonte de priză.</p>	<p>Valoarea medie a numărului de <i>E. Coli</i> pe 12 luni de peste 500/100 ml. Concentrații ridicate de poluanți chimici în apa sursei. Apa sursei este neconformă prevederilor normei NTPA 013.</p>	<p>Plan de acțiune: - urmărirea activităților neautorizate; - monitorizarea bazinului în amonte de sursă; - analiza variantelor filierelor de tratare comparativ cu pre-epurarea evacuărilor în sursă; - elaborare metodologie "poluatorul plătește".</p>

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**
**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

Nerespectarea condițiilor impuse în autorizațiilor de evacuare în emisar (sursa).				
Eveniment: ÎN APA SURSEI INTRĂ EFLUENȚI DIN ACTIVITĂȚI MINIERE Riscuri posibile: <i>Poluare cu ioni metalici și cianuri (în funcție de minereu și procesul de extracție).</i> Nivel de risc: Mic-moderat				
C.1. Activități autorizate și neautorizate pe teritoriul zonei de protecție a sursei (a se vedea B.1).				<i>A se vedea B. 1</i>
Eveniment: ÎN APA DE LA SURSĂ PĂTRUND SCURGERI DE LA UN DEPOZIT DE DEȘEURI Riscuri posibile: <i>Poluare microbiologică (germeni patogeni); poluare cu compuși chimici, în special metale grele.</i> Nivel de risc: Moderat				
D.1. Existența activității neautorizate pe teritoriul zonei de protecție sanitară a sursei. Cunoașterea insuficientă a bazinului hidrografic amonte de priză. Lipsa de cunoștințe a impactului potențial al activităților din bazinul hidrografic la momentul autorizării. Depozit de deșeuri greșit construit. Deteriorarea impermeabilizării depozitului. Efectele posibile ale activităților industriale apărute după obținerea autorizației de amenajare a sursei. Nerespectarea condițiilor din autorizație.				<i>A se vedea B. 1</i>
Eveniment: ÎN SURSA DE APĂ SUNT ARUNCATE DEȘEURI Riscuri posibile: <i>Poluare microbiologică (germeni patogeni); poluare cu compuși chimici.</i> Nivel de risc: Moderat-mare				
E.1. Activități autorizate și neautorizate pe teritoriul zonei de protecție a sursei (a se vedea B.1).				<i>A se vedea B. 1</i>
Eveniment: ÎN SURSA DE APĂ SE PRODUC DEVERSĂRI ACCIDENTALE SAU SCURGERI PROVENITE DIN DEPOZITAREA SAU UTILIZAREA UNOR SUBSTANȚE PERICULOASE Riscuri posibile: <i>Poluare microbiologică (germeni patogeni); poluare cu compuși chimici (în funcție de natura substanțelor utilizate).</i> Nivel de risc: Moderat-mare				
F.1. Activități autorizate și neautorizate în care se utilizează substanțe periculoase pe teritoriul zonei de protecție a sursei (a se vedea B1).				<i>A se vedea B. 1</i>
Eveniment: ÎN SURSA DE APĂ INTRĂ DEVERSĂRI DIN FOSE SEPTICE Riscuri posibile: <i>Poluare microbiologică (germeni patogeni); poluare cu compuși chimici (predominant azotați și azotiți).</i> Nivel de risc: Mare				
G.1. Fose septice pe teritoriul zonei de protecție a sursei (a se vedea B.1).	Analiza situației bazinului hidrografic al sursei. Identificarea Zonelor de protecție I, II și III. Baza de date cu privire la numărul și localizarea deversărilor din fose septice în bazinul hidrografic. Informare autorității pentru identificarea tuturor zonelor de golire a vidanjelor de pe teritoriul zonei de protecție sanitară a sursei. Solicitați autorităților să refuze cererile de instalare a foselor septice pe teritoriul zonei de protecție sanitară. Se elaborează strategia de: - monitorizare a calității apei pentru a evidenția contaminanții relevanți pentru sănătate; - elaborare a unui plan împreună cu consiliul, pe baza rezultatelor monitorizării și inspecției	<i>E. Coli</i> în apa brută (12 probe lunare consecutive) Azotați. Azotiți.	Valoarea medie a numărului de <i>E. Coli</i> pe 12 luni peste 500/100 ml. Concentrații mari de azotați și azotiți în sursa de apă. Apa sursei este neconformă prevederilor normei NTPA 013.	Plan de acțiune (aprobat de autorități) care să conțină: - desființarea foselor septice improprie; - monitorizare permanentă la instalațiile executate corect; - aprobarea descărcărilor în sursa funcție de debitul acesteia și cu avizul și controlul operatorului prizei; - desființarea obligatorie a foselor septice din

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**
**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

	amplasamentelor pentru a asigura "avertizarea rapidă" în caz de contaminare a sursei; - în colaborare cu autoritățile, informarea publicului privind întreținerea și utilizarea foselor septice; - identificare și aplicare de măsuri prin care se stabilește controlul contaminării prin deversările existente.			zona perimetrului de protecție sanitară; - măsuri în caz de avarie (descărcări necontrolate).
Eveniment: ÎN SURSA DE APĂ PĂTRUND APE METEORICE COLECTATE ÎN CENTRE URBANE Riscuri posibile: Poluare microbiologică (germeni patogeni); poluare cu compuși chimici. Nivel de risc: Moderat-Mare				
H.1. Zone urbane sau industriale pe teritoriul zonei de protecție sanitară. Necunoașterea zonelor unde deversarea poate fi influențată de folosința terenurilor. Colectarea și/sau lipsa de tratare a apelor meteorice și eliminarea lor direct în sursă. Activitate nouă în zona de protecție a sursei.	Cunoașterea conformației bazinului hidrografic. Identificarea zonelor de protecție a sursei. Baza de date despre evacuările de ape meteorice urbane și industriale din bazinul hidrografic și despre tratarea și eliminarea acestora. Se vor stabili strategii de: - monitorizare a calității apei pentru evidențierea contaminanților cu impact asupra sănătății. - în asociere cu autoritățile, evaluarea managementului riscului pentru zonele unde sunt stocate sau folosite substanțe periculoase, sau este presupusă o încărcare mare de poluanți (ex. stațiile de benzină); - colaborare cu proprietarii și autoritățile pentru a rezolva managementul apelor meteorice. Elaborarea împreună cu autoritățile: - a unui plan de monitorizare și inspecție a amplasamentelor pentru a realiza "avertizarea rapidă" în caz de contaminare a sursei; - informarea publicului privind scurgerile de suprafața și impactul asupra sursei de apă; - identificarea și analiza măsurilor ce permit controlul contaminării cauzate de scurgeri de suprafața.	<i>E. Coli</i> în apa brută (12 probe lunare consecutive). Orice compus chimic care apare în apele meteorice colectate în zonele de protecție sanitară a sursei.	Valoarea medie a numărului de <i>E.Coli</i> pe 12 luni cu valori peste 500 unit./100 ml. Concentrații mari de contaminanți în sursa de apă. Apa sursei este neconformă prevederilor normei NTPA 013.	Plan de acțiune: - planuri și date de baza privind sistemul de colectare și evacuare a apelor meteorice; - sistem de monitorizare la sistemele de pre-epurare a apelor meteorice; - operatorul va impune cu aprobarea autorităților; tehnologia de pre-epurare a apelor meteorice.
Eveniment: ÎN SURSA DE APĂ INTRĂ SUBSTANȚE DIN BAZINE DE SUPRAFAȚĂ (BATALURI) Riscuri posibile: Poluare microbiologică (germeni patogeni); poluare cu compuși chimici (în funcție de natura substanțelor conținute în batal) Nivel de risc: Scăzut-Moderat				
I.1. Bataluri în zona de protecție a sursei (a se vedea B.1.).				<i>A se vedea B.1.</i>
Eveniment: ÎN SURSA DE APĂ INTRĂ EFLUENȚI TRATAȚI SAU NETRATAȚI (SCURGERI) DIN BAZINELE DE LEVIGAT ALE DEPOZITELOR DE DESEURI Riscuri posibile: Poluare microbiologică (germeni patogeni); poluare cu compuși chimici (în funcție de natura deșeurilor). Nivel de risc: Scăzut-Moderat				
J.1.				<i>A se vedea B.1.</i>

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ

ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă

Bazine pentru levigat de la depozite de deșeuri în zona de protecție sanitară (a se vedea B.1).				
Eveniment: CALITATEA SURSEI DE APĂ ESTE INFLUENȚATĂ DE ELIMINAREA DEȘEURILOR ÎN GROPI SAU FÂNTÂNI Riscuri posibile: <i>Poluare microbiologică (germeni patogeni); poluare cu compuși chimici (în funcție de natura deșeurilor)</i> Nivel de risc: Moderat-Mare				
K.1. Eliminarea deșeurilor în gropi sau foraje în zona de protecție a sursei (A se vedea B.1).				<i>A se vedea B.1.</i>
Eveniment: ÎN SURSA DE APĂ INTRĂ SCURGERI DE POLUANȚI PRIN PUȚURI ABANDONATE SAU SCOASE DIN UZ Riscuri posibile: <i>Poluare microbiologică (germeni patogeni); poluare cu compuși chimici.</i> Nivel de risc: Moderat-Mare				
L.1. Fântâni abandonate sau scoase din uz în zona de protecție a sursei (a se vedea B.1).				<i>A se vedea B.1.</i>
Eveniment: ÎN SURSA DE APĂ INTRĂ MATERII FECALE DE LA ANIMALE DOMESTICE SAU SĂLBATICE Riscuri posibile: <i>Poluare microbiologică (germeni patogeni); poluare cu compuși chimici.</i> Nivel de risc: Mare				
M.1. Prezența animalelor în zona de protecție sanitară a sursei. Lipsa de cunoaștere a bazinului hidrografic amonte de priza de apă.	Identificarea și materializarea zonelor de protecție sanitară a sursei. Interzicerea accesului animalelor în zona de protecție sanitară a sursei. Monitorizarea numărului de animale, starea de sănătate și influența acestora asupra sursei în zona III de protecție sanitară.	<i>E. Coli</i> în apa brută (12 probe lunare consecutive) Azotați. Azotiți.	Numărul de <i>E. Coli</i> în 12 luni înregistrează valori peste 500 unit. /100 ml (valori medii). Conținut ridicat de azotați și/sau azotiți în sursa de apă. Apa sursei este neconformă prevederilor NTPA 013. Zona de protecție sanitară nu corespunde cerințelor impuse de lege.	Îmbunătățirea informațiilor despre bazinul hidrografic sau zona de reîncărcare. Rezolvarea corectă și legală a zonei de protecție sanitară. Respectarea autorizațiilor de acces în zona de protecție sanitară. Plan și date la zi pentru bazinul hidrografic amonte de priză.
Eveniment: ÎN SURSA DE APĂ PĂTRUND SUBSTANȚE CHIMICE UTILIZATE ÎN AGRICULTURĂ Riscuri posibile: <i>Poluare cu compuși chimici (în funcție de natura substanțelor chimice)</i> Nivel de risc: Scăzut-Moderat				
N.1. Utilizarea îngrășămintelor chimice în agricultura și/sau pesticide și ierbicide în zona de protecție a sursei. Lipsa de cunoștințe despre alimentarea bazinului hidrografic. Existența băilor de dezinfecție pentru animale. Eliminarea necorespunzătoare a dezinfectanților	Cunoașterea bazinului hidrografic al sursei. Identificarea și materializarea zonelor de protecție sanitară a sursei. Monitorizarea activităților agricole în zonă. Lista cu substanțe chimice folosite în activitățile agricole. Monitorizarea calității apei sursei pentru a identifica contaminanții cu efect asupra sănătății și solicitarea autorităților să determine măsuri de reducere a utilizării potențialilor contaminanți. Informarea fermierilor asupra codului de bună practică în folosirea substanțelor chimice agricole.	Compuși chimici în apa sursei.	Concentrații de substanțe chimice depășite în peste 50% din cazuri în sursa de apă. Apa sursei este neconformă prevederilor normei NTPA 013. Utilizarea de substanțe chimice în activitatea agricolă la nivele ce pot genera contaminarea sursei.	Cunoașterea exactă prin studii a alimentării sursei pe întreg bazinul hidrografic. Elaborarea împreună cu autoritățile a codului de bună practică în utilizarea substanțelor chimice în activitățile agricole.

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**
**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

utilizați în zootehnie Lipsa măsurilor de precauție și prevenire în stațiile de preparare a substanțelor chimice.				
Eveniment: ÎN SURSA DE APĂ PĂTRUND SUBSTANȚE CHIMICE DATORITĂ IRIGAȚILOR Riscuri posibile: <i>Germeți, compuși chimici.</i> Nivel de risc: Moderat-Mare				
O.1. Lucrări de irigații în zona de protecție sanitara a sursei.	Cunoașterea bazinului hidrografic al sursei. Identificarea zonelor de protecție sanitara a sursei. Utilizarea de sisteme de irigare adecvate.	<i>E. Coli</i> în apa brută (12 probe lunare consecutive). Compuși chimici (în special nitrați și nitriți) Creșterea conductivității apei. Apariția înfloririi algale.	Valoarea medie a numărului de <i>E. Coli</i> în 12 luni peste 500/100 ml. Nivel crescut de compuși chimici poluanți în sursa de apă Apa sursei este neconformă prevederilor normei NTPA 013.	Realizarea unui manual de bune practici în irigații. Realizați inspecții periodice ale bazinului.
Eveniment: SURSA DE APĂ PRIMEȘTE SEDIMENTE ȘI COMPUSI CHIMICI DE LA ACTIVITĂȚI FORESTIERE Riscuri posibile: <i>Germeți, compuși chimici</i> Nivel de risc: Scăzut				
P.1. Practici neadecvate de gospodărire a pădurilor.	Cunoașterea bazinului hidrografic al sursei. Identificarea zonelor de protecție sanitara a sursei. Identificarea activităților forestiere în zona de protecție sanitara a sursei pentru a evidenția contaminanții cu impact probabil asupra sănătății umane. Realizarea unui cod de bună practică în activitățile forestiere. Planuri de management al eroziunilor.	<i>E. Coli</i> în apa brută (12 probe lunare consecutive). Compuși chimici (în special substanțe chimice folosite în silvicultură). Turbiditate.	Valoarea medie a numărului de <i>E. Coli</i> în 12 luni peste 500/100 ml. Nivel crescut de contaminanți (inclusiv turbiditate) în sursa de apă. Apa sursei este neconformă prevederilor normei NTPA 013. Practici nesatisfăcătoare în gospodărirea pădurii.	Activități de constientizare a modului în care gestionarea pădurii poate afecta calitatea sursei de apă Inspecția periodică a bazinului hidrografic.
Eveniment: ÎN SURSA DE APĂ PĂTRUND ÎNGRĂȘĂMINTE ÎN TIMPUL APLICĂRII Riscuri posibile: <i>Nitrați / nitriți; toxine algale, cianobacterii</i> Nivel de risc: Scăzut-Mare				
Q.1.	Cunoașterea bazinului hidrografic al sursei.	Nitrați Nitriți	Creșterea nivelului de contaminanți,	Manual de bune practici în

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**
**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

Aplicarea de îngrășăminte în bazin hidrografic. Necunoașterea bazinului hidrografic. Aplicarea în mod eronat a îngrășămintelor	Identificarea zonelor de protecție sanitară a sursei. Culegerea de informații despre modul de folosire a îngrășămintelor în zona de protecție sanitară a sursei, și monitorizarea calității apei pentru evidențierea contaminanților cu efecte asupra sănătății umane. Practici corecte de aplicare a îngrășămintelor.	Alți nutrienți care pot contribui la eutrofizarea sursei de apă. Alge / cianobacterii în concentrații semnificative.	inclusiv alge / cianobacterii în sursa de apă. Apa sursei este neconformă prevederilor normei NTPA 013. Folosirea unor practici inadecvate de fertilizare	folosirea corectă a îngrășămintelor. Introducerea restricțiilor de aplicare a îngrășămintelor.
Eveniment: ÎN SURSA DE APĂ PĂTRUND CONTAMINANȚI GEOTERMALI Riscuri posibile: <i>Arsen, bor, litiu și fluor</i> Nivel de risc: Mic-moderat				
R.1. Activitate geotermală în bazinul hidrografic. Necunoașterea bazinului hidrografic. Monitorizare a calității apei inexistentă sau inadecvată. Lipsa de informații cu privire la natura geologică și geotermală a zonei	Înainte de selectarea sursei într-o zonă cu posibilă activitate geotermală, întreprindeți un program de monitorizare a posibililor contaminanți geotermali.	Arsen Bor Fluor Litiu	Contaminanții geotermali au concentrații de peste 50% din CMA în sursa de apă. Apa sursei este neconformă prevederilor normei NTPA 013. Noua sursă prezintă probleme datorate contaminanților geotermali.	Unde se constată că sursa este contaminată, căutați o a doua sursă, cu o calitate mai bună. Aceasta poate fi folosită în locul sursei existente sau pentru a dilua apa din sursă existentă, dacă debitul acesteia e redus. Analiza opțiunilor de tratare adecvată.
Eveniment: SURSA DE APĂ ÎN CONTACT CU DEPOZITE DE MINERALE Riscuri posibile: <i>Metale, fluor (în funcție de natura depozitului)</i> Nivel de risc: Mic-moderat				
S.1. Depozite minerale în zona bazinului hidrografic. Înțelegerea inadecvată a bazinului hidrografic la momentul selectării sursei. Monitorizare a calității apei inexistentă sau inadecvată. Lipsa de informații cu privire la natura geologică a zonei.	Înainte de selectarea sursei într-o zonă cu posibile activități de depozite minerale, întreprindeți un program de monitorizare a eventualelor contaminanți cu impact asupra sănătății. Determinați dacă aceștia reprezintă un risc pentru sănătatea umană și dacă da, alegeți o altă sursă.	Metale grele Fluor	Contaminanții cu impact asupra sănătății au concentrații de peste 50% din CMA în sursa de apă. Apa sursei este neconformă prevederilor normei NTPA 013.	Dacă sursa este contaminată, identificați alta sursă, cu o calitate mai bună. Analiza opțiunilor de tratare adecvată.
Eveniment: INTRUZIUNEA APEI SĂRATE ÎN SURSA DE APA Riscuri posibile: <i>Bromati, Trihalometani (subproduși ai dezinfecției cu clor și ozon)</i> Nivel de risc: Slab-moderat				

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**

**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

<p>T.1. Debit de apă extras prea mare, care determină absorbția și infiltrarea apei sărate în acvifer.</p>	<p>Faceți foraje de explorare pentru a obține informații despre calitatea apei dacă vizați o sursă apropiată de linia de coastă. Prelevați probele de monitorizare pe toată durata unui ciclu al variației nivelului mării și obțineți date pentru punctul maxim al nivelului. Asigurați o bună amenajare a acviferului și testarea capacității acestuia de a furniza apă de bună calitate un debit maxim de extracție</p>	<p>Clor Conductivitate</p>	<p>Concentrația clorului mai mare decât valoarea ghid (a se vedea LCAP) Apa sursei este neconformă prevederilor NTPA 013. Reclamații referitoare la gustul sărat.</p>	<p>Unde se constată că sursa este contaminată, căutați o sursă alternativă. Analiza opțiunilor de tratare adecvată.</p>
<p>Eveniment: SURSA DE APĂ PREZINTĂ ÎNFLORIRE ALAGALĂ Riscuri posibile: <i>Toxine algale/cianobacterii</i> Nivel de risc: Mare</p>				
<p>U.1. Condiții favorabile creșterii algale: - creșterea nivelului de nutrienți; - însorire; - căldură; - apă relativ calmă.</p>	<p>Luați măsuri pentru micșorarea concentrațiilor de nutrienți în sursa de apă (a se vedea <i>E, G, J, M, O, R</i>), începând cu cercetarea bazinului hidrografic pentru identificarea oricărei surse de nutrienți</p>	<p>Temperatura Concentrația de nutrienți. Cupru (din algicidele de sulfat de cupru). Toxine algale sau cianobacterii.</p>	<p>Nivel crescut de contaminanți (nutrienți și toxine) în sursa de apă. Apa sursei este neconformă prevederilor normei NTPA 013. Reclamații cu privire la simptome determinate de otrăvirea cu toxine.</p>	<p>Determinați sursele de nutrienți în bazinul hidrografic. Aplicarea algicidelor sau a destraticării termice a apei în sursă.</p>
<p>Eveniment: NU EXISTĂ DESTULĂ APĂ DISPONIBILĂ. Riscuri posibile: <i>Germeni și substanțe chimice care trec în apă datorita presiunii scăzute în sistem; riscuri asociate cu o igienă deficitară</i> Nivel de risc: Mare</p>				
<p>V.1. Cauzele, măsurile preventive, verificările și acțiunile corective asociate cu acest eveniment sunt prezentate anterior.</p>				

Sursa: Sandu, M., Racovițeanu, G. – Manual pentru inspecția sanitară și monitorizarea calității apei în sistemele de alimentare cu apă, Ed. Conpress, 2006, ISBN 973-7797-78-7 [6].

Planuri pentru situații neprevăzute

(1) Dacă se întâmplă un eveniment, în ciuda măsurilor preventive și corective luate, trebuie consultat specialistul de sănătate publică pentru a evalua cât de serioasă este problema.

Tabelul A3.4. Planuri pentru situații neprevăzute.

Eveniment – Substanțe periculoase folosite sau vărsate din depozit	
<i>Indicatori:</i>	În zona de protecție a sursei a fost raportată o deversare accidentală. În sursa de apă au fost detectate concentrații ridicate de substanțe periculoase sau produși de descompunere ai acestora.
<i>Acțiuni necesare:</i>	Identificarea forului responsabil și informarea autorităților relevante, inclusiv apărarea civilă, dacă este necesar. Asigurați-vă că scurgerea este controlată. Verificați calitatea sursei de apă, folosiți o sursă alternativă de apă potabilă dacă este necesar, informați publicul. Forul responsabil remediază aria afectată de deversarea accidentală. Monitorizați calitatea apei pentru a vedea dacă măsurile corective au fost eficiente. Înregistrați incidentul și acțiunile desfășurate. Cereți ca forul responsabil să documenteze incidentul și să stabilească proceduri de management pentru a preveni accidentele viitoare. Verificați conștiincios calitatea apei potabile la sfârșitul lucrărilor de remediere, pentru a vedea dacă mai este necesară sursa alternativă de apă. Determinați dacă există moduri în care sursa de apă poate fi protejată față de astfel de accidente. Modificați PMRSP dacă este necesar
<i>Responsabilitate:</i>	Proprietarul sursei de apă. Operatorul sistemului de alimentare cu apă. Instituția / Persoana vinovată de deversare trebuie să răspundă și de realizarea tuturor acțiunilor de contracarare a impactului deversării.
Eveniment – Precipitații catastrofale	
<i>Indicatori:</i>	Calitatea apei este vizibil deteriorată. Apar revărsări din canal.
<i>Acțiuni necesare:</i>	Creșteți frecvența măsurării turbidității și a celorlalți parametri cu rol critic pentru o funcționare satisfăcătoare a procesului de tratare. Creșteți doza de dezinfectant dacă este necesar, pentru a vă asigura că dezinfecția este încă eficientă. Dacă apa are o calitate prea deteriorată pentru a mai putea fi tratată, folosiți surse alternative, sau închideți sistemul de alimentare și obțineți apă din altă parte, până la o revenire la nivele acceptabile, sau folosiți avertizarea « Fierbeți apa ». Informați Ministerul Sănătății. A se vedea planul de situații neprevăzute pentru rețeaua de distribuție. După ploi extrem de abundente, verificați infrastructura sistemului de alimentare pentru întreținerea necesară. Dacă sursa de apă este afectată frecvent de ploi, analizați posibilitatea unei surse alternative sau îmbunătățiți procesul de tratare pentru a face față variațiilor de calitate a sursei de apă. (Ex : rezervoare înainte de tratare). Înregistrați incidentul și măsurile luate. Modificați PMRSP dacă este necesar.
<i>Responsabilitate:</i>	Proprietarul sursei de apă. Operatorul sistemului de alimentare cu apă.

Eveniment – Cutremur de pământ

Indicatori: Un cutremur de pământ poate determina avarierea sursei, a uzinei de tratare sau a sistemului de distribuție. Ca urmare, stația de alimentare cu apă trebuie închisă.

Contactați serviciul de Apărare Civilă în situații de urgență generate de cutremur. Întocmiți o listă cu detaliile de contact al celui mai apropiat oficiu al de apărare civilă și ale Comisiei pentru dezastre.

Acțiuni necesare: Verificați toate structurile folosite pentru captare, aducțiune, tratare și distribuție. Dacă este avariată structura stației de alimentare astfel încât apa nu poate fi distribuită sau nu poate fi distribuită cu o calitate satisfăcătoare, folosiți o sursă alternativă. Folosiți o sursă alternativă de apă potabilă până când poate fi din nou distribuită o apă de calitate acceptabilă. Contactați Ministerul Sănătății. Înregistrați incidentul și acțiunile întreprinse. Modificați PMRSP dacă este necesar.

Responsabilitate: Proprietarul sursei de apă. Operatorul sistemului de alimentare cu apă.

Eveniment – Penurie de apă

Indicatori: Debit scăzut al râurilor și izvoarelor, nivel scăzut al lacurilor și iazurilor, cantitate scăzută de apă în subteran. Consum neașteptat de mare sau o creștere graduală a consumului, datorită creșterii numărului de consumatori.

Acțiuni necesare: Dacă problema este un debit redus al râului, determinați dacă calitatea apei prezintă probleme pentru o dezinfecție adecvată. Contactați Ministerul Sănătății și anunțați « Fierbeți apa » dacă este necesar.

Analizați măsuri de restricționare a folosirii apei.

Dacă apa subterană s-a redus și nu mai poate fi extrasă, folosiți o sursă alternativă până când nivelul apei va crește.

Dacă scăderea cantității de apă se întâmplă frecvent, analizați posibilitatea unei surse adiționale sau alternative.

Înregistrați incidentul și acțiunile întreprinse.

Modificați PMRSP dacă este necesar.

Responsabilitate: Proprietarul sursei de apă. Operatorul sistemului de alimentare cu apă.

Sursa: Sandu, M., Racovițeanu, G. – Manual pentru inspecția sanitară și monitorizarea calității apei în sistemele de alimentare cu apă, Ed. Conspress, 2006, ISBN 973-7797-78-7 [6].

Evaluarea riscurilor în exploatarea captărilor din lacuri

(1) Riscurile identificate la exploatarea captărilor din lacuri sunt sintetizate în tabelul următor.

Tabelul A3. 5. Evaluarea riscurilor în exploatarea captărilor din lacuri.

Cauze	Măsuri preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
Eveniment: APĂ INSUFICIENTĂ LA SURSA Riscuri: <i>Germeii și substanțe chimice care pătrund în apă datorită scăderii presiunii în sistem; riscuri asociate igienei precare.</i> Nivel de risc: Mare				
A.1 Secetă.	Inițiați măsuri de conservare a apei de îndată ce se preconizează o criză de apă. Planificați amenajarea și utilizarea resursei de apă și necesitatea de identificare și amenajare de noi surse, pe baza cantității extrase din lac/acumulare în condiții de siguranță și a probabilității apariției secetei.	Consumul de apă. Rata de utilizare a sursei. Presiunea în sistem.	Scăderea presiunii în sistem. Reclamații ale consumatorilor privind scăderea presiunii.	Pregătiți o nouă cerere de exploatare a resursei. Găsiți surse noi. Sporiți capacitatea de stocare. Închideți parțial vanele din rețea pentru egalizarea presiunilor.
A.2 Limite în aprobarea de exploatare a resursei	Negocierea unor noi acorduri de exploatare sau provizii pentru situații de urgență.	Consumul de apă. Rata de utilizare a sursei. Presiunea în sistem.	Scăderea presiunii în sistem. Reclamații ale consumatorilor privind scăderea presiunii.	Găsiți surse noi. Sporiți capacitatea de stocare.
Eveniment: APA BRUTĂ DE CALITATE INFERIOARĂ PENTRU A PUTEA FI TRATATĂ Riscuri posibile: <i>Germeii și compuși chimici, mai ales subprodusi de dezinfecție (trihalometani, acizi haloacetici, clorhidrați).</i> Nivel de risc: Mare ¹				
B.1 Precipitații abundente care determină creșterea turbidității și pătrunderea în instalație a unei cantități mai mari de materii organice în apă.	Luați măsuri de închidere a prizei dacă este cazul: - stabiliți nivelul de calitate al apei brute la care uzina nu mai poate face față; - măsurare automată a turbidității apei brute și avertizare telemetrică; - apelați la nivelul râului în amonte comunicat de consiliul regional ca sistem de avertizare rapidă; - gestionați nivelul bazinului de stocare a apei tratate pentru a maximiza perioada în care poate fi închisă priza de captare; - instalați prize la mai multe niveluri. - închideți instalația de tratare. Cercetați bazinul pentru depistarea zonelor de eroziune și alunecări care ar putea reprezenta probleme curente	Calitatea apei brute (pentru a determina când se apropie de limita capacității de tratare a stației). Nivelul râurilor. Avertizările de furtună.	Nerespectarea LCAP, în special în privința turbidității, numărului de particule și E. Coli. Creșterea frecvenței spălării filtrelor. Imposibilitatea realizării coagulării cu substanțe chimice. Dificultatea de a obține suficient clor rezidual liber în apa tratată.	Analizați opțiuni de surse alternative. Analizați opțiunile de pre-tratare. Reduceți debitul tratat. Optimizați aplicarea substanțelor coagulante și a clorului. Alegeți cea mai bună adâncime de prelevare la priză.

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**
**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
B.2 Conținut ridicat de alge.	Ajustarea prizei sau modificarea nivelului la circa 2–3 m de suprafață. Supravegherea calității și temperaturii apei ca avertizare asupra necesității de a destratifica apa din lac sau de a aplica algicide înainte de apariția eutrofizării.	Conținutul de alge. Temperatura apei. Culoarea și apariție spumei în apa brută.	Ca la B.1. Probleme de gust și miros. Cerere tot mai mare de clor. Număr mare de alge.	Modificarea sistemului de captare. Îmbunătățirea procedurii de supraveghere. Sistem de dozare cu cărbune activ pudră (CAP). Asigurarea unui timp adecvat de contact cu clorul/ozonul pentru distrugerea toxinelor algale. Inițierea destratificării dacă este cazul. Efectuarea aplicării de algicide dacă este cazul.
B.3 Destratificarea sezonieră a stratelor este tipică în lacurile și acumulările adânci.	Plan de gestionare a inversării sezoniere a apei de obicei în septembrie-noiembrie și martie-mai prin: - efectuarea destratificării lacului; - reducerea debitului tratat în stație; - utilizarea de preferință a apei tratate stocate; - determinarea necesității utilizării de coagulanți în caz de schimbare a calității apei; - planificarea unor tratamente suplimentare, de ex. cu doze de permanganat de potasiu, CAP.	Temperatura la diferite adâncimi (indică inversare). Concentrația de oxigen dizolvat în funcție de adâncime.	Ca la B.1. Pete de fier sau mangan la spălarea și/sau decrustarea conductelor de distribuție. Creșterea cererii de clor.	Îmbunătățiri procedura de supraveghere pentru o mai bună avertizare a stratificării. Utilizați procese suplimentare de tratare (ex., pre-oxidare, aplicare de algicide, cărbune activ).
B.4 Nivelul apei este prea scăzut, astfel încât se extrage apă cu deficit de oxigen	Planificați măsuri de rezolvare a acestei probleme prin: - mutarea prizei mai în adâncime mai devreme decât este cazul pentru a atrage apă oxigenată la adâncimi mai mari (precipitare și sedimentare a fierului și manganului); - aerarea lacului.	Nivelul apei.	Ca la B.1.	Analizați eficacitatea procedurilor. Analizați modul de gestionare a destratificării.

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**
**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
Eveniment: CONTAMINAREA LACULUI SAU ACUMULĂRII Riscuri posibile: <i>Germeți și compuși chimici în funcție de sursele de contaminare.</i> Nivel de risc: Moderat ²				
C.1 Surse de contaminare (ex, animale, fose septice, surse de poluare chimică) în bazinul de alimentare a lacului sau râului.	Identificați sursele potențiale de contaminare în procesul selectării punctului de captare Asigurați-vă că modificările de folosință a terenurilor (inclusiv dezvoltare urbană) și potențialul de contaminare pe care îl creează acestea sunt bine monitorizate după darea în exploatare a sursei. Restricționați activitățile din bazinul de captare ce ar putea cauza contaminarea apei Culegeți informații privind hidrologia bazinului înainte de începerea amenajării.	Calitatea microbiologică. Determinanții chimici corespunzători surselor probabile de contaminare.	Nu există un studiu al surselor potențiale de contaminare. Nu au fost culese informații hidrologice. Nu există un sistem de obținere a informațiilor privind schimbarea folosinței terenurilor. Număr mare de E. Coli în apa brută.	Adăugați procese de tratare pentru îndalăturarea contaminanților identificați. Inițiați un sistem de culegere a informațiilor privind schimbarea folosinței terenurilor. Analizați procedurile de limitare a accesului și operați modificările necesare.
C.2 Contaminare umană sau din navigație în zona de extracție.	Delimitați zona și impuneți restricții de acces prin semnalizări și bariere materiale. Faceți publice problemele de sănătate în mas-media locală adresată utilizatorilor de bărci.	Inspecții fizice. Calitatea microbiologică. Compuși chimici cauzati de activități de agrement, dacă este cazul (ex., hidrocarburi aromatice și derivatele acestora din carburanți).	Număr mare de E. Coli în apa brută. Observarea utilizării zonei de către public.	Analiza procedurilor de excludere din zonă și modificarea lor după necesități.
Eveniment: PRIZA ASIGURĂ PEA PUȚINĂ APĂ PENTRU A FACE FAȚĂ CERERII Riscuri posibile: <i>Germeții și compuși chimici care pătrund în apă datorită scăderii presiunii în sistem.</i> Nivel de risc: Mare ³				
D.1 Site deteriorate sau înfundate.	Inspectare periodică și curățare a sitelor, intensificată în perioade de inundații. Limitarea intrărilor de nutrienți în apa brută pentru a reduce înfundarea cu alge și plante în condiții de debit scăzut. Mai ales în cazul lacurilor accesibile pentru public, restricționarea accesului prin reglementări, semnalizare, bariere materiale. Stăvilare și grătare de reținere a plantelor și algelor.	Debitmetrele stației de tratare.	Scăderea debitului. Inexistența înregistrărilor, inspecțiilor și a programului de curățare.	Modificarea prizei pentru a o proteja de stricăciuni și a reduce probabilitatea înfundării. Implementarea unui plan de reducerea a intrărilor de nutrienți la sursă.
D.2 Defectarea structurii de captare din motive mecanice sau structurale.	Întreținere periodică preventivă, în funcție de condiții și de specificațiile producătorului: lubrifiere, înlocuirea pieselor, mișcarea vanelor. Inspectarea regulată a prizei. Alarmă telemetrică de debit scăzut la priză.	Debite (la priză). Înregistrările din inspecții. Registru de întreținere preventivă.	Defectarea unor piese semnificative. Lipsa înregistrărilor programului de întreținere. Lipsa apei. Activarea alarmei.	Analiza calendarului de întreținere și inspecție.

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**
**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
D.3 Defecțiune provocată de un dezastru (ex., inundații, alunecări de teren sau cutremure).	Inspectarea prizelor în mod regulat și imediat după producerea inundației etc., urmate de acțiuni dacă este cazul legat de măsurile de protecție existente (ex, garduri, vegetație și instabilitatea solului). Alarmă telemetrică de debit scăzut la priză.	Niveluri de inundație. Debite (la priză). Înregistrările din inspecții.	Absența apei. Debit redus. Activarea alarmei.	
D.4 Defectarea pompei.	Întreținere conform recomandărilor producătorului. Pompă de rezervă cu trecere automată de la o pompă la alta. Exploatarea pompei de lucru și de rezervă pe baza unui ciclu alternativ de 'număr de zile'. Alarmă telemetrică de debit scăzut la priză.	Înregistrări telemetrice.	Lipsa apei. Lipsa înregistrărilor pentru programul de întreținere. Activarea alarmei.	Înlocuirea pompelor.
D.5 Pană de curent.	Inspectare regulată a cablajelor, liniilor de curent și racordurilor. Generator de rezervă. Alarmer cu alimentare de rezervă pe baterii.		Lipsa apei. Activarea alarmei.	Consultări cu autoritatea furnizoare de energie.
D.6 Vandalism/ sabotaj.	Construirea unui gard în jurul zonei de extracție. Instalarea unei alarme de efracție.		Deteriorarea captării. Semne de încercări de acces în zona de captare.	

Sursa: Sandu, M., Racovițeanu, G. – Manual pentru inspecția sanitară și monitorizarea calității apei în sistemele de alimentare cu apă, Ed. Conpress, 2006, ISBN 973-7797-78-7 [6].

Planuri pentru situații neprevăzute

(1) Dacă se întâmplă un eveniment, în ciuda măsurilor preventive și corective luate, trebuie consultat specialistul de sănătate publică pentru a evalua cât de serioasă este problema.

Tabelul A3.6. Planuri pentru situații neprevăzute.

Eveniment – Calitatea apei inferioară pentru a permite tratarea

Indicatori:

Turbiditate sau colorație prea puternică a apei.

Turbiditatea apei la ieșirea din stație constant peste 1.0 NTU (A se vedea LCAP).

Acțiuni necesare:

Analizați dacă să întrerupeți extracția și să treceți la o sursă alternativă de apă potabilă până când se va putea furniza din nou apă de calitate suficientă, sau să utilizați apă stocată.

(Asigurați-vă că istoricul utilizării cisternelor de alimentare cu apă este bine investigat anterior utilizării și că cisterna nu va contamina apa)

Dacă în rețea a pătruns apă filtrată insuficient, informați Ministerul Sănătății.

Monitorizați numărul de particule, turbiditatea sau colorația până când acestea revin la niveluri acceptabile

Creșteți cantitatea de clor rezidual ca măsură intermediară.

Reluați exploatarea stației, eventual la un debit mai mic. Dacă proasta calitate a apei brute amenință să devină frecvent o problemă, analizați posibilitatea utilizării unei surse alternative, sau de modificare a metodei de extracție sau de tratare.

Înregistrați cauzele defecțiunii și măsurile corective adoptate.

Planificați și elaborați contramăsuri pe termen lung, dacă este cazul.

Modificați PMRSP dacă este necesar.

Responsabilitate:

Proprietarul sursei de apă. Operatorul sistemului de alimentare cu apă.

Eveniment – La stația de tratare nu ajunge apă suficientă

<i>Indicatori:</i>	Debit scăzut sau absent la stația de tratare. Consum neașteptat de mare.
<i>Acțiuni necesare:</i>	Defectarea structurii prizei sau a pompei. Implementați strategia furnizorului de apă pentru gestionarea cererii în caz de urgență. Analizați dacă să întrerupeți extracția și să treceți la o sursă alternativă de apă potabilă până când se va putea furniza din nou apă de calitate suficientă, sau să utilizați apă stocată. (Asigurați-vă că istoricul utilizării cisternelor de alimentare cu apă este bine investigat anterior utilizării și că cisterna nu va contamina apa.) Dacă în rețea a pătruns apă filtrată insuficient, informați Ministerul Sănătății despre această neregulă. Inițiați măsuri de conservare. Închideți vanele la acumulări pentru a restrânge cantitatea furnizată, dacă este cazul. Creșteți cantitatea de clor rezidual ca măsură intermediară. Dacă este cazul, identificați și rectificați problema de captare. La repornirea instalației de tratare, analizați dacă nu o puteți face la un debit mai mic. Înregistrați cauzele defecțiunii și măsurile corective adoptate. Dacă penuria de apă apare frecvent datorită cantității reduse de apă la sursă, planificați identificarea și amenajarea unei noi surse. Modificați PMRSP dacă este necesar
<i>Responsabilitate:</i>	Proprietarul sursei de apă. Operatorul sistemului de alimentare cu apă.

Eveniment – În lac sau acumulare pătrunde o contaminare

<i>Indicatori:</i>	Reclamații cu privire la culoarea, gustul sau mirosul apei la robinet. Contaminarea continuă a sursei: detectarea E coli sau a unor concentrații de chimicale de prioritate 2 de peste 50% din CMA.
<i>Acțiuni necesare:</i>	Semnalarea unor îmbolnăviri în zone ale comunității ce pot fi puse în legătură cu calitatea apei Închideți captarea. Notificați Ministerul Sănătății și, împreună cu acesta, avertizați consumatorii din zona afectată cu privire la măsurile de asigurare a unei surse de apă suplimentare până la o nouă notificare. Identificați sursa contaminării și determinați dacă aceasta poate reprezenta o problemă tranzitorie și dacă este posibilă o tratare temporară. Dacă problema este tranzitorie: - goliți și spălați porțiunea afectată a sistemului de distribuție, analizând necesitatea spălării cu o concentrație mai mare de clor dacă incidentul a presupus și o contaminare microbiologică (va fi probabil necesară consultarea consiliului regional cu privire la eliminarea apei de spălare) - monitorizați în zona afectată un determinant corespunzător pentru a determina succesul măsurilor condiționale și notificați consumatorii, când siguranța apei revine la normal, că trebuie să lase robinetele deschise până începe din nou să curgă apă de bună calitate. Dacă există probabilitatea ca problema să persiste pe termen lung sau permanent: - studiați și amenajați o metodă alternativă de alimentare și/sau tratare - asigurați o altă sursă de apă potabilă până când se va putea obține din nou o calitate acceptabilă. Înregistrați cauzele defecțiunii și măsurile corective adoptate. Modificați PMRSP dacă este necesar.
<i>Responsabilitate:</i>	Proprietarul sursei de apă. Operatorul sistemului de alimentare cu apă.

Sursa: Sandu, M., Racovițeanu, G. – Manual pentru inspecția sanitară și monitorizarea calității apei în sistemele de alimentare cu apă, Ed. Conspress, 2006, ISBN 973-7797-78-7 [6].

Evaluarea riscurilor generale în exploatarea stației de tratare

(1) Riscurile generale identificate în exploatarea stației de tratare a apei sunt sintetizate în tabelul următor.

Tabelul A3.7. Evaluarea riscurilor generale în exploatarea stației de tratare.

Cauze	Măsuri preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
Eveniment: STAȚIA DE TRATARE NU POATE PRODUCE APĂ DE CALITATE SATISFĂCĂTOARE Riscuri: <i>Germeni; compuși chimici cu efect important asupra sănătății.</i> Nivel de risc: Mare				
A.1. Defectarea structurii unei instalații componente a stației.	Stația trebuie proiectată cu suficiente elemente de rezervă și flexibilitate care să permită ocolirea instalațiilor avariate. Efectuați inspecții periodice ale integrității structurale a stației astfel încât să puteți lua măsuri pentru efectuarea reparațiilor înainte să se producă o avarie	Inspectare vizuală a stației.	Indicii de avariere a structurii.	Ocolirea instalațiilor defecte, fără a determina o calitate nesatisfăcătoare a apei produse. Repararea sau înlocuirea instalațiilor defecte sau reanalizarea întregului flux al stației.
A.2. Proiectare necorespunzătoare a stației.	Asigurați-vă că ați obținut suficiente informații referitoare la calitatea apei și variabilitatea acesteia pentru a permite identificarea proceselor de tratare adecvate. Asigurați-vă, în faza de proiectare, că procesele de tratare propuse pot produce apă de calitate necesară. Analizați periodic performanța stației existente pentru a evalua dacă trebuie modificate sau re tehnologizate elemente. Stabiliți filiera tehnologică prin încercări pe o instalație pilot. Stația trebuie proiectată astfel încât prin avarierea unei instalații să nu fie întrerupt în întregime procesul de tratare.	Toți compușii microbiologici și chimici relevanți din punct de vedere al conformării cu LCAP.	Compuși microbiologici sau chimici monitorizați nu se încadrează în cerințele LCAP.	Efectuați modificări ale instalațiilor sau analizați posibilitatea utilizării altei surse de apă.
A.3. Întreținere inadecvată care determină o defecțiune mecanică.	Asigurați-vă că pentru toate componentele stației și funcționarea acestora care necesită întreținere este elaborat și urmărit un program de lucrări de întreținere. Păstrați pe amplasament echipamente de rezervă și piese de schimb pentru a putea repara sau înlocui rapid componentele defecte.	Auditul înregistrărilor lucrărilor de întreținere. Folosiți aceste informații pentru a identifica ce secțiuni și procese va trebui să monitorizați.	Nu există piese de schimb. Calitatea apei produse se încadrează la limită în LCAP.	Inițiați programe de întreținere. Obțineți piese și utilaje de schimb

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**
**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

Cauze	Măsuri preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
A.4. Sisteme neadecvate de asigurare a calității.	Asigurați-vă că la stație există manuale de operare, ca material de referință pentru angajați. Verificați periodic cunoașterea manualului de operare. Mențineți la zi un Plan de Management al Riscurilor pentru Sănătatea Publică (așa cum se indică în această serie de Ghiduri), și sistemele aferente acestuia (documentație, rapoarte). Analizați și evaluați periodic sistemele de asigurare a calității și operați schimbări acolo unde există în mod evident deficiențe.	Funcționarea în parametri normali a fiecărui proces din filiera de tratare.	Nu există manuale de operare pentru fiecare proces.	Pregătiți un manual de operare pentru stația de tratare. Revizuiți sistemul de asigurare a calității și operați modificări acolo unde există deficiențe.
A.5. Monitorizare neadecvată	Elaborați un plan de monitorizare a proceselor care identifică: – motivele monitorizării – secțiuni de prelevare – ce se monitorizează – frecvența prelevărilor și – metodele de prelevare. Asigurați-vă că întregul personal implicat, înțelege și urmează acest plan.	Toți determinanții microbiologici și chimici corespunzători scopului programului de monitorizare.	Apa care iese din stație nu se încadrează în CMA prevăzute în LCAP.	Inițiați un plan de monitorizare. Instruiți personalul cu privire la practicile de monitorizare corecte.
A.6. Măsuri de siguranță neadecvate pentru prevenirea actelor de vandalism/sabotaj.	Asigurați o încintă închisă la stația de tratare care să înconjoare toate instalațiile din stație. Dacă stația este într-o singură clădire, asigurați posibilitatea încuierii acesteia și protejarea ferestrelor împotriva accesului forțat. Asigurați posibilitatea de închidere a tuturor trapelor și încuierea acestora dacă nu este necesar accesul continuu. Asigurați-vă de depozitarea tuturor scârilor în incinte sigure. Instalați alarme antiefracție sau asigurați pază organizată.	Inspecție regulată cu patrulă. Determinanții dictați de indiciile de potențială contaminare intenționată (ambalaje de chimicale abandonate în zonă).	Indicii de acces neautorizat. Deteriorare inexplicabilă a calității apei.	Analizați și inițiați plan de siguranță pentru aceste situații.
A.7. Eveniment sau fenomen la sursă având ca rezultat incapacitatea stației de a trata apa brută.	Elaborați criteriile de calitate a apei brute care să definească momentul când calitatea apei scade astfel încât să necesite oprirea captării și închiderea stației. Dacă calitatea apei brute este variabilă, inițiați un plan de monitorizare permanentă a calității pentru a determina frecvența cu care se produc astfel de fenomene și modificările care trebuie aduse stației /condițiilor de stocare	Determinări corespunzătoare apei brute – turbiditate, miros și culoare.	Uzina nu poate produce apă în conformitate cu cerințele LCAP.	A se vedea Planurile pentru situații neprevăzute. Elaborați planurile și criteriile pentru închiderea stației. Capacitate de depozitare a apei în amonte și aval de tratate.

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**
**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
A.8. Practici neigienice (inclusiv nesepararea activităților de alimentare cu apă și epurare).	Elaborați un cod de bună practică al stației de tratare, care stabilește ce practici neigienice trebuie evitate, inclusiv (dar nu numai): <ul style="list-style-type: none"> Igiena personală precară; Interzicerea activității în stație a personalului suferind de boli infecțioase; personal care lucrează atât în activități de alimentare cu apă cât și la epurare; utilizarea uneltelor atât în stația de apă cât și în cea de epurare. 	Sănătatea personalului. Activitățile personalului. Calitatea microbiologică a apei tratate.	Indicii de contaminare transmisă prin sau de către angajați. Personal cu boli infecțioase activ pe amplasament Detectarea E. Coli în 100 ml de apă.	Instruirea personalului cu privire la practicile igienice.
A.9. Etichetarea neadecvată a substanțelor depozitate /lipsa de supraveghere la livrarea substanțelor.	Asigurați-vă că orice recipient pentru substanțe influent în stație este etichetat clar cu numele substanței pe care trebuie să o conțină și concentrația acesteia și buletin de analiză. Asigurați-vă că personalul stației cunoaște datele și orele de livrare a substanțelor și că este prezent și dirijează livrarea în recipientele corecte și depozitarea în amplasamentele stabilite.	Examinare periodică a recipientelor pentru stabilirea etichetării corecte și clare Asigurarea existenței certificatelor de calitate de la producător pentru toate substanțele utilizate pentru tratare.	Utilizarea unor substanțe de tratare neadecvate prin confuzia etichetelor și containerelor.	Inițierea măsurilor de asigurare a etichetării clare a containerelor și instruirii personalului cu privire la livrări. Atenționarea furnizorilor de obligația prezenței unui operator în momentul livrării substanțelor.
A.10. Distrușgerea unei părți din stație prin incendiu chimic sau explozie.	Asigurați depozitarea corectă a substanțelor periculoase. Asigurați instruirea întregului personal cu privire la procedurile corecte de manevrare a substanțelor folosite în stația de tratare	Audit al depozitării substanțelor și al practicilor de manevrare.	Incendiu, explozie sau limita de apariție.	Asigurați o depozitare corespunzătoare Identificați necesitățile de instruire a personalului și acordați instruirea.
A.11. Lipsa stocului de substanțe din motive de grevă.	Includerea în manualul de operare al stației a instrucțiunilor de evaluare a achiziționării de stocuri cu suplimentarea de substanțe pentru situații de urgență în cazul anunțării unei greve		Nivel scăzut al stocurilor datorită grevei.	Elaborați un plan de aprovizionare pentru situații de urgență.
A.12 Înteruperea curentului.	Asigurați existența unei surse de rezervă de energie. În cele mai multe cazuri va fi vorba de un generator alimentat cu benzină sau motorină. Asigurați existența permanentă în depozit a unei rezerve suficiente de carburant pentru menținerea în funcțiune a stației timp de mai multe zile.	Nivelul rezervelor de carburant.	Imposibilitate de funcționare din lipsă de curent.	Obțineți un generator. Măriți rezervele de carburant.

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**
**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

Cauze	Măsuri preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
Eveniment: STAȚIA DE TRATARE NU POATE PRODUCE SUFICIENTĂ APĂ Riscuri: <i>Germeți; compuși chimici cu efect important asupra sănătății</i> Nivel de risc: Mare				
B.1. Defectarea structurală a unei părți din instalație.	Asigurați prevederea în plan a măsurilor lor adecvate de siguranță în construcție și respectarea acestora. Proiectul stație trebuie să prevadă suficiente elemente redundante; rezervă și flexibilitate pentru ca unitățile nefuncționale să poată fi ocolite, astfel încât căderea unei componente a stației să nu scoată din funcțiune întreaga uzină. Efectuați inspecții periodice ale integrității structurale a stației pentru a putea lua măsuri de realizare a reparațiilor înainte de producerea avariei.	Inspectarea vizuală a stației. Proiectul de construcție a stației.	Indicii de apariție a unei defecțiuni în construcție.	Reparați sau înlocuiți elementele deteriorate sau reanalizați întregul proiect al stației.
B.2. Proiect inadecvat al stației de tratare.	În fazele de proiectare, efectuați proiectii ale cererii viitoare de apă pe durata planificată a existenței utile a acesteia, pentru a evalua capacitatea proiectată. Stația trebuie proiectată astfel ca avarierea oricărei părți să nu poată duce la scoaterea din funcțiune a întregii uzine.	Cererea / restricționarea consumului de apă.	Cantitate insuficientă de apă față de cerere – limitată de capacitatea stației.	Analizați posibilitatea modificării stației existente, extinderii sau construcției unei noi.
B.3. Întreținere neadecvată care determină o defecțiune mecanică.	Asigurați-vă că există și se respectă programele de întreținere pentru toate utilajele din stație. Proiectați stația astfel încât să utilizați cât mai mult posibil un flux gravitațional. Păstrați pe amplasament echipamente de rezervă și piese de schimb, pentru ca cele defecte să poată fi reparate sau înlocuite rapid	Aspect vizual, zgomot, vibrații, altele decât cele normale.	Programe de întreținere necompletate, nesemnate, neverificate.	Inițiați programe și planuri de întreținere. Obțineți utilaje și piese de schimb de rezervă.
B.4. Măsuri de siguranță neadecvate pentru împiedicarea actelor de vandalism/ sabotaj.	<i>A se vedea procedurile anterioare.</i>			
B.5. Distrugerea unei părți a stației prin incendiu chimic sau explozie.	<i>A se vedea procedurile anterioare.</i>			
B.6. Întreruperea curentului.	<i>A se vedea procedurile anterioare.</i>			

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**

**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

Cauze	Măsuri preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
B.7. Calamități naturale.	În alegerea amplasamentului de construcție a stației, alegeți un amplasament sigur la alunecări de teren, inundații sau alte calamități naturale. În regiunile expuse seismelor, alegeți criteriile de proiectare a construcției care să țină seama de posibilitatea producerii unui cutremur.	Integritatea proceselor și construcțiilor din stație, eventuale tasări ale terenului;		Plan de acțiune detaliat privind măsurile, responsabilitățile și acțiunile care se întreprind.

Sursa: Sandu, M., Racovițeanu, G. – Manual pentru inspecția sanitară și monitorizarea calității apei în sistemele de alimentare cu apă, Ed. Conpress, 2006, ISBN 973-7797-78-7 [6].

Planuri pentru situații neprevăzute

(1) Dacă se întâmplă un eveniment, în ciuda măsurilor preventive și corective luate, se va aplica planul pentru situații neprevăzute, particularizat de operator în funcție de alcătuirea obiectelor sistemului de alimentare cu apă.

Tabelul A3.8. Planuri pentru situații neprevăzute.

Eveniment – Calitate scăzută a apei tratate.	
<i>Indicatori:</i>	Calitatea microbiologică și/ori chimică a apei care iese din stație nu respectă cerințele din LCAP. Cazuri de îmbolnăviri probabil legate de calitatea apei.
<i>Acțiuni necesare:</i>	Închideți stația de tratare și furnizați apă din stocul deja tratat sau asigurați o altă sursă de apă potabilă până redevine posibilă furnizarea unei ape de calitate acceptabilă. Anunțați autoritățile și determinați dacă este necesar să lansați avertismentul "fierbeți apa". Identificați și remediați cauzele defecțiunii. Dacă apa de proastă calitate a pătruns în sistemul de distribuție, spălați și dezinfecțați rețeaua și anunțați consumatorii să lase să curgă robinetele înainte de a relua consumul de apă. Înregistrați cauzele defecțiunii și măsurile luate pentru corectarea situației. Modificați PMRSP dacă este necesar.
<i>Responsabil:</i>	Operatorul stației de tratare.
Eveniment – Stația de tratare nu produce suficientă apă	
<i>Indicatori:</i>	Scăderea nivelului în bazinul cu apă tratată. Scăderea presiunii în sistemul de alimentare.
<i>Acțiuni necesare:</i>	Anunțați populația cu privire la necesitatea de economisire a apei. Identificați și remediați cauzele defecțiunii, dacă este posibil. Dacă defecțiunea nu poate fi remediată în câteva ore, asigurați o altă sursă de apă potabilă până redevine posibilă furnizarea unei ape de calitate acceptabilă. Înregistrați cauzele defecțiunii și măsurile luate pentru corectarea situației. Modificați PMRSP dacă este necesar.
<i>Responsabil:</i>	Operatorul stației de tratare.

Sursa: Sandu, M., Racovițeanu, G. – Manual pentru inspecția sanitară și monitorizarea calității apei în sistemele de alimentare cu apă, Ed. Conpress, 2006, ISBN 973-7797-78-7 [6].

Evaluarea riscurilor în exploatarea deznisipatoarelor

(1) Riscurile identificate în exploatarea deznisipatoarelor sunt sintetizate în tabelul următor:

Tabelul A3.9. Evaluarea riscurilor care pot să apară în exploatarea deznisipatoarelor.

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
Eveniment: NISIPUL NU A FOST ÎNDEPĂRTATE Riscuri: <i>Nisipul ajunge în decantoare și reduce eficiența acestora</i> Nivel de risc: Mic				
A.1. Deznisipare ineficientă	Stabiliți parametri tehnologici corecți ai deznisipatorului (încărcare hidraulică, timp de reținere)	Parametrii tehnologici ai instalației. Inspecția vizuală. Turbiditatea apei decantate. Frecvența de curățire a deznisipatorului.	Influența treptei de decantare conține nisip. Turbiditatea apei care iese din decantor la valori peste 5 NTU.	Curățarea deznisipator.
A.2. Mecanismul de reținere a nisipului funcționează defectuos	Program de întreținere periodică.	Registru cu lucrările de întreținere. Frecvența de curățire a deznisipatorului.	Nisip în decantor. Turbiditate ridicată în apa decantată și filtrată.	Identificarea cauzei defecțiunii și remedierea ei prin analize tehnologice ale sistemului.

Planuri pentru situații neprevăzute

(1) Dacă se întâmplă un eveniment, în ciuda măsurilor preventive și corective luate, se va aplica planul pentru situații neprevăzute, particularizat de operator în funcție de alcătuirea obiectelor sistemului de alimentare cu apă.

Tabelul A3.10. Planuri pentru situații neprevăzute.

Eveniment – Turbiditate mai mare decât nivelul maxim acceptat	
<i>Indicatori:</i>	Nu poate fi menținută o turbiditate mai mică decât 1.0 NTU în apa care părăsește stația de tratare.
<i>Acțiuni necesare:</i>	Urmăriți prevederile din Legea 458/2002 privind Calitatea Apei Potabile; Identificați cauza defecțiunii și remediați; Înregistrați cauzele apariției defecțiunii și măsurile luate pentru remedierea ei; Modificați PMRSP dacă este necesar.
<i>Responsabil:</i>	Operatorul stației de tratare.

Evaluarea riscurilor în exploatarea decantoarelor

(1) Riscurile identificate în exploatarea decantoarelor sunt sintetizate în tabelul următor:

Tabelul A3.11. Evaluarea riscurilor în exploatarea proceselor de coagulare-floculare și decantare.

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
Eveniment: PARTICULELE NU AU FOST ÎNDEPĂRTATE Riscuri: <i>Germeii nu sunt îndepărtați în totalitate (în special Giardia și Cryptosporidium)</i> Nivel de risc: Mare				
A.1. Decantare ineficientă	Determinați domeniul vitezei de curgere astfel încât să permită sedimentarea flocoanelor Observați și notați condițiile care duc la plutirea flocoanelor și la fenomenul de „fierbere”. Stabiliți parametri tehnologici corecți ai decantorului (încărcare hidraulică, timp de reținere) Influențe însorire, frig și îngheț. Dacă pot fi controlate, evitați apariția acestor condiții. Dacă aceste condiții nu pot fi controlate, ele determină creșterea încărcării filtrului	Parametrii tehnologici ai instalației. Inspecția vizuală a stabilității flocoanelor. Turbiditatea apei clarificate. Concentrarea și evacuarea nămolului din decantor. Frecvența de curățare a filtrului.	Turbiditate ridicată și culoare apă decantată și apă filtrată. Turbiditatea apei care iese din decantor la valori peste 5 NTU. După filtrare: - turbiditatea este de 1 NTU; - culoarea este de peste 10 unități; - aluminiul rezidual este de peste 0,15 mg/l; - nivele reziduale ridicate ale altor coagulanți.	Revizuirea (retehnologizarea) sistemului de sedimentare treapta I (decantare).
A.2. Mecanismul de reținere a flocoanelor funcționează defectuos	Program de întreținere periodică.	Registru cu lucrările de întreținere. Frecvența golirii nămolului din decantor. Frecvența de spălare a filtrului.	Spălarea frecventă a filtrului. Turbiditate ridicată și culoare în apa decantată și filtrată.	Identificarea cauzei defecțiunii și remedierea ei prin analize tehnologice ale sistemului: coagulare-floculare-decantare.
A.3. Eficiența reținerii în treapta de decantare este redusă	Verificați realizarea parametrilor optimi în procesele de coagulare-floculare-decantare. Dacă parametri tehnologici reali corespund elementelor proiectate. Verificarea elementelor funcționale decantor: recirculare, evacuare apă decantată, evacuare nămol.	Verificarea vizuală a procesului de depunere a flocoanelor. Determinarea coeficientului de coeziune nămol. Turbiditatea apei clarificate. Frecvența de spălare a filtrului.	Cerințe de spălare frecvente a filtrului. Turbiditate ridicată și culoare în apa decantată și filtrată. Miros și creșterea necesarului de clor din pricina condițiilor anaerobe.	Revizuirea proiectului și a sistemului de comandă a proceselor coagulare-floculare-decantare. Creșterea capacității sistemului de eliminare a nămolului.

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**
**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
A.4. Dozare defectuoasă Reactivi ineficienți la calitatea apei sursei	Întreținere, verificarea periodică a sistemului de dozare – pompe și țevi, sonde și aparate de măsură, echipament electronic. Sisteme de alarmă care indică : - turbiditate apă decantată și filtrată depășită; - pH-ul de coagulare nu este optim; - coeficient de floclare sunt optimi	Registrul lucrărilor de întreținere. Înainte de coagulare: - pH; - jar - test; - potențial zeta decantare. După filtrare: - turbiditate; - culoare; - aluminiu, fier sau polimer; - coeficient de coeziune al nămolului; - indice de floclare.	Lipsește registrul de întreținere Înainte de coagulării nu sunt îndeplinite condițiile optime pentru: - pH; - jar - test; - potențial zeta. După filtrare: - turbiditatea este peste 0,2 ⁰ NTU - culoarea peste 10 unit. - aluminiul rezidual este de peste 0,15 mg/L - nivelele ridicate ale concentrației reziduale de coagulant.	Identificarea cauzelor care conduc la deficiențe. Inițierea programului de monitorizare pe fiecare etapă: - dozare; - efectuarea experimente jar-test; - compatibilitate reactivi cu amprenta de calitate a apei sursei; - realizare timp și gradienti în fazele de amestec, reacție, floclare.
A.5. Dozele stabilite în mod incorect sau neadecvat	Studiu privind relația calitate sursă – tipul și dozele de reactivi. Verificare și completare instalație de reactivi pentru preluarea în timp real a modificărilor calității apei sursei.	Debitul instalației Debitele soluțiilor de reactivi Controlul vizual al stabilității flocoanelor La sursă sau după filtrare: turbiditate; culoare; pH-ul; alcalinitatea; coagulantul și/sau polimerul rezidual	Nu există înregistrări pentru jar teste Nu există un control al dozării în funcție de calitatea sursei de apă; Creșterea turbidității, colorației și cantității de coagulant rezidual în apa filtrată Nu există baza de date: doze, debite, concentrații, rezultate jar-test.	Determinarea și documentarea relațiilor calitate apă - doze. Instalarea echipamente potrivit de control al dozării. Optimizare sistem de dozare la modificări calitative ale sursei.
A.6. Înteruperea energiei electrice	Sursă alternativă. Generator de rezervă	Alimentarea cu energie.	Alarmer de întrerupere alimentare cu energie. Oprire utilaje. Alimentarea cu energie este discontinuă.	Dotarea cu generator sau sursă alternativă de curent. Creșterea capacității rezervoarelor de apă potabilă post stație.

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**
**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
A.7. Epuizarea stocurilor de reactivi chimici	Alarmer la toate rezervoarele de reactivi chimici care să atenționeze când acestea se apropie de epuizare. Înregistrați zilnic consumul de reactivi pentru a prevedea perioada probabilă în care se epuizează. Mențineți o rezervă adecvată de reactivi pentru a acoperi întreaga perioadă dintre două aprovizionări; perioadele recomandate 15-30 zile.	Nivelul stocului de coagulant, floculant și reactivi de ajustare a pH-ului Debitul de coagulant, floculant și a reactivilor de ajustare a pH-ului	Epuizarea stocurilor de reactivi chimici. Creșterea turbidității și culorii apei decantate și filtrate.	Instalarea sau reabilitarea sistemului de alarma la rezervor. Asigurați stocurile de reactivi chimici. Inițiați înregistrarea zilnică consumului de reactivi.
A.8. Folosirea unui reactiv chimic inadecvat	Efectuați permanent (2-4 ori/zi) jar-teste și măsurători ale potențialului zeta pentru a determina cei mai buni coagulanți și floculanți precum și doza optimă a acestora de fiecare dată când caracteristicile apei brute se modifică. Asigurați-vă că reactivii sunt introduși în rezervoarele de stocare corespunzătoare. Etichetați clar rezervoarele de stocare; asigurați prezența operatorului la livrarea produselor chimice.	Înregistrările și depozitarea reactivilor chimici livrați. Pentru apa sursei și apa decantată : - turbiditate; - culoare; - pH; - alcalinitate; - coagulant și/sau floculant; - potențial zeta; - rezultate jar-test.	Nu există înregistrări, doze, caracteristici apă brută. Turbiditate ridicată și culoare apă decantată și filtrată. Absența personalului la livrarea reactivilor chimici. Nu există înregistrări jar-test. Nu există controlul dozării în funcție de calitatea sursei de apă.	Verificați calitatea apei tratate. Goliți, curățați și reumpleți rezervoarele de stocare a reactivilor. Inițiați și/sau asigurați respectarea procedurilor de livrare a reactivilor. Cereți furnizorului să solicite prezența operatorului la livrarea substanțelor chimice. Efectuați încercări cu mai mulți coagulanți și floculanți. Aplicați pre-oxidarea și coagularea la pH-redus. Stabiliți relația dintre cel mai potrivit coagulant și floculant și valorile pH-ului.
A.9. Reactivi de proastă calitate	Verificați compoziția reactivilor chimici livrați în conformitate cu normele și standardele. Verificați compoziția soluțiilor reactivilor de dozare. Verificați prezența poluanților periculoși pentru sănătate în reactivii chimici livrați.	CertIFICATELE de analiză la livrare ale furnizorilor pentru coagulanții, floculanții și reactivii de ajustare a pH-ului. Înregistrările diluțiilor. Prezența substanțelor chimice cu posibilă acțiune pentru sănătate în urma diluției.	Nu există certificate de analiză de la furnizori. Lipsa de eficiență a proceselor de decantare și filtrare. Lipsa verificării corectitudinii calculelor. Substanțele chimice cu acțiune potențială pentru sănătate depășesc CMA în apa tratată.	Plan de acțiune pentru: - Control și verificarea calculelor, doze, concentrații, debite soluții; - Control automat debite, concentrații soluții, corelat cu debit apă brută; - Alegerea furnizorilor de reactivi prin competiție.

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**
**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
A.10. Lipsa unei proporții adecvate a reactivilor chimici (rapoarte, coagulant, floculant, reactiv, corecție pH)	Verificarea amestecului de coagulant, floculant și reactivi de ajustare a pH-ului care trebuie să fie adecvat pentru întregul domeniu al debitelor din instalație Verificarea: - dozelor coagulant, floculant, reactiv, pH; - secțiuni de introducere; - efectele între două secțiuni.	Combinăția coagulant, floculant și reactivii de ajustare a pH-ului. Debitul de apă brută. Debite soluție reactivi. Calitatea apei brute și tratate: Turbiditate; Culoare; Coeficient coeziune nămol; Turbiditate apă decantată; Număr spălări filtru.	Turbiditate ridicată și culoare apă decantată și apă filtrată. Turbiditatea apei care iese din decantor la valori peste 5 NTU. După filtrare: - turbiditatea este de 1 NTU; - culoarea este de peste 10 unități; - aluminiul rezidual este de peste 0,15 mg/l; - nivele reziduale ridicate ale altor coagulanți.	Revizuirea sistemului hidraulic din stație pentru a aduce îmbunătățiri amestecului de reactivi chimici. Plan pentru revizie, completare: - Sisteme hidraulice amestec, reacție, floculare; - Timpți optimi în fiecare fază; - Realizare gradienti optimi și variabili cu modificarea calității apei brute.
A.11. Timpul de contact este insuficient pentru formarea flocoanelor	Verificați ca timpii de amestecare să fie adecvați pentru realizarea coagulării și floculării în domeniul debitelor din instalație Limitări debite minime și maxime.	Combinăția coagulant, floculant și reactivii de ajustare a pH-ului. Debitul de apă brută. Debite soluție reactivi. Calitatea apei brute și tratate: Turbiditate; Culoare; Coeficient coeziune nămol; Turbiditate apă decantată; Număr spălări filtru.	Turbiditate ridicată și culoare apă decantată și apă filtrată. Turbiditatea apei care iese din decantor la valori peste 5 NTU. După filtrare: - turbiditatea este de 1 NTU; - culoarea este de peste 10 unități; - aluminiul rezidual este de peste 0,15 mg/l; - nivele reziduale ridicate ale altor coagulanți.	Revizuirea sistemului hidraulic din stație prin îmbunătățirea timpului de contact în procesul de coagulare și floculare
Eveniment: MATERILE ORGANICE NATURALE NU AU FOST ÎNDEPĂRTATE Riscuri: <i>Germeți; sub-produși de dezinfecție (THM (clor), bromoform, formaldehidă (ozon))</i> Nivel de risc: Moderat				
B.1. Cauzele, măsurile preventive pentru acest eveniment sunt aceleași cu cele arătate pentru evenimentul A.				
Eveniment: URME DE REACTIVI CHIMICI AJUNG ÎN SISTEMUL DE DISTRIBUȚIE Riscuri: <i>Substanțe chimice dăunătoare sănătății (acrilamide, epiclohidrina, aluminiu)</i> Nivel de risc: Mic				
C.1. Cauzele, măsurile preventive pentru acest eveniment sunt aceleași cu cele arătate pentru evenimentul A.				

Sursa: Sandu, M., Racovițeanu, G. – Manual pentru inspecția sanitară și monitorizarea calității apei în sistemele de alimentare cu apă, Ed. Conspress, 2006, ISBN 973-7797-78-7 [6].

Planuri pentru situații neprevăzute

(1) Dacă se întâmplă un eveniment, în ciuda măsurilor preventive și corective luate, se va aplica planul pentru situații neprevăzute, particularizat de operator în funcție de alcătuirea obiectelor sistemului de alimentare cu apă.

Tabelul A3.12. Planuri pentru situații neprevăzute.

Eveniment – Turbiditate mai mare decât nivelul maxim acceptat	
<i>Indicatori:</i>	Nu poate fi menținută o turbiditate mai mică decât 1.0 NTU în apa care părăsește stația de tratare.
<i>Acțiuni necesare:</i>	Urmăriți prevederile din Legea nr. 458/2002 privind Calitatea Apei Potabile; Identificați cauzei defecțiunii și remediați; Înregistrați cauzele apariției defecțiunii și măsurile luate pentru remediarea ei; Modificați PMRSP dacă este necesar.
<i>Responsabil:</i>	Operatorul stației de tratare.
Eveniment – Niveluri excesive ale produșilor chimici utilizați la tratarea apei în sistemul de distribuție	
<i>Indicatori:</i>	Reclamații ale consumatorilor privind culoarea, gustul, aspectul și mirosul apei; Concentrațiile substanțelor chimice măsurate în apa care părăsește stația de tratare și în sistemul de distribuție sunt în exces; Notificarea erorii operatorului sau a furnizorului de substanțe chimice.
<i>Acțiuni necesare:</i>	Respectarea Legii nr. 458/2002 privind Calitatea Apei Potabile; Identificarea cauzelor defecțiunii și remediarea ei; Monitorizarea substanțelor chimice până când revin în limitele acceptabile; Înregistrarea cauzei problemei și a măsurilor lor adoptate pentru remediarea acesteia; Modificarea PMRSP, dacă este cazul.
<i>Responsabil:</i>	Operatorul stației de tratare.

Sursa: Sandu, M., Racovițeanu, G. – Manual pentru inspecția sanitară și monitorizarea calității apei în sistemele de alimentare cu apă, Ed. Conspress, 2006, ISBN 973-7797-78-7 [6].

Evaluarea riscurilor în exploatarea filtrelor

(1) Riscurile identificate în exploatarea filtrelor sunt sintetizate în tabelul următor:

Tabelul A3.13. Evaluarea riscurilor în exploatarea filtrelor.

Cauze	Măsuri preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
Eveniment: PARTICULELE NU SUNT INDEPARTATE				
Riscuri: <i>Germeii nu sunt îndepărtați (în special Giardia și Cryptosporidium).</i>				
Nivel de risc: Mare				
A.1 Deficiențe ale materialului filtrant	Caracteristici strat (grosime, granulozitate, coeficient de neuniformitate, compoziție mineralogică) alese optim funcție de viteza de filtrare și calitate influent.	Inspecție vizuală a filtrului. După – filtrare: - turbiditate; - concentrația aluminiului rezidual; - variația pierderii de sarcină;	Turbiditate de peste 1 NTU după filtrare. Aluminiu rezidual peste 0,15 mg/l după filtrare. Turbiditate frecvent crescută în apa filtrată.	Schimbați materialul filtrant. Asigurați parametri optimi pentru proces.
A.2 Viteza de filtrare neadecvată	Elaborați prin studii: - viteza de filtrare optimă; - debitele min și max ale filtrelor; - caracteristici strat filtrant. Asigurați echipepartația debitelor la cuvele de filtrare. Asigurați instruirea operatorilor cu privire la procedurile de operare a filtrelor pe care le exploatează.	După filtrare: - Turbiditate; - Concentrația aluminiului rezidual; - pierderea de sarcină.	Turbiditate de peste 1.0 NTU după filtrare. Aluminiu rezidual peste 0,15 mg/l după filtrare. Turbiditate frecvent crescută în apa filtrată.	Restricționarea debitului maxim. Reproiectarea hidraulicii filtrelor. Modificați viteza de filtrare funcție de caracteristicile stratului. Înlocuiți strat filtrant. Reglați debitele. Instruirea personalului și efectuarea cursurilor de operare.
A.3 Procedură incorectă la spălarea filtrelor.	Stabiliți metoda optimă de spălare în contracurent. Stabiliți turbiditatea limită (1.0 NTU) și pierderea de sarcină limită (1,5 – 1,8 m) la care se declanșează secvența de spălare. Elaborați o procedură pentru ciclul de spălare efectivă. Analizați conținutul de suspensii al apei de la spălare. Măsurați pierderea de sarcină și turbiditatea la reluarea ciclului de filtrare; comparați cu valori eficiente. Construiți o bază de date a fiecărui filtru.	La fiecare cuvă: - Pierderi de sarcină; - Timp de filtrare; - Turbiditate apă filtrată; - Concentrația aluminiului rezidual; - Registrul filtrului.	Turbiditate frecvent crescută în apa filtrată de peste 1.0 NTU după filtrare. Frecvente spălări ale fiecărei cuve. Acumulări de nămol și/sau crăpături în stratul filtrant. Zone cu turburență mare sau lipsă în timpul spălării. Material filtrant aruncat în jgheburile de colectare apă de la spălare.	Plan de acțiune: - Analiza parametrilor spălării filtrelor; - Analiza procedurii de spălare; - Instruire personal de operare.
A.4 Întreținerea defectuoasă a filtrelor	Programe specifice standard pentru întreținerea utilajelor de pompare și suflante.	Registrul lucrărilor de întreținere (a se vedea de asemenea A.3).	(A se vedea de asemenea A.3).	Mărirea frecvenței de inspecție a materialului filtrant și filtrului dacă în apa tratată se

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**

**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

Cauze	Măsuri preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
	<p>Programul urmează recomandările producătorului și cuprinde:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ungere; cicluri de înlocuire a componentelor din elastomeri (ex. cuplaje flexibile); - inspecția pieselor (valve, pompe, compresoare); - registrul de inspecții. <p>Inspectați și curățați chimic materialul filtrant cel puțin o dată pe an.</p> <p>Asigurați-vă că operatorii sunt instruiți în procedurilor de întreținere corectă a filtrelor la care lucrează.</p>			<p>detectează material din strat</p> <p>Inițierea unui program de curățare chimică.</p> <p>Efectuarea de cursuri de instruire a personalului de operare.</p>
<p>Eveniment: NEÎNDEPĂRTAREA MATERIILOR ORGANICE NATURALE Riscuri: <i>Germei; sub-produși de dezinfecție.</i> Nivel de risc: Moderat</p>				
<p>B.1. Cauza, măsurile de prevenire, etc. pentru aceste evenimente, a se vedea A.1 - A.4.</p>				
<p>Eveniment: REACTIVI CHIMICI DIN PROCESUL DE TRATARE SUNT ANTRENATE ÎN SISTEMUL DE DISTRIBUȚIE Riscuri: Materiale chimice cu risc asupra sănătății (acrilamidă, epiclohidrina) Nivel de risc: Scăzut</p>				
<p>C.1. Cauza, măsurile de prevenire, etc. pentru aceste evenimente, a se vedea A.1 - A.4.</p>				

Sursa: Sandu, M., Racovițeanu, G. – Manual pentru inspecția sanitară și monitorizarea calității apei în sistemele de alimentare cu apă, Ed. Conpress, 2006, ISBN 973-7797-78-7 [6].

Planuri pentru situații neprevăzute

- (1) Dacă se întâmplă un eveniment, în ciuda măsurilor preventive și corective luate, se va aplica planul pentru situații neprevăzute, particularizat de operator în funcție de alcătuirea obiectelor sistemului de alimentare cu apă.

Tabelul A3.14. Planuri pentru situații neprevăzute.

Eveniment – Turbiditatea mai mare decât nivelul maxim acceptat	
<i>Indicatori:</i>	Nu poate fi menținută o turbiditate mai mică de 1.0 NTU în apa care părăsește stația de tratare
<i>Acțiuni necesare:</i>	Urmăriți prevederile din Legea nr. 458/2002 privind Calitatea Apei Potabile. Identificați cauza defecțiunii și remediați. Înregistrați cauzele apariției defecțiunii și adoptați măsuri luate pentru remediarea ei. Modificați PMRSP dacă este necesar.
<i>Responsabilitate:</i>	Operatorul stației de tratare.
Eveniment – Concentrații excesive ale reactivilor chimici utilizați la tratarea apei existenți în sistemul de distribuție	
<i>Indicatori:</i>	Reclamații ale consumatorilor privind culoarea, gustul, aspectul și mirosul apei. Concentrațiile substanțelor chimice măsurate în apa care părăsește stația de tratare și în sistemul de distribuție sunt în exces. Notificarea erorii la operatorul sistemului și furnizorului de substanțe chimice.
<i>Acțiuni necesare:</i>	Respectarea Legii nr. 458/2002 privind Calitatea Apei Potabile. Identificarea cauzelor defecțiunii și remediarea ei – aplicarea planului de acțiune în stația de tratare. Monitorizarea substanțelor chimice până când revin în limitele acceptabile.

Înregistrarea cauzei problemei și măsuri pentru remedierea acesteia.
Modificarea PMRSP, dacă este cazul.

Responsabilitate: Operatorul stației de tratare.

Sursa: Sandu, M., Racovițeanu, G. – Manual pentru inspecția sanitară și monitorizarea calității apei în sistemele de alimentare cu apă, Ed. Conspress, 2006, ISBN 973-7797-78-7 [6].

Evaluarea riscului în exploatarea treptei de oxidare cu ozon

(1) Riscurile identificate în exploatarea treptei de oxidare cu ozon sunt sintetizate în tabelul următor:

Tabelul A3.15. Evaluarea riscului în exploatarea treptei de oxidare cu ozon.

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
Eveniment: CONCENTRAȚIA OZONULUI PEA SCĂZUTĂ				
Riscuri: <i>Germeii nu sunt distruși.</i>				
Nivel de risc: Mare				
A.1 Funcționarea defectuoasă a ozonului.	Întreținere de rutină. Înlocuirea ozonului dacă este defect. Instalarea unei alarme a sistemului în vederea avertizării asupra concentrației inadecvate de ozon. Asigurarea uscării corespunzătoare a aerului de alimentare înainte injectării în generator.	Calitatea microbiologică. Concentrația de ozon după perioada de contact. Registrul lucrărilor de întreținere. Umiditatea aerului la intrarea în generator.	Ozonul rezidual scăzut. Depistarea de E coli sau coliformi în 100 ml apă tratată. Ozonul este defect. Necesitatea întreținerii frecvente. Registrul lucrărilor de întreținere necompletat. Nivelul vaporilor de apă în gazul de alimentare mai mare decât recomandă producătorul.	Identificarea cauzei defecțiunii și rectificarea ei. Dozarea manuală de clor în rezervor până la reparare. Înlocuirea ozonului. Identificarea cauzei pentru nefuncționarea uscătorului de aer și rectificarea ei.
A.2. Calibrarea incorectă a senzorului de ozon rezidual.	Controlul manual periodic al calibrării senzorului.	Calitatea microbiologică Concentrația de ozon după perioada de contact. Registrul calibrărilor.	Ozonul rezidual scăzut. Depistarea de E. Coli sau coliformi în 100 ml apă tratată. Neconsemnare în registrul calibrărilor.	Recalibrarea senzorului. Creșterea debitului de ozon până la recalibrare.
A.3. Setarea eronată a ozonului astfel încât acesta trimite concentrații greșite de ozon.	Verificări adecvate ale concentrației de ozon în punctul de prelevare prevăzut în LCAP, în special în perioadele de variabilitate a calității apei	Calitatea microbiologică. Concentrația de ozon după perioada de contact.	Ozonul rezidual scăzut. Depistarea de E coli sau coliformi în 100 ml apă tratată.	Ajustarea setărilor ozonului.
A.4. Calculul greșit al dozei de ozon	Verificarea independentă a calculelor (mai ales după efectuarea unei modificări în sistem când dozajul estimat este incert).	Calculul dozelor.	Descoperirea de erori frecvente de calcul în urma verificărilor. Verificările calculelor nu sunt semnate.	Recalcularea debitelor de dozaj și modificarea setărilor. Instruirea personalului cu privire la calcularea corectă a dozajului.
A.5. Cerere mare de ozon cuplată cu un control nesatisfăcător al dozajului.	Utilizarea unei metode de dozare care să coreleze controlul dozajului la concentrația ozonului rezidual la punctul de prelevare desemnat.	Concentrația de ozon după perioada de contact. Calitatea apei în amonte de procesul de ozonare.	Depistarea de E coli sau coliformi în 100 ml apă tratată. Ozonul rezidual scăzut în timpul	Monitorizarea manuală și controlul manual al ozonului în timpul perioadelor cu

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**
**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
	Aplicarea în amonte a unor procedee de eliminare a substanțelor care ar genera necesar mare de ozon în apă. Asigurarea unei capacități suficiente a ozonului.		perioadelor cu calitate scăzută a apei. Nivele extrem de variabile ale valorii TOC/culoare. Doze nepotrivite de ozon chiar și în cazul funcționării la capacitate maximă a generatorului de ozon.	calitate scăzută a apei. Optimizarea procedeeelor aplicate în amonte în vederea reducerii necesarului de ozon. Înlocuirea ozonului cu unul de capacitate suficientă.
A.6. Pană de curent electric	Generator de rezervă.	Sursa de electricitate de rezervă.	Funcționarea cu multe opriri a sursei de curent electric.	Realimentarea generatorului (dacă este necesar).
A.7. Concept necorespunzător al contactorului.	Verificarea referințelor conceptului contactorului și-a dovedit eficacitatea și în alte instalații înainte de construcție /instalare. Efectuarea de teste pilot la scară cu contactorul înainte de construcție/ instalare.	Concentrația de ozon după perioada de contact. Calcularea timpului de contact	Ozonul rezidual scăzut. Depistarea de E. Coli sau coliformi în 100 ml apă tratată.	Obținerea de informații și sfaturi de specialitate în vederea estimării modificărilor necesare pentru conceptul contactorului.
A.8. pH-ul prea ridicat al apei (favorizează descompunerea rapidă a ozonului)	Stabilirea necesității de control a pH-ului înaintea contactor și instalarea unui dispozitiv dacă este nevoie.	Concentrația de ozon după perioada de contact.	Ozonul rezidual scăzut. Depistarea de E. Coli sau coliformi în 100 ml apă tratată.	Implementarea unui sistem de ajustare a pH-ului.
A.9. Prelevarea incorectă a probelor de monitorizare a concentrației de ozon sau înregistrarea incorectă a acestora.	Instruirea personalului în analiza probelor și gestionarea înregistrărilor. Elaborarea programelor de monitorizare și a persoanelor responsabile.	Înregistrările analizelor.	Audit care evidențiază o monitorizare necorespunzătoare.	Identificarea domeniilor în care este necesară instruirea personalului și efectuarea acestuia.
Evenimentul: FORMAREA DE SUBPRODUȘI AI PROCESULUI DE OZONARE Riscuri posibile: <i>Bromat, bromoform (și alți DBP organici conținând doar brom), formaldehidă.</i> Nivelul de risc: Scăzut-moderat				
B.1 Substanțe organice naturale și/sau bromură prezente în apa supusă ozonării.	Aplicarea în amonte a unor procedee de reducere a nivelului substanțelor organice naturale din apă. Ajustarea alcalinității apei în vederea minimizării formării bromatului.	TOC/culoare. Bromură.	Valori ridicate ale TOC/culorii și/sau a bromurii. Valori ridicate ale produșilor secundari ai dezinfecției.	Optimizarea procedeeelor aplicate în amonte pentru maximizarea îndepărtării materiilor organice.

Sursa: Sandu, M., Racovițeanu, G. – Manual pentru inspecția sanitară și monitorizarea calității apei în sistemele de alimentare cu apă, Ed. Conspress, 2006, ISBN 973-7797-78-7 [6].

Planuri pentru situații neprevăzute

(1) Dacă se întâmplă un eveniment, în ciuda măsurilor preventive și corective luate, se va aplica planul pentru situații neprevăzute, particularizat de operator în funcție de alcătuirea obiectelor sistemului de alimentare cu apă.

Tabelul A3.16. Planuri pentru situații neprevăzute.

Eveniment – Concentrația de ozon este mai mică decât nivelul minim acceptabil	
<i>Indicatori:</i>	Nu se poate atinge în apă un nivel detectabil de ozon rezidual (0,4 mg O ₃ /l) la nivelul racordului de ieșire din tancul de contact iar dezinfectantul utilizat pentru obținerea unui efect dezinfectant rezidual nu poate fi detectat în apa care iese din uzina de apă. <i>E. Coli</i> sau coliformii continuă să fie detectabili în 100 ml probă de apă sau sunt prezenți în nivele ridicate (mai mult de 10 pe 100 ml) în apa care părăsește uzina. Atât ozonul cât și sistemul de dozare al dezinfectantului rezidual sunt nefuncționale. Apariția de îmbolnăviri în cadrul comunității.
<i>Acțiuni necesare:</i>	Dozarea manuală de clor în rezervorul de apă tratată până când sistemul de dezinfecție redevine operațional. Identificarea cauzelor defecțiunii și rectificarea acestora. Înregistrarea cauzei defecțiunii și a măsurilor lor corective aplicate. Modificarea Planului de Management al Riscului pentru Sănătatea Publică (dacă este necesar)
<i>Responsabilitate:</i>	Operatorul stației de tratare.

Sursa: Sandu, M., Racovițeanu, G. – Manual pentru inspecția sanitară și monitorizarea calității apei în sistemele de alimentare cu apă, Ed. Conspress, 2006, ISBN 973-7797-78-7 [6].

Evaluarea riscurilor în exploatarea filtrelor de cărbune activ granular

(1) Riscurile identificate în exploatarea treptei de adsorbție pe cărbune activ granular sunt sintetizate în tabelul următor:

Tabelul A3.17. Evaluarea riscurilor în exploatarea treptei de filtrare pe cărbune activ granular.

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
Eveniment: DOZA DE CĂRBUNE ACTIV PUDRA (CAP) ESTE INSUFICIENTĂ				
Riscuri: <i>Sub-produși de dezinfectie (trihalometani, acizi haloacetici, clorhidrați), pesticide, toxine algale.</i>				
Nivel de risc: Mic				
A.1 Epuizarea stocului de CAP	Instalați o alarmă care să indice momentul când scade cantitatea de CAP. Mențineți o rezervă de CAP.	Concentrația de carbon organic total (TOC). Doza de CAP Stocurile CAP. Sub-produșii de dezinfectie.	Tratarea duce sau nu la reducerea TOC. Concentrația sub-produșilor de dezinfectiei e mai mare decât cea estimată. Stocurile de CAP se epuizează	Instalați alarma. Comandați urgent o cantitate suplimentară de CAP.
A.2 Funcționarea defectuoasă a pompei de dozare.	Întreținerea de rutină a pompei. Înlocuirea pompei cu una mai performantă.	Concentrația TOC. Registrul lucrărilor de întreținere. Sub-produșii de dezinfectie.	Tratarea rezultă în reducerea insuficientă sau nereducerea TOC. Concentrația sub-produșilor de dezinfectiei e mai mare decât cea estimată. Necesitatea unor reparații frecvente.	Asigurați-vă ca programul de întreținere este respectat. Păstrați o pompă de rezervă.
A.3 Pană de energie	Generator de rezervă	Sursă de electricitate	Discontinuitatea alimentării cu energie	Realimentarea cu combustibilul a generatorului (dacă este cazul).
Eveniment: CĂRBUNELE ACTIV GRANULAR INCAPABIL SĂ REȚINĂ TOATE MATERILE ORGANICE				
Riscuri: <i>Sub-produși de dezinfectie (trihalometani, acizi haloacetici, clorhidrați), pesticide, toxine algale.</i>				
Nivel de risc: Mic				
B.1 Epuizarea CAG (strat de cărbune activat granular) cu materii organice grosiere sau alți contaminanți.	Asigurați-vă că există procese de înlăturare a substanțelor organice și că acestea funcționează corect.	Concentrația de carbon organic total (TOC).	Tratarea rezultată în reducerea insuficientă a TOC.	Implementați sau optimizați procese de înlăturare a materiilor organice naturale în fazele anterioare.
B.2 Prea puțin CAG în filtre pentru a asigura adsorbția corectă până la data planificată pentru înlocuirea CAG	Asigurați înlocuirea oricărei pierderi de CAG din filtre. Asigurați o grosime a stratului inițial de CAG suficientă pentru numărul planificat de volume de apă care trebuie să treacă prin el, pe bază de calcule și încercări pilot. Determinați intensitatea maximă de spălare ce poate fi tolerată fără o pierdere semnificativă de CAG și	Concentrația TOC Grosimea stratului de CAG.	Tratarea insuficientă sau nereducerea TOC.	Adăugați CAG în stratul respectiv. Faceți calcule și încercări dacă acestea nu au fost încă făcute.

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**
**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apa**

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
	limitați viteza la această valoare.			
Eveniment: DEZVOLTAREA GERMIILOR ÎN STRATUL DE CĂRBUNE ACTIV GRANULAR				
Riscuri: <i>Germei</i> .				
Nivel de risc: Moderat-Mare				
C.1 Calitate redusă a apei ce trece prin CAG	Prevedeți faze de tratare pentru îmbunătățirea calității microbiologice a apei și a conținutului în substanțe organice, înainte de tratarea cu CAG.	Calitatea microbiologică a apei înainte și după tratare	Conținutul de germeni mai ridicat după folosirea CAG decât înainte	Asigurați-vă că există o fază de dezinfecție după tratarea cu CAG.

Sursa: Sandu, M., Racovițeanu, G. – Manual pentru inspecția sanitară și monitorizarea calității apei în sistemele de alimentare cu apă, Ed. Conspress, 2006, ISBN 973-7797-78-7 [6].

Planuri pentru situații neprevăzute

(1) Dacă se întâmplă un eveniment, în ciuda măsurilor preventive și corective luate, se va aplica planul pentru situații neprevăzute, particularizat de operator în funcție de alcătuirea obiectelor sistemului de alimentare cu apă.

Tabelul A3.18. Planuri pentru situații neprevăzute.

Eveniment – Toxinele algale nu sunt înlăturate prin tratarea cu cărbune activ.	
<i>Indicatori:</i>	Pești morți în sursa de apă sau depistarea vizuală a covorului de alge în sursă când se știe că stratul de cărbune activat este plin sau epuizat. Cazuri de îmbolnăviri umane corespunzătoare intoxicației cu toxine algale.
<i>Acțiuni necesare:</i>	Anunțați autoritățile și închideți stația. Asigurați o altă sursă de apă potabilă până când poate fi furnizată din nou o apă de calitate. În colaborare cu autoritățile, evaluați riscurile pentru sănătatea alginelor formate sau pe cale de formare. Acest fapt necesită cunoașterea algelor prezente, a naturii toxinelor produse și susceptibilitatea lor la oxidare. Analizați: - creșterea dozelor de oxidant/dezinfectant pentru a distruge toxinele care trec prin instalația de tratare; - o sursă alternativă de apă; - dacă se poate folosi apa din rezervoarele de apă tratată în caz că se adaugă o doză adecvată de oxidant După ce ați aplicat măsurile corective, monitorizați nivelul algelor în sursa de apă și apreciați când devin acceptabile concentrațiile toxinelor din apa tratată înainte de trimitere din nou apă în rețea. Spălați sistemul de distribuție. Avertizați consumatorii să curețe instalațiile interioare înainte de a folosi din nou apa. Înregistrați cauza deficienței sistemului și măsurile luate pentru corectare. Modificați PMRSP dacă este necesar.
<i>Responsabilitate:</i>	Operatorul stației de tratare.

Sursa: Sandu, M., Racovițeanu, G. – Manual pentru inspecția sanitară și monitorizarea calității apei în sistemele de alimentare cu apă, Ed. Conspress, 2006, ISBN 973-7797-78-7 [6].

Evaluarea riscurilor în exploatarea dezinfecției cu clor

(1) Riscurile identificate în exploatarea treptei de dezinfecție cu clor sunt sintetizate în tabelul următor:

Tabelul A3.19. Evaluarea riscului în exploatarea proceselor de dezinfecție cu clor.

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
Eveniment: CLOR REZIDUAL LIBER (CRL) INSUFICIENT				
Riscuri: <i>Germeii nu sunt distruși în totalitate.</i>				
Nivel de risc: Mare				
A.1. Senzorul dozatorului calibrat incorect.	Verificări manuale și experimentale periodice ale calibrării senzorului.	CRL. Calitatea microbiologică. Programul de calibrări.	Concentrație de CRL sub 0.25 mg/l. Detectare de E. Coli sau coliformi în. Programul de calibrări nesemnăat.	Recalibrarea dozatorului. Creșterea debitului de clor până la realizarea recalibrării.
A.2. Funcționarea defectuoasă a dozatorului.	Întreținere de rutină a sistemului de comandă și a pompei dozatorului. Înlocuirea dispozitivului în caz de suspiciune. Sistem de alarmă pentru avertizare dacă concentrația CRL este incorectă.	CRL. Calitatea microbiologică. Registrul lucrărilor de întreținere.	Concentrația CRL sub 0,25 mg/l. Detectare de E. Coli sau coliformi în probele de 100 ml de apă la ieșirea din instalație. Înregistrări frecvente de reparații. Registrul lucrărilor de întreținere nesemnăat.	Identificați cauza defecțiunii și rectificați. Dozați manual clor în rezervor până la repararea dozatorului Înlocuirea dispozitivului de dozare.
A.3. Punctul de setare a dozatorului incorect sau calculul greșit al dozelor.	Verificări experimentale periodice ale concentrației CRL mai ales în perioadele de variabilitate a calității apei Verificare independentă a calculelor, mai ales după o schimbare de sistem, când mărimea dozelor este incertă. Instalare de debitmetre cu citire directă care să permită verificarea instantanee a debitului de clor.	CRL. Calitatea microbiologică. Rata dozării și calculul dozelor.	Concentrație de CRL sub 0.25 mg/l. Detectare de E. Coli sau coliformi în probele de 100 ml de apă la ieșirea din instalație. Depistare frecventă a erorilor de calcul.	Ajustarea punctului fix al dozatorului. Recalcularea vitezei de dozare și modificarea setărilor. Instruirea personalului pentru calculul dozelor.
A.4. Cerere mare de clor cuplată cu un control ineficient al dozajului.	Asigurați-vă că monitorizarea CRL este adecvată, astfel încât să se poată ajusta dozele de clor în funcție de schimbările de calitate a apei, sau utilizați un dozator care ajustează automat dozele de clor pentru a menține o cantitate satisfăcătoare. Utilizați procese de înlăturare a substanțelor ce contribuie la mărirea cererii de clor în apă într-o fază anterioară a tratării. Asigurați-vă că dispozitivul de clorare este proiectat pentru a asigura suficient clor pentru doza maximă necesară.	CRL. Calitatea microbiologică. Carbon organic total (TOC) sau nivel de culoare.	Concentrație de CRL sub 0.25 mg/l sau detectare de E. Coli sau coliformi în probele de 100 ml de apă la ieșirea din instalație în perioadele de slabă calitate a apei. TOC/nivel de culoare foarte variabil. Cantitate neadecvată de CRL chiar atunci când instalația de clorare funcționează la capacitate maximă.	Înlocuirea dozatorului cu un dispozitiv adecvat. Monitorizare manuală și adaos manual de clor în timpul episoadelor de înrăutățire a calității apei Optimizarea fazelor de tratare anterioare pentru a reduce cererea de clor. Înlocuirea dispozitivului de clorare cu unul de capacitate suficientă.

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ
ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
A.5. Epuizarea stocului de clor.	Instalați o alarmă la tancul de clor care să indice când se apropie momentul epuizării acesteia. Țineți înregistrările consumului de clor cu rol de ghid în evaluarea duratei unui stoc aflat în uz. Asigurați existența în permanență pe amplasament a cantităților de clor de rezervă.	CRL. Nivelul de clor aflat în stoc. Consumul de clor.	Concentrație de CRL sub 0.25 mg/l. Detectare de E. Coli sau coliformi în probele de 100 ml de apă la ieșirea din instalație. Nivelul stocului de clor scade la o valoare prea mică pentru a permite înlocuirea înainte de epuizarea totală a recipientului în lucru.	Instalați sistemul de alarmă. Dozați manual clor până când sistemul revine la normal.
A.6. Întrerupere de curent	Sursă și/sau generator de rezervă	Sursa de electricitate.	Discontinuitatea alimentării cu energie.	Realimentarea generatorului (dacă se utilizează).
A.7. Concentrația de clor din soluția de dozare a scăzut deoarece: s-a descompus din cauza vechimii soluției sau expunerii la lumină substanța folosită pentru prepararea soluției este de calitate slabă.	Asigurați păstrarea soluțiilor de clor la întuneric și la rece (<i>clorare cu hipoclorit</i>). Verificați atingerea unui nivel adecvat de CRL când se începe un nou recipient de clor. Verificați calitatea substanțelor clorurate utilizate (<i>clorare cu hipoclorit</i>).	CRL. Condițiile de depozitare a soluției de clor. Certificatul de analiză de la furnizor pentru substanțele utilizate la prepararea soluției de clor.	Concentrație de CRL sub 0.25 mg/l. Detectare de E. Coli sau coliformi în probele de 100 ml de apă la ieșirea din instalație. Soluția de clor expusă la lumină și/sau lăsată să se încălzească. Obținerea unui nivel de clor insuficient în soluția de dozare.	Creșterea dozei de clor. Obținerea unui recipient de clor proaspăt. Înlocuirea soluției de dozare a clorului. Creșterea dozei de clor.

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**
**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
A.8. Stoc adecvat de clor, dar insuficient clor ajunge la punctul de dozare.	<p>Instalați filtre pentru a împiedica blocarea vanelor și/sau a ventilelor cu particule din apă.</p> <p>Asigurați întreținerea de rutină a pompelor (soluție de clor și injectoare Venturi).</p> <p>Asigurați ca toate conductele de clor să fie bine uscate înainte deschiderii pentru întreținere pentru a împiedica dezvoltarea produșilor de coroziune și blocarea conductelor de gaz de către aceștia (clorare cu clor gazos).</p> <p>Instalați debitmetre vizuale pentru a permite verificarea directă a nivelului de clor.</p> <p>Asigurați încălzirea indirectă a butoaielor din depozit și camerelor de clorare pentru menținerea clorului în stare gazoasă pe conductele de alimentare.</p> <p>Asigurați-vă că instalația de clorare este proiectată astfel încât să furnizeze suficient clor pentru a face față dozei maxime necesare.</p> <p>Asigurați o presiune adecvată în injectorul Venturi.</p>	<p>CRL.</p> <p>Registrul lucrărilor de întreținere a pompelor.</p> <p>Conductele de clor.</p> <p>Citirile de gaz.</p> <p>Citirile debitmetrului pentru soluția de clor.</p> <p>Certificatul de analiză a sării furnizate.</p> <p>Citirea termometrului minim/maxim.</p> <p>Specificațiile privind doza pentru clorare.</p>	<p>Concentrație de CRL sub 0.25 mg/l.</p> <p>Detectare de E. Coli sau coliformi în probele de 100 ml de apă la ieșirea din instalație.</p> <p>Blocaj la injector și conductele de clor.</p> <p>Defectarea pompei.</p> <p>Insuficiente citiri ale debitului de gaz pentru o dozare corectă.</p> <p>Temperatura minimă 10°C.</p> <p>Doza maximă de clor ce poate fi obținută este prea mică.</p>	<p>Verificați filtrul și curățați-l sau înlocuiți-l.</p> <p>Identificați cauza defectării pompei și rectificați.</p> <p>Preparați o soluție de saramură proaspătă.</p> <p>Înlocuiți conductele de clor și uscați-le înainte de resigilarea sistemului.</p> <p>Instruiți personalul cu privire la procedurile adecvate de întreținere.</p> <p>Stabiliți motivul scăderii temperaturii și rectificați.</p> <p>Înlocuiți dispozitivul de clorare cu altul de capacitate suficientă.</p> <p>Stabiliți motivul scăderii presiunii în injector și rectificați.</p>
A.9. Producție insuficientă la stațiile de reclorare (când există).	<p>Multe dintre cauzele și măsurile preventive legătură cu clorarea la stația de tratare se aplică și stațiilor de reclorare din sistemul de distribuție.</p> <p>Inițiați fie monitorizare manuală fie automată a CRL pentru a asigura un control adecvat al dozelor de clor suplimentar.</p>	<p>CRL.</p> <p>Calitatea microbiologică.</p>	<p>Concentrație de CRL sub 0.25 mg/l.</p> <p>Detectare de E. Coli sau coliformi în probele de 100 ml de apă la ieșirea din instalație.</p>	<p>Luăți măsurile indicate anterior, după caz.</p> <p>Ajustați setările dozatorului.</p>
A.10. Probele de monitorizare a CRL prelevate sau înregistrate incorect	<p>Instruiți personalul cu privire la analiza și înregistrarea probelor.</p> <p>Elaborați programul de monitorizare și lista personalului implicat.</p>	<p>Înregistrările rezultatelor analizelor de CRL.</p>	<p>Inexactități în monitorizare.</p>	<p>Identificați și rectificați deficiențele de instruire a personalului.</p>
A.11. Metodă incorectă de măsurare a CRL, calibrare incorectă sau deteriorarea calității reactivilor analitici.	<p>Instruiți personalul cu privire la analiza și înregistrarea probelor.</p>	<p>Înregistrările rezultatelor analizelor de CRL.</p>	<p>Inexactități în monitorizare.</p>	<p>Identificați și rectificați deficiențele de instruire a personalului.</p>

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ

ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
<p>Fenomen: PREA MULT CLOR LIBER Riscuri: <i>Clor; sub-produși de dezinfecție.</i> Nivel de risc: Mic-Moderat</p>				
<p>B.1. Funcționarea defectuoasă a dozatorului.</p>	<p>Întreținere de rutină a dozatorului și pompelor de dozaj. Înlocuirea dozatorului suspectat. Instalarea unui sistem de alarmă care să indice când valorile concentrațiilor de CRL ies din domeniul desemnat.</p>	<p>CRL. Examinarea Registrului lucrărilor de întreținere.</p>	<p>Concentrația CRL mai mare cu peste 50% față de CMA. Registrul lucrărilor de întreținere arată intervenții frecvente. Registrul lucrărilor de întreținere nu este semnat.</p>	<p>Identificați și rectificați cauza deficienței. Înlocuiți dozatorul cu unul nou.</p>
<p>B.2. Punctul de setare a dozatorului incorect sau calculul incorect al dozelor.</p>	<p>Verificări experimentale periodice ale concentrației CRL în perioadele de variabilitate a calității apei Verificare independentă a calculelor (după fiecare schimbare de sistem, când mărimea dozelor este incertă). Instalare de debitmetre vizuale care să permită verificarea prin citire a debitului de clor.</p>	<p>CRL. Calitatea microbiologică. Rata dozării și calcularea dozelor.</p>	<p>Concentrație de CRL peste 50% față de CMA. Detectare de E. Coli sau coliformi în probele de 100 ml de apă la ieșirea din instalație. Depistare frecventă a erorilor de calcul. Debite de soluție de clor mai mici decât este de așteptat.</p>	<p>Ajustarea punctului fix al dozatorului. Recalcularea vitezei de dozare și modificarea setărilor. Instruirea personalului pentru calculul dozelor.</p>
<p>B.3. Dozatorul calibrat incorect.</p>	<p>Verificări manual, periodic calibrarea dozatorului de CRL.</p>	<p>CRL. Programul de calibrări.</p>	<p>Concentrația CRL mai mare cu peste 50% față de CMA. Programul de calibrări nu este semnat.</p>	<p>Recalibrați dozatorul. Reduceți doza de clor înainte de recalibrare.</p>
<p>B.4. Cerere scăzută de clor cuplată cu un dozaj inadecvat.</p>	<p>Utilizați o metodă de control prin care doza este reglată în funcție de CRL obținută din tancul respectiv.</p>	<p>CRL.</p>	<p>Concentrație de CRL peste 50% față de CMA.</p>	<p>Înlocuiți dozatorul cu unul nou. Monitorizare și control manual al clorului dacă variază calitatea apei.</p>
<p>B.5. Concentrația soluției de dozare a clorului este prea mare.</p>	<p>La deschiderea unei butelii noi, verificați dacă se produce un nivel suficient de CRL.</p>	<p>CRL. Nivelul de clor din soluția de dozare.</p>	<p>Concentrație de CRL de peste 50% din CMA. Nivel prea mare de clor în soluția de dozare.</p>	<p>Determinați cauza concentrației mari de clor și rectificați. Acordați instruirea personalului cu privire la prepararea soluțiilor de clor (inclusiv calculul).</p>
<p>B.6. Supradozare Cl₂ în soluția dozată</p>	<p>Instruiți personalul cu privire la manevra instalației și etichetarea substanțelor.</p>	<p>CRL. Nivelul de clor din soluția de dozare.</p>	<p>Concentrație de CRL peste 50% față de CMA. Concentrația prea mare de clor în soluția de dozare.</p>	<p>Identificați motivele supradozării și rectificați.</p>

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**

**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

Cauze	Măsuri preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
B.7. Supradoză de clor la o stație de suplimentare a clorului	Toate măsurile de prevenire menționate anterior în cazul clorării la stația de tratare se aplică și la suplimentarea clorului în rețeaua de distribuție. Inițiați un sistem de monitorizare manuală sau automată a CRL rezidual pentru a asigura un bun control al dozei suplimentare.	CRL.	Concentrație de CRL peste 50% față de CMA.	Luați măsurile prezentate anterior, după caz. Ajustați setările dozatorului
Eveniment: FORMAREA ÎN EXCES A SUB-PRODUȘILOR DE DEZINFECTIE Riscuri: <i>Sub-produși ai clorului.</i> Nivel de risc: Mic-Moderat				
C.1 Prezența materiilor organice naturale în apa clorată.	Prevederea unor faze anterioare de tratare pentru a reduce nivelul de materie organică în apă.	TOC/culoare	TOC sau culoare accentuate. Intensificarea formării de produși secundari de dezinfecție.	Optimizați parametrii de tratare ai fazelor anterioare pentru a maximiza înlăturarea materiilor organice.

Sursa: Sandu, M., Racovițeanu, G. – Manual pentru inspecția sanitară și monitorizarea calității apei în sistemele de alimentare cu apă, Ed. Conspress, 2006, ISBN 973-7797-78-7 [6].

Planuri pentru situații neprevăzute

(1) Dacă se întâmplă un eveniment, în ciuda măsurilor preventive și corective luate, se va aplica planul pentru situații neprevăzute, particularizat de operator în funcție de alcătuirea obiectelor sistemului de alimentare cu apă.

Tabelul A3.20. Planuri pentru situații neprevăzute.

Eveniment – Concentrația CRL mai scăzută decât nivelul minim acceptabil	
<i>Indicatori:</i>	Nu se poate obține un nivel detectabil de clor rezidual în apa care iese din stația de tratare. <i>E. Coli</i> sau coliformi detectați continuu în probele de 100 ml, sau sunt prezenți cu valori ridicate în apa care iese din stația de tratare (peste 10 la 100 ml). Cazuri de îmbolnăvire în comunitate.
<i>Acțiuni necesare:</i>	Identificați și rectificați cauza defectiunii. Înregistrați cauza deficienței sistemului și măsurile de corectare adoptate. Modificați PMRSP dacă este cazul.
<i>Responsabilitate:</i>	Operatorul stației de tratare
Eveniment – Concentrația CRL cu mult mai mare decât valoarea maxim acceptabilă	
<i>Indicatori:</i>	Cantitate considerabilă de clor în apă sau supradozare. Imposibilitatea obținerii culorii roz pe indicatorul de clor DPD în ciuda dozelor mari de clor. Aceasta indică niveluri de clor cu mult mai mari decât CMA – niveluri foarte mari de clor decolorează nuanța de violet care apare în mod normal în prezența clorului. Apa capătă un miros puternic de clor. Numeroase reclamații privitoare la gustul și mirosul apei sau cazuri de îmbolnăviri în comunitate.
<i>Acțiuni necesare:</i>	Închideți stația. Asigurați o altă sursă de apă potabilă până când puteți furniza din nou apă de calitate acceptabilă. Informați autoritățile despre situația creată. Identificați motivul supradozei de clor și rectificați. Goliți apa din bazin sau adăugați substanțe de neutralizare a clorului dacă este mai indicat (este oricum nevoie de neutralizare înainte de a putea evacua apa din bazin). Spălați sistemul de distribuție, dacă și în rețea sunt prezente niveluri excesive de clor și monitorizați calitatea apei până când concentrațiile de clor revin la nivelul normal de operare. Avertizați consumatorii să lase deschise robinetele mult timp înainte de a consuma din nou apa (dacă au fost și ei afectați). Înregistrați cauza deficienței sistemului și măsurile de corectare adoptate. Modificați PMRSP dacă este cazul.
<i>Responsabilitate:</i>	Operatorul stației de tratare

Sursa: Sandu, M., Racovițeanu, G. – Manual pentru inspecția sanitară și monitorizarea calității apei în sistemele de alimentare cu apă, Ed. Conpress, 2006, ISBN 973-7797-78-7 [6].

Evaluarea riscurilor în exploatarea treptei de dezinfecție cu UV

(1) Riscurile identificate în exploatarea treptei de dezinfecție cu UV sunt sintetizate în tabelul următor:

Tabelul A3.21. Evaluarea riscurilor în exploatarea treptei de dezinfecție cu UV.

Cauze	Măsuri preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
Eveniment: TIMPDE CONTACT INSUFICIENT				
Riscuri: <i>Germeii nu sunt distruși în totalitate.</i>				
Nivel de risc: Mare				
A.1. Debitul nu este corect măsurat. Debitmetru decalibrat.	Verificarea debitului	Calitatea microbiologică. Programul de calibrări.	Detectare de E. Coli sau coliformi în. Programul de calibrări nesemnlat.	Recalibrarea debitmetrului.
A.2. Depuneri pe lampa	Întreținere de rutină a sistemului; Pre-tratarea corespunzătoare a apei	Calitatea microbiologică. Turbiditatea apei, duritatea totală. Registrul lucrărilor de întreținere.	Detectare de E. Coli sau coliformi în probele de 100 ml de apă la ieșirea din instalație. Înregistrări frecvente de reparații. Registrul lucrărilor de întreținere nesemnlat.	Identificați cauza defecțiunii și rectificați.
A.3. Întrerupere de curent	Sursă și/sau generator de rezervă	Sursa de electricitate.	Discontinuitatea alimentării cu energie.	Realimentarea generatorului (dacă se utilizează).
A.4. Probele de monitorizare a calității apei prelevate sau înregistrate incorect	Instruiți personalul cu privire la analiza și înregistrarea probelor. Elaborați programul de monitorizare și lista personalului implicat.	Înregistrările rezultatelor analizelor de calitate a apei.	Inexactități în monitorizare.	Identificați și rectificați deficiențele de instruire a personalului.

Planuri pentru situații neprevăzute

(1) Dacă se întâmplă un eveniment, în ciuda măsurilor preventive și corective luate, se va aplica planul pentru situații neprevăzute, particularizat de operator în funcție de alcătuirea obiectelor sistemului de alimentare cu apă.

Tabelul A3.22. Planuri pentru situații neprevăzute.

Eveniment – Concentrația CRL mai scăzută decât nivelul minim acceptabil	
<i>Indicatori:</i>	<i>E. Coli</i> sau coliformi detectați continuu în probele de 100 ml, sau sunt prezenți cu valori ridicate în apa care iese din stația de tratare (peste 10 la 100 ml). Cazuri de îmbolnăvire în comunitate.
<i>Acțiuni necesare:</i>	Identificați și rectificați cauza defecțiunii. Înregistrați cauza deficienței sistemului și măsurile de corectare adoptate. Modificați PMRSP dacă este cazul.
<i>Responsabilitate:</i>	Operatorul stației de tratare

Evaluarea riscurilor în exploatarea treptei de oxidare cu dioxid de clor

(1) Riscurile identificate în exploatarea treptei de oxidare cu dioxid de clor sunt sintetizate în tabelul următor:

Tabelul A3.23. Evaluarea riscului în exploatarea treptei de oxidare cu dioxid de clor.

Cauze	Măsuri preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
Eveniment: CONCENTRAȚIA DIOXIDULUI DE CLOR (ClO₂) ESTE PREA MICĂ				
Riscuri: <i>Germeii nedistruși, clorit (dacă randamentul de conversie al generatorului de clorit este scăzut).</i>				
Nivel de risc: Mare				
A.1 Funcționarea defectuoasă a sistemului de dozare.	Întreținerea de rutină a dozatorului și pompei de soluție ClO ₂ . Înlocuirea dozatorului dacă există suspiciuni. Sistem de alarmă care să avertizeze când concentrația de ClO ₂ rezidual este incorectă.	Concentrația ClO ₂ rezidual. Calitatea microbiologică. Registrul lucrărilor de întreținere.	Concentrație scăzută de ClO ₂ rezidual. Detectare de E. Coli sau coliformi. Necesitatea unor verificări și înlocuiri frecvente. Registrul lucrărilor de întreținere nesemnat	Identificarea și rectificarea cauzelor defecțiunii. Dozarea clorului în bazin până la refacere. Înlocuirea dozatorului.
A.2. Senzorul dozatorului calibrat incorect.	Verificări periodice ale calibrării dozatorului.	Concentrația ClO ₂ rezidual. Calitatea microbiologică. Programul de calibrări.	Concentrație scăzută de ClO ₂ rezidual. Detectare de E. Coli sau coliformi. Programul de calibrări nesemnat.	Recalibrarea senzorului dozatorului. Creșterea dozelor de ClO ₂ până la efectuarea calibrării.
A.3. Punctul de setare a dozatorului ales incorect sau calculare incorectă a dozelor.	Verificări periodice experimentale ale concentrației de ClO ₂ rezidual, mai ales în perioadele de calitate apă variabilă. Verificare independentă a calculelor (mai ales după o modificare în sistem când dozele sunt incerte). Instalarea unor indicatori vizuali de debit care să permită citirea directă.	Concentrația ClO ₂ rezidual. Debite apă și soluție. Recalcularea dozelor.	Concentrație scăzută de ClO ₂ rezidual. Detectare de E. Coli sau coliformi. Depistarea frecventă a unor erori de calcul în stabilirea dozei. Verificări calculelor ne semnate. Debite mai mici/mari decât cele preconizate.	Ajustarea punctului de setare a dozatorului. Recalcularea dozajului și modificarea setărilor. Instruirea personalului pentru calculul dozelor.
A.4. Funcționarea defectuoasă a generatorului de ClO ₂ .	Program de revizie și întreținere preventivă. Dedurizarea apei utilizate pentru producerea soluției de clorit de sodiu pentru a împiedica înfundarea cu piatră (dacă apa este dură).	Concentrația ClO ₂ rezidual Registrul lucrărilor de întreținere.	Concentrație scăzută de ClO ₂ rezidual. Detectare de E. Coli sau coliformi. Necesitatea unor verificări și reparații frecvente.	Identificați și rectificați cauzele defecțiunii. Dozați clor până când sistemul este readus la normal. Îndepărtați depunerile din conducte și de pe vane.
A.5. Întrerupere de curent.	Generator de rezervă sau set de baterii.	Sursa de electricitate.	Discontinuitatea alimentării cu energie.	Realimentarea generatorului (dacă se utilizează).

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**
**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
A.6. Epuizarea stocului de ClO ₂ .	Instalați o alarmă la rezervoarele de clor, clorită care să indice când se apropie momentul epuizării acestora. Țineți înregistrările consumului de ClO ₂ cu rol de ghid în evaluarea duratei stoc aflat în uz. Asigurați menținerea unui stocului de rezervă de substanțe de preparare a ClO ₂ în amplasament. .	Concentrația ClO ₂ rezidual. Consumul de ClO ₂ . Nivelul substanțelor generatoare.	Concentrație scăzută de ClO ₂ rezidual. Detectare de E. Coli sau coliformi. Stocul substanțelor generatoare de ClO ₂ prea mic pentru a putea fi înlocuite înainte de epuizare.	Instalarea unor sisteme de alarmă pentru substanțele generatoare de ClO ₂ . Dozați clor până când sistemul revine la normal.
A.7. Cerere mare de ClO ₂ asociată cu un control superficial al dozajului.	Asigurați o monitorizare permanentă a ClO ₂ rezidual astfel încât să puteți ajusta doza de ClO ₂ pentru a face față schimbărilor calității apei sau utilizați un dozator care ajustează automat doza de ClO ₂ pentru a menține un nivel rezidual satisfăcător. Introduceți în fazele anterioare procese prin care să înlăturați substanțele ce contribuie la creșterea cererii de ClO ₂ . Verificați ca generatorul de ClO ₂ să poată livra doza maximă necesară.	Concentrația ClO ₂ rezidual. Total carbon organic (TOC) sau culoarea.	Concentrație scăzută de ClO ₂ rezidual (a se vedea Anexa) sau Detectare de E. Coli sau coliformi numai în perioadele când apa brută este de calitate proastă. TOC sau culoare foarte variabile. Concentrație neadekvată de ClO ₂ rezidual chiar atunci când generatorul funcționează la capacitatea maximă.	Înlocuirea dozatorului cu un aparat adecvat necesității. Monitorizare și control al ClO ₂ în timpul episoadelor de slabă calitate a apei. Optimizarea proceselor în fazele anterioare pentru a reduce cererea de ClO ₂ . Înlocuirea generatorului cu unul de capacitate suficientă.
A.8. Fluxul de clor nu ajunge la generator.	Defecțiune fundamentală a sistemului. Sistemul trebuie înlocuit.			
A.9. Chimia generării ClO ₂ nu este optimizată (raport clor / clorit, concentrații sau pH greșite); substanțe de calitate nesatisfăcătoare sau utilizarea unor substanțe inadecvate.	Efectuați teste pilot pentru a determina raportul optim de substanțe pentru producerea de ClO ₂ . Verificați calitatea substanței de generare. Verificați setarea corectă a fluxului de substanțe; dacă este corect setat punctul pH. Asigurați substanțe de calitate adecvată. Obțineți certificatele de la producător și verificați. Asigurați buna etichetare a recipientelor pentru substanțe și prezența unui operator la livrare.	Concentrația ClO ₂ rezidual. Certificatele de analiză de la furnizor pentru substanțele utilizate.	Concentrație scăzută de ClO ₂ rezidual. Detectare de E. Coli sau coliformi în probele de 100 ml de apă la ieșirea din instalație. Substanțe de calitate nesatisfăcătoare.	Modificați debitul substanțelor până la optimizarea producției de ClO ₂ . Schimbați furnizorul de substanțe. Cereți furnizorului să livreze numai în prezența unui operator și pe baza de analize.
A.10. Stoc adecvat de substanțe de generare, dar la punctul de dozare nu ajunge suficient ClO ₂ .	Întreținere și verificare a instalației de preparare și dozare ClO ₂ . Verificare capacitate instalație privind asigurarea debitelor și dozelor.	Concentrația ClO ₂ rezidual.	Concentrație scăzută de ClO ₂ rezidual. Caracteristici tehnice neadekvate.	Identificați și rectificați cauzele defecțiunilor instalației. Obțineți o pompă nouă.

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**
**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
A.11. Prelevare sau înregistrare incorectă a probelor de monitorizare a ClO ₂ .	Asigurați instruirea personalului cu privire la analiza și înregistrarea probelor. Elaborarea unui program de monitorizare și a listei cu persoanele responsabile.	Registrele de analize	Verificări independente care demonstrează inexactități în monitorizare.	Identificați necesitățile de instruire a personalului și asigurați instruirea.
A.12. Expunere la lumină soldată cu descompunerea ClO ₂ .	Asigurați traseele de transport a soluției de dozare a ClO ₂ împotriva luminii.	Concentrația ClO ₂ rezidual.	Concentrație scăzută de ClO ₂ rezidual. Detectare de <i>E. Coli</i> sau coliformi.	Închideți și izolați canalele sau porțiunile de conductă deschise cu expunere la lumină.
A.13 Metodă de măsurare a dozei de ClO ₂ incorectă sau reactivii de analiză deteriorați.	Asigurați instruirea personalului cu privire la analiza și înregistrarea probelor.	Registrele de analize	Verificări independente care demonstrează inexactități în monitorizare.	Identificați necesitățile de instruire a personalului și asigurați instruirea.
Eveniment: CONCENTRAȚIA DIOXIDULUI DE CLOR (ClO₂) ESTE PREA MARE Riscuri: <i>Sub-produși de dezinfecție (clorit, clorat), dioxid de clor.</i> Nivel de risc: Mic-Moderat				
B.1. Funcționarea defectuoasă a preparării ClO ₂ și a dozării.	Întreținerea de rutină a instalației de preparare și dozare. Înlocuirea instalației dacă există suspiciuni. Sistem de alarmă care să avertizeze când concentrația de ClO ₂ rezidual este incorectă.	Concentrația ClO ₂ rezidual. Registrul lucrărilor de întreținere.	Concentrație de ClO ₂ rezidual cu 50% peste CMA. Nevoie frecventă de reparații. Registrul lucrărilor de întreținere nesemnlat.	Identificarea și rectificarea cauzelor defecțiunii. Înlocuirea instalațiilor cu defecțiuni.
B.2. Senzorul dozatorului calibrat incorect.	Verificări experimentale periodice ale calibrării dozatorului.	Concentrația ClO ₂ rezidual.	Concentrație de ClO ₂ rezidual cu 50% peste CMA. Programul de calibrări nesemnlat	Recalibrarea senzorului dozatorului. Monitorizare și ajustare experimentală a dozajului ClO ₂ până la efectuarea calibrării.
B.3. Punctul de setarea a dozatorului ales incorect sau calculul incorect al dozelor.	Verificări periodice experimentale ale concentrației de ClO ₂ rezidual, mai ales în perioadele din care calitatea apei variază. Verificare independentă a calculelor (mai ales după o modificare în sistem când dozele estimate sunt incerte). Instalarea unor indicatori vizuali de debit care să permită verificarea prin citire	Concentrația ClO ₂ rezidual. Debite. Soluții. Calculul dozelor.	Concentrație de ClO ₂ rezidual peste 50% față CMA. Erori frecvente de calcul depistate la verificare . Verificarea calculelor neconsemnată. Debit la valori mai mici decât cele preconizate.	Ajustarea punctului de setare a dozatorului. Recalcularea dozajului și schimbarea setărilor. Instruirea personalului pentru efectuarea calculelor.
B.4 Cerere scăzută de ClO ₂ combinată cu un control superficial al dozajului ClO ₂ .	Utilizarea unei metode de control care să dozeze în funcție de concentrația de ClO ₂ într-un punct determinant.	ClO ₂ rezidual. Calitate apă. Funcționare generator ClO ₂ .	Concentrație de ClO ₂ rezidual peste 50% față CMA.	Înlocuirea dozatorului cu un dispozitiv mai adecvat. Monitorizare manuală și control manual al ClO ₂ când calitatea apei este variabilă.

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**

**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
B.5 Concentrația soluției de ClO ₂ la generator este prea mare.	Verificați să se obțină o concentrație optimă de ClO ₂ la prima utilizare a stocului de substanțe pentru generare.	ClO ₂ - rezidual. Nivelul de ClO ₂ în soluția de dozare.	Concentrație de ClO ₂ rezidual cu peste 50% față de CMA. Concentrația de ClO ₂ în soluția de dozaj este prea mare.	Determinați și rectificați cauza concentrației mari de ClO ₂ . Verificați instruirea personalului în prepararea soluțiilor (inclusiv calculele).
Eveniment: FORMAREA ÎN EXCES A SUB-PRODUȘILOR DIOXIDULUI DE CLOR Riscuri: <i>Clorit, clorat.</i> Nivel de risc: Moderat				
C.1 Generarea ClO ₂ nu este optimizată și rezultă un produs inefficient.	Efectuați teste pilot pentru a determina raportul optim de substanțe pentru producerea de ClO ₂ . Verificări pentru asigurarea unei concentrații corecte a soluției de clorit și clor (acid). Instruirea personalului pentru prepararea soluției de ClO ₂ .	Calitate clorită. Calitate clor (acid).	Lipsa de eficiență a dozelor de ClO ₂ la inactivare materie organică.	Modificați debitele de alimentare cu substanțe până la optimizarea producției de ClO ₂ . Identificați necesitățile de instruire a personalului și acordați instruirea.
C.2 Prezența în apa dezinfectată a materiilor organice naturale (reducerea ClO ₂ la clorit).	Introducerea de procese de tratare în fazele anterioare pentru a reduce nivelul materiilor organice naturale în apă.	TOC/culoare în apa dezinfectată.	TOC/culoare accentuate. Formare intensivă de cloriți.	Optimizați parametrii de tratare în fazele anterioare pentru îndepărtarea eficientă a materiilor organice.

Sursa: Sandu, M., Racovițeanu, G. – Manual pentru inspecția sanitară și monitorizarea calității apei în sistemele de alimentare cu apă, Ed. Conpress, 2006, ISBN 973-7797-78-7 [6].

Planuri pentru situații neprevăzute

(1) Dacă se întâmplă un eveniment, în ciuda măsurilor preventive și corective luate, se va aplica planul pentru situații neprevăzute, particularizat de operator în funcție de alcătuirea obiectelor sistemului de alimentare cu apă.

Tabelul A3.24. Planuri pentru situații neprevăzute.

Eveniment – Concentrații de clorit sau clorat mai mari decât valoarea maxim acceptabilă (CMA)	
<i>Indicatori:</i>	Concentrație de clorit de peste 0,3 mg/l. Concentrație de clorat de peste 0,3 mg/l.
<i>Acțiuni necesare:</i>	Reduceți doza de ClO ₂ și monitorizați E. Coli și coliformii pentru a fi siguri că reducerea cantității de ClO ₂ nu a determinat o dezinfecție neadecvată. Doza de ClO ₂ trebuie să respecte în continuare cerințele privind timpul de contact necesar pentru dezactivarea Cryptosporidium. Informarea autorităților asupra situației și determinarea modificărilor opțiunilor de tratare ce ar putea fi avute în vedere. Utilizarea de clor suplimentar ar putea asigura o dezinfecție satisfăcătoare. Înregistrați măsurile întreprinse pentru corectarea problemei. Modificați PMRSP dacă este cazul.
<i>Responsabilitate:</i>	Operatorul stației de tratare.
Eveniment – Concentrația ClO₂ este sub nivelul minim necesar	
<i>Indicatori:</i>	Nu se poate obține o cantitate detectabilă de ClO ₂ rezidual în apa care iese din stația de tratare. În probele de 100 ml apă prelevată la ieșirea din stație, se depistează în continuare E. Coli sau germeni coliformi sau aceștia sunt prezenți la nivele de peste 10 la 100 ml). Cazuri de îmbolnăviri în comunitate.
<i>Acțiuni necesare:</i>	Identificați și rectificați cauzele defecțiunii. Înregistrați cauza nefuncționării sistemului și măsurile adoptate pentru corectarea situației. Modificați PMRSP dacă este cazul.
<i>Responsabilitate:</i>	Operatorul stației de tratare.
Eveniment – Concentrația ClO₂ mai mare decât valoarea acceptabilă pentru apa respectivă	
<i>Indicatori:</i>	Cunoașterea existenței unei supradoze majore de ClO ₂ în apă. Imposibilitatea obținerii culorii roz pe indicatorul de clor DPD în ciuda dozelor mari de clor. Aceasta indică niveluri de clor cu mult mai mari decât CMA – niveluri foarte mari de clor decolorează nuanța de violet care apare în mod normal în prezența clorului. Modificarea gustului sau mirosului apei. Reclamații privind gustul și mirosul sau cazuri de îmbolnăviri în comunitate.
<i>Acțiuni necesare:</i>	Opriți stația. Asigurați o altă sursă de apă potabilă până când puteți furniza din nou apă de calitate acceptabilă. Informați autoritățile despre situația creată. Identificați motivul supradozei de ClO ₂ și rectificați. Goliți apa din bazin adăugând substanțe de neutralizare a ClO ₂ . Spălați sistemul de distribuție, dacă și în rețea sunt prezente concentrații excesive de ClO ₂ și monitorizați calitatea apei până când concentrațiile de ClO ₂ revin la nivelul normal de operare. Avertizați consumatorii să lase deschise robinetele o perioadă de timp înainte de a consuma din nou apă (dacă au fost și ei afectați). Înregistrați cauza deficienței sistemului și măsurile de corectare adoptate. Modificați PMRSP dacă este cazul.
<i>Responsabilitate:</i>	Operatorul stației de tratare.

Sursa: Sandu, M., Racovițeanu, G. – Manual pentru inspecția sanitară și monitorizarea calității apei în sistemele de alimentare cu apă, Ed. Conpress, 2006, ISBN 973-7797-78-7 [6].

Evaluarea riscurilor în exploatarea treptei de deferizare-demanganizare

(1) Riscurile identificate în exploatarea treptei de deferizare-demanganizare sunt sintetizate în tabelul următor:

Tabelul A3.25. Evaluarea riscurilor în exploatarea proceselor de deferizare și demanganizare.

Cauze	Măsuri preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
Eveniment: ÎNDEPĂRTARE INCOMPLETĂ A MANGANULUI				
Riscuri: <i>Mangan</i> Nivel de risc: Mic				
A.1. Tratare improprie pentru chimia Mn.	Înainte de proiectarea instalației de tratare, utilizați teste pe instalații pilot pentru a alege cea mai bună metodă de tratare în funcție de chimia apei.	Manganul	Concentrația manganului depășește cu 50% CMA. Nici un indiciu de formare a manganului insolubil imediat după oxidare (metalele trebuie să fie insolubile pentru a putea fi îndepărtate).	Realizați teste pentru a identifica metoda de tratare cea mai potrivită a apei.
A.2 Nivel nesatisfăcător al pH-ului în raport cu chimia apei.	Înainte de proiectarea instalației de tratare, utilizați teste pe instalații pilot la scară pentru a alege cea mai bună metodă de tratare în funcție de chimia apei.	Manganul	Concentrația manganului depășește cu 50% CMA. Nici un indiciu de formare a manganului insolubil imediat după oxidare (metalele trebuie să fie insolubile pentru a putea fi îndepărtate).	Monitorizați concentrația manganului în timpul ajustării pH-ului pentru a determina nivelul optim al pH-ului.
A.3. Doza de $KMnO_4$ /aer este incorectă.	Utilizați teste instalații pilot pentru a determina doza de $KMnO_4$ sau rata optimă de aerare. Utilizați un dozator (ex, pentru controlul oxido-reducerii) care să țină seama de modificările chimiei apei sau monitorizați concentrația manganului suficient de des pentru a face față schimbărilor chimiei apei. Verificare calcul doze.	Manganul	Concentrația manganului depășește cu 50% CMA. Nici un indiciu de formare a manganului insolubil imediat după oxidare (metalele trebuie să fie insolubile pentru a putea fi îndepărtate).	Efectuați verificări manuale ale îndepărtării manganului în laborator și ajustați doza de oxidant în consecință. Verificați calculele tehnologice.
A.4. Dispozitivul de control al dozatorului calibrat incorect.	Verificări manual, periodic, calibrarea dispozitivului	Manganul	Concentrația manganului depășește cu 50% CMA. Nici un indiciu de formare a manganului insolubil imediat după oxidare (metalele trebuie să fie insolubile pentru a putea fi îndepărtate). Programul de calibrări nesemnlat.	Recalibrați dispozitivul de control. Măriți dozajul de oxidant până la efectuarea calibrării.

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**
**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
A.5. Epuizarea stocului de $KMnO_4$.	Instalați o alarmă care să avertizeze în cazul în care stocul de $KMnO_4$ se apropie de epuizare. Asigurați păstrarea unui stoc de rezervă de $KMnO_4$ pe amplasament. Păstrați înregistrările consumului de oxidant pentru a le lua ca ghid de stabilire a perioadei epuizare a stocului. Elaborați un program de întreținere preventivă a pompelor.	Manganul. Registrul lucrărilor de întreținere.	Concentrația manganului depășește cu 50% CMA. Nici un indiciu de formare a manganului insolubil imediat după oxidare (metalele trebuie să fie insolubile pentru a putea fi îndepărtate).	Instalați sistemul de alarmă. Comandați urgent un nou stoc de substanțe. Începeți înregistrarea consumului de oxidant. Inițiați programul de întreținere a pompelor.
A.6. Stocul de $KMnO_4$ este adecvat, dar în apă nu se dozează $KMnO_4$: - Defectarea pompelor dozatoare	Întreținere de rutină a pompelor dozatoare.	Manganul Registrul lucrărilor de întreținere.	Concentrația manganului depășește cu 50% CMA. Nici un indiciu de formare a manganului insolubil imediat după oxidare (metalele trebuie să fie insolubile pentru a putea fi îndepărtate). Registrul lucrărilor de întreținere arată probleme permanente la pompe sau blocări ale tubulaturii.	Identificați și rectificați cauzele defecțiunii. Determinați măsurile de adoptat pentru evitarea repetării incidentului.
A.7. Proasta funcționare a dispozitivului de comandă a dozatorului.	Efectuați întreținerea de rutină a dozatorului. Înlocuiți dispozitivul de comandă cu un aparat fiabil dacă aveți suspiciuni în legătură cu cel existent.	Manganul Registrul lucrărilor de întreținere.	Concentrația manganului depășește cu 50% CMA. Nici un indiciu de formare a manganului insolubil imediat după oxidare (metalele trebuie să fie insolubile pentru a putea fi îndepărtate). Registrul lucrărilor de întreținere arată necesitatea frecventă a reparării.	Identificați și rectificați cauzele defecțiunii. Înlocuiți dispozitivul de control cu unul nou.

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**
**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
A.8. Concentrația soluției de dozare a KMnO_4 incorectă, sau preparată cu substanță incorectă.	Din când în când cereți altei persoane să verifice calculele folosite pentru dozarea soluției de KMnO_4 . Verificați concentrația KMnO_4 în fiecare lot de soluție de dozare preparat. Asigurați livrarea substanțelor în containerele corecte, etichetarea containerelor și prezența unui operator care să supravegheze livrarea substanțelor Verificați calitatea KMnO_4 livrat.	Manganul Concentrația permanganatului în soluția de dozaj. CertIFICATELE de analiză de la producător	Concentrația manganului depășește cu 50% CMA. Nici un indiciu de formare a manganului insolubil imediat după oxidare (metalele trebuie să fie insolubile pentru a putea fi îndepărtate). Verificările evidențiază frecvent calcule incorecte.	Recalculați cantitățile de substanțe necesare pentru soluția de dozare și preparați o nouă soluție. Acordați personalului instruire suplimentară cu privire la calcule pentru prepararea soluțiilor. Asigurați conștientizarea furnizorului asupra necesității prezenței unui operator la livrarea substanțelor. Obțineți un nou lot de substanțe de la furnizor, dacă nu corespund calitativ.
A.9. Proastă circulație a aerului.	Efectuați calcule și teste în faza de proiectare pentru a asigura o circulație a aerului care să permită oxigenului să se dizolve în apă.	Mangan.	Concentrația manganului depășește cu 50% CMA. Nici un indiciu de formare a manganului insolubil imediat după oxidare (metalele trebuie să fie insolubile pentru a putea fi îndepărtate). Calculul indică o slabă circulație a aerului.	Dacă aerul este asigurat prin tiraj natural, analizați posibilitatea instalării unor suflante care să introducă aerul forțat. Modificați aeratorul pentru a minimiza obstrucționarea fluxului de aer.
A.10. Model neadecvat de ajutor la aeratorul cu pulverizare.	Proiectați instalația la un timp cât mai îndelungat de menținere a picăturilor în aer pentru a permite schimbul de oxigen (modelul duzei și traiectoria prezintă importanță).	Manganul	Concentrația manganului depășește cu 50% CMA. Nici un indiciu de formare a manganului insolubil imediat după oxidare (metalele trebuie să fie insolubile pentru a putea fi îndepărtate).	Înlocuiți ajutoarele. Modificați traiectoria de pulverizare.
A.11. Model impropriu de aerator.	În faza de proiectare, efectuați încercări pilot pentru a verifica dacă tipul de aerator ales va asigura o oxidare adecvată a metalelor.	Manganul	Concentrația manganului depășește cu 50% CMA. Nici un indiciu de formare a manganului insolubil imediat după oxidare (metalele trebuie să fie insolubile pentru a putea fi îndepărtate). Din încercări/calcul rezultă că modelul nu este satisfăcător.	Înlocuiți sau modificați aeratorul.

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ
ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
A.12. Reținere insuficientă a metalelor precipitate.	Proceduri identice cu cele prezentate la capitolul de filtrare a apei.			
A.13. Întreruperea curentului.	Asigurați un generator de rezervă pentru a asigura continuitatea alimentării cu curent.	Continuitatea alimentării.	Pierdere de energie.	Realimentați generatorul, dacă este cazul.
Eveniment: DOZA DE OXIDANT PREA MARE				
Riscuri: <i>Mangan (dacă se utilizează $KMnO_4$ ca oxidant), clor, dioxid de clor sau $KMnO_4$.</i>				
Nivel de risc: Moderat				
B.1. Doza de $KMnO_4$ setată incorect sau calcul incorect al acesteia.	Efectuați teste pe instalații pilot la scară pentru a determina doza de $KMnO_4$ sau rata optimă de aerare. Utilizați un dispozitiv de comandă (ex, pentru controlul oxidoreducerii) care să țină seama de modificările chimiei apei sau monitorizați concentrația manganului suficient de des pentru a face față schimbărilor chimiei apei. Din când în când cereți altei persoane să verifice calculul dozelor	Manganul Doza de $KMnO_4$.	Concentrația manganului depășește cu 50% CMA. Apă roz.	Efectuați verificări manuale ale concentrației manganului și ajustați doza de oxidant în consecință. Inițiați verificări pentru calculul dozelor.
B.2. Proasta funcționare a dispozitivului de comandă al dozatorului.	Întreținere de rutină a dispozitivului de comandă. Înlocuirea dispozitivului cu un aparat fiabil.	Doza de $KMnO_4$. Registrul lucrărilor de întreținere.	Concentrația manganului depășește cu 50% CMA. Apă roz. Registrul lucrărilor de întreținere arată frecvente necesități de întreținere. Registrul lucrărilor de întreținere nu este semnat.	Identificați și rectificați cauza defecțiunii. Înlocuiți dispozitivul cu unul nou.
B.3. Dispozitivul de comandă al dozatorului incorect calibrat.	Verificări manuale periodice ale calibrării dispozitivului.	Doza de $KMnO_4$.	Concentrația manganului depășește cu 50% CMA. Apă roz. Programul de calibrări nesemnat.	Recalibrați dispozitivul. Reduceți doza până la recalibrare.
B.4. Concentrația soluției de dozare a $KMnO_4$ este prea mare.	Verificați concentrația soluției de $KMnO_4$ la momentul preparării. Separați rezervorul de stocare a substanțelor de rezervorul de preparare a soluției de dozare pentru a reduce probabilitatea vărsării de substanțe în rezervoare.	Doza de $KMnO_4$. Concentrația $KMnO_4$ în soluția de dozare.	Concentrația manganului depășește cu 50% CMA. Apă roz. Concentrația $KMnO_4$ în soluția de dozare peste nivelul așteptat.	Determinați cauzele concentrației mari de $KMnO_4$ și rectificați. Acordați instruire pentru prepararea soluțiilor de oxidant (inclusiv calcule). Identificați motivele vărsării de substanțe și rectificați situația.

Sursa: Sandu, M., Racovițeanu, G. – Manual pentru inspecția sanitară și monitorizarea calității apei în sistemele de alimentare cu apă, Ed. Conspres, 2006, ISBN 973-7797-78-7 [6].

Planuri pentru situații neprevăzute

(1) Dacă se întâmplă un eveniment, în ciuda măsurilor preventive și corective luate, se va aplica planul pentru situații neprevăzute, particularizat de operator în funcție de alcătuirea obiectelor sistemului de alimentare cu apă.

Tabelul A3.26. Planuri pentru situații neprevăzute.

Eveniment – Streptococi fecali introduși în apă prin dispozitivul de aerare	
<i>Indicatori:</i>	În apa care iese din instalație sunt detectați continui indicatori fecali sau germeni patogeni. Cunoașterea faptului că în dispozitivul de aerare au pătruns insecte. Cazuri de îmbolnăviri în comunitate legate de alimentarea cu apă.
<i>Acțiuni necesare:</i>	Urmăriți acțiunile prevăzute de LCAP. Identificați și rectificați cauza defecțiunii. Înregistrați cauza nefuncționării sistemului și măsurile luate pentru corectarea situației. Modificați PMRSP dacă este cazul.
<i>Responsabilitate:</i>	Operatorul stației de tratare.
Eveniment – Concentrație foarte mare de oxidant	
<i>Indicatori:</i>	Deversare majoră sau supradoză de oxidant în apă cunoscută. Culoare roz a apei (supradoză de KMnO_4). Imposibilitatea obținerii culorii roz pe indicatorul de clor DPD în ciuda dozelor mari de clor. Aceasta indică niveluri de clor cu mult mai mari decât CMA – niveluri foarte mari de clor decolorează nuanța de violet care apare în mod normal în prezența clorului. Apa capătă un miros puternic de clor. Reclamații privitoare la gustul și mirosul apei sau cazuri de îmbolnăviri în comunitate.
<i>Acțiuni necesare:</i>	Închideți stația. Asigurați o altă sursă de apă potabilă până când puteți furniza din nou apă de calitate acceptabilă. Informați autoritățile despre situația creată. Identificați motivul supradozei de clor și rectificați. Aruncați apa din bazin sau adăugați substanțe de neutralizare a clorului dacă este mai indicat (poate fi oricum nevoie de neutralizare înainte de a putea evacua apa din bazin). Spălați sistemul de distribuție, dacă și în rețea sunt prezente niveluri excesive de clor și monitorizați calitatea apei până când concentrațiile de clor revin la nivelul normal de operare. Avertizați consumatorii să lase deschise robinetele o perioadă de timp înainte de a consuma din nou apa (dacă au fost și ei afectați). Înregistrați cauza deficienței sistemului și măsurile de corectare adoptate. Modificați PMRSP dacă este cazul.
<i>Responsabilitate:</i>	Operatorul stației de tratare.

Sursa: Sandu, M., Racovițeanu, G. – Manual pentru inspecția sanitară și monitorizarea calității apei în sistemele de alimentare cu apă, Ed. Conspress, 2006, ISBN 973-7797-78-7 [6].

Evaluarea riscurilor în exploatarea treptei de dedurizare

(1) Riscurile identificate în exploatarea treptei de dedurizare sunt sintetizate în tabelul următor:

Tabelul A3.27. Evaluarea riscurilor în exploatarea proceselor de dedurizare cu schimbători de ioni.

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
Eveniment: ACUMULAREA DE GERMI ÎN MASA DE SCHIMBĂTORI DE IONI				
Riscuri: <i>Germini</i> .				
Nivel de risc: Mic				
A.1 Materii organice și micro-organisme fixate în stratul de rășină.	Regenerarea rășinii cu frecvența recomandată de producător. Aceasta va determina și spălarea filtrului și îndepărtarea materialelor organice. Curățați periodic (scoateți murdăria din) paturile de rășină cu agentul de curățare recomandat dacă în apă este prezent fier sau mangan. Realizați tratarea pentru îndepărtarea materiilor organice din apă înainte de faza de dedurizare. Dezinfectați apa înainte de dedurizare dacă o puteți face fără a afecta rășina sau precipitați fierul sau manganul care ar îmbâcsi rășina.	Calitatea microbiologică. Calciul. Magneziul. Fierul. Manganul.	Număr mare de bacterii totale. Lipsa de eficiență în dedurizarea apei. Neîndepărtarea fierului și/sau manganului. Miros.	Regenerați și spălați în flux invers. Curățați rășina pentru îndepărtarea murdărilor de pe boabe. Dezinfectați apa după faza cu schimbători de ioni.

Sursa: Sandu, M., Racovițeanu, G. – Manual pentru inspecția sanitară și monitorizarea calității apei în sistemele de alimentare cu apă, Ed. Conpress, 2006, ISBN 973-7797-78-7 [6].

Planuri pentru situații neprevăzute

(1) Dacă se întâmplă un eveniment, în ciuda măsurilor preventive și corective luate, se va aplica planul pentru situații neprevăzute, particularizat de operator în funcție de alcătuirea obiectelor sistemului de alimentare cu apă.

Tabelul A3.28. Planuri pentru situații neprevăzute.

Eveniment – Număr mare de germeni în apa tratată.	
<i>Indicatori:</i>	În apa care iese din instalație sunt detectate continuu microorganismele sau germeni patogeni. Cazuri de îmbolnăviri în comunitate legate de alimentarea cu apă.
<i>Acțiuni necesare:</i>	Identificați și rectificați cauza acumulării de germeni în patul de rășină. Înregistrați cauza nefuncționării sistemului și măsurile luate pentru corectarea situației. Modificați PMRSP dacă este cazul.
<i>Responsabilitate:</i>	Operatorul stației de tratare.

Sursa: Sandu, M., Racovițeanu, G. – Manual pentru inspecția sanitară și monitorizarea calității apei în sistemele de alimentare cu apă, Ed. Conpress, 2006, ISBN 973-7797-78-7 [6].

Evaluarea riscurilor în exploatarea treptelor de osmoză inversă și remineralizare

(1) Riscurile identificate în exploatarea treptelor de osmoza inversă și remineralizare sunt sintetizate în tabelul următor:

Tabelul A3.29. Evaluarea riscurilor în exploatarea proceselor de osmoză inversă și remineralizare.

Cauze	Măsuri preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
Eveniment: MEMBRANA NU SE COMPORTĂ CONFORM SPECIFICAȚIILOR				
Riscuri: <i>Germei (în special Giardia și Cryptosporidium); poluanții nu sunt reținuți</i>				
Nivel de risc: Mare				
A.1. Calitate inadecvată a apei brute de la sursă.	Asigurarea calității apei în limitele specificate pentru apa care trece prin membrană.	Calitatea apei înainte de tratare. Debitele de la fiecare modul.	Nerespectarea LCAP. Blocarea membranei și/sau dificultate de curățare a acesteia. Frecvență crescută a curățărilor. Reduceri inexplicabile de debit.	Schimbați sursa de apă. Planificați pre-tratare. Cresșteți frecvența de monitorizare a clorului.
A.2. Pre-tratare inadecvată.	Concepeți procese de pre-tratare pentru a produce apă care respectă specificațiile pentru trecerea prin membrană.	Calitatea apei înainte de tratare. Debitele de la fiecare sub-modul.	Nerespectarea LCAP. Blocarea membranei și/sau dificultate de curățare a acesteia. Frecvență crescută a curățărilor. Reduceri inexplicabile de debit.	Modificați procesele de pre-tratare.
Eveniment: DEFECTAREA MEMBRANEI				
Riscuri: <i>Germei (în special Giardia și Cryptosporidium); poluanți în concentrații mari</i>				
Nivel de risc: Mic-Moderat				
B.1. Defect de fabricație sau deteriorarea membranei în timpul funcționării.	Instalați module suplimentare de rezervă care să permită scoaterea submodulelor din sistem pentru reparații. Instalați un sistem care să permită o monitorizare ușoară și frecvență a integrității membranei (ex., teste de degradare la presiune sau teste cu debit difuz de aer) și o alarmă care să indice defectarea sistemului.	Rezultatele testelor la fața locului de degradare la presiune sau cu debit difuz de aer. Frecvența reparațiilor. Calitatea microbiologică a apei tratate.	Neconformarea cu LCAP. Detectarea de E. Coli sau coliformi în probe de 100 ml după tratare (dacă tehnologia cu membrană se folosește pentru îndepărtarea bacteriilor). Modificări inexplicabile ale debitului. Înregistrări care arată defectări ale submodulelor mai frecvente decât normal.	Investigați cauza problemei. Reparați și înlocuiți după caz. Asigurați un sistem de monitorizare satisfăcător.
Eveniment PREZENȚA ÎN APĂ A SUBSTANȚELOR FOLOSITE LA CURĂȚAREA MEMBRANELOR				
Riscuri: <i>Determinanți chimici (substanțe de curățare).</i>				
Nivel de risc: Scăzut				
C.1. Spălare insuficientă a substanțelor de curățare din modulul cu membrane.	Efectuați periodic verificări manuale ale calității finale a apei imediat după reintroducerea în proces a modulului cu membrane. Modificați parametrii ce determină secvența automată de spălare pentru o mai bună curățare.	pH. Conductivitate Determinanții chimici specifici folosiți pentru curățare.	Nivelul pH-ului depășește domeniul de variație normal. Conductivitatea depășește domeniul de variație normal. Concentrațiile substanțelor de curățare la un nivel problematic pentru sănătate.	Inițiați verificarea calității apei. Revizuiți parametrii de control ai secvenței de spălare automată.

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**
**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apa**

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
Eveniment APA CU CONCENTRAȚIE DE SARURI REDUSĂ DUPĂ TREAPTA DE REMINERALIZARE Riscuri: <i>Apa corozivă.</i> Nivel de risc: Scăzut				
D.1. Dozarea incorectă a reactivilor de remineralizare	Verificați permanent instalațiile de dozare, concentrațiile soluțiilor, stocurile de reactivi	pH, duritatea apei, conductivitate	Duritate < 5 grade; pH în afara domeniului pentru apa potabilă	Verificați concentrațiile soluțiilor; Verificați stocurile de reactivi; Verificați funcționarea pompelor dozatoare.
D.2. Amestecarea cu apa care nu a trecut prin OI nu este corectă	Verificați debitele și calitatea influentului OI	pH, duritatea apei, conductivitate	Duritate < 5 grade; pH în afara domeniului pentru apa potabilă	Verificați calitatea apei brute

Sursa: Sandu, M., Racovițeanu, G. – Manual pentru inspecția sanitară și monitorizarea calității apei în sistemele de alimentare cu apă, Ed. Conspress, 2006, ISBN 973-7797-78-7 [6].

Planuri pentru situații neprevăzute

(1) Dacă se întâmplă un eveniment, în ciuda măsurilor preventive și corective luate, se va aplica planul pentru situații neprevăzute, particularizat de operator în funcție de alcătuirea obiectelor sistemului de alimentare cu apă.

Tabelul A3.30. Planuri pentru situații neprevăzute.

Eveniment – Poluanții nu au fost reținuți	
<i>Indicatori:</i>	Concentrația mare a poluanților cărora s-a adresat osmoza inversă Testarea integrității membranei indică defectarea unui sub-modul (sau a mai multora).
<i>Acțiuni necesare:</i>	Dacă după OI în apă se înregistrează un exces de săruri, trebuie urmate acțiunile: - Scoaterea imediată a apei tratate din sistem. - Asigurarea altei surse de apă potabilă până când se va putea asigura din nou apă de calitate acceptabilă. - Identificarea și rectificarea cauzelor filtrării neadecvate. - Monitorizarea concentrației de poluanți până la revenirea în limite acceptabile. - Dacă în rețea a pătruns apă tratată necorespunzător, informarea autorităților cu privire la această încălcare. - Repunerea în funcțiune a instalației. - Înregistrarea cauzei defecțiunii și a măsurilor lor de corectare adoptate. - Planificarea și elaborarea unor măsuri pe termen lung dacă este cazul. Modificarea PMRSP dacă este necesar.
<i>Responsabilitate:</i>	Operatorul stației de tratare.

Sursa: Sandu, M., Racovițeanu, G. – Manual pentru inspecția sanitară și monitorizarea calității apei în sistemele de alimentare cu apă, Ed. Conspress, 2006, ISBN 973-7797-78-7 [6].

Evaluarea riscurilor în exploatarea stațiilor de reactivi

(1) Riscurile identificate în exploatarea stațiilor de reactivi sunt sintetizate în tabelul următor:

Tabelul A3.31. Evaluarea riscurilor în exploatarea stațiilor de reactivi.

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
Evenimentul: DOZA DE REACTIV INADECVATĂ Riscuri: <i>Germei inactivați și substanțe chimice ne-oxidate; reacții incomplete, reactiv rezidual în apă, formare de sub-produși de reacție, eficiență redusă a procesului de tratare.</i> Nivelul de risc: Mare				
A.1 Se va consulta tabelul pentru fiecare reactiv în parte, prezentat anterior, pentru informații privind posibilele cauze pentru care doza de reactiv este prea mică, măsurile preventive, etc.				
A.2. Dozare defectuoasă	Întreținere, verificarea periodică a sistemului de dozare – pompe și țevi, sonde și aparate de măsură, echipament electronic.	Registrul lucrărilor de întreținere. Calitatea apei tratate.	Lipsește registrul de întreținere; Calitatea apei tratate este nesatisfăcătoare	Identificarea cauzelor care conduc la deficiențe. Inițierea programului de monitorizare a procesului de dozare.
A.3. Întreruperea energiei electrice	Sursă alternativă. Generator de rezervă	Alimentarea cu energie.	Alarmer de întrerupere alimentare cu energie. Oprire utilaje. Alimentarea cu energie este discontinuă.	Dotarea cu generator sau sursă alternativă de curent. Creșterea capacității rezervoarelor de apă potabilă post stație.
A.4. Epuizarea stocurilor de reactivi chimici	Alarmer la toate rezervoarele de reactivi chimici care să atenționeze când acestea se apropie de epuizare. Înregistrați zilnic consumul de reactivi pentru a prevedea perioada probabilă în care se epuizează. Mențineți o rezervă adecvată de reactivi pentru a acoperi întreaga perioadă dintre două aprovizionări; perioadele recomandate 15-30 zile.	Nivelul stocului de reactivi; Debitul de soluții de reactivi.	Epuizarea stocurilor de reactivi chimici. Degradarea calității apei tratate.	Instalarea sau reabilitarea sistemului de alarma la bazinele de reactivi. Asigurați stocurile de reactivi chimici. Inițiați înregistrarea zilnică consumului de reactivi.
A.5. Folosirea unui reactiv chimic inadecvat	Asigurați-vă că reactivii sunt introduși în rezervoarele de stocare corespunzătoare. Etichetați clar rezervoarele de stocare; asigurați prezența operatorului la livrarea produselor chimice.	Înregistrările și depozitarea reactivilor chimici livrați.	Nu există înregistrări, doze, caracteristici apă brută. Calitate slabă a apei tratate; Absența personalului la livrarea reactivilor chimici. Nu există controlul dozării în funcție de calitatea sursei de apă.	Verificați calitatea apei tratate. Goliți, curățați și reumpleți rezervoarele de stocare a reactivilor. Inițiați și/sau asigurați respectarea procedurilor de livrare a reactivilor. Cereți furnizorului să solicite prezența operatorului la livrarea substanțelor chimice.

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**
**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
A.6. Reactivi de proastă calitate	Verificați compoziția reactivilor chimici livrați în conformitate cu normele și standardele. Verificați compoziția soluțiilor reactivilor de dozare. Verificați prezența poluanților periculoși pentru sănătate în reactivii chimici livrați.	CertIFICATELE DE CALITATE LA LIVRARE pentru toți reactivii. Înregistrările diluțiilor. Prezența substanțelor chimice cu posibilă acțiune pentru sănătate în urma diluției.	Nu există certificate de analiză de la furnizori. Lipsa de eficiență a proceselor de tratare. Lipsa verificării corectitudinii calculelor. Substanțele chimice cu acțiune potențială pentru sănătate depășesc CMA în apa tratată.	Plan de acțiune pentru: - Control și verificarea calculelor, doze, concentrații, debite soluții; - Control automat debite, concentrații soluții, corelat cu debit apă brută; - Alegerea furnizorilor de reactivi prin competiție.

Planuri pentru situații neprevăzute

(1) Dacă se întâmplă un eveniment, în ciuda măsurilor preventive și corective luate, se va aplica planul pentru situații neprevăzute, particularizat de operator în funcție de alcătuirea obiectelor sistemului de alimentare cu apă.

Tabelul A3.32. Planuri pentru situații neprevăzute.

Eveniment – Concentrații reziduale mari de reactivi utilizați în apa tratată	
<i>Indicatori:</i>	Reclamații ale consumatorilor privind culoarea, gustul, aspectul și mirosul apei; Concentrațiile substanțelor chimice măsurate în apa care părăsește stația de tratare și în sistemul de distribuție sunt în exces; Notificarea erorii operatorului sau a furnizorului de substanțe chimice.
<i>Acțiuni necesare:</i>	Respectarea Legii nr. 458/2002 privind Calitatea Apei Potabile; Identificarea cauzelor defecțiunii și remedierea ei; Monitorizarea substanțelor chimice până când revin în limitele acceptabile; Înregistrarea cauzei problemei și a măsurilor adoptate pentru remedierea acesteia; Modificarea PMRSP, dacă este cazul.
<i>Responsabil:</i>	Operatorul stației de tratare.
Eveniment – Calitate necorespunzătoare a apei tratate datorită dozării insuficiente de reactivi	
<i>Indicatori:</i>	Reclamații ale consumatorilor privind turbiditatea, culoarea, gustul, aspectul și mirosul apei; Concentrațiile anumitor elemente din apa nu se încadrează în limitele impuse de LCAP; Notificarea erorii operatorului.
<i>Acțiuni necesare:</i>	Respectarea Legii nr. 458/2002 privind Calitatea Apei Potabile; Identificarea cauzelor defecțiunii și remedierea ei; Monitorizarea dozării substanțelor chimice până când revin în limitele acceptabile; Înregistrarea cauzei problemei și a măsurilor adoptate pentru remedierea acesteia; Modificarea PMRSP, dacă este cazul.
<i>Responsabil:</i>	Operatorul stației de tratare.

Evaluarea riscurilor în exploatarea stațiilor de pompare

(1) Riscurile identificate în exploatarea stațiilor de pompare sunt sintetizate în tabelul următor:

Tabelul A3.33. Evaluarea riscurilor în exploatarea stațiilor de pompare.

Cauze	Măsuri preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
Eveniment: SCHIMBĂRI ALE PRESIUNII SAU LOVITURA DE BERBEC (CREȘTERI BRUȘTE ALE PRESIUNII), PRIN CARE SE ABSORB CONTAMINANȚI ÎN APĂ Riscuri: <i>Germei și compuși chimici.</i> Nivel de risc: Mare				
A.1 Defectarea pompei. În afară de posibilitatea aspirației de contaminanți în apă prin refulare, lovitură de berbec poate cauza avarierea conductelor.	Program de întreținere preventivă: - inspecții regulate; - lubrifiere; - înlocuirea etanșărilor; - repararea scurgerilor; - înlocuirea pieselor corodate; - inspecție vizuală zilnică. Program de întreținere planificată pentru înlocuirea componentelor conform recomandărilor producătorului. Demontarea tuturor pompelor și urmărirea programului de întreținere. Pompe de rezervă în punctele critice. Utilizați alternativ pompele de rezervă (se verifică funcționalitatea și nu face necesară scoaterea din funcțiune concomitent). Alinierea și fixarea tuturor conductelor, valvelor și fittingurilor legate la pompe conform practicii standard. Instalați dispozitive de reducere a efectului de lovitură de berbec, dacă acesta se produce: - castel de echilibru; - dispozitive de aerisire-dezaerisire; - vane cu închidere lentă; - clapet găurit.	Debite. Presiunea în sistem. Nivelul apei în bazine. Registrul de întreținere a pompelor. E. Coli. Clor rezidual.	Lipsa apei. Nivelul apei în bazine greu de menținut. Defecțiuni frecvente la pompe. Frecvența unor căderi inacceptabile de presiune în sistem. Lipsa unui registru de întreținere Neconformarea cu LCAP.	Revizuiți sau inițiați un program de întreținere a pompelor. Revizuiți perioadele de serviciu/ exploatare a pompelor de rezervă (timp în funcțiune: timp de rezervă). Efectuați dezinfectia suplimentară în rețeaua de distribuție, dacă nu se face în prezent.
A.2. Lipsa apei datorită nefuncționării pompei ca urmare a întreruperii curentului.	Efectuați inspecții sistematice ale sursei de energie, racordurilor și echipamentelor electrice. Instalați un generator de rezervă cu pornire automată la căderea sursei de putere Porniți săptămânal generatorul de rezervă.	Debite. Presiune în sistem. Nivelul apei în bazine. Registrul de întreținere a pompelor. E. Coli. Clor rezidual.	Lipsa apei. Nivelul apei în bazine greu de menținut. Defecțiuni frecvente la pompe. Frecvența unor căderi inacceptabile de presiune în sistem. Lipsa unui registru de întreținere. Neconformarea cu LCAP.	Întocmiți și respectați un program de inspecții. Modificați generatorul de rezervă pentru a permite pornirea automată. Efectuați dezinfectia reziduală în zona de distribuție, dacă nu se face în prezent.

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**

**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
A.3. Lipsa apei datorită nefuncționării pompei ca urmare a inundării sau altei avarii.	Amplasați pompele deasupra nivelului maxim probabil al inundațiilor. Aliniați și fixați corect pompele de soclul lor. Protejați pompele.	Debite. Presiune în sistem. Nivelul apei în bazine. Registrul de întreținere a pompelor E. Coli. Clor rezidual.	Lipsa apei. Nivelul apei în bazine greu de menținut. Defecțiuni frecvente la pompe. Frecvența unor căderi inacceptabile de presiune în sistem. Lipsa unui registru de întreținere. Neconformarea cu LCAP.	Mutați pompele. Realiniați și fixați corect pompele. Acoperiți pompele. Dezinfectați rețeaua de distribuție dacă nu este dezinfectată în prezent
Eveniment: DOZAREA INCORECTĂ A REACTIVILOR CHIMICI DETERMINĂ O TRATARE INEFICIENTĂ Riscuri: <i>Germei și contaminanți chimici.</i> Nivel de risc: Mare				
B.1. Pompele nu asigură doze corecte de reactivi chimici.	Programați întreținerea preventivă, în special înlocuirea componentelor din elastomeri: diafragme; tuburi, conform recomandărilor producătorului. Calibrați pompele de dozaj pentru funcționarea preconizată. Asigurați utilizarea adecvată a pompei la scopul folosirii (rezistența la coroziune). Asigurați pompe de rezervă pentru funcțiunile critice. Verificați zilnic cantitățile de substanță folosite. Utilizați rezervoare de zi pentru a reduce riscul de supradoză. Verificați vizual pompele (zilnic). Verificați setările timpilor și turației la pompele cu variator de frecvență.	Turbiditate. E. Coli. Clor rezidual. Consum de reactivi chimici. Tipul substanței dozate. Procesul de coagulare (dacă este cazul).	Neconformare cu LCAP. Coagulare ineficientă. Dificultate de menținere a clorului rezidual în apa tratată. Inexistența programului de întreținere.	Inițierea programului de întreținere. Revizuirea programului de dozaj. Înlocuirea pompelor cu cele adecvate tipului de substanță dozată și concentrația acesteia. Obțineți pompe de rezervă (funcțiuni critice).
B.2. Oprirea pompelor care alimentează cu apă instrumentele de monitorizare	Montați site la conductele pompelor pentru îndepărtarea resturilor. Curățați regulat sitele. Asigurați adecvarea pompelor la scopul funcționării. Verificați că debitele necesare sunt în domeniul recomandat de producător. Programați întreținerea preventivă a pompelor.	Debitul de alimentare a instrumentelor. Starea siteilor. Turbiditate. E. Coli. Clor rezidual.	Debit inexistent sau neregulat în instrumente. Fluctuații de citire a instrumentelor. Neconformare cu LCAP. Lipsa registrului cu lucrările de întreținere. Înfundarea siteilor.	Instalați site. Înlocuiți pompa cu una corespunzătoare cerințelor. Întocmiți și respectați programul de întreținere.

Sursa: Sandu, M., Racovițeanu, G. – Manual pentru inspecția sanitară și monitorizarea calității apei în sistemele de alimentare cu apă, Ed. Conspress, 2006, ISBN 973-7797-78-7 [6].

Planuri pentru situații neprevăzute

(1) Dacă se întâmplă un eveniment, în ciuda măsurilor preventive și corective luate, se va aplica planul pentru situații neprevăzute, particularizat de operator în funcție de alcătuirea obiectelor sistemului de alimentare cu apă.

Tabelul A3.34. Planuri pentru situații neprevăzute.

Eveniment – Contaminare datorită unei defecțiuni la pompe	
<i>Indicatori:</i>	Dificil de menținut nivelul apei în bazin. Defectarea pompei. Reducerea semnificativă a debitului. Scădere sau fluctuații de presiune. Nivel mare al turbidității sau determinanților chimici. Detectarea continuă a , E. Coli în probe de apă de 100 ml sau prezența ei în număr mare (peste 10 la 100 ml). Creșterea cererii de clor. Cazuri de îmbolnăviri în comunitate legat de alimentarea cu apă.
<i>Acțiuni necesare:</i>	Identificați motivele nefuncționării pompei, reparați sau folosiți pompa de rezervă și planificați măsuri preventive pe termen lung. Asigurați menținerea unui nivel de clor rezidual de peste 0,25 mg/l în întreg sistemul de distribuție. Analizați rezultatele de laborator și recoltați noi probe dacă este cazul. Înregistrați cauzele defecțiunii și măsurile luate pentru corectarea situației. Modificați PMRSP dacă este necesar.
<i>Responsabilitate:</i>	Operatorul stației de pompare.
Eveniment – Germeni nedestruși sau îndepărtați în procesul de tratare datorită unei defecțiuni la pompe	
<i>Indicatori:</i>	Observarea vizuală a coagulării ineficiente. Clor rezidual absent sau în cantități mici în apa care iese din stația de tratare. Nefuncționarea pompei. Nivel mare al turbidității sau determinanților chimici. Detectarea continuă a , E. Coli în probe de apă de 100 ml sau prezența ei în număr mare (peste 10 la 100 ml), în apa care iese din stația de tratare. Creșterea cererii de clor, căreia nu i se poate face față. Cazuri de îmbolnăviri în comunitate legat de alimentarea cu apă.
<i>Acțiuni necesare:</i>	Identificați motivele nefuncționării pompei, reparați sau folosiți pompa de rezervă și planificați măsuri preventive pe termen lung. Asigurați menținerea unui nivel de clor rezidual de peste 0,2 mg/l în întregul sistemul de distribuție. Analizați rezultatele de laborator și recoltați noi probe dacă este cazul. Înregistrați cauzele defecțiunii și măsurile luate pentru corectarea situației. Modificați PMRSP dacă este necesar.
<i>Responsabilitate:</i>	Operatorul stației de pompare.

Sursa: Sandu, M., Racovițeanu, G. – Manual pentru inspecția sanitară și monitorizarea calității apei în sistemele de alimentare cu apă, Ed. Conspress, 2006, ISBN 973-7797-78-7 [6].

Evaluarea riscurilor în exploatarea aducțiunilor

(1) Riscurile identificate în exploatarea aducțiunilor sunt sintetizate în tabelul următor:

Tabelul A3.35. Evaluarea riscurilor în exploatarea aducțiunilor.

Cauze	Măsuri preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifica	Semne că acțiunile sunt necesare	
Eveniment: INTRODUCEREA CONTAMINANȚILOR PRIN FLUCTUAȚII DE PRESIUNE				
Riscuri: <i>Germeni și compuși chimici (în funcție de natura sursei de contaminare).</i>				
Nivel de risc: Mare				
A.1. Fenomen neprevăzut (incendiu).	Verificați periodic funcționarea eficientă a vanelor de aer. Investigați imediat reclamațiile referitoare la modificările de calitate a apei. Amplasați rezervoarele la o înălțime care să minimizeze căderile de presiune. Asigurați menținerea rezervelor de apă recomandate pentru stingerea incendiilor. Utilizați instalații de ridicare a presiunii, dacă există surse auxiliare.	Nivelul în bazine. Presiunea. Reclamațiile consumatorilor. Calitatea microbiologică.	Presiuni în afara domeniului normal. Reclamații privind modificări de calitate a apei și lipsa de presiune. Detectare de E. Coli în probele de 100 ml de apă după fenomen.	Reexaminați modelul rețelei pentru a determina modalități de susținere a presiunii în aceste situații.
A.2. Scăderea presiunii în aducțiune.	Analizați pe model hidraulic zonele cu probleme potențiale de presiune. Verificați regulat debitul hidranților sau corelația dintre debitele de consum pentru incendii și datele de debit și presiune ale furnizorului. Planificați înlocuirea și/sau reabilitarea conductei principale. Elaborați programe anuale de detectare a scurgerilor și efectuați reparațiile. Înregistrați: - reclamațiile consumatorilor; - datele de la serviciile de pompieri. Implementați o politică de economisire a apei – ex, restricții la stropit grădinile, apeluri către populație pentru reducerea consumului. Creșteți debitul apei în stația de tratare. Reduceți presiunea în întregul sistem sau o parte a acestuia.	Debitele. Presiunile. Cererea. Producția stației de tratare. Calitatea microbiologică.	Creșterea debitului la valori anormale. Fluctuații ale presiunii. Nivelul în bazin peste cel zilnic normal . Detectare de E. Coli sau coliformi.	Revedeți modelul rețelei pentru a identifica mai bine zonele cu probleme de presiune. Analizați regimul pompelor în afara zonei. Revizuiți programul de înlocuire a conductelor. Asigurați vane de refulare la proprietățile cu risc și auditarea funcționării corecte a activelor. Modificați strategia de economisire a apei.

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**
**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

Cauze	Măsurii preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifica	Semne că acțiunile sunt necesare	
A.3. Avarierea sau străpungerea accidentală a conductelor.	Monitorizați continuu măsurătorile de debit de la stația de tratare și rezervoare. Stabiliți timpii maximi de răspuns la reclamațiile clienților și implementați proceduri de izolare a avariilor în vederea minimizării impactului. Stabiliți și dați publicității un număr de telefon pentru urgențe /avarii Identificați zonele critice de calitate precară a conductelor. Stabiliți un protocol cu contractorii care efectuează lucrări în subteran pentru alte servicii și verificați respectarea acestuia. Elaborați și respectați programul anual de lucrări. Elaborați un program de control al presiunii pentru întregul sistem sau pentru anumite zone, inclusiv privind utilizarea: – surselor auxiliare; – vane de reducere a presiunii și vane de menținere a presiunii; – nivelul în rezervoare. Întreprindeți un program anual de detectare a scurgerilor pentru întregul sistem sau pentru anumite zone. Asigurați utilizarea unor materiale corespunzătoare în construcția aducțiunii.	Debite. Presiuni. Frecvența și locul defecțiunilor din conducte. Calitatea microbiologică.	Rata de defectare a conductelor peste cea medie preconizată în funcție de starea materialelor. Număr inacceptabil de străpungeri ca urmare a neaplicării protocolului privind lucrările în subteran. Detectare de E. Coli în probele de 100 ml de apă.	Revedeți modelul rețelei în vederea optimizării debitului/presiunii. Revizuiți protocolul cu contractorii.
A.3. Defectarea pompelor care alimentează zone sau rezervoare situate la înălțime.	Pompă de rezervă cu declanșare automată. Obțineți un generator de rezervă. Program de întreținere preventivă a pompelor.	Pompele. Presiunea. Calitatea microbiologică.	Oprirea pompei. Reclamațiile clienților. Scăderea presiunii. Detectare de E. Coli sau coliformi.	Redirijarea apei din alte zone dacă este posibil. Inițierea programului de întreținere preventivă.
Eveniment: REPUNEREA ÎN SUSPENSIE A SEDIMENTELOR SAU BIOFILMULUI DIN ADUCȚIUNE DATORITĂ FLUCTUAȚIILOR DE PRESIUNE Riscuri: <i>Germei; compuși chimici.</i> Nivel de risc: Mic-moderat				
B.2.	Conform procedurilor accentuate.			
B.1. Dezvoltare de sedimente sau biofilm	Respectarea calității apei potabile furnizate consumatorilor, în ceea ce privește turbiditatea și clorul rezidual.	Turbiditatea Calitatea microbiologică.	Creșterea turbidității. Reclamațiile clienților. Detectare de E. Coli sau coliformi.	Spălarea rețelei. Reclorarea cu doza șoc, urmată de o nouă spălare / purjare a rețelei.
B.1. Fluctuații ale presiunii din aducțiune.	Exploatarea aducțiunilor sau rețelilor de distribuție la presiuni constante sau cu variații cât mai reduse.	Presiunea în aducțiuni sau rețele de distribuție	Variații constatate ale presiunii, la punctele de măsură. Reclamațiile clienților.	Modificarea regimului de exploatare pentru asigurarea unei presiuni constante. Reparații necesare.

Sursa: Sandu, M., Racovițeanu, G. – Manual pentru inspecția sanitară și monitorizarea calității apei în sistemele de alimentare cu apă, Ed. Conpress, 2006, ISBN 973-7797-78-7 [6].

Planuri pentru situații neprevăzute

(1) Dacă se întâmplă un eveniment, în ciuda măsurilor preventive și corective luate, se va aplica planul pentru situații neprevăzute, particularizat de operator în funcție de alcătuirea obiectelor sistemului de alimentare cu apă.

Tabelul A3.36. Planuri pentru situații neprevăzute.

Eveniment – Presiune prea scăzută în sistem	
<i>Indicatori:</i>	Pierderi inexplicabile de apă sau observarea unor avarii. Nivelul apei în rezervoare menținut cu dificultate. Funcționarea stației de tratare la capacitate maximă sau peste. Probleme observate la vanele de aer. Spărturi evidente în aducțiune. Fluctuații de presiune sau scăderea semnificativă a presiunii. Turbiditate mare, creșteri microbiologice sau concentrații ale determinanților chimici. Incidente de îmbolnăviri bănuite a fi în legătură cu fenomenele asociate conductei principale de alimentare. Creșterea cererii de clor.
<i>Acțiuni necesare:</i>	Prelevați probe microbiologic pentru a verifica conformarea cu LCAP – cerințe privind microbiologia și clorul. Determinați motivul pierderilor și scurgerilor de apă, reparați și planificați măsuri preventive pe termen lung. Revedeți înregistrările privind spălarea și repararea din zona reparației pentru a confirma spălarea tuturor secțiunilor rețelei și spălați din nou. Monitorizați clorul rezidual și creșteți cantitatea pentru a vă asigura că în toate porțiunile sistemului de distribuție ajunge o concentrație de peste 0,25 mg/l CRL. Confirmați respectarea tuturor procedurilor de reparare a conductelor, inclusiv cele referitoare la echipa de lucru. Revedeți rezultatele analizelor de laborator și prelevați în continuare probe. Înregistrați cauza defecțiunii intervenite în sistem. Modificați PMRSP dacă este necesar.
<i>Responsabilitate:</i>	Operatorul aducțiunii.

Sursa: Sandu, M., Racovițeanu, G. – Manual pentru inspecția sanitară și monitorizarea calității apei în sistemele de alimentare cu apă, Ed. Conpress, 2006, ISBN 973-7797-78-7 [6].

Evaluarea riscurilor în exploatarea rezervoarelor

(1) Riscurile identificate în exploatarea rezervoarelor sunt sintetizate în tabelul următor:

Tabelul A3.37. Evaluarea riscurilor în exploatarea rezervoarelor.

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
Eveniment: PEA PUȚINĂ APĂ TRATATĂ ÎN REZERVOR PENTRU SATISFACEREA CERERII				
Riscuri: <i>Presiunea scăzută în sistemul de alimentare cu apă poate permite pătrunderea de germeni și compuși chimici; riscuri asociate igienei precare.</i>				
Nivel de risc: Mare				
A.1. Cantitate insuficientă de apă brută.	Asigurați depozitarea unei cantități suficiente de apă brută pentru a compensa variațiile sezoniere, perioadele când apa brută este de calitate insuficientă pentru tratare, limitele maxime din acordul de captare a apei de la sursă. Amenajați surse auxiliare pe care să le puteți folosi atunci când sursele secundare nu pot satisface cererea.	Nivelul stocului de apă brută.	Nivelul stocului de apă brută sau debitul la sursă inacceptabil de mic.	Planificați amenajarea unor noi surse Restrictionați dezvoltarea în zona de distribuție până la obținerea unei cantități suficiente de apă.
A.2. Capacitate insuficientă de tratare a apei sau producție limitată de nefuncționarea uneia sau mai multor trepte.	Proiectați stația de tratare pentru a face față cererii preconizate pentru toată durata de existență. Identificați treptele de tratare care limitează capacitatea și faceți modificările necesare. Asigurați operaționalitatea PMRSP pentru toate procesele de tratare pentru a evita sau limita perioadele de întrerupere.		Nivelul stocului de apă brută sau debitul la sursă inacceptabil de mic	Calculați consumul viitor de apă și planificați acțiuni prin care să satisfaceți cererea preconizată. Identificați faza de tratare problemă și creșteți producția, dacă este posibil.
A.3. Capacitate inadecvată de stocare a apei.	Construiți instalații suplimentare. Încurajați economisirea apei în perioadele în care cererea poate deveni mare.	Consumul de apă.	Necesitatea limitării consumului. Nivelul stocului de apă tratată foarte mic	Restricții în consumul de apă.
A.4. Imposibilitate de transmitere a apei de la sursă la stație sau de la stație la bazinele de stocare (inclusiv datorită lipsei de energie).	Asigurați generatoare de rezervă la pompe. Inspecție și întreținere de rutină a conductelor.	Registrul inspecțiilor. Sursa de energie.	Oprirea transferului de apă. Nefectuarea lucrărilor de întreținere și inspecție.	Realimentarea generatoarelor (dacă este necesar). Desfundarea/ repararea defecțiunilor la pompe sau conducte.
A.5. Scurgeri din rezervor.	Efectuați testări de rutină ale bazinelor pentru depistarea scurgerilor.	Modificarea nivelului în bazin.	Modificarea nivelului apei din bazin nu corespunde diferenței dintre intrările și ieșirile de apă (inclusiv evaporare).	Localizați și reparați avaria.
Eveniment INTRODUCEREA DE MATERIAL CONTAMINANT ÎN REZERVOR				
Riscuri: <i>Germeni, arsen, cupru, crom, fier, clor, aluminiu.</i>				
Nivel de risc: Mare				

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**
**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

Cauze	Măsuri preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
B.1. Pătrunderea scurgerilor de pe acoperiș.	Inspectați acoperișul: - scurgerea apei din precipitații (în afara rezervorului); - restricționarea accesului pe acoperiș; - trapele construite astfel încât să împiedice pătrunderea apei.	CRL. Calitatea microbiologică. Proiectul instalației. Raportul anual de inspecție a acoperișului.	Modificarea calității apei după ploaie. Detectare de E. Coli sau coliformi în probele de 100 ml de apă. Defecte de proiectare a acoperișului.	Reparați rapid îmbinările/ crăpăturile/ trapele prin care au loc scurgeri. Înlocuiți trapele proiectate greșit.
B.2. Scurgeri/ coroziune la materialele de construcție.	În documentele de licitație specificați utilizarea de materiale autorizate pentru apa potabilă și verificați respectarea caracteristicilor tehnice în timpul construcției. Apelați la constructori acreditați. Timp scăzut de reținere a apei în bazine (deși se păstrează timpul de contact pentru dezinfecție). Instalați căptușeli la rezervoarele cu capac din cherestea tratată.	Efectuați inspecția regulată a rezervoarelor. Verificați timpii de reținere. Dacă nu este căptușit capacul – cupru/crom/arsen (mai ales după ploi abundente).	Deteriorarea calității apei după punerea în funcțiune a unei instalații noi. Modificarea calității apei după ploaie. Concentrații de cupru, crom sau arsen depășite.	Înlocuirea materialelor neconforme. Înlocuiți capacul cu un material potrivit.
B.3. Accesul animalelor/ păsărilor.	În general la rezervoare: - asigurați acoperirea bazinelor; - instalați plase, grile, capace; - efectuați regulat inspecții; - documentați starea construcției, a plaselor, grilelor, capacelor, căptușelii interioare (pentru identificarea spărturilor) și acționați. La rezervoarele de lemn: - instalați bandă metalică în jurul rezervoarelor de lemn pentru oprirea accesului la nivelul solului; - smulgeți vegetația din jur; - căptușiți capacul rezervorului. Mențineți nivelul CRL.	Rapoartele de inspecție. Clor rezidual liber (CRL).	Modificare inexplicabilă de calitate a apei. Reclamații privind gustul și mirosul. Indicii vizuale de pătrundere a unui animal sau păsări. Concentrație de CRL sub 0,25 mg/l.	Înlocuirea grătarelor, deteriorate. Izolați rezervorul, clorați și verificați calitatea microbiologică a apei. Dacă există o contaminare puternică, aruncați apa, curățați și umpleți din nou rezervorul, apoi clorați.
B.4. Acces neautorizat/ vandalism/sabotaj.	Asigurați: - gard perimetral cu încuietori; - uși încuiate de acces la turnuri și scări; - capac încuiat la rezervoare; - alarmă antiefracție. Mențineți clor rezidual.	Inspecții regulate pe amplasament cu verificarea măsurilor de securitate. CRL. Calitatea microbiologică.	Indicii de efracție sau stricăciuni. Modificare inexplicabilă de calitate a apei. CRL sub 0,25 mg/l și nu poate fi menținut. Detectare de E. Coli sau coliformi în probele de 100 ml de apă	A se vedea Planul pentru situații neprevăzute. Determinați cum s-a făcut accesul și rectificați lipsurile din sistemul de securitate. Izolați rezervorul, clorați și verificați calitatea microbiologică a apei. Dacă există o contaminare puternică, aruncați apa, curățați și umpleți din nou rezervorul, apoi clorați.

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**
**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semnne că acțiunile sunt necesare	
B.5. Accesul persoanelor pentru prelevare de probe, întreținere.	Instruirea personalului care lucrează a rezervoare. Proiectați căi interioare de acces nesubmersibile cu pardoseală solidă și borduri supraînălțate pentru a împiedica pătrunderea în apă a materialelor de pe încălțăminte. Mențineți clor rezidual. Izolați rezervorul. Proceduri de acces al personalului la rezervoare respectiv curățarea încălțăminte, acoperirea acesteia cu pungă de plastic curate sau trecerea printr-un șanț cu apă clorată. Testați personalul care ia probe de apă pentru a vă asigura că nu este purtător de boli transmisibile prin apă și interziceți persoanelor afectate efectuarea prelevărilor, dacă este cazul.	Calitatea microbiologică. Construcția bazinului.	Deteriorarea calității apei după operații ce necesită accesul la rezervor, mai ales Detectare de E. Coli sau coliformi în probele de 100 ml de apă	Izolați rezervorul, clorați și verificați calitatea microbiologică a apei. Dacă există o contaminare puternică, aruncați apa, curățați și umpleți din nou rezervorul, apoi clorați.
B.6. Pătrunderea apei subterane contaminate (în rezervoarele îngropate).	Reparați prompt spărturile. Inspectați rezervorul la 1–5 ani (în funcție de vechimea rezervorului și de riscurile prezentate de locul în care se află). Căptușiți rezervorul cu un material impermeabilizant adecvat.	Calitatea microbiologică. Raportul de inspecție a rezervoarelor.	Schimbări inexplicabile ale calității apei. Detectare de E. Coli sau coliformi. Identificarea de scurgeri la inspecție. Reclamații privind mirosul de benzină (în apropierea unor rezervoare subterane de carburant).	Reparați spărturile. Izolați rezervorul, clorați și verificați calitatea microbiologică a apei. Dacă există o contaminare puternică, aruncați apa, curățați și umpleți din nou rezervorul, apoi clorați.
B.7. Pătrunderea animalelor din sursa de apă – dacă rezervorul este alimentat direct de la sursă.	Asigurați site la gura de admisie a prizei.	Inspecția regulată a sitorilor. Calitatea microbiologică. Turbiditatea	Reclamații privind gustul și mirosul. Detectare de E. Coli sau coliformi. Turbiditate de peste 0,2 NTU.	Înlocuiți și reparați sitele. Izolați rezervorul, clorați și verificați calitatea microbiologică a apei. Dacă există o contaminare puternică, aruncați apa, curățați și umpleți din nou rezervorul, apoi clorați.
B.8. Circulație inversă prin sistemele de scurgeri.	Asigurați existența unui dop de aer sau a unui alt mijloc de prevenire a refulării între scurgerea de preaplin a rezervorului și canalele de evacuare sau pluviale.	Calitatea microbiologică. Turbiditatea Construcția sistemului de preaplin.	Modificarea calității apei după precipitații. Turbiditate de peste 0,2 NTU. Detectare de E. Coli sau coliformi.	Deconectați toate racordurile directe. Izolați rezervorul, clorați și verificați calitatea microbiologică a apei.

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**

**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
B.9. Contaminare chimică datorită dozajului incorect de substanțe.	Instruiți personalul privind calculul dozajului și utilizarea metodelor de optimizare a funcționării stației de tratare. Documentați procedurile de dozare folosite în stație (mai ales calcularea tipului și cantităților de materiale utilizate) și în bazin, dacă și acesta este dozat.	Substanțele folosite pentru tratare. Turbiditatea	Turbiditatea / concentrația substanțelor după tratare ridicată. Absența descrierii scrise a procedurilor de dozaj Turbiditate de peste 0,2 NTU.	A se vedea Planul pentru situații neprevăzute.
Eveniment ACUMULAREA SAU RESUSPENSIA SEDIMENTELOR ÎN REZERVOR SAU BAZIN Riscuri: <i>Germeți; mangan, sub-produși de dezinfecție.</i> Nivel de risc: Mic-moderat				
C.1. Acumulare și eliberare de sediment / mazăgă.	Evitați golirea /umplerea rapidă. Curățați periodic bazinele (în funcție de calitatea apei la sursă, debit de serviciu și timpul de stagnare în rezervor). Procedurile de curățare trebuie să aibă în vedere dezinfectarea tuturor echipamentelor, proceduri de instruire, preferabila izolare în timpul curățării, minimizarea agitării sedimentelor în caz că se curăță în funcțiune. Mențineți clor rezidual. Minimizați condițiile ce favorizează formarea flocoanelor după tratare.	CRL. Calitatea microbiologică. Turbiditatea Manganul. Audit al procedurilor de curățare și funcționare.	Mazăgă/ sediment vizibil. Reclamații ale clienților privind mazăgă / sedimentul. Concentrația de CRL rămas sub 0,25 mg/L. Detectare de E. Coli sau coliformi. Turbiditate de peste 0,2 NTU.	Analizați procedurile de curățare și funcționarea instalațiilor. Izolați rezervorul, clorați și verificați calitatea microbiologică a apei. Dacă există o contaminare puternică, aruncați apa, curățați și umpleți din nou rezervorul, apoi clorați.
Eveniment: TIMP PREA SCURT DE CONTACT CU CLORUL Riscuri: <i>Germeți nedistruși.</i> Nivel de risc: Mare				
D.1. Bazin de stocare prea mic.	Verificați calculele hidraulice ale bazinului și profilul hidraulic al rețelei înainte de construcție; utilizați modele hidraulice, dacă este cazul.	Debitele (măsurate la trecerea prin bazin). Calitatea microbiologică. Proiectul instalației. Verificarea timpului de rezidență.	Detectare de E. Coli sau coliformi în probele de 100 ml de apă deși concentrația reziduală a CRL este adecvată. Fluctuații inexplicabile de calitate a apei.	Măriți capacitatea rezervorului.
D.2. Scurt-circuitare hidraulică	Specificați și auditați proiectul adecvat al bazinului pentru a include: șicane, alimentare pe sus și golire pe jos. Dacă este cazul, reproiectați gurile de alimentare /golire sau instalați șicane.	Debitele (măsurate la trecerea prin bazin). Calitatea microbiologică. Proiectul instalației. Verificarea timpului de rezidență.	Detectare de E. Coli sau coliformi în probele de 100 ml de apă deși concentrația reziduală a CRL este adecvată. Fluctuații inexplicabile de calitate a apei.	Exploatați rezervorul astfel încât să forțați fluctuația (umpleți și goliți în mod deliberat).

Sursa: Sandu, M., Racovițeanu, G. – Manual pentru inspecția sanitară și monitorizarea calității apei în sistemele de alimentare cu apă, Ed. Conpress, 2006, ISBN 973-7797-78-7 [6].

Planuri pentru situații neprevăzute

(1) Dacă se întâmplă un eveniment, în ciuda măsurilor preventive și corective luate, se va aplica planul pentru situații neprevăzute, particularizat de operator în funcție de alcătuirea obiectelor sistemului de alimentare cu apă.

Tabelul A3.38. Planuri pentru situații neprevăzute.

Eveniment – Avarii (fisuri) în rezervorul/bazinul de apă tratată	
<i>Indicatori:</i>	Inspecția vizuală prezintă indicii de deteriorare structurală sau spărtură. Nivelul apei nu poate fi menținut în ciuda pompării unui debit adecvat de apă în bazin
<i>Acțiuni necesare:</i>	Identificați locul spărturii și reparați. Ocoliți rezervorul/bazinul și folosiți apa direct de la ieșirea din stația de tratare. Dacă sursa normală de apă nu întrunește cerințele populației sau capacitatea de tratare a stației (respectiv cantitatea este prea mică în perioade respectivă a anului): - investigați și obțineți sursă (surse) alternative de apă; - implementați restricții la consumul de apă. Reparați rezervorul/bazinul de stocare dacă spărtura este cauza problemei. Înregistrați cauzele defecțiunii și măsurile luate pentru corectarea situației. Modificați PMRSP dacă este necesar.
<i>Responsabilitate:</i>	Operatorul sistemului de înmagazinare-distribuție.
Eveniment – Germeni detectați în apa stocată	
<i>Indicatori:</i>	Nu poate fi obținută o cantitate detectabilă de clor rezidual în apa care iese din bazin. În probele de 100 ml de apă din bazin se detectează continui E. Coli sau coliformi este prezentă în niveluri mari (peste 10 la 100 ml). Cazuri de îmbolnăviri în comunitate. Cunoașterea unor acte de sabotaj sau vandalism.
<i>Acțiuni necesare:</i>	Cu consultarea autorităților, analizați posibilitatea evacuării apei stocate, chiar dacă indicatorii sunt clari, dacă au existat niveluri mari de contaminare microbiologică. Înregistrați cauzele defecțiunii și măsurile luate pentru corectarea situației. Modificați PMRSP dacă este necesar.
<i>Responsabilitate:</i>	Operatorul sistemului de înmagazinare-distribuție.
Eveniment – Niveluri mari de contaminanți chimici în apa stocată	
<i>Indicatori:</i>	Cunoașterea unei deversări accidentale majore de substanțe chimice sau a unei supradoze de substanță (clor) în bazin; act de sabotaj sau vandalism. Modificarea aspectului, mirosului sau gustului apei. Cazuri de îmbolnăviri în comunitate. Nerefacerea clorului rezidual.
<i>Acțiuni necesare:</i>	Închideți bazinul și, dacă este cazul și alimentarea. Asigurați o altă sursă de apă potabilă până redevine posibilă furnizarea unei ape de calitate acceptabilă. Informați autoritățile în legătură cu situația creată. Identificați sursa contaminării și luați măsuri pentru evitarea recontaminării. Aruncați apa din bazin. Va fi probabil necesară consultarea consiliului regional cu privire la eliminarea apei evacuate. Spălați sistemul de distribuție și monitorizați calitatea apei până ce concentrațiile determinantilor scad din nou sub 50% din CMA. Avertizați consumatorii să lase să curgă robinetele înainte de a relua consumul de apă. Înregistrați cauzele defecțiunii și măsurile luate pentru corectarea situației. Modificați PMRSP dacă este necesar.
<i>Responsabilitate:</i>	Operatorul sistemului de înmagazinare-distribuție.

Sursa: Sandu, M., Racovițeanu, G. – Manual pentru inspecția sanitară și monitorizarea calității apei în sistemele de alimentare cu apă, Ed. Conpress, 2006, ISBN 973-7797-78-7 [6].

Evaluarea riscurilor în exploatarea rețelelor de distribuție a apei

(1) Riscurile identificate în exploatarea rețelelor de distribuție a apei sunt sintetizate în tabelul următor.

Tabelul A3.39. Evaluarea riscurilor în exploatarea rețelelor de distribuție.

Cauze	Măsuri preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
Eveniment: INTRODUCEREA DE MATERIAL CONTAMINANT ÎN SISTEMUL DE DISTRIBUȚIE				
Riscuri: <i>Germeni; determinanți chimici (în funcție de natura materialului).</i>				
Nivel de risc: Mare				
A.1. Spargeri, crăpături, deteriorare accidentală a rețelei de distribuție.	Spărțurile și crăpăturile pot apărea ca urmare a stării proaste a rețelei. Rolul jucat de gestionarea activelor în întreținerea integrității sistemului este de asemenea menționat în cele ce urmează.			
A.2. Zona afectată de avarie neizolată corect.	Existența unui plan al conductelor, vanelor și al întreținerii aferente. Acționați și întrețineți regulat vanele și/sau determinați starea lor. Personal bine instruit cu cunoștințe de deschidere, închidere și serializare a vanelor. Luarea în considerare a zonelor de presiune scăzută, pantelor, extremităților, vanelor și hidranților. Identificarea și luarea în considerare a tuturor racordurilor în rețea și la consumatori.	Fișe de lucrări.	Planul rețelei nu este actualizat regulat. Cunoașterea insuficientă a stării valvelor și poziției acestora. Personal instruit neadecvat. Neidentificare și lipsa de documentare a riscurilor de contaminare	Audit complet al planurilor rețelei. Identificați necesitățile de instruire a personalului și realizați instruirea.
A.3. Căderea presiunii în sistem.	Instalați dispozitive de prevenire a refulării unde este cazul. Identificarea și cartografierea zonelor de presiune scăzută, pantelor, extremităților, vanelor și hidranților.	Presiunea. Debitul. Turbiditatea. E. Coli și coliformi.	Neinstalarea unor dispozitive de prevenirea refulării unde este cazul. Presiuni mici sau negative presiuni în porțiuni ale rețelei.	Instalați dispozitive de prevenirea refulării.
A.4. Direcția de curgere în zona afectată necunoscută sau necontrolabilă	Determinați direcția de curgere pe baza informațiilor privind presiunea și înregistrările chimice înainte de a începe lucrările de întreținere. Pentru conductele majore, utilizați un model al rețelei sau trasori chimici pentru a determina direcția de curgere înainte de a începe lucrările de întreținere	Fișa de lucrări și procedurile de verificare.	Observarea unor debite incorecte.	Studiați modelul hidraulic al rețelei
A.5. Neadoptarea practicilor igienice standard	Practicile de lucru pentru întreținerea rețelei respectă procedurile standard. Triati personalul din alimentările cu apă pentru boli transmisibile prin apă. Cei afectați nu au voie să lucreze în sistemele de alimentare cu apă potabilă înainte de a obține un certificat medical prin care se atestă starea de sănătate.	Bacteriile indicator din apă după întreținere. Fișele de lucru și procedurile.	Detectarea E. Coli sau coliformilor după efectuarea lucrărilor de întreținere. Erori depistate în audit.	Identificați necesitățile de instruire a personalului și acordați instruirea. Repetati dezinfectia porțiunii reparate. Reauditați procedurile.

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**
**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
A.6. Instruire neadecvată a personalului	Acordați instruire internă și externă pentru a vă asigura că echipele de intervenție conștientizează problemele de calitate și importanța bunelor practici de lucru.	Listă de verificare la fața locului a resurselor și înregistrărilor privind instruirea.	Supravegherea neadecvată a personalului de către persoanele calificate. Resursele/ înregistrările privind instruirea neadecvate.	Identificați necesitățile de instruire a personalului și acordați instruirea.
A.7. Utilizarea unor materiale necorespunzătoare.	Utilizați numai materiale atestate sau aprobate.	Înregistrările comenzilor de materiale. Atestarea materialelor folosite.	Folosirea materialelor neaprobată în sistemul de distribuție. Înregistrări neadecvate privind materialele utilizate.	Înlocuiți cu articole de calitate adecvată.
A.8. Practici inadecvate de spălare și dezinfectare în timpul reparării sau punerii în funcțiune a unei conducte noi.	Elaborați și utilizați un cod de practică pentru curățarea și dezinfectarea conductelor. Asigurați existența clorului rezidual în amonte și în aval de șantierul de intervenție. Mențineți un nivel de dezinfectant rezidual.	Concentrația de clor rezidual liber (CRL). Calitatea microbiologică. Turbiditatea.	Nu este documentată direcția de curgere. Reclamații excesive ale consumatorilor sau îmbolnăviri suspecte. CRL rezidual nu poate fi menținut la peste 0,25 mg/l după curățarea, dezinfectarea și spălarea zonei afectate. CRL în secțiunea afectată nu se menține la peste 10 mg/l timp de 30 minute. Detectarea E. Coli sau coliformilor. Turbiditate de peste 0,5 NTU.	Anunțați autoritățile dacă se detectează mai mult de 10 E. Coli într-o probă de 100 ml apă, sau dacă persistă contaminarea cu E. Coli. Identificați motivele pentru care nivelul rezidual este neadecvat și corectați.
A.9. Ocolire temporară și/sau ocolire de alimentare neadecvate.	Asigurați curățarea echipamentelor și folosiți-le exclusiv pentru alimentarea cu apă. Mențineți clor rezidual. Acordați instruire echipelor pentru a asigura conștientizarea aspectelor legate de igienă. Utilizarea unui traseu ocolitor poate determina un ‘incident de apă murdară’. Consumatorii, în special cei care au exigențe speciale în privința calității apei (spitale, industrie alimentară), trebuie informați de probabilitatea deteriorării calității apei.	CRL. Calitatea microbiologică.	Nerespectarea cerințelor din LCAP. Documentare inadecvată.	Instruiți personalul. Reauditați procedurile. Identificați motivele pentru care nivelul rezidual este neadecvat și corectați. Identificați necesitățile de instruire a personalului și acordați instruirea.

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ

ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
A.10. Contaminare în timpul prelevării probelor.	Asigurați puncte de prelevare securizate, sigure care să permită accesul fără risc de introducere a contaminanților.	Calitatea microbiologică. Determinanții respectivi, dacă se bănuiește o contaminare chimică.	Nerespectarea cerințelor din LCAP.	Recoltați din nou. Luați măsuri spre a evita repetarea contaminării. Perfecționați personalul care recoltează.
A.11. Amplasarea necorespunzătoare a conductelor de distribuție a apei.	Asigurați o distanță de peste 3 m orizontal între conductele de alimentare și canalele colectoare (dacă au trasee paralele). Se pot plasa mai aproape de canalele pluviale sau dacă conducta de alimentare se află cu cel puțin 0,5 m deasupra canalului și acesta a fost construit la standardele conductei de alimentare (materiale și îmbinări). Asigurați plasarea conductelor de alimentare cu cel puțin 0,5 m deasupra canalelor la traversări sau mai aproape dacă colectorul a fost construit la standardele conductei de alimentare. Îmbinările conductei de apă trebuie să fie echidistante față de traversare. Evitați instalarea conductelor de alimentare în zone în care se cunoaște existența unor surse potențiale de contaminare (depozite de deșeuri chimice, de deșeuri, extracții de gaze). Evitați terenurile instabile pentru a reduce flexiunea conductelor. Asigurați îngroparea conductelor la un nivel inferior zonei de îngheț al solului.	Calitatea microbiologică. Compuși chimici (în funcție de sursa potențială de contaminare).	Nerespectarea cerințelor din LCAP.	
A.12. Racorduri încrucișate	Inspectarea sistemului pentru depistarea racordurilor încrucișate. Luați măsuri ca numai persoanele cu calificarea corespunzătoare să poată efectua lucrări de racordare în contul furnizorului de apă.	Registrele de inspecție.	Depistarea racordurilor încrucișate prin inspecție. Raportarea constatării vizuale la robinet a contaminării apei. Fluctuații inexplicabile ale calității chimice și microbiologice a apei.	Verificarea calificării personalului care efectuează racorduri.
Eveniment: RE-SUSPENSIA CONTAMINANȚILOR DIN SEDIMENTE ÎN SISTEMUL DE DISTRIBUȚIE Riscuri: <i>Germei; compuși chimici, turbiditate.</i> Nivel de risc: Moderat				
B.1. Dezvoltarea de sediment sau biofilm.	A se vedea procedurile anterioare.			Răzuțiți, curățați pneumatic, spălați sistemul de distribuție.

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**

**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
B.2. Viteza prea mare a apei.	Deschidere/închidere controlată a vanelor și pornire controlată a pompelor. Dimensionați diametrul conductelor astfel încât să poată face față cererii de apă fără ca viteza mare a apei să ducă la re-suspensia sedimentelor.	CRL. Calitatea microbiologică Turbiditate.	Reclamațiile clienților. Nerespectarea cerințelor din LCAP.	Refaceți calitatea acceptabilă. Modificați protocolul de spălare.
Eveniment: DEZVOLTAREA DE SEDIMENTE SAU BIOFILM Riscuri: <i>Germeți; compuși chimici, turbiditate.</i> Nivel de risc: Moderat				
C.1. Ieșirea din stația de tratare a unei ape de calitate chimic slabă – ex, precipitarea de flocoane, fier/mangan după tratare.	Asigurați existența tratamentelor pentru îndepărtarea constituenților din apa brută ce s-ar putea depozita în sistemul de distribuție. Asigurați funcționarea eficientă a tratării astfel încât să nu adauge constituenți ce s-ar putea depozita în sistemul de distribuție. Asigurați un program de curățare / spălare regulată, în special în zonele de debit scăzut și capete de sistem.	Turbiditate. Aluminiu. Fier, mangan. Inspecții.	Reclamații de la clienți.	Îmbunătățiți performanța tratării. Răzuțiți, curățați pneumatic, spălați sistemul de distribuție.
C.2. Ieșirea din stația de tratare a unei ape de calitate microbiologic slabă care pătrunde în sistemul de distribuție.	Asigurați continuu CRL în întregul sistem de distribuție. Asigurați un program de curățare/spălare regulată, în special în zonele de debit scăzut și capete de sistem.	CRL. Calitatea microbiologică. Turbiditatea.	Nerespectarea CRL.	
C.3. Debite prea mici ale apei ducând la: - dispariția clorului rezidual; - apariția biofilmului în rețea.	Analizați zonele problemă și implementați un plan de creștere a debitelor în aceste zone. Proiectați rețeaua de distribuție inelară și nu ramificată pentru a permite o mai mare flexibilitate în dirijarea fluxurilor de apă, reducând astfel zonele cu debit scăzut.	Debitul. Presiunea.		Modelați tipurile de curgere și restul de CRL pentru identificarea modificărilor necesare.
C.4. Practici inadecvate în reparații, care permit dezvoltarea biofilmului.	Selectați materiale rezistente la dezvoltarea biopeliculei (netede) și nu încurajați formarea de biopeliculă (unele materiale plastice o fac).	Calitatea microbiologică. Turbiditatea.	Nerespectarea cerințelor din LCAP.	Analizați practicile de întreținere. Schimbați materialele de construcții și reparații.
C.5. Program neadecvat de curățare.	Asigurați un program de curățare regulată, în special în zonele de debit scăzut și capete de sistem.	CRL. E. Coli sau coliformi. Turbiditatea. Aluminiu. Fier, mangan.	Registrul de întreținere nesemnificativ. Reclamațiile clienților. Nerespectarea cerințelor din LCAP.	Modificați programul de curățare
Eveniment: IMPOSIBILITATEA MENȚINERII UNEI PRESIUNI SUFICIENTE A APEI Riscuri: <i>Presiunea scăzută în sistemul de alimentare cu apă poate permite pătrunderea germenilor și determinanților chimici; riscuri asociate igienei precare.</i> Nivel de risc: Mare				

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**
**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
D.1. Insuficiența apei la sursă, în stația de tratare sau în bazinul de apă tratată.	Introduceți un program de economisire a apei la consumator. Verificați starea sistemelor de vane pentru izolare rețea.	Calitatea apei la consumator.	Modificarea turbidității. Parametrii generali de calitate apă.	Puneți în aplicare un plan pentru creșterea debitelor la sursă.
D.2. Scurgeri în sistemul de distribuție	Verificare sistematică a variației presiunilor pe tronsoane.	Presiuni, debite, calitatea apei.	Deteriorarea calității LCAP	Plan acțiune.
D.3. Defectarea pompelor din stațiile de pompare.	Asigurați un utilaj în rezervă uscată.	Proceduri standard cerute de fabricant.	Lipsa de asigurare debit și presiuni.	Înlocuire pompă.
Evenimentul: PRESIUNEA APEI DIN SISTEMUL DE DISTRIBUȚIE MAI MICĂ DECÂT PRESIUNEA PE AMPLASAMENTELE ALIMENTATE Riscuri: <i>Germeți; compuși chimici.</i> Nivel de risc: Mare				
E.1. Cădere de presiune în rețeaua de alimentare.	Instalarea unuia dintre următoarele dispozitive de prevenire a refulării în funcție de nivelul de risc pentru alimentare: - dispozitiv de prevenire a refulării cu presiune redusă; - valvă netestabilă cu dublu control; - valvă testabilă cu dublu control; - pernă de aer. Inspectare și testare anuală a dispozitivelor de prevenire a refulărilor.	Registrele de testare și inspecție. Calitatea microbiologică. Determinanții chimici (dacă există motive de suspectare a unei contaminări)	Reclamații ale consumatorilor privind contaminarea puternică a apei la robinet. Fluctuații inexplicabile ale calității chimice și microbiologice a apei. Detectare de <i>E. Coli</i> sau coliformi. Concentrațiile determinanților chimici vizați peste 50% din CMA.	Determinați motivele scăderii presiunii în sistem și rectificați, dacă este posibil. Identificați amplasamentele în care s-a produs refularea și instalați dispozitivul necesar.
E.2. Presiune crescută pe amplasamentele alimentate față de cea din rețea.	<i>A se vedea procedurile anterioare.</i>	<i>A se vedea procedurile anterioare.</i>	<i>A se vedea procedurile anterioare.</i>	Identificați amplasamentele pe care s-a produs refularea și instalați dispozitivele adecvate.
Eveniment: NU EXISTĂ CLAPETE ANTI-RETUR, SUNT INADECVATE, DEFECTE SAU INCORECT INSTALATE Riscuri: <i>Germeți; compuși chimici.</i> Nivel de risc: Mare				
F.1. Clapetul anti-retur nu este conectat sau este conectat prost.	<i>A se vedea procedurile anterioare.</i>	<i>A se vedea procedurile anterioare.</i>	<i>A se vedea procedurile anterioare.</i>	Identificați amplasamentul pe care s-a produs refularea și instalați dispozitivul adecvat
F.2. Racord ilegal la rețeaua de distribuție.	Inspecție și testare anuală a dispozitivelor de prevenire a refulării. Asigurați-vă că numai persoane cu calificarea necesară sunt autorizate să facă racorduri din rețeaua furnizorului de apă.	<i>A se vedea procedurile anterioare.</i>	<i>A se vedea procedurile anterioare.</i>	Verificați calificarea personalului care efectuează racorduri.

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL I
SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ**

**ANEXA 3
Evaluarea riscurilor în sistemele alimentare cu apă**

Cauze	Măsurile preventive	Elemente de verificare		Acțiuni corective
		Ce se verifică	Semne că acțiunile sunt necesare	
F.3. Clapetul anti- retur a funcționat bine, dar a fost deconectat pentru menținerea debitului de curgere și nu a mai fost conectat	Inspecția și testarea anuală și înlocuirea, dacă este cazul, a dispozitivelor de prevenire a refulării. Implementarea unei politici cuprinzătoare privind piesele de schimb.	<i>A se vedea procedurile anterioare.</i>		Reparați/înlocuiți
F.4. Nu este instalat un clapet anti- retur datorită lipsei de cunoaștere a activităților de pe amplasament.	Elaborați împreună cu autoritatea locală proceduri pentru ca inginerul de la alimentare să fie informat de modificările de utilizare a amplasamentelor prin intermediul autorității care se ocupă de înregistrarea modificărilor aduse construcțiilor. Inspecție și testare anuală a clapetelor anti- retur.	<i>A se vedea procedurile anterioare.</i>		Identificați amplasamentul pe care s-a produs refularea și instalați clapetul adecvat.
F.5. Defectarea clapetului anti- retur.	Inspecție și testare anuală a clapetelor anti- retur.	<i>A se vedea procedurile anterioare.</i>		Reparați/înlocuiți.
F.6. Vandalism sau distrugere accidentală.	Dacă este cazul, prevedeați împrejurimi cu încuietore pentru dispozitivele de prevenire a refulării. Inspecție și testare anuală a dispozitivelor de prevenire a refulării.	<i>A se vedea procedurile anterioare.</i>	Reclamații ale consumatorilor privind contaminarea puternică a apei.	Reparați/înlocuiți Protejați față de stricăciuni ulterioare.

Sursa: Sandu, M., Racovițeanu, G. – Manual pentru inspecția sanitară și monitorizarea calității apei în sistemele de alimentare cu apă, Ed. Conspress, 2006, ISBN 973-7797-78-7 [6].

Planuri pentru situații neprevăzute

(1) Dacă se întâmplă un eveniment, în ciuda măsurilor preventive și corective luate, se va aplica planul pentru situații neprevăzute, particularizat de operator în funcție de alcatuirea obiectelor sistemului de alimentare cu apă.

Tabelul A3.40. Planuri pentru situații neprevăzute.

Eveniment – Pătrunderea contaminării în sistemul de distribuție	
<i>Indicatori:</i>	Imposibilitatea menținerii clorului rezidual în situații în care ar trebui să se mențină în mod normal. Detectarea continuă a <i>E. Coli</i> . Reclamații numeroase ale consumatorilor privind gustul și mirosul. Cazuri de îmbolnăviri în comunitate. Fluctuații ale turbidității și niveluri mai mari decât în apa care iese din stația de tratare.
<i>Acțiuni necesare:</i>	Identificați și remediați cauzele defecțiunii. Înregistrați cauzele defecțiunii și măsurile luate pentru corectarea situației. Modificarea PMRSP dacă este necesar.
<i>Responsabilitate:</i>	Operatorului sistemului de distribuție.
Eveniment – Producerea unei refulări în sistemul de distribuție	
<i>Indicatori:</i>	Reclamații cu privire la culoarea, gustul sau mirosul apei de la robinet. Incident de refulare raportat de o unitate industrială. Raportarea cazurilor de îmbolnăviri în unele zone ale comunității. Imposibilitatea menținerii dezinfectantului rezidual în unele zone ale sistemului de distribuție. Depistarea de <i>E. Coli</i> sau coliformi în sistemul de distribuție
<i>Acțiuni necesare:</i>	Anunțați autoritățile și cu consultarea acestora avertizați consumatorii din zona afectată să nu consume apa până la următorul anunț. Dacă este necesar, asigurați o altă sursă de apă potabilă până redevine posibilă furnizarea unei ape de calitate acceptabilă. Identificați sursa incidentului de refulare și izolați-o până la instalarea unui dispozitiv de prevenire a refulării sau repararea celui deja instalat. Goliți și spălați partea afectată a sistemului de distribuție, analizați necesitatea spălării cu clorare mai puternică dacă incidentul ar fi putut implica o contaminare microbiologică. Monitorizați determinanții corespunzători din zona afectată pentru a determina succesul măsurilor de contingență și anunțați consumatorii în momentul în care apa redevine sigură pentru consum, că va trebui să lase robinetele deschise până la obținerea apei de calitate corespunzătoare pentru consum. Înregistrați cauzele defecțiunii și măsurile luate pentru corectarea situației. Modificați PMRSP dacă este necesar.
<i>Responsabilitate:</i>	Operatorul sistemului de distribuție.

Sursa: Sandu, M., Racovițeanu, G. – Manual pentru inspecția sanitară și monitorizarea calității apei în sistemele de alimentare cu apă, Ed. Conspress, 2006, ISBN 973-7797-78-7 [6].

ANEXA 4

Relații de calcul hidraulic utilizate frecvent în proiectarea sistemelor de alimentare cu apă și canalizare

A4.1. Calculul hidraulic al conductelor scurte

- (1) Conductele scurte sunt sisteme de conducte la care se iau în calcul relațiile complete care conțin atât pierderile de sarcină locale cât și pierderile de sarcină uniform distribuite (liniare).

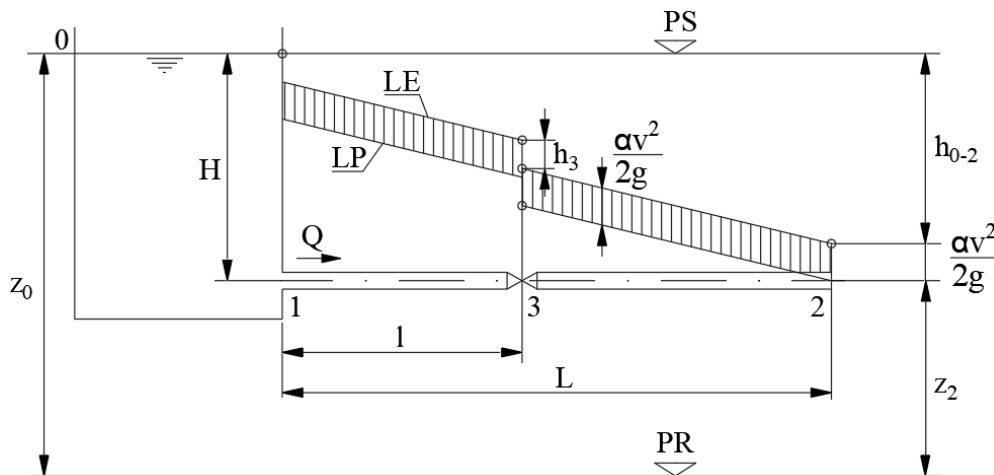


Figura A4.1. Schema hidraulică conducte scurte.

Notații: 0. Nivelul apei în rezervor, considerat constant; 1. Intrare în conductă; 2. Capăt conductă; 3. Vană; H – Sarcină totală; PS – Plan de sarcină; PR – Plan de referință; Q – Debitul transportat; LE – Linia energetică; LP – Linia piezometrică; l – lungimea sectorului 1-3 al conductei, L – lungimea totală a conductei; h₃ – pierderea locală de sarcină la vană; h₀₋₂ – pierderea de sarcină pe toată lungimea conductei.

- (2) Relația energiilor între secțiunile 0 și 2 este următoarea:

$$\left(z + \frac{p}{\rho g}\right)_0 + \frac{\alpha_0 \times v_0^2}{2g} = \left(z + \frac{p}{\rho g}\right)_2 + \frac{\alpha_2 \times v_2^2}{2g} + h_{0-2} \quad (\text{A4.1})$$

în care:

$\frac{\alpha v^2}{2g}$ – energia specifică cinetică (m);

$\left(z + \frac{p}{\rho g}\right)$ – energia specifică potențială (cota piezometrică) (m);

h_{0-2} – pierderea de sarcină pe toată lungimea conductei (m).

Pentru exemplul prezentat în figura anterioară, existența rezervorului (cu dimensiuni mult mai mari decât conducta) în secțiunea 0, face posibilă neglijarea energiei specifice cinetice în secțiunea de intrare.

- (3) Sarcina totală H se determină cu relația următoare:

$$H = \left(\frac{\lambda L}{D} + \xi_1 + \xi_3 + \alpha\right) \times \frac{v^2}{2g} \quad (\text{A4.2})$$

în care:

H – sarcina totală (m);

λ – Coeficientul Darcy (m·s);

L – Lungimea conductei (m);

D – Diametrul interior al conductei (m);

ξ_1 – coeficient de pierdere de sarcină la ieșirea din conductă;

ξ_3 – coeficient de pierdere de sarcină la vană;

α – coeficient de neuniformitate a vitezei (coeficientul Coriolis);

$\alpha = 1$ – în cazul mișcării turbulente;

$\alpha = 2$ – în cazul mișcării laminare;

v – viteza apei (m/s)

$g = 9,81 \text{ m}^2/\text{s}$ – accelerația gravitațională;

(4) Coeficientul Darcy se calculează cu relația următoare:

$$\lambda = \frac{8 \times g}{C^2} \quad (\text{A4.3})$$

în care:

λ – Coeficientul Darcy (m·s);

$g = 9,81 \text{ m}^2/\text{s}$ – accelerația gravitațională;

C – Coeficientul Chézy ($\text{m}^{0,5}/\text{s}$).

(5) Coeficientul Chézy se determină cu relația următoare:

$$C = \frac{1}{n} \times R^{1/6} \quad (\text{A4.4})$$

în care:

$\frac{1}{n}$ – Coeficient de rugozitate al conductei;

R – Raza hidraulică (m).

(6) Coeficientul de rugozitate se adoptă în funcție de materialul conductei. Orientativ se pot folosi următoarele valori:

$\frac{1}{n} = 74$ – Conducte din beton sclivisit sau fontă cenușie;

$\frac{1}{n} = 83$ – Conducte noi din oțel;

$\frac{1}{n} = 100 - 110$ – Conducte din materiale plastice (ex. polietilenă de înaltă densitate – PEID, poliesteri armați cu fibre de sticlă și insertie de nisip – PAFSIN, policlorura de vinil – PVC).

(7) Raza hidraulică se determină cu relația următoare:

$$R = \frac{A}{P} \quad (\text{A4.5})$$

în care:

R – Raza hidraulică (m).

A – Aria de curgere (aria udată) (m^2);

P – Perimetrul udat (m).

(8) În cazul conductelor care funcționează sub presiune, raza hidraulică rezultă:

$$R = \frac{A}{P} = \frac{\frac{\pi \times D^2}{4}}{\pi \times D} = \frac{D}{4} \quad (\text{A4.6})$$

în care:

D – Diametrul interior al conductei (m).

(9) Debitul transportat se determină cu relația de continuitate:

$$Q = A \times v = ct. \quad (\text{A4.7})$$

în care:

Q – Debitul de apă (m^3/s);

A – Aria secțiunii normale la direcția de curgere (m^2);

v – Viteza apei (m/s).

A4.2. Calculul hidraulic al conductelor lungi

- (1) Conductele lungi sunt sisteme de conducte la care sunt preponderente pierderile de sarcină uniform distribuite (liniare). Un exemplu de conducte lungi sunt aducțiunile de apă.

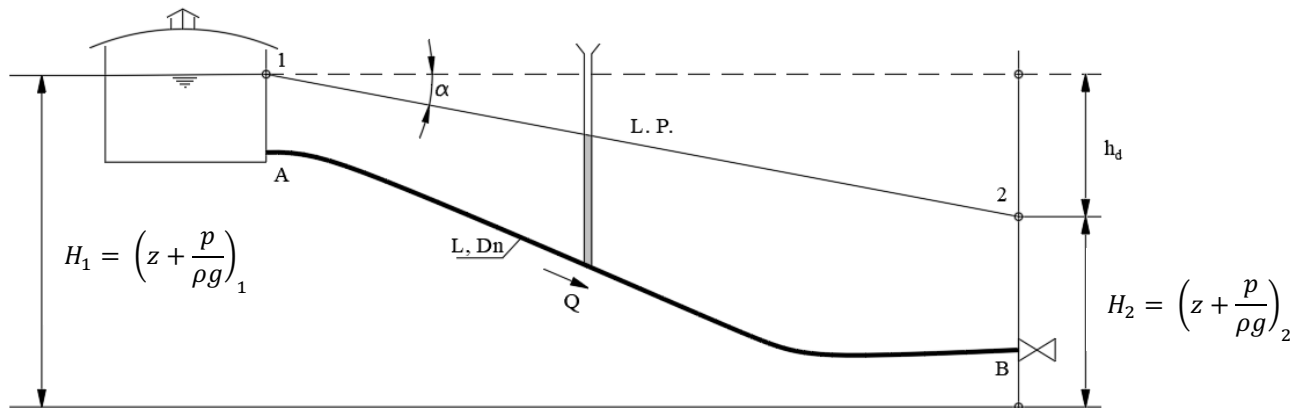


Figura A4.2. Schema hidraulică conducte lungi.

Notații: L – Lungime conductă, Dn – Diametrul nominal conductă, L.P. – Linia piezometrică conductă.

- (2) Relația de calcul a debitului este cunoscută sub numele relația Chézy:

$$Q = A \times C \times \sqrt{R \times i} \quad (\text{A4.8})$$

în care:

- Q – Debitul de apă transportat prin aducțiune (m^3/s);
- A – Aria secțiunii conductei de aducțiune, normală la direcția de curgere (m^2);
- C – Coeficientul Chézy ($\text{m}^{0.5}/\text{s}$);
- R – Raza hidraulică (m);
- $i = \text{tg}(\alpha) = \frac{h_d}{L}$ – Panta hidraulică.

- (3) Coeficientul Chézy se determină cu relația următoare:

$$C = \frac{1}{n} \times R^{1/6} \quad (\text{A4.9})$$

în care:

- $\frac{1}{n}$ – Coeficient de rugozitate al conductei;
- R – Raza hidraulică (m).

- (4) Coeficientul de rugozitate se adoptă în funcție de materialul conductei. Orientativ se pot folosi următoarele valori:

$\frac{1}{n} = 74$ – Conducte din beton sclivisit sau fontă cenușie;

$\frac{1}{n} = 83$ – Conducte noi din oțel;

$\frac{1}{n} = 100 - 110$ – Conducte din materiale plastice (ex. polietilenă de înaltă densitate –

PEID, poliesteri armați cu fibre de sticlă și inserție de nisip – PAFSIN, policlorură de vinil – PVC).

- (5) Raza hidraulică se determină cu relația următoare:

$$R = \frac{A}{P} \quad (\text{A4.10})$$

în care:

- R – Raza hidraulică (m).
- A – Aria de curgere (aria udată) (m^2);

P – Perimetrul udat (m).

(6) În cazul conductelor care funcționează la plin, raza hidraulică rezultă:

$$R = \frac{A}{P} = \frac{\frac{\pi \times D^2}{4}}{\pi \times D} = \frac{D}{4} \quad (\text{A4.11})$$

în care:

D – Diametrul interior al conductei (m).

(7) Pierderea de sarcină se calculează cu relațiile următoare:

a. calcul rapid:

$$h_d = i \times L \quad (\text{A4.12})$$

în care:

h_d – pierderea de sarcină uniform distribuită (m);

$i = \text{tg}(\alpha)$ – Panta hidraulică, se poate citi din diagramele de calcul pentru conducte; în figura următoare se prezintă un exemplu de utilizare a diagramei pentru alegerea diametrului conductei și a parametrilor hidraulici principali (pantă hidraulică și viteza de curgere);

L – Lungimea conductei (m).

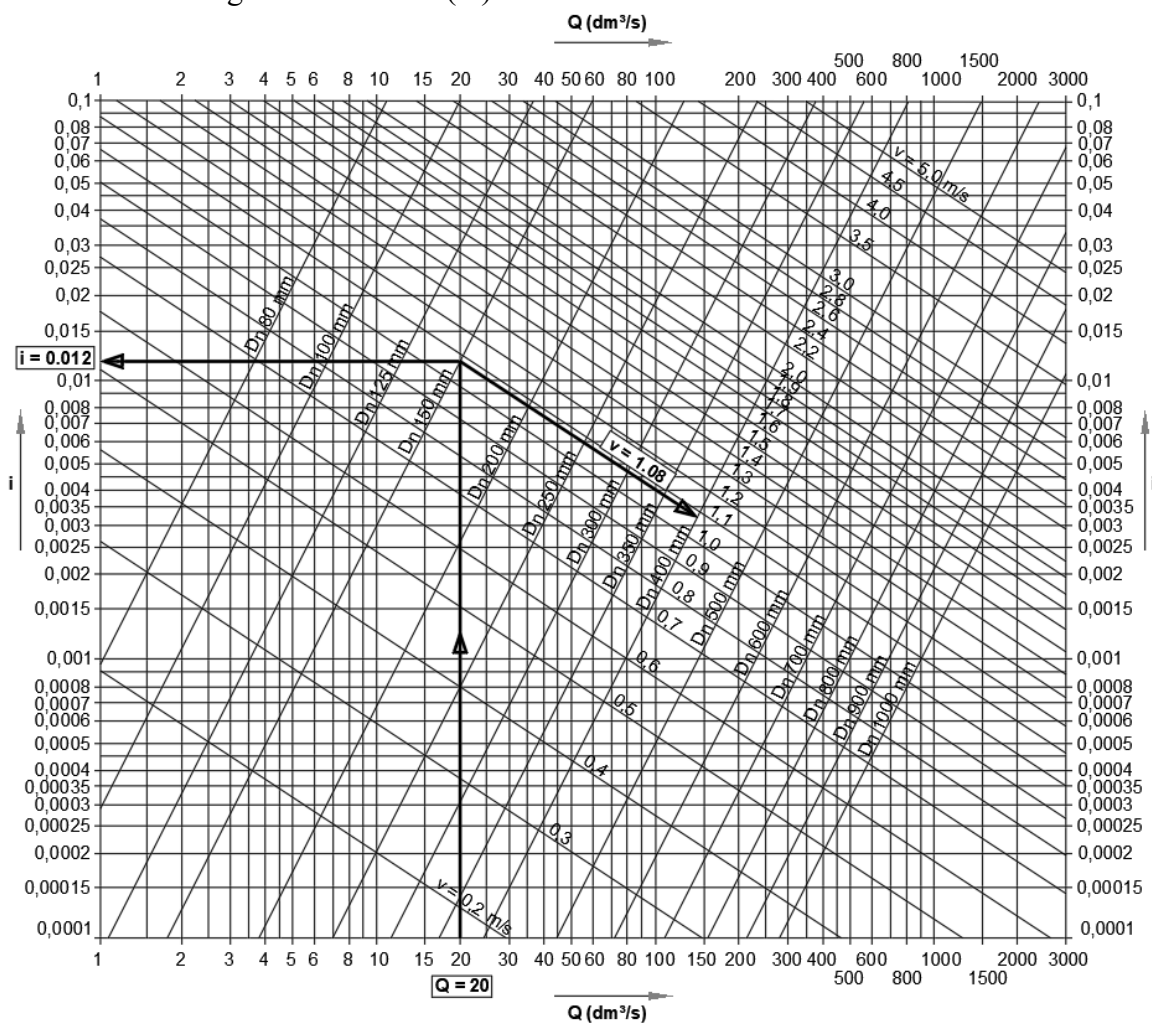


Figura A4.3. Diagrama de calcul pentru conducte PEID, k=100.

Exemplu de calcul pentru o conductă care transportă debitul $Q = 20 \text{ dm}^3/\text{s}$:

Cu debitul $Q = 20 \text{ dm}^3/\text{s}$, în gama de viteze economice $v_{ec} = 0,8 - 1,2 \text{ m/s}$ se intersectează diametrul Dn 150 mm pentru care se citesc viteza efectivă de curgere a apei $v = 1,08 \text{ m/s}$ și panta hidraulică $i = 0,012$.

b. calcul detaliat:

$$h_d = M \times Q^2 \quad (\text{A4.13})$$

în care:

H_d – pierderea de sarcină uniform distribuită (m);

M – Modulul de rezistență al conductei (s^2/m^5);

Q – Debitul transportat (m^3/s).

(8) Modulul de rezistență al conductei se determină cu relația următoare:

$$M = \frac{\lambda \times L}{D} \times \frac{1}{2 \times g \times A^2} \quad (\text{A4.14})$$

în care:

M – Modulul de rezistență al conductei (s^2/m^5);

λ – Coeficientul Darcy ($\text{m} \cdot \text{s}$);

L – Lungimea conductei (m).

D – Diametrul interior al conductei (m);

$g = 9,81 \text{ m}^2/\text{s}$ – accelerația gravitațională;

A – Aria secțiunii conductei de aducțiune, normală la direcția de curgere, definită anterior (m^2).

(9) Coeficientul Darcy se calculează cu relația următoare:

$$\lambda = \frac{8 \times g}{C^2} \quad (\text{A4.15})$$

în care:

λ – Coeficientul Darcy ($\text{m} \cdot \text{s}$);

$g = 9,81 \text{ m}^2/\text{s}$ – accelerația gravitațională;

C – Coeficientul Chézy, definit anterior ($\text{m}^{0,5}/\text{s}$).

A4.3. Calculul canalelor cu nivel liber. Cheia limnimerică

- (1) Calculul canalului se face cu relația Chézy, construind o cheie limnimerică, care reprezintă corelația dintre înălțimea apei în canal și debitul transportat.

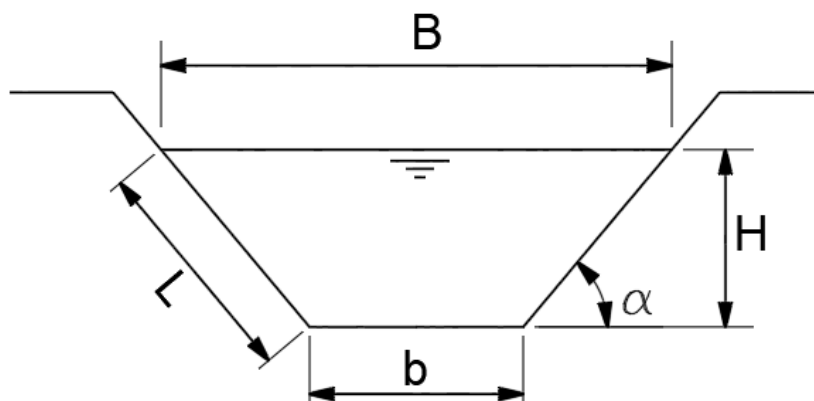


Figura A4.4. Calculul canalelor cu nivel liber. Exemplu canal trapezoidal.

Notații: 1. L – Lungime conductă, Dn – Diametrul nominal conductă, L.P. – Linia piezometrică conductă.

- (2) Debitul de calcul se determină cu relația Chézy:

$$Q = A \times C \times \sqrt{R \times i} \quad (\text{A4.16})$$

în care:

- Q – Debitul de calcul (m³/s);
- A – Aria udată (m²);
- C – Coeficientul Chezy (m^{0,5}/s);
- R – Raza hidraulică (m);
- i – Panta hidraulică a canalului.

- (3) Lățimea B din zona superioară a canalului se determină în funcție de adâncimea apei în canal:

$$B = b + 2 \times \frac{H}{\text{tg}\alpha} \quad (\text{A4.17})$$

- (4) Lungimea L a laturii trapezului rezultă:

$$L = \frac{H}{\sin\alpha} \quad (\text{A4.18})$$

- (5) Aria udată se determină cu relația:

$$A = \frac{(B+b) \times H}{2} \quad (\text{A4.19})$$

- (6) Perimetrul udat se determină cu relația:

$$P = b + 2L \quad (\text{A4.20})$$

- (7) Raza hidraulică se determină cu relația:

$$R = \frac{A}{P} \quad (\text{A4.21})$$

- (8) Coeficientul Chézy se determină cu relația:

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6} \quad (\text{A4.22})$$

în care:

R – Raza hidraulică (m);

$1/n$ – coeficient de rugozitate, se adoptă în conformitate cu tipul de material din care este realizat canalul. Orientativ se pot adopta următoarele valori:

$1/n = 33$ – canale înierbate;

$1/n = 45$ – canale de stâncă, executate îngrijit;

$1/n = 74$ – beton netencuit;

$1/n = 83$ – beton sclivisit, oțel;

$1/n = 100 - 110$ – materiale plastice (polietilenă de înaltă densitate, poliesteri armați cu fibră de sticlă și inserție de nisip).

(9) Se dau valori adâncimii apei din canal. Calculul se centralizează într-un tabel.

Tabelul A4.1. Cheia limnometrică, exemplu.

H (m)	i	b (m)	B (m)	A (m ²)	P (m)	Rh (m)	1/n	C	Q (m ³ /s)
0,00	0,01	2,00	2,00	0,00	2,00	0,00	76,92	0,00	0,0
0,50	0,01	2,00	3,00	1,25	3,41	0,37	76,92	65,06	3,5
1,00	0,01	2,00	4,00	3,00	4,83	0,62	76,92	71,06	11,9
1,50	0,01	2,00	5,00	5,25	6,24	0,84	76,92	74,73	25,4
2,00	0,01	2,00	6,00	8,00	7,66	1,04	76,92	77,49	44,8
2,50	0,01	2,00	7,00	11,25	9,07	1,24	76,92	79,73	70,6
3,00	0,01	2,00	8,00	15,00	10,49	1,43	76,92	81,65	103,6

(10) Se trasează cheia limnometrică într-un grafic. Din grafic se pot citi corelațiile $Q = f(H)$.

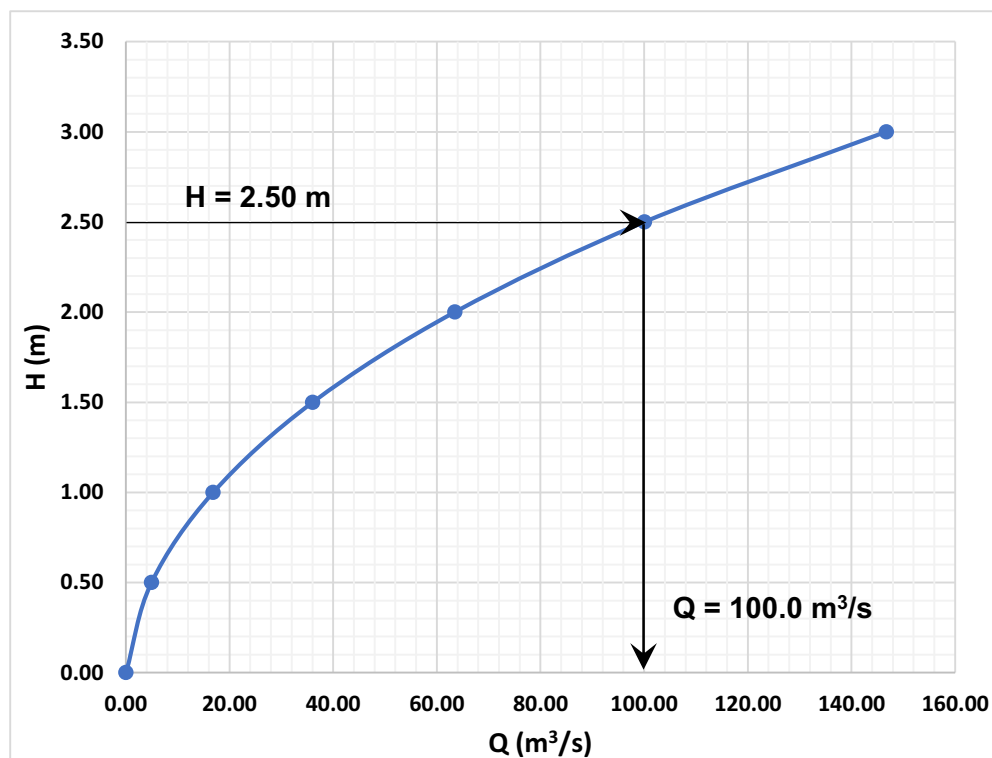


Figura A4.5. Calculul canalelor cu nivel liber. Cheia limnometrică.

(11) Pentru canale închise de diverse forme (circular, ovoidal, clopot etc.) se pot utiliza diagrame pentru calculul hidraulic în situația curgerii cu nivel liber. Metodologia de utilizare a diagramelor este următoarea:

- se determină panta canalului, care coincide cu panta hidraulică;
- din diagramă, cu debitul transportat Q se determină debitul la plin Q_{plin} și viteza la plin v_{plin} .

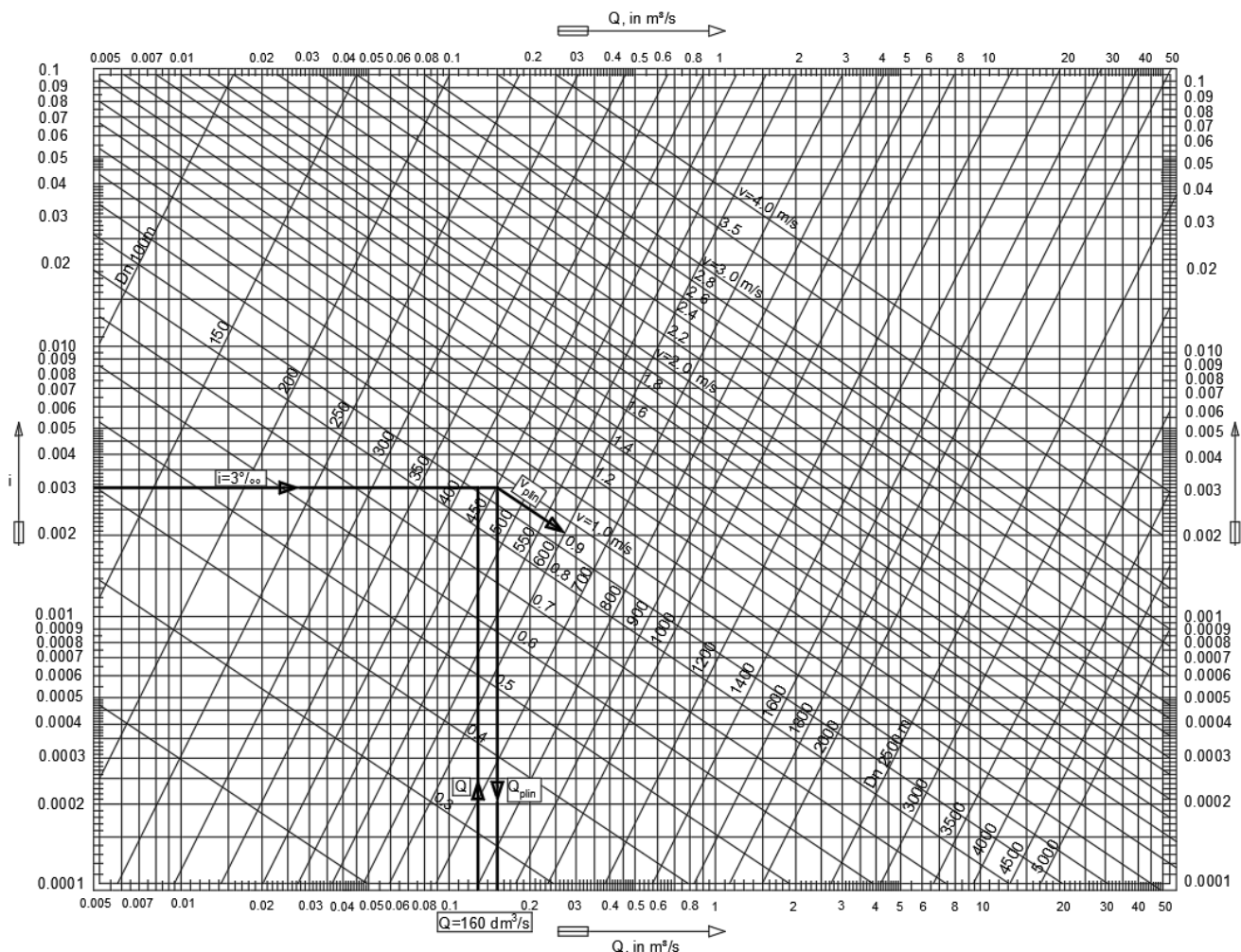


Figura A4.6. Diagramă de calcul pentru conducte de beton, $k=74$.

Exemplu de calcul pentru un canal amplasat cu panta $i=0,003$, care transportă un debit $Q = 160\text{ dm}^3/\text{s}$:

Cu debitul $Q = 160\text{ dm}^3/\text{s}$, la intersecția cu panta hidraulică $i = 0,003$ din dreapta se determină diametrul $Dn 450\text{ mm}$ și se citește: $Q_{\text{plin}} = 200\text{ dm}^3/\text{s}$ și $v_{\text{plin}} = 0,95\text{ m/s}$.

- se determină raportul debitelor cu relația următoare:

$$\alpha = \frac{Q}{Q_{\text{plin}}} \quad (\text{A4.23})$$

în care:

Q – debitul transportat (m^3/s);
 Q_{plin} – debitul la plin (m^3/s);

- din curba de umplere se determină gradul de umplere „ a ” și raportul vitezelor „ β ”:

$$a = \frac{h}{D} \quad (\text{A4.24})$$

în care:

h – înălțimea apei în canal (m);
 D – diametrul canalului (m);

$$\beta = \frac{v_{ef}}{v_{plin}} \tag{A4.25}$$

în care:

v_{ef} – viteza efectivă (m/s);
 v_{plin} – viteza la plin (m/s).

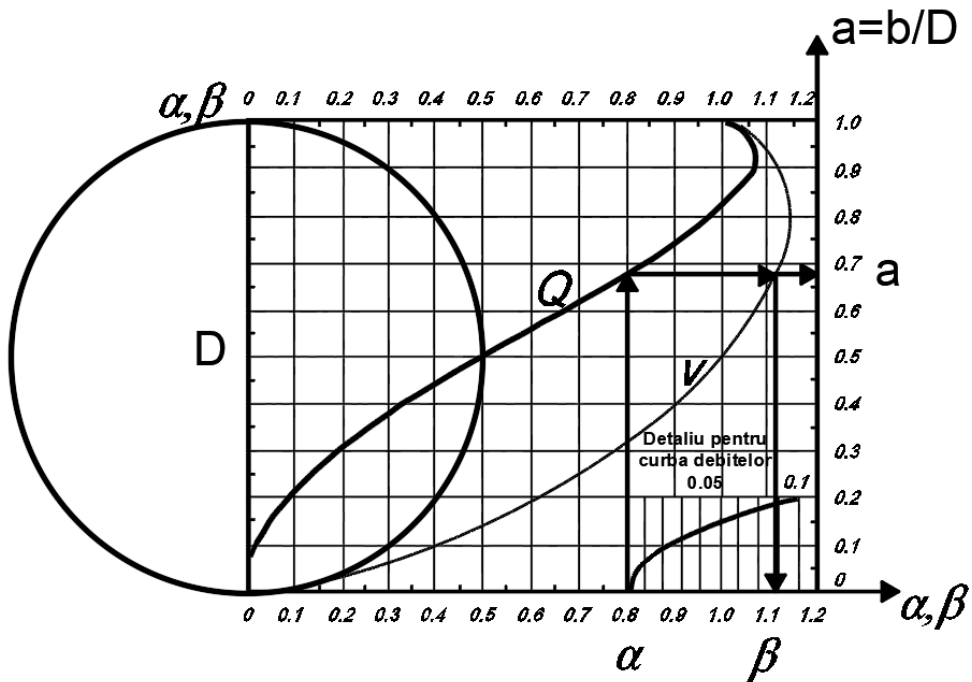


Figura A4.7. Curbă de umplere pentru canal circular.

Exemplu de calcul pentru raportul debitelor $\alpha = 0,8$:

Cu raportul $\alpha = 0,8$ se intersectează curba debitelor „ Q ” și mergând în dreapta se citește raportul $a = 0,68$, respectiv la intersecția cu curba vitezelor „ v ” se determină sus sau jos raportul $\beta = 1,12$.

e. se calculează înălțimea apei în canal:

$$h = a \times D \tag{A4.26}$$

f. se calculează viteza efectivă de curgere a apei în canal:

$$v_{ef} = \beta \times v_{plin} \tag{A4.27}$$

în care:

h – înălțimea apei în canal (m);
 a – gradul de umplere;
 D – diametrul canalului (m);
 v_{ef} – viteza efectivă (m/s);
 β – raportul vitezelor;
 v_{plin} – viteza la plin (m/s).

A4.4. Calculul deversoarelor

- (1) Deversoarele pot fi utilizate pentru realizarea echi-repartiției debitului în cazul camerelor de distribuție. Condițiile care trebuie îndeplinite pentru a realiza repartizarea egală a debitului la deversoare identice sunt:
- deversorul este neînecat. Adâncimea de neînecare este $h_N = 5-10$ cm; se menționează faptul că un deversor înecat nu asigură repartiția unor debite identice;
 - deversorul este normal (perpendicular la direcția de curgere);
 - deversorul este fără contracție laterală;
 - deversorul este îngust.

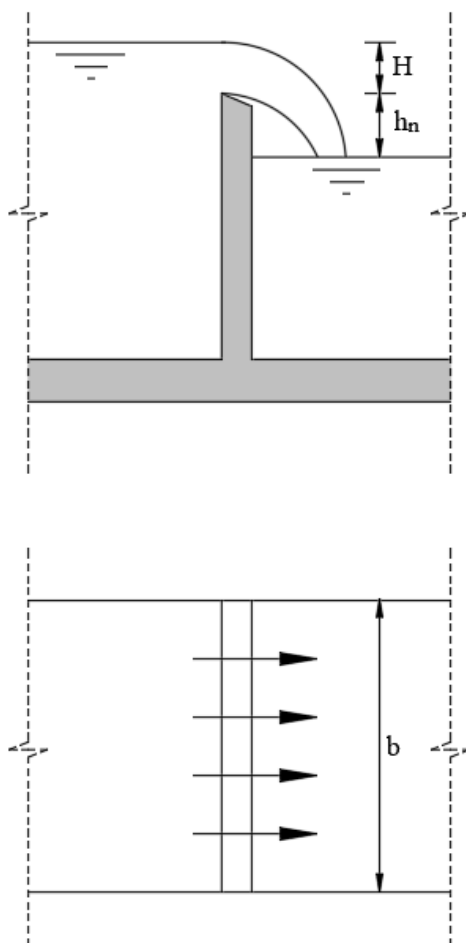


Figura A4.8. Deversor normal, cu prag îngust, fără contracție laterală, neînecat.

- (2) Relația de calcul pentru acest tip de deversor este următoarea:

$$Q = mb\sqrt{2g} \times H^{3/2} \quad (\text{A4.28})$$

în care:

Q – Debitul de calcul (m^3/s);

m – coeficient care ține seama de forma, contracția laterală, neînecarea deversorului;

$g = 9,81 \text{ m}^2/\text{s}$ – accelerația gravitațională;

H – Grosimea lamei deversante (m);

- (3) Coeficientul m se determină cu relația:

$$m = m_0 \times \sigma \times \varepsilon \times k \quad (\text{A4.29})$$

în care:

$m_0 = 0,42$ – coeficient de debit;

σ – coeficient de neînecare;

$\sigma = 1,0$ pentru deversor neînecat;

ε – coeficient de contracție laterală;

$\varepsilon = 1,0$ pentru deversor fără contracție laterală;

k – coeficient care ține seama de înclinarea deversorului în curent;

$k = 1,0$ pentru deversor normal (perpendicular pe direcția de curgere).

- (4) Deversoarele triunghiulare sunt foarte indicate pentru măsurarea debitelor mici, dată fiind sensibilitatea mai mare a acestui tip de deversor.

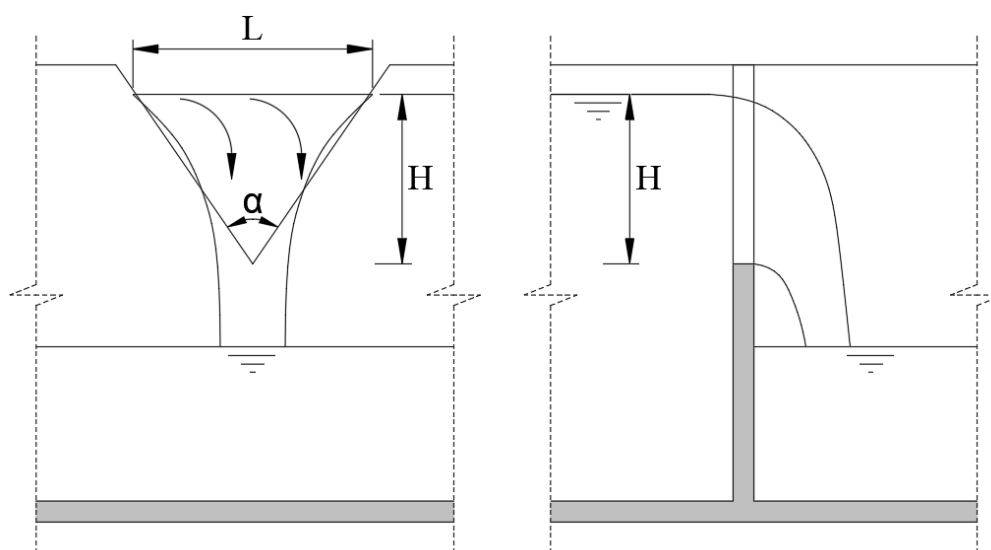


Figura A4.9. Deversor triunghiular.

Notații: H – grosimea lamei deversante; L – lățimea lamei deversante în zona superioară; α – unghiul deversorului.

- (5) Relația de calcul pentru deversorul triunghiular este următoarea:

$$Q = \frac{8}{15} \times \mu \times \operatorname{tg} \frac{\alpha}{h} \sqrt{2g} \times H^{5/2} \quad (\text{A4.30})$$

în care:

Q – Debitul de calcul (m^3/s);

μ – coeficient de debit;

α – unghiul deversorului;

$g = 9,81 \text{ m}^2/\text{s}^2$ – accelerația gravitațională;

H – Grosimea lamei deversante (m).

- (6) În situația în care unghiul deversorului este $\alpha = 45^\circ$, iar coeficientul de debit este $\mu = 0,60$, rezultă relația practică pentru deversorul triunghiular:

$$Q = 1,42 \times H^{5/2} \quad (\text{A4.31})$$

în care:

Q – Debitul de calcul (m^3/s);

H – Grosimea lamei deversante (m).

A4.5. Calculul orificiilor

- (1) Orificiul este o deschizătură practică în peretele sau în zona de fund a unui recipient, conturul orificiului fiind în întregime sub lichid.

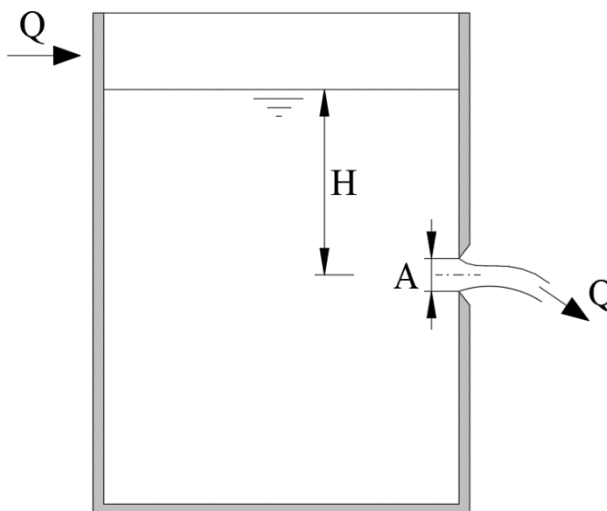


Figura A4.10. Orificiu neînecat într-un rezervor de nivel constant.

- (2) Relația generală de calcul a unui orificiu într-un rezervor de nivel constant este următoarea:

$$Q = \mu \times A \times \sqrt{2gH} \quad (A4.32)$$

în care:

Q – Debitul de calcul (m^3/s);

$\mu = 0,59 - 0,64$ (uzual 0,60) – coeficient de debit;

A – aria orificiului (m^2);

$g = 9,81 m^2/s$ – accelerația gravitațională;

H – Sarcina orificiului (m) – diferența dintre cota de nivel a apei din rezervorul de nivel constant și cota axului orificiului.

A4.5. Calculul pierderilor de sarcină la lărgire bruscă de secțiune. Relația Borda-Carnot

(1) Pierderea de sarcină la lărgirea bruscă de secțiune se determină cu relația Borda-Carnot:

$$h_l = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g} \quad (\text{A4.33})$$

în care:

h_l – Pierderea de sarcină (m);

v_1, v_2 – vitezele apei în cele două secțiuni de conductă;

$g = 9,81 \text{ m}^2/\text{s}$ – accelerația gravitațională.

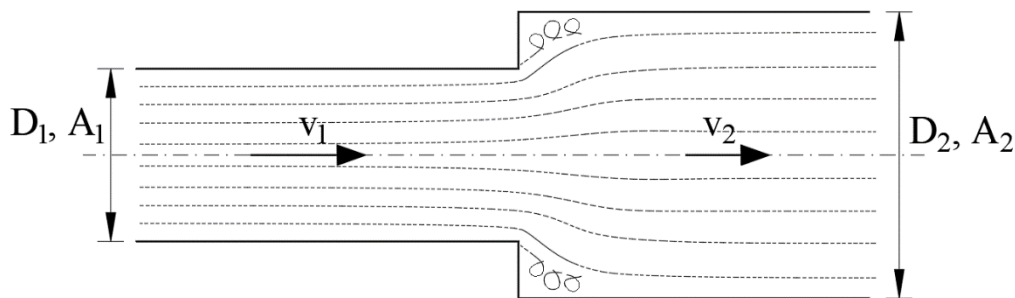


Figura A4.11. Lărgire bruscă de secțiune.

(2) Relația de continuitate se scrie după cum urmează:

$$Q_1 = Q_2 \quad (\text{A4.34})$$

$$A_1 \times v_1 = A_2 \times v_2 \quad (\text{A4.35})$$

(3) Rezultă relația de calcul pentru pierderea de sarcină:

$$h_l = \left(\frac{A_2}{A_1} - 1 \right)^2 \frac{v_2^2}{2g} = \left(1 - \frac{A_1}{A_2} \right)^2 \frac{v_1^2}{2g} \quad (\text{A4.36})$$

în care:

Q_1, Q_2 – Debiturile în cele două secțiuni de calcul (m^3/s);

A_1, A_2 – aria secțiunii normale la direcția de curgere, în cele două sectoare (m^2);

v_1, v_2 – vitezele apei în cele două sectoare de conducte (m/s);

$g = 9,81 \text{ m}^2/\text{s}$ – accelerația gravitațională.

ANEXA 5

Relații generale pentru calculul parametrilor hidrogeologici

Tabelul A5.1. Principalele Notății utilizate în calcule.

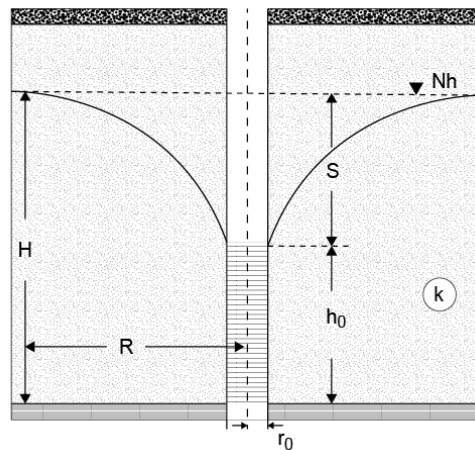
Notății	Parametru	Unitate de măsură
k	Conductivitate hidraulică	m/zi
R	Rază de influență	m
S, S₁..... S₂	Denivelare	m
M	Grosime strat acvifer	m
r₀	Raza forajului	m
r₁.... r₂	Distanțe între forajul de pompare și piezometre	m
N_h	Nivel hidrostatic	m
N_p	Nivel piezometric	m
H, h₁..... h₂	Coloană de apă	m
Q	Debit pompat	m ³ /zi

1. Foraj singular perfect în strat acvifer cu nivel liber

$$k = \frac{Q \ln \frac{R}{r_0}}{\pi(H^2 - h_0^2)}$$

$$R = 2S\sqrt{kH}$$

**Formule de calcul pentru raza de influență sunt formule empirice. Pentru determinarea conductivității hidraulice se va apela la un calcul iterativ prin înlocuirea succesivă a conductivității hidraulice în cele două formule utilizate.*



2. Foraj de pompare și piezometre în strat acvifer cu nivel liber

a. Cu un piezometru

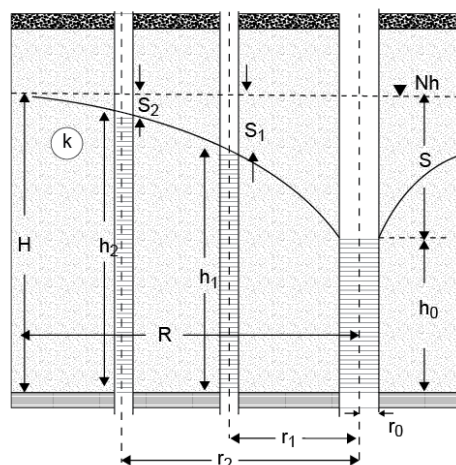
$$k = \frac{Q \ln \frac{r_1}{r_0}}{\pi(S - S_1)(2H - S - S_1)}$$

$$\ln R = \frac{S(2H - S) \ln r_1 - S_1(2H - S_1) \ln r_0}{(S - S_1)(2H - S - S_1)}$$

b. Cu două piezometre

$$k = \frac{Q \ln \frac{r_2}{r_1}}{\pi(S_1 - S_2)(2H - S_1 - S_2)}$$

$$\ln R = \frac{S_1(2H - S_1) \ln r_2 - S_2(2H - S_2) \ln r_1}{(S_1 - S_2)(2H - S_1 - S_2)}$$

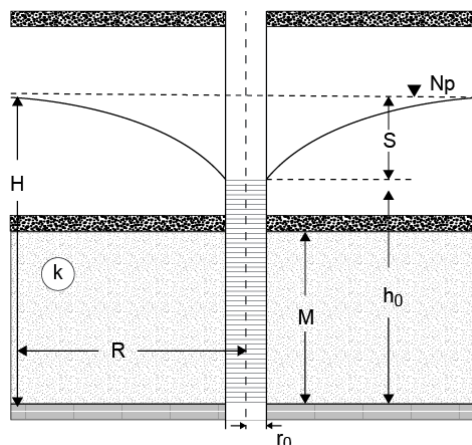


3. Foraj singular perfect în strat acvifer sub presiune

$$k = 0.366 \frac{Q \log \frac{R}{r_0}}{MS}$$

$$R = 10.2S\sqrt{k}$$

*Formule de calcul pentru raza de influență sunt formule empirice. Pentru determinarea conductivității hidraulice se va apela la un calcul iterativ prin înlocuirea succesivă a conductivității hidraulice în cele două formule utilizate.



4. Foraj pompare și piezometre în strat acvifer sub presiune

a. Cu un piezometru

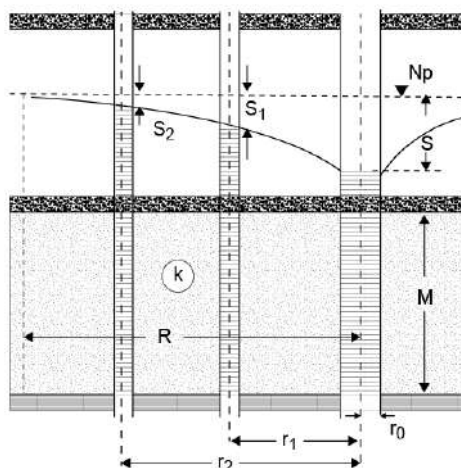
$$k = 0.366 \frac{Q \log \frac{r_1}{r_0}}{M(S - S_1)}$$

$$\log R = \frac{S \log r_1 - S_1 \log r_0}{(S - S_1)}$$

b. Cu 2 piezometre

$$k = 0.366 \frac{Q \log \frac{r_2}{r_1}}{M(S_1 - S_2)}$$

$$\log R = \frac{S_1 \log r_2 - S_2 \log r_1}{(S_1 - S_2)}$$



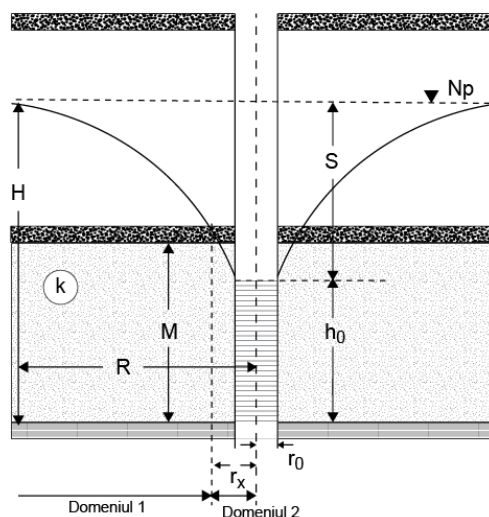
5. Foraj perfect în strat acvifer mixt

$$k = \frac{Q \ln \frac{R}{r_0}}{\pi(2MH - M^2 - h_0^2)}$$

$$R = 10.2S\sqrt{k}$$

$$\ln r_x = \ln r_0 + \frac{(M^2 - h_0^2)(\ln R - \ln r_0)}{M(2H - M) - h_0^2}$$

*Formule de calcul pentru raza de influență sunt formule empirice. Pentru determinarea conductivității hidraulice se va apela la un calcul iterativ prin înlocuirea succesivă a conductivității hidraulice în cele două formule utilizate.

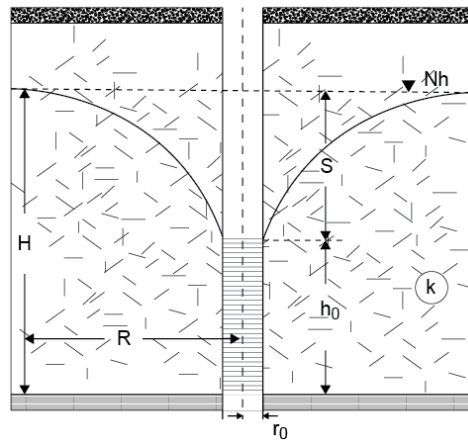


6. Foraj singular perfect în strat acvifer fisural cu nivel liber și curgere turbulentă

$$k = \frac{Q}{2\pi\sqrt{3}(e^{-\ln r_0} - e^{-\ln R})}$$

$$R = 2S\sqrt{kH}$$

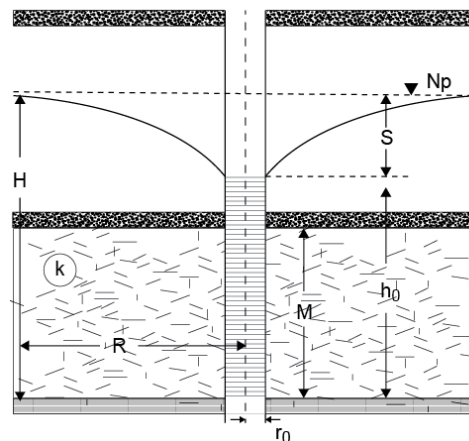
*Formule de calcul pentru raza de influență sunt formule empirice. Pentru determinarea conductivității hidraulice se va apela la un calcul iterativ prin înlocuirea succesivă a conductivității hidraulice în cele două formule utilizate.

**7. Foraj singular perfect în strat acvifer fisural sub presiune și curgere turbulentă**

$$k = \frac{Q}{2\pi M \sqrt{\frac{1}{r_0} - \frac{1}{R}}}$$

$$R = 10.2S\sqrt{k}$$

*Formule de calcul pentru raza de influență sunt formule empirice. Pentru determinarea conductivității hidraulice se va apela la un calcul iterativ prin înlocuirea succesivă a conductivității hidraulice în cele două formule utilizate.



NOTĂ: În cazul în care fisurile au deschideri mai mici de 0.5 mm, mediul fisural poate fi asimilat cu mediul poros permeabil granular.

EDITOR: PARLAMENTUL ROMÂNIEI — CAMERA DEPUTAȚILOR



„Monitorul Oficial” R.A., Str. Parcului nr. 65, sectorul 1, București; 012329
C.I.F. RO427282, IBAN: RO55RNCB0082006711100001 BCR
și IBAN: RO12TREZ7005069XXX000531 DTCPMB (alocat numai persoanelor juridice bugetare)
Tel. 021.318.51.29/150, fax 021.318.51.15, e-mail: marketing@ramo.ro, www.monitoruloficial.ro
Adresa Centrului pentru relații cu publicul este: șos. Panduri nr. 1, bloc P33, sectorul 5, București; 050651.
Tel. 021.401.00.73, 021.401.00.78, e-mail: concursurifp@ramo.ro, convocariaga@ramo.ro
Pentru publicări, încărcați actele pe site, la: <https://www.monitoruloficial.ro/brp/>





MONITORUL OFICIAL

AL

ROMÂNIEI

Anul 191 (XXXV) — Nr. 41 bis

PARTEA I
LEGI, DECRETE, HOTĂRĂRI ȘI ALTE ACTE

Vineri, 13 ianuarie 2023

SUMAR

Pagina

Anexa la Ordinul ministrului dezvoltării, lucrărilor publice și administrației nr. 14/2023 pentru aprobarea reglementării tehnice „Normativ privind proiectarea, execuția și exploatarea sistemelor de alimentare cu apă și canalizare ale localităților, indicativ NP 133-2022, volumul II — Sisteme de canalizare” 3-273

ACTE ALE ORGANELOR DE SPECIALITATE ALE ADMINISTRAȚIEI PUBLICE CENTRALE

MINISTERUL DEZVOLTĂRII, LUCRĂRILOR PUBLICE ȘI ADMINISTRAȚIEI

ORDIN

pentru aprobarea reglementării tehnice „Normativ privind proiectarea, execuția și exploatarea sistemelor de alimentare cu apă și canalizare ale localităților, indicativ NP 133-2022, volumul II — Sisteme de canalizare”*)

În conformitate cu prevederile art. 10 din Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții, republicată, cu modificările și completările ulterioare, ale art. 2 din Regulamentul privind activitatea de reglementare în construcții și categoriile de cheltuieli aferente, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 203/2003, cu modificările și completările ulterioare, ale art. 5 pct. 31) din Hotărârea Guvernului nr. 477/2020 privind organizarea și funcționarea Ministerului Dezvoltării, Lucrărilor Publice și Administrației, cu modificările și completările ulterioare, precum și ale Hotărârii Guvernului nr. 1.016/2004 privind măsurile pentru organizarea și realizarea schimbului de informații în domeniul standardelor și reglementărilor tehnice, precum și al regulilor referitoare la serviciile societății informaționale între România și statele membre ale Uniunii Europene, precum și Comisia Europeană, cu modificările și completările ulterioare,

având în vedere procesele-verbale de avizare nr. 1 din 19.04.2022 și nr. 2 din 10.05.2022 ale Comitetului tehnic de specialitate CTS B — Siguranță în exploatare, Subcomitetul construcții aferente rețelelor edilitare și de gospodărie comunală, precum și Procesul-verbal de avizare nr. 14 din 27.09.2022 al Comitetului tehnic de coordonare generală al Ministerului Dezvoltării, Lucrărilor Publice și Administrației,

în temeiul art. 12 alin. (6) din Hotărârea Guvernului nr. 477/2020 privind organizarea și funcționarea Ministerului Dezvoltării, Lucrărilor Publice și Administrației, cu modificările și completările ulterioare,

ministrul dezvoltării, lucrărilor publice și administrației emite prezentul ordin.

Art. 1. — Se aprobă reglementarea tehnică „Normativ privind proiectarea, execuția și exploatarea sistemelor de alimentare cu apă și canalizare ale localităților, indicativ NP 133-2022, volumul II — Sisteme de canalizare”, prevăzută în anexa care face parte integrantă din prezentul ordin.

Art. 2. — Prezentul ordin se publică în Monitorul Oficial al României, Partea I, și intră în vigoare în 30 de zile de la data publicării.

Art. 3. — Prezentul ordin nu se aplică obiectivelor/proiectelor de investiții privind sistemele de canalizare ale localităților:

a) ale căror lucrări sunt în curs de execuție la data intrării în vigoare a prezentului ordin;

b) pentru ale căror proiecte tehnice/studii de fezabilitate/documentații de avizare a lucrărilor de intervenții au fost inițiate procedurile de achiziție publică până la data intrării în vigoare a prezentului ordin, prin transmiterea spre publicare a anunțului de participare/emiterea invitației de participare, respectiv ale căror proiecte tehnice/studii de fezabilitate/documentații de avizare a lucrărilor de intervenții au fost recepționate de investitor/beneficiar ori au fost depuse spre aprobare/avizare;

c) ale căror proiecte tehnice sunt elaborate în baza studiilor de fezabilitate/documentațiilor de avizare a lucrărilor de intervenții menționate la lit. b);

d) ale căror proiecte tehnice/studii de fezabilitate/documentații de avizare a lucrărilor de intervenții necesită actualizare, în conformitate cu actele normative în vigoare, dacă au fost elaborate și recepționate de investitor/beneficiar până la data intrării în vigoare a prezentului ordin, ori sunt depuse spre re aprobare/reavizare;

e) pentru care a fost aprobată finanțarea.

Art. 4. — La data intrării în vigoare a prezentului ordin, anexa nr. 2 „Partea II-a: Sisteme de canalizare a localităților. Indicativ NP 133/2-2013” la reglementarea tehnică „Normativ privind proiectarea, execuția și exploatarea sistemelor de alimentare cu apă și canalizare a localităților. Indicativ NP 133-2013”, aprobată prin Ordinul viceprim-ministrului, ministrul dezvoltării regionale și administrației publice, nr. 2.901/2013, publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 660 și 660 bis din 28 octombrie 2013, cu modificările și completările ulterioare, se abrogă.

Ministrul dezvoltării, lucrărilor publice și administrației,
Cseke Attila-Zoltán

București, 5 ianuarie 2023.
Nr. 14.

*) Ordinul nr. 14/2023 a fost publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 41 din 13 ianuarie 2023 și este reprodus și în acest număr bis.

ANEXĂ

**NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA, EXECUȚIA
ȘI EXPLOATAREA SISTEMELOR DE ALIMENTARE
CU APĂ ȘI CANALIZARE ALE LOCALITĂȚILOR**

Indicativ NP 133-2022

VOLUMUL II – SISTEME DE CANALIZARE

CUPRINS

Abrevieri

Simboluri

1 Elemente generale

1.1 Obiectul volumului II al normativului

1.2 Obiectivele volumului II al normativului

1.3 Beneficiarii normativului

1.3.1 Competențe necesare pentru specialiștii din domeniul canalizărilor

1.4 Domeniul de aplicabilitate

1.5 Durata de viață estimată a sistemelor de canalizare

1.6 Corelarea cu alte normative, legi și standarde în vigoare

1.6.1 Documente de referință

2 Schemele sistemelor de canalizare

2.1 Obiectele sistemului de canalizare

2.2 Tipuri de rețele de canalizare

2.3 Aglomerări

2.4 Criterii de alegere a schemei sistemului de canalizare

3 Rețele de canalizare

3.1 Elemente generale

3.2 Tipuri de rețele de canalizare. Criterii de alegere

3.3 Debite de calcul pentru rețeaua de canalizare

3.3.1 Debite de calcul ape uzate menajere

3.3.2 Debite de calcul ape meteorice

3.3.3 Alte debite luate în calcul la dimensionarea sistemului de canalizare

3.3.3.1 Debite de infiltrații

3.4 Proiectarea rețelelor de canalizare

3.4.1 Trasarea rețelei de canalizare și a bazinelor de colectare

3.4.2 Studii necesare pentru proiectarea rețelelor de canalizare

3.4.3 Rețele de canalizare gravitaționale

3.4.3.1 Criterii de proiectare a rețelelor de canalizare

3.4.3.1.1 Forma secțiunii de curgere

3.4.3.1.2 Diametre minime ale colectoarelor

3.4.3.1.3 Gradul de umplere

3.4.3.1.4 Adâncimea de îngropare a colectoarelor

3.4.3.1.5 Pantele longitudinale ale colectoarelor

- 3.4.3.1.6 Viteza de curgere
- 3.4.3.1.7 Racordarea colectoarelor
- 3.4.3.2 Calculul hidraulic al rețelelor de canalizare în procedeu divizor
- 3.4.3.3 Calculul hidraulic al rețelelor de canalizare în procedeu unitar
- 3.4.3.4 Modelarea hidraulică a rețelelor de canalizare gravitaționale
- 3.4.3.5 Construcții accesorii în rețeaua de canalizare gravitațională
 - 3.4.3.5.1 Cămine de vizitare
 - 3.4.3.5.1.1 Cămine de vizitare de trecere
 - 3.4.3.5.1.2 Cămine de vizitare de intersecție
 - 3.4.3.5.2 Cămine pentru schimbarea de direcție
 - 3.4.3.5.3 Cămine de rupere de pantă
 - 3.4.3.5.4 Cămine de spălare
 - 3.4.3.5.5 Racorduri
 - 3.4.3.5.6 Sifoane de canalizare
 - 3.4.3.5.7 Guri de scurgere
 - 3.4.3.5.8 Guri de zăpadă
 - 3.4.3.5.9 Deversoare
 - 3.4.3.5.10 Guri de descărcare
- 3.4.4 Rețele de canalizare cu vacuum
 - 3.4.4.1 Calculul hidraulic al rețelelor de canalizare cu vacuum
 - 3.4.4.2 Construcții accesorii în rețeaua de canalizare cu vacuum
- 3.4.5 Rețele de canalizare sub presiune
 - 3.4.5.1 Calculul hidraulic al rețelelor de canalizare sub presiune
 - 3.4.5.2 Construcții accesorii în rețeaua de canalizare sub presiune
- 3.4.6 Traversări
- 3.4.7 Stații de pompare ape uzate
- 3.4.8 Toalete publice
- 3.4.9 Instalații de canalizare în piețe publice, fixe, volante, amplasate în aer liber
- 3.4.10 Materiale pentru tuburile din rețeaua de canalizare
- 3.5 Managementul apelor meteorice
 - 3.5.1 Soluții bazate pe natură
 - 3.5.2 Bazine de retenție
- 3.6 Execuția obiectelor din cadrul rețelelor de canalizare
 - 3.6.1 Execuția rețelelor de canalizare
 - 3.6.2 Execuția stațiilor de pompare ape uzate

- 3.7 Exploatarea rețelelor de canalizare
 - 3.7.1 Elemente generale
 - 3.7.2 Regulamentul de exploatare și întreținere
 - 3.7.3 Măsuri de protecția muncii și a sănătății populației
 - 3.7.3.1 Măsuri de protecția și securitatea muncii la execuția, exploatarea și întreținerea rețelei de canalizare
 - 3.7.3.2 Măsuri de protecția și securitatea muncii pentru stațiile de pompare
 - 3.7.4 Protecția sanitară
 - 3.7.5 Măsuri de apărare împotriva incendiilor
 - 3.7.6 Măsuri specifice de exploatare a rețelei de canalizare
 - 3.7.6.1 Repararea rețelelor de canalizare
 - 3.7.6.2 Exploatarea stațiilor de pompare ape uzate
- 4 Stații de epurare
 - 4.1 Definiții. Tipuri de procedee de epurare
 - 4.1.1 Epurarea mecanică
 - 4.1.2 Epurarea biologică convențională (secundară)
 - 4.1.3 Epurarea avansată
 - 4.1.4 Epurarea terțiară
 - 4.2 Studii privind calitatea apelor uzate
 - 4.2.1 Calitatea apelor uzate influente în stația de epurare
 - 4.2.2 Indicatori de calitate pentru efluentul stației de epurare
 - 4.3 Debitele și încărcările cu poluanți pentru stația de epurare
 - 4.3.1 Concentrații și încărcări
 - 4.3.2 Locuitor echivalent
 - 4.3.2.1 Stații de epurare noi
 - 4.3.2.2 Retehnologizare, extindere stații de epurare existente
 - 4.3.3 Debite de calcul
 - 4.4 Alegerea schemei stației de epurare
 - 4.4.1 Gradul de epurare necesar
 - 4.5 Scheme tehnologice pentru stații de epurare
 - 4.5.1 Alegerea schemei stației de epurare
 - 4.6 Proiectarea obiectelor tehnologice din treapta de epurare mecanică
 - 4.6.1 Deversorul amonte de stația de epurare
 - 4.6.1.1 Debitul de calcul a deversorului
 - 4.6.2 Bazinul de retenție

- 4.6.3 Stație recepție vidanje
- 4.6.4 Grătare rare și dese
 - 4.6.4.1 Debite de dimensionare și verificare a grătarelor
 - 4.6.4.2 Proiectarea grătarelor
- 4.6.5 Măsurarea debitelor de apă uzată în stația de epurare
 - 4.6.5.1 Debite de dimensionare
- 4.6.6 Deznisipatoare
 - 4.6.6.1 Debite de dimensionare și verificare
 - 4.6.6.2 Parametri de dimensionare
 - 4.6.6.3 Deznisipator orizontal longitudinal cu secțiune transversală parabolică
 - 4.6.6.4 Deznisipator orizontal tangențial
 - 4.6.6.5 Deznisipator cu insuflare de aer
 - 4.6.6.6 Deznisipator – separator de grăsimi cu insuflare de aer
- 4.6.7 Separatoare de grăsimi
 - 4.6.7.1 Debite de dimensionare și verificare
 - 4.6.7.2 Parametri de proiectare
- 4.6.8 Decantoare primare
 - 4.6.8.1 Debite de dimensionare și verificare
 - 4.6.8.2 Parametri de dimensionare a decantoarelor primare
 - 4.6.8.3 Decantoare orizontale longitudinale
 - 4.6.8.3.1 Dimensionarea decantoarelor orizontale longitudinale
 - 4.6.8.4 Decantoare orizontale radiale
 - 4.6.8.4.1 Dimensionarea decantoarelor orizontale radiale
 - 4.6.8.5 Decantoare cu etaj
- 4.6.9 Stații de pompare apă uzată din stațiile de epurare
 - 4.6.9.1 Amplasarea stațiilor de pompare
 - 4.6.9.2 Parametri de proiectare
- 4.7 Proiectarea obiectelor tehnologice din treapta de epurare biologică / treapta de epurare avansată
 - 4.7.1 Bilanțul general de substanțe pe linia apei
 - 4.7.1.1 Cantități de substanță influente în stația de epurare
 - 4.7.1.2 Concentrații ale substanțelor poluante influente în treapta biologică
 - 4.7.1.3 Cantități de substanță influente în treapta biologică
 - 4.7.1.4 Cantități de substanță din efluentul stației de epurare
 - 4.7.1.5 Cantități de substanță reținute în treapta biologică
 - 4.7.2 Fraționarea consumului chimic de oxigen (CCO-Cr)

- 4.7.3 Epurarea biologică naturală
 - 4.7.3.1 Câmpuri de irigare și infiltrare
 - 4.7.3.1.1 Parametri de proiectare pentru dimensionarea câmpurilor de irigare și infiltrare
 - 4.7.3.2 Iazuri biologice
 - 4.7.3.2.1 Iazuri biologice anaerobe
 - 4.7.3.2.1.1 Parametri de proiectare pentru dimensionarea iazurilor biologice anaerobe
 - 4.7.3.2.2 Iazuri biologice facultative
 - 4.7.3.2.2.1 Parametri de proiectare pentru dimensionarea iazurilor biologice facultative
 - 4.7.3.2.3 Iazuri biologice aerate
 - 4.7.3.2.3.1 Parametri de proiectare pentru dimensionarea iazurilor biologice anaerobe
 - 4.7.3.3 Filtre cu stuf
 - 4.7.3.3.1 Filtre cu stuf cu flux vertical
 - 4.7.3.3.2 Filtre cu stuf cu flux orizontal
- 4.7.4 Epurarea biologică cu biomasă atașată
 - 4.7.4.1 Filtre biologice percolatoare (cu picurare) de înălțime redusă
 - 4.7.4.2 Filtre biologice cu discuri
 - 4.7.4.2.1 Parametri de proiectare
 - 4.7.4.3 Bioreactoare cu medii plutitoare (MBBR)
- 4.7.5 Epurarea biologică cu biomasă în suspensie
 - 4.7.5.1 Bazine cu nămol activat
 - 4.7.5.1.1 Generalități
 - 4.7.5.1.2 Dimensionarea bazinelor cu nămol activat
 - 4.7.5.1.2.1 Debite de dimensionare și verificare
 - 4.7.5.1.2.2 Vârsta nămolului
 - 4.7.5.1.2.3 Determinarea concentrației de azot din azotatul care trebuie denitrificat
 - 4.7.5.1.2.4 Determinarea raportului *VDV*
 - 4.7.5.1.2.5 Reținerea fosforului din apele uzate urbane
 - 4.7.5.1.2.6 Calculul cantității de nămol
 - 4.7.5.1.2.7 Determinarea volumului bazinului biologic
 - 4.7.5.1.2.8 Calculul Alcalinității
 - 4.7.5.1.2.9 Calculul capacității de oxigenare
 - 4.7.5.2 Bazine cu nămol activat cu funcționare secvențială
 - 4.7.5.3 Bioreactoare cu membrane (MBR)
- 4.7.6 Decantoare secundare
 - 4.7.6.1 Clasificare
 - 4.7.6.2 Parametri de dimensionare
 - 4.7.6.2.1. Parametri de dimensionare - decantoare secundare în scheme cu bazine cu nămol activat

- 4.7.6.2.2. Parametri de dimensionare - decantoare secundare în scheme cu filtre biologice
- 4.7.6.3 Decantoare secundare orizontale radiale
- 4.7.6.4 Decantoare verticale tip pâlnie
- 4.7.7 Precipitarea fosforului
 - 4.7.7.1.1 Pre-precipitarea
 - 4.7.7.1.2 Precipitarea simultană
 - 4.7.7.1.3 Post-precipitarea
 - 4.7.7.1.4 Influența reactivilor de precipitare asupra procesului de epurare și asupra nămolului
 - 4.7.7.1.5 Parametri de proiectare pentru precipitarea fosforului
- 4.8 Tratarea nămolului din stațiile de epurare
 - 4.8.1 Caracteristicile nămolului din stațiile de epurare
 - 4.8.1.1 Caracteristici fizice
 - 4.8.1.1.1 Umiditatea
 - 4.8.1.1.2 Materiile solide
 - 4.8.1.1.3 Greutatea specifică
 - 4.8.1.1.4 Culoarea și mirosul
 - 4.8.1.1.5 Filtrabilitatea
 - 4.8.1.1.6 Puterea calorică
 - 4.8.1.2 Caracteristici chimice
 - 4.8.1.2.1 pH – ul
 - 4.8.1.2.2 Fermentabilitatea
 - 4.8.1.2.3 Metalele grele
 - 4.8.1.2.4 Nutrienții
 - 4.8.1.3 Caracteristici biologice și bacteriologice
 - 4.8.2 Bilanțul de substanță pe linia nămolului
 - 4.8.2.1 Bazinul de amestec și omogenizare
 - 4.8.3 Concentratoare de nămol
 - 4.8.3.1 Fermentarea anaerobă a nămolului într-o singură treaptă
 - 4.8.3.2 Fermentarea anaerobă a nămolului în două trepte
 - 4.8.3.3 Stabilizarea nămolului
 - 4.8.3.4 Deshidratarea nămolului
 - 4.8.4 Cantități specifice de nămol
 - 4.8.5 Condiționarea chimică a nămolurilor
 - 4.8.5.1 Reactivi minerali
 - 4.8.5.2 Polielectroliti sintetici
 - 4.8.6 Concentrarea nămolurilor

- 4.8.6.1 Concentrarea gravitațională a nămolurilor
- 4.8.6.2 Parametri de proiectare a concentratoarelor gravitaționale de nămol
- 4.8.6.3 Concentrarea nămolurilor prin procedeul de flotație cu aer dizolvat
- 4.8.6.4 Centrifugarea nămolurilor
 - 4.8.6.4.1 Date de bază pentru proiectare
- 4.8.6.5 Concentrator filtru bandă
- 4.8.7 Stabilizarea nămolurilor din stațiile de epurare urbane/ rurale
 - 4.8.7.1 Stabilizarea (fermentarea) anaerobă
 - 4.8.7.1.1 Factorii ce influențează fermentarea anaerobă
 - 4.8.7.1.1.1 Materiile solide și timpul de retenție hidraulic
 - 4.8.7.1.1.2 Temperatura
 - 4.8.7.1.1.3 pH – ul
 - 4.8.7.1.1.4 Substanțe toxice
 - 4.8.7.1.2 Aplicarea fermentării anaerobe
 - 4.8.7.1.3 Soluții pentru procesele de fermentare
 - 4.8.7.1.4 Dimensionarea tehnologică a rezervoarelor de fermentare a nămolului
 - 4.8.7.1.4.1 Colectarea și stocarea biogazului
 - 4.8.7.1.4.2 Necesarul de reactivi chimici
 - 4.8.7.1.4.3 Construcția rezervoarelor de fermentare
 - 4.8.7.1.4.4 Alte elemente tehnologice ale rezervoarelor de fermentare anaerobă
 - 4.8.7.2 Stabilizarea aerobă separată
 - 4.8.7.2.1 Dimensionarea tehnologică a stabilizatorului de nămol
 - 4.8.7.3 Stabilizarea cu var
- 4.8.8 Deshidratarea nămolurilor
 - 4.8.8.1 Deshidratarea naturală
 - 4.8.8.2 Deshidratarea mecanică
 - 4.8.8.2.1 Deshidratarea prin centrifugare
 - 4.8.8.2.2 Deshidratarea cu filtre bandă presă
 - 4.8.8.2.3 Deshidratarea cu filtre presă
- 4.8.9 Pomparea nămolurilor în stațiile de epurare
 - 4.8.9.1 Stațiile de pompare a nămolurilor
 - 4.8.9.2 Elemente de proiectare a stațiilor de pompare nămol
 - 4.8.9.2.1 Tipuri de pompe utilizate în vehicularea nămolului
- 4.8.10 Uscarea nămolurilor
- 4.8.11 Incinerarea nămolurilor
- 4.8.12 Alte procese termice de tratare a nămolurilor
- 4.8.13 Compostarea nămolurilor împreună cu deșeurile menajere

- 4.8.14 Depozitarea nămolurilor
- 4.8.15 Valorificarea nămolurilor
- 4.9 Elemente tehnologice de legătură între obiectele stației de epurare
- 4.10 Exploatarea stațiilor de epurare
 - 4.10.1 Elaborarea manualului de operare
 - 4.10.2 Exploatarea și urmărirea funcționării stației de epurare
 - 4.10.3 Măsuri de protecție a muncii și a sănătății populației
 - 4.10.3.1 Măsuri de protecția și securitatea muncii pentru stațiile de epurare
 - 4.10.3.2 Protecția sanitară
 - 4.10.3.3 Măsuri de apărare împotriva incendiilor
- 4.11 Execuția lucrărilor stației de epurare
 - 4.11.1 Elemente privind execuția construcțiilor din cadrul stațiilor de epurare
 - 4.11.2 Elemente privind execuția instalațiilor hidraulice aferente obiectelor tehnologice

Bibliografie

TABELE

Tabelul 1.1. Standarde române de referință

Tabelul 1.2. Acte normative și reglementări tehnice de referință

Tabelul 3.1. Gradul de umplere maxim pentru colectoare de ape uzate menajere

Tabelul 3.2. Tabel de calcul tronson canalizare menajera j-k

Tabelul 3.3. Tabel de calcul tronson canalizare unitară pe timp de ploaie i-k

Tabelul 3.4. Raportul aer/apă

Tabelul 3.5. Debite, diametre

Tabelul 3.6. Viteze minime de curgere

Tabelul 3.7. Tipuri de materiale utilizate la construcția rețelelor de canalizare gravitaționale cu nivel liber

Tabelul 4.1. Norme tehnice, hotărâri și standarde naționale care reglementează condițiile de descărcare în mediul natural a apelor uzate

Tabelul 4.2. Limitele indicatorilor de calitate pentru efluentul stațiilor de epurare

Tabelul 4.3. Debitele de calcul și de verificare ale obiectelor tehnologice din stația de epurare

Tabelul 4.4. Valorile maxime ale concentrațiilor în poluanți (CMA) impuse prin norma tehnică NTPA

Tabelul 4.5. Cantități specifice de substanțe reținute pe grătare

Tabelul 4.6. Variația coeficienților cinematic (ν) și dinamic (η) de vâscozitate în funcție de temperatură (Θ °C)

Tabelul 4.7. Valori ale mărimii hidraulice și vitezei de sedimentare în curent, particule de nisip cu $\gamma = 2,65$ tf/m³

Tabelul 4.8. Eficiențele de reținere a principalilor poluanți în funcție de timpul de decantare

Tabelul 4.9. Valori ale vitezei de sedimentare

Tabelul 4.10. Dimensiuni caracteristice ale decantoarelor orizontale longitudinale

Tabelul 4.11. Dimensiuni caracteristice ale decantoarelor orizontale radiale

Tabelul 4.12. Capacitatea specifică și durata de fermentare funcție de temperatura medie anuală a aerului

Tabelul 4.13. Distanțe minime recomandate la amplasarea echipamentelor în stațiile de pompare apă uzată

Tabelul 4.14. Viteze recomandate pe conductele de aspirație și pe conductele de refulare

Tabelul 4.15. Conținutul apelor uzate și nămolurilor în substanțe fertilizante

- Tabelul 4.16.** Norme de udare și de irigare cu ape uzate orientative în funcție de culturi
- Tabelul 4.17.** Distanța dintre drenuri pentru diferite soluri și adâncimi
- Tabelul 4.18.** Valorile orientative ale eficienței de reducere a concentrației de CCO-Cr în funcție de numărul de trepte de aerare
- Tabelul 4.19.** Valori ale F_h și F_b în funcție de R ($f=0,9$)
- Tabelul 4.20.** Parametri de proiectare ai filtrelor biologice
- Tabelul 4.21.** Valorile încărcării organice specifice a biodiscurilor, la o temperatură a apei uzate de 12°C, pentru epurare biologică convențională
- Tabelul 4.22.** Valorile încărcării organice specifice a biodiscurilor și a încărcării cu azot Kjeldahl specifice a biodiscurilor, la o temperatură a apei uzate de 12°C, pentru epurare cu nitrificare
- Tabelul 4.23.** Valorile factorului de siguranță în funcție de factorul de vârf al încărcării cu azot și valorile medii de monitorizare ale azotului amoniacal
- Tabelul 4.24.** Caracteristicile surselor externe de carbon
- Tabelul 4.25.** Valori recomandate pentru l_{VN}
- Tabelul 4.26.** Valori ale concentrației nămolului activat
- Tabelul 4.27.** Valori pentru f_c și f_N
- Tabelul 4.28.** Parametri de proiectare a decantoarelor secundare în scheme cu filtre biologice
- Tabelul 4.29.** Dimensiuni caracteristice decantoarelor secundare radiale
- Tabelul 4.30.** Valorile parametrilor recomandați pentru dimensionarea decantoarelor secundare verticale tip pâlnie în scheme cu bazine cu nămol activat
- Tabelul 4.31.** Factorul de impact pentru consumul de reactiv de precipitare (f_P)
- Tabelul 4.32.** Greutăți specifice ale nămolurilor
- Tabelul 4.33.** Valori caracteristice ale concentrațiilor de metale grele întâlnite în nămoluri
- Tabelul 4.34.** Compoziția chimică a nămolurilor
- Tabelul 4.35.** Cantități specifice de nămol reținute în stațiile de epurare
- Tabelul 4.36.** Încărcări specifice cu substanță uscată
- Tabelul 4.37.** Cantități de reactivi utilizați la deshidratarea cu filtre – presă
- Tabelul 4.38.** Consumul mediu de polielectroliti în cazul filtrelor bandă/centrifuge
- Tabelul 4.39.** Reducerea umidității nămolurilor – concentrator gravitațional
- Tabelul 4.40.** Valori recomandate pentru l_{su}
- Tabelul 4.41.** Valori maxim recomandate pentru l_h
- Tabelul 4.42.** Performanțe centrifugare nămol
- Tabelul 4.43.** Concentrațiile unor substanțe toxice și inhibatoare.
- Tabelul 4.44.** Parametri de dimensionare ai proceselor de fermentare anaerobă
- Tabelul 4.45.** Producția specifică de gaz a diferitelor materii organice
- Tabelul 4.46.** Valori ale l_{su}
- Tabelul 4.47.** Gradul de separare a materiilor solide
- Tabelul 4.48.** Încărcări, doze polimer - filtre bandă presă
- Tabelul 4.49.** Consum polimer, conținut substanță uscată - filtre presă
- Tabelul 4.50.** Alegere tipuri de pompe pentru nămoluri
- Tabelul 4.51.** Scenarii de valorificare a nămolurilor provenite de la stațiile de epurare
- Tabelul 4.52.** Recomandări privind punctele de recoltare, analize uzuale efectuate, frecvențele de prelevare și tipul de eșantion necesar pentru procesele din stațiile de epurare a apelor uzate
- Tabelul 4.53.** Dotarea mfigurinimă cu aparatură de laborator și accesoriile de laborator necesare pentru efectuarea analizelor uzuale

FIGURI

- Figura 2.1.** Schema sistemului de canalizare unitar
- Figura 2.2.** Relații posibile între aglomerări și stațiile de epurare aferente
- Figura 3.1.** Racordare radier secțiune de calcul
- Figura 3.2.** Configurație cămin de rupere de pantă
- Figura 3.3.** Schema sifon inferior pentru canalizare
- Figura 3.4.** Configurație montaj conductă colector în rețelele vacuumatice [SR EN 16932-3/2018]

- Figura 3.5.** – Camere colectoare: a)-pentru instalare în stradă, b)-pentru instalare în curte [SR EN 16932-3/2018]
- Figura 3.6.** – Stație de vacuum: a) cu pompe de evacuare submersibile b) cu pompe de evacuare în cameră uscată [SR EN 16932-3/2018]
- Figura 3.7.** – Configurație lift
- Figura 3.8.** – Diagrama de simultaneitate
- Figura 3.9.** Stație de pompare pentru rețele de canalizare sub presiune [SR EN 16932-2/2018]
- Figura 3.10.** Stație de pompare ape uzate cu pompe submersibile: a)-fără cămin de vane; b)-cu cămin de vane exterior [SR EN 16932-2/2018]
- Figura 3.11.** Stație de pompare ape uzate cu pompe montate în camera uscată [SR EN 16932-2/2018]
- Figura 4.1.** Deznisipator orizontal tangențial. Secțiune transversală și plan
- Figura 4.2.** Deznisipator – separator de grăsimi cu insuflare de aer
- Figura 4.3.** Decantor orizontal – longitudinal
- Figura 4.4.** Decantor orizontal radial. Vedere în plan și secțiuni caracteristice
- Figura 4.5.** Secțiune transversală prin jgheabul de decantare al apei
- Figura 4.6.** Decantoare cu etaj. Dispoziție în plan și secțiuni caracteristice
- Figura 4.7.** Decantor cu etaj - Sistem de evacuare nămol
- Figura 4.8.** Filtru biologic percolator de înălțime redusă ("jos")
- Figura 4.9.** Filtru biologic cu discuri
- Figura 4.10.** Etapele de operare pentru bazinele cu funcționare secvențială
- Figura 4.11.** Schema de principiu a decantorului secundar orizontal radial
- Figura 4.12.** Schema de principiu a decantorului secundar orizontal longitudinal
- Figura 4.13.** Secțiuni transversale prin decantorul secundar orizontal radial
- Figura 4.14.** Schema de principiu a decantorului vertical – tip pâlnie
- Figura 4.15.** Schema unui bazin de omogenizare – egalizare (BOE)
- Figura 4.16.** Schema unui concentrator de nămol (CN)
- Figura 4.17.** Schema unui rezervor de fermentare nămol (RFN) cu rezervor de gaz (RG)
- Figura 4.18.** Schema unui rezervor de fermentare nămol (RFN) în 2 trepte cu rezervor de gaz (RG)
- Figura 4.19.** Schema unui stabilizator de nămol (SN)
- Figura 4.20.** Schema deshidratare nămol (DN)
- Figura 4.21.** Concentrator gravitațional de nămol
- Figura 4.22.** Schemă flotație cu presurizare supernatant – bazin radial
- Figura 4.23.** Schemă flotație cu presurizare supernatant – bazin longitudinal
- Figura 4.24.** Centrifugă utilizată pentru concentrarea nămolurilor
- Figura 4.25.** Determinarea factorului capacității "Σ"
- Figura 4.26.** Concentrator filtru bandă
- Figura 4.27.** Fermentarea anaerobă de mare încărcare într-o singură treaptă
- Figura 4.28.** Fermentarea anaerobă în două etape
- Figura 4.29.** Rezervor de fermentare anaerob de formă ovoidală
- Figura 4.30.** Filtru bandă presă
- Figura 4.31.** Schema filtrului presă
- Figura 4.32.** Tehnologia deshidratării cu filtre presă
- Figura 4.33.** Tipuri de pompe și stații de pompare
- Figura 4.34.** Tipuri de pompe utilizate pentru pomparea nămolului
- Figura 4.35.** Tipuri de pompe utilizate pentru pomparea nămolului

Abrevieri

Nr. crt.	Abreviere	Denumire
1	SE	stație de epurare
2	l.e.	locuitor echivalent
3	FB	filtru biologic
4	BNA	bazin cu nămol activat
5	FS	factor de siguranță
6	DP	decantor primar
7	BOE	bazin de omogenizare/egalizare nămol
8	DS	decantor secundar
9	RFN	rezervor de fermentare nămol
10	BT	bazin tampon
11	CN	concentrator de nămol
12	RG	rezervor de gaz
13	bg	biogaz
14	s	supernatant
15	SP _{nrc}	stație de pompare nămol de recirculare și în exces
16	SP _n	stație pompare nămol
17	SP _s	stație de pompare supernatant
18	DM	deshidratare mecanică
19	SN	stabilizator nămol
20	DN	deshidratare nămol
21	FAD	flotație cu aer dizolvat sub presiune
22	PU	platforme de uscare
23	IDF	Curbe Intensitate-Durată-Frecvență
24	NPSH	Net positive suction head
25	P.U.G.	Plan de Urbanism General
26	P.U.Z.	Plan de Urbanism Zonal
27	P.U.D.	Plan de Urbanism de Detaliu documentația aferentă P.U.G. și P.U.Z., explicând și detaliind conținutul acestor planuri, sub formă de prescripții și recomandări, prin care se asigură condițiile de amplasare, dimensionare, conformare și servire edilitară, a unuia sau mai multor obiective, pe o parcelă, în corelare cu funcțiunea predominantă și vecinătățile imediate

Simboluri

Nr. crt.	Simbol	U.M.	Explicație
1	K_i	kg S.U./an	cantitatea de substanță poluantă influentă în SE
2	K_e	kg S.U./an	cantitatea de substanță poluantă efluentă din SE
3	d	%	gradul de epurare necesar
4	Q_T	l/s	debitul total pe timp de ploaie al apelor de canalizare
5	$Q_{uz \text{ or max}}$	m ³ /h	debitul orar maxim de apă uzată, pe timp uscat
6	Q_m	l/s	debitul de ape meteorice
7	Q_b	m ³ /s	debitul de calcul al bazinului de retenție
8	b	mm	distanța (interspațiul) dintre barele grătarului
9	Q_c	l/s	debit de calcul
10	Q_v	l/s	debit de verificare
11	a	l/om, an	cantitatea de rețineri specifică
12	G_r	kN/zi	cantitatea zilnică de rețineri pe grătare
13	γ_r	kN/m ³	greutatea specifică a reținerilor
14	V_{ru}	m ³ /zi	volumul zilnic de substanță uscată din reținerile de pe grătare
15	w	%	umiditatea reținerilor de pe grătare

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL II
SISTEME DE CANALIZARE**
ABREVIERI

Nr. crt.	Simbol	U.M.	Explicație
16	G_{ru}	kN/zi	cantitatea zilnică de substanță uscată din rețineri
17	γ_{ru}	kN/m ³	greutatea volumică specifică a substanțelor reținute, în stare uscată
18	n	-	număr grătare
19	h_w	m	pierderea de sarcină prin grătar
20	ξ_g	-	coeficientul de rezistență locală al grătarului
21	v	m/s	viteza medie pe secțiune în canalul din amonte grătarului
22	g	m/s ²	acelerația gravitațională
23	β	-	coeficient de formă al barei
24	s	mm	grosimea barei
25	α	°	unghiul de înclinare al grătarului față de orizontală
26	Re	-	numărul Reynolds
27	v_g	cm/s	viteza medie a apei printre barele grătarului
28	ν	m ² /s	coeficientul de vâscozitate cinematică
29	η	kg/s·m	coeficientul de vâscozitate dinamică
30	u_0	mm/s	viteza de sedimentare a unei particule solide într-un fluid aflat în repaos sau în regim de curgere laminar
31	u	mm/s	valoarea vitezei la care particula de nisip sedimentează
32	v_0	m/s	viteza orizontală medie a apei în deznisipator
33	u_s	mm/s	încărcarea superficială
34	A_o	m ²	aria suprafeței orizontale
35	t	s	timpul mediu de trecere a apei prin bazin
36	C	m ³ nisip/ 100.000 m ³ apă uzată, zi	cantitatea specifică de nisip
37	B_1	m	lățimea unui compartiment
38	n	-	număr compartimente
39	q_{aer}	m ³ aer/h, m ³ volum util	debitul specific de aer
40	v_r	m/h	viteza de ridicare a particulelor de grăsime
41	L	m	lungimea utilă
42	v_L	cm/s	viteza longitudinală de curgere a apei prin separator
43	t_c	h	timpul de decantare la debitul de calcul
44	t_v	h	timpul de decantare la debitul de verificare
45	u_s	mm/s m/h	încărcare superficială
46	q_d^c	m ³ /h.m	debitul specific de apă pentru 1 m lungime de deversor la debitul de calcul
47	q_d^v	m ³ /h.m	debitul specific de apă pentru 1 m lungime de deversor la debitul de verificare
48	V_d	m ³	volumul decantorului
49	b_1	m	lățimea compartimentului de decantare
50	γ_n	kN/m ³	greutatea volumică specifică a nămolului
51	V_{pg}	m ³	volumul geometric al pâlniei de nămol
52	V_{ev}	m ³ /evacuare	volumul de nămol dintre 2 evacuări
53	e_s	%	eficiența decantării primare în reținerea MTS
54	e_x	%	eficiența decantării primare în reținerea CBO ₅
55	$e_{x,CCO}$	%	eficiența decantării primare în reținerea CCO-Cr
56	e_N	%	eficiența decantării primare în reținerea azotului total
57	e_P	%	eficiența decantării primare în reținerea fosforului total
58	c_{uz}	mg/l	concentrația de MTS influentă în stația de epurare
59	X_{CCO}	mg/l	concentrația de CCO-Cr din apa uzată influentă în stația de epurare
60	$x_{5,uz}$	mg/l	concentrația de CBO ₅ din apa uzată influentă în stația de epurare
61	c_N	mg/l	concentrația de azot total din apa uzată influentă în stația de epurare
62	c_P	mg/l	concentrația de fosfor din apa uzată influentă în stația de epurare
63	$x_{5,uz}^b$	mg/l	concentrația CBO ₅ din apa uzată influentă în treapta biologică
64	c_{uz}^b	mg/l	concentrația MTS din apa uzată influentă în treapta biologică

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL II
SISTEME DE CANALIZARE**
ABREVIERI

Nr. crt.	Simbol	U.M.	Explicație
65	X_{CCO}^b	mg/l	concentrația CCO-Cr din apa uzată influentă în treapta biologică
66	c_N^b	mg/l	concentrația de azot total din apa influentă în treapta biologică
67	c_P^b	mg/l	concentrația de fosfor din apa uzată influentă în treapta biologică
68	N_b	kg s. u./zi	cantitatea de materii în suspensie care intră zilnic în treapta biologică
69	C_b	kg s. u./zi	cantitatea de CBO ₅ care intră zilnic în treapta biologică
70	$C_{b,CCO}$	kg s. u./zi	cantitatea de CCO-Cr care intră zilnic în treapta biologică
71	K_N^b	kg s. u./zi	cantitatea de N _T care intră zilnic în treapta biologică
72	K_P^b	kg s. u./zi	cantitatea de P _T care intră zilnic în treapta biologică
73	c_{uz}^{adm}	mg/l	concentrația de MTS din efluentul stației de epurare
74	$x_{5,uz}^{adm}$	mg/l	concentrația de CBO ₅ din efluentul stației de epurare
75	c_N^{adm}	mg/l	concentrația de N _T din efluentul stației de epurare
76	c_P^{adm}	mg/l	concentrația de P _T din efluentul stației de epurare
77	N'_b	kg s. u./zi	cantitatea de materii în suspensie redusă zilnic în treapta biologică
78	C'_b	kg s. u./zi	cantitatea de CBO ₅ redusă zilnic în treapta biologică
79	$C'_{b,CCO}$		cantitatea de CCO-Cr redusă zilnic în treapta biologică
80	K'_N	kg s. u./zi	cantitatea de N _T redusă zilnic în treapta biologică
81	K'_P	kg s. u./zi	cantitatea de P _T redusă zilnic în treapta biologică
82	N_{ev}	kg s. u./zi	cantitatea de materii în suspensie din efluentul stației de epurare
83	C_{ev}	kg s. u./zi	cantitatea de CBO ₅ din efluentul stației de epurare
84	$C_{ev,CCO}$	kg s. u./zi	cantitatea de CCO-Cr din efluentul stației de epurare
85	K_N^{ev}	kg s. u./zi	cantitatea de N _T din efluentul stației de epurare
86	K_P^{ev}	kg s. u./zi	cantitatea de P _T din efluentul stației de epurare
87	$X_{CCO,diz}^b$	mg/l	concentrația de CCO-Cr dizolvat din influentul bazinului cu nămol activat
88	$X_{CCO,p}^b$	mg/l	concentrația de CCO-Cr aferentă particulelor din influentul bazinului cu nămol activat
89	$X_{CCO,diz,deg}^b$	mg/l	concentrația de CCO-Cr dizolvat degradabil din influentul bazinului cu nămol activat
90	$X_{CCO,diz,inert}^b$	mg/l	concentrația de CCO-Cr dizolvat inert din influentul bazinului cu nămol activat
91	$X_{CCO,p,deg}^b$	mg/l	concentrația de CCO-Cr aferentă particulelor degradabile din influentul bazinului cu nămol activat
92	$X_{CCO,p,inert}^b$	mg/l	concentrația de CCO-Cr aferentă particulelor inerte din influentul bazinului cu nămol activat
93	$X_{CCO,Fdeg}^b$	mg/l	concentrația de CCO-Cr ușor degradabil din influentul bazinului cu nămol activat
94	$c_{N-NO_3}^D$	mg N – NO ₃ /l	concentrația medie zilnică de azot din azotatul care trebuie denitrificat
95	c_{Norg}^{efl}	mg N _{org} /l	concentrația în azot organic din efluentul stației de epurare
96	$c_{N-NH_4}^{efl}$	mg N- NH ₄ ⁺ /l	concentrația în azot din NH ₄ ⁺ din efluentul stației de epurare
97	$c_{N-NO_3}^{efl}$	mg N – NO ₃ ⁻ /l	concentrația în azot din azotat din efluentul stației de epurare
98	c_{Norg}^{BM}	mg N _{org} /l	azotul organic încorporat în biomasă
99	$c_{Norg,inert}$	mg N _{org} /l	concentrația de azot organic legat de particule inerte
100	$X_{CCO,inert,BM}$	mg/l	concentrația de CCO-Cr din solidele inerte rămase din descompunerea endogenă a biomasei
101	$X_{CCO,BM}^b$	mg/l	concentrația de CCO-Cr din biomasa formată
102	$X_{CCO,ext}$	mg/l	concentrația de CCO-Cr suplimentară (din sursă externă)
103	Y	g biomasă formată/g CCO degradat	coeficientul de randament
104	$Y_{CCO,ext}$	g biomasă formată/g CCO degradat	coeficientul de randament pentru sursa externă de carbon
105	b	zi ⁻¹	coeficientul descompunerii endogene la 15°C
106	F_T	-	factorul de temperatură pentru respirația endogenă
107	N_{eC}	kg s.u./zi	cantitatea de materii solide, exprimată în substanța uscată din nămolul în exces provenită din eliminarea carbonului

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL II
SISTEME DE CANALIZARE**
ABREVIERI

Nr. crt.	Simbol	U.M.	Explicație
108	N_e	kg s.u./zi	cantitatea de materii solide, exprimată în substanță uscată din nămolul în exces
109	N_{eP}	kg s.u./zi	cantitatea de materii solide, exprimată în substanță uscată, din nămolul în exces provenit din eliminarea fosforului
110	$C_{P,prec}$	mg P/l	concentrația de fosfor total care trebuie eliminată prin precipitare simultană
111	$C_{P,efl}$	mg P/l	concentrația de fosfor total din efluentul stației de epurare
112	$C_{P,BM}$	mg P/l	concentrația de fosfor total încorporat în biomasă
113	$C_{P,bio,ex}$	mg P/l	concentrația de fosfor biologic în exces
114	$C_{P,prec.Fe}$	mg P/l	concentrația de fosfor precipitat cu Fe
115	$C_{P,prec.Al}$	mg P/l	concentrația de fosfor precipitat cu Al
116	T_N	zile	vârsta nămolului
117	V_N	m ³	volumul zonei aerobe (pentru nitrificare)
118	V_D	m ³	volumul zonei anoxice pentru denitrificare
119	Q_{ne}	m ³ /zi	debitul nămolului de recirculare
120	c_{na}	kg/m ³	concentrația nămolului activat
121	c_{nr}	kg/m ³	concentrația nămolului de recirculare
122	c_{ne}	kg/m ³	concentrația nămolului în exces
123	r_i	%	coeficient de recirculare internă
124	r_e	%	coeficient de recirculare externă
125	$C_{P,prec}$	mg P/l	concentrația de fosfor total care trebuie eliminat prin precipitare simultană
126	I_{ob}	kg CBO ₅ /m ³ b.a,zi	încărcarea organică a bazinului
127	I_{on}	kg CBO ₅ / kg s.u,zi	încărcarea organică a nămolului
128	c'_o	g O ₂ /N m ³ aer, m adâncime insuflare	capacitatea specifică de oxigenare
129	Q_{Naer}^{nec}	N m ³ aer/h	debitul de aer necesar în condiții standard
130	H_i	m	adâncimea de insuflare
131	N_{ef}	kg s.u./zi	cantitatea de nămol efluent
132	N_{inf}	kg s.u./zi	cantitatea de nămol influent
133	V_{ninf}	m ³ /zi	volum zilnic de nămol influent
134	V_{nef}	m ³ /zi	volumul zilnic de nămol efluent
135	Y_{ninf}	kN/ m ³	greutatea volumică specifică a nămolului influent
136	Y_{nef}	kN/ m ³	greutatea volumică specifică a nămolului efluent
137	w_{inf}	%	umiditatea nămolului influent
138	w_{ef}	%	umiditatea nămolului efluent
139	Δw_c	%	reducerea de umiditate prin concentrare
140	Δw_f	%	creșterea/reducerea de umiditate prin fermentare anaerobă
141	Δw_s	%	reducerea umidității prin stabilizare aerobă
142	Δw_d	%	reducerea de umiditate prin deshidratare
143	N_m	kg s. u/zi	cantitatea zilnică de substanță minerală din nămol
144	N_o	kg s. u/zi	cantitatea zilnică de substanță organică din nămol
145	ε	%	procentul de substanță organică (volatilă) din nămolul influent
146	l_f	%	limita tehnică de fermentare
147	l_s	%	limita tehnică de stabilizare
148	I_{SU}	kg s.u/ m ² ,zi	încărcarea superficială cu substanță uscată
149	A_{o}^{CN}	m ²	aria orizontală utilă a concentratorului gravitațional
150	I_h	m ³ nămol/ m ² ,zi	încărcarea hidraulică superficială cu nămol
151	t_c	h	timpul de concentrare a nămolului
152	N_f	kg s.u./zi	cantitatea zilnică de nămol fermentat
153	I_{ORFN}	kg s.o./m ³ RFN, zi	încărcarea organică a rezervorului de fermentare a nămolului
154	T_f	zile	timpul de fermentare

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL II
SISTEME DE CANALIZARE**
ABREVIERI

Nr. crt.	Simbol	U.M.	Explicație
155	V_{RFN}	m ³ /zi	volumul rezervorului de fermentare
156	Q_G	m ³ /zi	volumul teoretic zilnic de biogaz
157	$Q_{G\text{ef}}$	m ³ /zi	volumul efectiv zilnic de biogaz
158	q_{bg}	dm ³ biogaz/kg s.o.red	producția specifică de biogaz
159	V_{RG}	m ³	volumul rezervorului de biogaz
160	I_{oSN}	kg s.o./m ³ SN, zi	încărcarea organică a stabilizatorului de nămol
161	T_s	zile	timpul de stabilizare
162	V_{SN}	m ³ /zi	volumul stabilizatorului de nămol
163	O_N	kgO ₂ /zi	cantitatea de oxigen necesară procesului de stabilizare aerobă
164	i_{On}	kg O ₂ /kg s.o.	consumul de oxigen în faza endogenă
165	A_o^{PU}	m ²	aria orizontală a platformelor de uscare
166	η_{DM}	%	grad de separare
167	SU_{inf}	% s.u.	materii solide din nămolul influent
168	SU_s	% s.u.	materii solide din supernatant
169	SU_{ef}	% s.u.	materii solide din nămolul efluent

1 Elemente generale

- (1) Normativul privind proiectarea, execuția și exploatarea sistemelor de alimentare cu apă și canalizare ale localităților, Indicativ NP 133-2022, cuprinde pârghiile necesare pentru asigurarea serviciilor fundamentale necesare dezvoltării umanității, în acord cu protejarea mediului, asigurând:
 - a. furnizarea apei potabile pentru localități;
 - b. colectarea, epurarea și descărcarea în condiții de siguranță a apelor uzate în mediul natural.
- (2) Normativul NP 133-2022 cuprinde prevederi specifice României, ținând cont de situația actuală a țării dar și de dezvoltările prognozate în următorii ani în domeniul alimentărilor cu apă și canalizărilor.
- (3) Normativul NP 133-2022 se dezvoltă pe trei volume:
 - Volumul I – Sistemul de alimentare cu apă;
 - Volumul II – Sistemul de canalizare;
 - Volumul III – Construcții din beton armat pentru sistemele de alimentare cu apă și canalizare.
- (4) Prevederile normativului NP 133-2022 sunt obligatorii. Acolo unde anumite prevederi nu au caracter de obligativitate se precizează în mod specific. Excepțiile privind caracterul de obligativitate al anumitor prevederi ale normativului pot fi generate de:
 - a. schimbări frecvente ale anumitor componente și/sau procese tehnologice determinate de progresul tehnic și evoluția cunoașterii din domeniu;
 - b. protejarea prin patente pentru anumite materiale, prevederi tehnice, procese și tehnologii;
 - c. alte situații, a căror justificare se va prezenta în cadrul normativului.

1.1 *Obiectul volumului II al normativului*

- (1) Obiectul Volumului II al normativului NP 133-2022 îl reprezintă componentele sistemului de canalizare al localităților, descrise în detaliu în cadrul reglementării, care cuprind următoarele componente:
 - a. rețeaua de canalizare;
 - b. stația de epurare.
- (2) Normativul NP 133 se adresează localităților unde serviciile canalizare și epurare ape uzate sunt furnizate pentru:
 - a. populație;
 - b. instituții publice;
 - c. industria locală și agenții economici.
- (3) Normativul NP 133, poate fi utilizat și de către platforme industriale, care își dezvoltă propriile sisteme de alimentare cu apă, în condițiile necesității asigurării prevederilor legale pentru furnizarea apei potabile către angajații proprii sau descărcării apelor uzate parțial pre-epurate în sistemul public de canalizare, respectiv epurate atunci când se descarcă în mediul natural.

1.2 *Obiectivele volumului II al normativului*

- (1) Obiectivul principal al Volumului II al normativului NP 133-2022 este asigurarea cunoștințelor minim necesare pentru:
 - a. proiectarea obiectelor sistemelor de canalizare;
 - b. execuția obiectelor sistemelor de canalizare;
 - c. exploatarea obiectelor sistemelor de canalizare.

- (2) Volumul II al normativului NP 133-2022 asigură premisele necesare pentru:
 - a. conceperea de sisteme de canalizare noi;
 - b. extinderea și dezvoltarea sistemelor de canalizare existente;
 - c. reabilitarea sistemelor de canalizare existente;
 - d. re tehnologizarea sistemelor de canalizare existente.
- (3) Normativul NP 133-2022 asigură dezvoltarea durabilă și judicioasă a sistemelor de canalizare, fiind conceput pe baze tehnico-economice.
- (4) Normativul NP 133-2022 este conceput fără a încălca drepturile de autor ale proprietarilor de tehnologii, dar cu asigurarea deschiderii necesare în vederea asigurării posibilității utilizării tuturor tipurilor de tehnici și tehnologii existente, acolo unde acestea sunt aplicabile și optime din punct de vedere tehnico-economic.

1.3 Beneficiarii normativului

- (1) Normativul NP 133-2022 ia în considerare minimizarea impactului apelor uzate asupra mediului, prin prevederea de măsuri specifice de colectare și epurare a apelor uzate, în condițiile specifice ale legislației naționale și europene existente în momentul de față.
- (2) Principalii beneficiari ai normativului NP 133-2022 sunt:
 - a. proiectanții sistemelor de canalizare;
 - b. constructorii sistemelor de canalizare;
 - c. operatorii sistemelor de canalizare.
- (3) De prevederile normativului NP 133-2022 mai pot beneficia și următoarele categorii profesionale sau alți utilizatori:
 - a. cercetători din domeniul canalizărilor sau din domenii conexe;
 - b. cadre didactice, studenți și elevi din instituțiile de învățământ care pregătesc profesioniști în domeniu;
 - c. instituții publice, agenți economici sau industriei, beneficiari sau deținători de sisteme sau de componente ale sistemelor de canalizare.
- (4) Normativul NP 133-2022 este conceput în ideea de a fi un instrument flexibil și ușor de aplicat pentru specialiștii din domeniu care, dacă respectă prevederile sale, pot proiecta și executa în mod corect, respectiv pot exploata în condiții de siguranță componentele sistemului de canalizare.

1.3.1 Competențe necesare pentru specialiștii din domeniul canalizărilor

- (1) Competențele necesare pentru specialiștii din domeniul canalizărilor sunt următoarele:
 - a. capacitatea de a proiecta, executa, exploata și întreține lucrări inginerești de construcții din domeniul construcțiilor aferente sistemelor de canalizare (de exemplu: rețele de canalizare, stații de pompare ape uzate, stații de epurare etc.);
 - b. managementul, organizarea și conducerea proceselor de proiectare, execuție și exploatare a obiectelor și proceselor tehnologice din cadrul sistemelor canalizări;
 - c. abilități de utilizare a programelor de calcul în domeniile: hidraulică, epurare a apelor uzate, rețele de canalizare, structuri hidroedilitare etc.
 - d. capacitatea de a evalua din punct de vedere tehnico-economic elementele componente aferente obiectelor tehnologice și a instalațiilor aferente construcțiilor din sistemele de canalizare;
 - e. abilitatea de a controla calitatea execuției și siguranța în exploatare a obiectelor aferente sistemelor de canalizare;

- f. capacitatea de a planifica, organiza și gestiona resursele tehnice și umane necesare pentru construirea și exploatarea sistemelor de canalizare;
 - g. capacitatea de a instrui și/sau evalua cunoștințele la nivel vocațional în domeniul sistemelor de canalizare;
 - h. abilitatea de a desfășura activități de cercetare, dezvoltare, consultanță, asistență tehnică, verificare de proiecte și expertizare tehnică în ceea ce privește sistemele de canalizare.
- (2) Competențele specialiștilor din domeniul canalizărilor pot fi dobândite prin studii medii, universitare și post-universitare de profil sau prin certificare ca urmare a parcurgerii unor cursuri de pregătire profesională de specialitate, desfășurate de către instituții de învățământ de profil, în cadrul unor programe de studii adecvate.

1.4 Domeniul de aplicabilitate

- (1) Normativul NP 133-2022 este aplicabil și are caracter obligatoriu pentru sistemele publice de canalizare.
- (2) Sistemul public de canalizare se dezvoltă de la racordul de canalizare al beneficiarului până la descărcarea apelor uzate epurate în efluenții naturali. Nu fac parte din sistemul public de canalizare următoarele componente:
- a. rețelele de canalizare de incintă, care se dezvoltă în platformele industriale sau private, până la racordul general la rețeaua publică de canalizare;
 - b. instalațiile interioare de canalizare care se dezvoltă în interiorul clădirilor, aflate în amonte de racordul la rețeaua publică de canalizare.

1.5 Durata de viață estimată a sistemelor de canalizare

- (1) Normativul NP 133-2022 asigură concepția și dezvoltarea sistemului de canalizare, pentru o durată de viață care, în condițiile de dezvoltare actuale, este de 50 ani.

1.6 Corelarea cu alte normative, legi și standarde în vigoare

- (1) Indicatorii de calitate a apelor uzate evacuate din stațiile de epurare în receptorii naturali corespund cerințelor Directivei 91/271/CEE privind epurarea apelor uzate urbane pentru zone sensibile, publicată în jurnalul Oficial al Comunităților Europene L135 din 30.5.1991. România, la momentul aderării la Uniunea Europeană a declarat întregul teritoriu drept zonă sensibilă, conform art. 5¹ din Hotărârea Guvernului nr. 188/2002 pentru aprobarea unor norme privind condițiile de descărcare în mediul acvatic a apelor uzate, cu modificările și completările ulterioare.
- (2) Elementele de proiectare a construcțiilor și instalațiilor de epurare cuprinse în acest normativ sunt în concordanță cu prevederile actelor normative existente în țara noastră și cu normele Uniunii Europene.
- (3) Normativul are în vedere conformarea cu Directiva 91/271/CEE privind epurarea apelor uzate urbane, transpusă în legislația națională prin Hotărârea Guvernului nr. 188/2002, cu modificările și completările ulterioare.
- (4) Hotărârea Guvernului nr. 188/2002, cu modificările și completările ulterioare, aprobă normele tehnice de protecția apelor, și anume:

- a. NTPA 001/2002 – Norme tehnice privind stabilirea limitelor de încărcare cu poluanți a apelor uzate urbane la evacuarea în receptori naturali, denumite în continuare în acest document norme tehnice NTPA 001;
 - b. NTPA 002/2002 – Norme tehnice privind condițiile de evacuare a apelor uzate în rețelele de canalizare ale localităților și direct în stațiile de epurare, denumite în continuare în acest document norme tehnice NTPA 002;
 - c. NTPA-011 – Norme tehnice privind colectarea, epurarea și evacuarea apelor uzate urbane, denumite în continuare în acest document norme tehnice NTPA 011.
- (5) Prezentul normativ a luat în considerare tehnologiile de epurare de referință a apelor uzate, utilizate în țările Uniunii Europene, precum și metodologiile de dimensionare aplicate frecvent în aceste țări.

1.6.1 Documente de referință

- (1) Normativul NP 133-2022 se acordează cu legi, standarde, ghiduri de proiectare precum și cu alte normative existente, după cum se precizează în mod specific în fiecare capitol al normativului. Prezentul normativ a luat în considerare documentele de referință specificate în tabelele următoare.
- (2) Se utilizează cele mai recente ediții ale standardelor române de referință, împreună cu, după caz, anexele naționale, amendamentele și eratele publicate de către organismul național de standardizare.

Tabelul 1.1. Standarde române de referință.

Nr. crt.	Indicativ	Titlu
1	SR 1846-1	Canalizări exterioare. Prescripții de proiectare. Partea 1: Determinarea debitelor de ape uzate de canalizare
2	SR 1846-2	Canalizări exterioare. Prescripții de proiectare. Partea 2: Determinarea debitelor de ape meteorice
3	SR CEN/TS 13476-4	Sisteme de conducte de materiale plastice pentru evacuare și canalizare, fără presiune, subterane. Sisteme de conducte cu pereți structurați de poli(clorură de vinil) neplastifiată (PVC-U), polipropilenă (PP) și polietilenă (PE). Partea 4: Evaluarea conformității
4	SR CEN/TS 13598-3	Sisteme de canalizare de materiale plastice pentru branșamente și sisteme de evacuare îngropate, fără presiune. Policlorură de vinil neplastifiată (PVC-U), polipropilenă (PP) și polietilenă (PE). Partea 3: Ghid pentru evaluarea conformității
5	SR CEN/TS 1401-2	Sisteme de conducte de materiale plastice pentru evacuare și canalizare, fără presiune, subterane. Policlorură de vinil neplastifiată (PVC-U). Partea 2: Îndrumări pentru evaluarea conformității
6	SR EN 12050-1	Stații de pompare a apelor uzate amplasate în clădiri și în exterior. Partea 1: Stații de pompare a apelor uzate cu materii fecale
7	SR EN 124-1	Dispozitive de acoperire și de închidere pentru cămine de vizitare și guri de scurgere în zone carosabile și pietonale. Partea 1: Definiții, clasificare, principii generale de proiectare, cerințe de performanță și metode de încercare
8	SR EN 124-2	Dispozitive de acoperire și de închidere pentru cămine de vizitare și guri de scurgere în zone carosabile și pietonale. Partea 2: Dispozitive de acoperire și de închidere pentru cămine de vizitare și guri de scurgere de fontă
9	SR EN 124-3	Dispozitive de acoperire și de închidere pentru cămine de vizitare și guri de scurgere în zone carosabile și pietonale. Partea 3: Dispozitive de acoperire și de închidere pentru cămine de vizitare și guri de scurgere de oțel sau aliaje de aluminiu
10	SR EN 124-4	Dispozitive de acoperire și de închidere pentru cămine de vizitare și guri de scurgere în zone carosabile și pietonale. Partea 4: Dispozitive de acoperire și de închidere pentru cămine de vizitare și guri de scurgere de beton armat cu oțel
11	SR EN 124-5	Dispozitive de acoperire și de închidere pentru cămine de vizitare și guri de scurgere în zone carosabile și pietonale. Partea 5: Dispozitive de acoperire și de închidere pentru cămine de vizitare și guri de scurgere de materiale compozite
12	SR EN 124-6	Dispozitive de acoperire și de închidere pentru cămine de vizitare și guri de scurgere în zone carosabile și pietonale. Partea 6: Dispozitive de acoperire și de închidere pentru

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL II
SISTEME DE CANALIZARE
CAPITOLUL 2
Schemele sistemelor de canalizare

Nr. crt.	Indicativ	Titlu
		cămine de vizitare și guri de scurgere de polipropilenă (PP), polietilenă (PE) sau policlorură de vinil neplastifiată (PVC-U)
13	SR EN 12666-1+A1	Sisteme de canalizare de materiale plastice, pentru drenare subterană și evacuare fără presiune. Polietilenă (PE). Partea 1: Specificații pentru țevi, racorduri și sistem
14	SR EN 13476-1	Sisteme de conducte de materiale plastice pentru evacuare și canalizare, fără presiune, subterane. Sisteme de conducte cu pereți structurați de policlorură de vinil neplastifiată (PVC-U), polipropilenă (PP) și polietilenă (PE). Partea 1: Cerințe generale și caracteristici de performanță
15	SR EN 13476-2+A1	Sisteme de conducte de materiale plastice pentru evacuare și canalizare, fără presiune, subterane. Sisteme de conducte cu pereți structurați de policlorură de vinil neplastifiată (PVC-U), polipropilenă (PP) și polietilenă (PE). Partea 2: Specificații pentru țevi și fittinguri cu suprafață interioară și exterioară netedă și pentru sistem, tip A
16	SR EN 13476-3+A1	Sisteme de conducte de materiale plastice pentru evacuare și canalizare fără presiune, subterane. Sisteme de conducte cu pereți structurați de policlorură de vinil neplastifiată (PVC-U), polipropilenă (PP) și polietilenă (PE). Partea 3: Specificații pentru țevi și fittinguri cu suprafață interioară netedă și suprafață exterioară profilată și pentru sistem, tip B
17	SR EN 1610	Execuția și încercarea racordurilor și rețelelor de canalizare
18	SR EN 16932-1	Rețele de drenaj și de canalizare în exteriorul clădirilor. Sisteme de pompare. Partea 1: Cerințe generale
19	SR EN 16932-2	Rețele de drenaj și de canalizare în exteriorul clădirilor. Sisteme de pompare. Partea 2: Sisteme sub presiune
20	SR EN 16932-3	Rețele de drenaj și de canalizare în exteriorul clădirilor. Sisteme de pompare. Partea 3: Sisteme sub vid
21	SR EN 1852-1	Sisteme de conducte de materiale plastice, pentru drenaj subteran și canalizare fără presiune. Polipropilenă (PP). Partea 1: Specificații pentru țevi, racorduri și sistem
22	SR EN 1916	Tuburi și accesorii din beton simplu, beton slab armat și beton armat
23	SR EN 1917	Cămine de vizitare și cămine de racord din beton simplu, beton slab armat și beton armat
24	SR EN 295-1	Sisteme de tuburi și accesorii de gresie pentru racorduri și rețele de canalizare. Partea 1: Cerințe pentru tuburi, accesorii și îmbinări
25	SR EN 295-2	Tuburi și accesorii de gresie și îmbinarea lor la racorduri și rețele de canalizare. Partea 2: Evaluarea conformității și eșantionare
26	SR EN 295-3	Sisteme de tuburi și accesorii de gresie vitrificată pentru racorduri și rețele de canalizare. Partea 3: Metode de încercare
27	SR EN 295-4	Sisteme de tuburi și accesorii de gresie pentru racorduri și rețele de canalizare. Partea 4: Cerințe pentru piese de adaptare, piese de legătură și îmbinări flexibile
28	SR EN 295-5	Sisteme de tuburi și accesorii de gresie pentru racorduri și rețele de canalizare. Partea 5: Cerințe pentru tuburi perforate și accesorii
29	SR EN 295-6	Sisteme de tuburi și accesorii de gresie pentru racorduri și rețele de canalizare. Partea 6: Cerințe pentru componentele căminelor de vizitare și inspecție sau de racord
30	SR EN 295-7	Sisteme de tuburi și accesorii de gresie pentru racorduri și rețele de canalizare. Partea 7: Cerințe pentru tuburile și îmbinările lor destinate execuției prin împingere
31	SR EN 681-1	Garnituri de etanșare de cauciuc. Cerințe de material pentru garnituri de etanșare a îmbinărilor de țevi utilizate în domeniul apei și canalizării. Partea 1: Cauciuc vulcanizat
32	SR EN 681-2	Garnituri de etanșare de cauciuc. Cerințe de material pentru garnituri de etanșare a îmbinărilor de țevi utilizate în domeniul apei și canalizării. Partea 2: Elastomeri termoplastici
33	SR EN 681-3	Garnituri de etanșare de cauciuc. Cerințe de material pentru garnituri de etanșare a îmbinărilor de țevi utilizate în domeniul apei și canalizării. Partea 3: Materiale celulare de cauciuc vulcanizat
34	SR EN 681-4	Garnituri de etanșare de cauciuc. Cerințe de material pentru garnituri de etanșare a îmbinărilor de țevi utilizate în domeniul apei și canalizării. Partea 4: Garnituri de etanșare de poliuretan turnat
35	SR EN 752	Rețele de canalizare în exteriorul clădirilor. Managementul rețelelor de canalizare
36	STAS 12264	Canalizări, separatoare de uleiuri și grăsimi la stațiile de epurare orășenești. Prescripții generale de proiectare
37	STAS 12594	Canalizări. Stații de pompare. Prescripții generale de proiectare

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL II
SISTEME DE CANALIZARE
CAPITOLUL 2
Schemele sistemelor de canalizare

Nr. crt.	Indicativ	Titlu
38	STAS 2448	Canalizări. Cămine de vizitare. Prescripții de proiectare
39	STAS 4068/1	Debite și volume maxime de apă. Determinarea debitelor și volumelor maxime ale cursurilor de apă
40	STAS 4068/2	Debite și volume maxime de apă. Probabilitățile anuale ale debitelor și volumelor maxime în condiții normale și speciale de exploatare
41	STAS 4162/1	Canalizări. Decantoare primare. Prescripții de proiectare
42	STAS 4273	Construcții hidrotehnice. Încadrarea în clase de importanță
43	STAS 6054	Teren de fundare. Adâncimi maxime de îngheț
44	STAS 6701	Canalizări. Guri de scurgere cu sifon și depozit
45	STAS 9312	Subtraversări de căi ferate și drumuri cu conducte. Prescripții de proiectare
46	SR 8591	Rețele edilitare subterane. Condiții de amplasare.
47	STAS 9470	Hidrotehnică. Ploi maxime. Intensități, durate, frecvențe
48	STAS 1504	Instalații sanitare. Distanțe de amplasare a obiectelor sanitare, armăturilor și accesoriilor lor
49	STAS 9570-1	Marcarea și reperarea rețelelor de conducte și cabluri, în localități
50	SR EN 1991-1-1	Eurocod 1: Acțiuni asupra structurilor. Partea 1-1: Acțiuni generale. Greutăți specifice, greutăți proprii, încărcări utile pentru clădiri
51	SR EN 1991-1-4	Eurocod 1: Acțiuni asupra structurilor. Partea 1-4: Acțiuni generale - Acțiuni ale vântului
52	SR EN ISO 23856	Sisteme de conducte de materiale plastice pentru alimentare cu apă, drenaj sau canalizare, cu sau fără presiune. Sisteme de materiale plastice termorigide armate cu fibră de sticlă (PAS) pe bază de rășină poliesterică nesaturată (PN)
53	SR EN 805	Alimentări cu apă. Condiții pentru sistemele și componentele exterioare clădirilor
54	SR EN 16907-1	Terasamente. Partea 1: Principii și reguli generale
55	SR EN 16907-2	Terasamente. Partea 2: Clasificarea materialelor
56	SR EN 16907-3	Terasamente. Partea 3: Proceduri de construcție
57	SR EN 16907-4	Terasamente. Partea 4: Tratarea pământurilor cu var și/sau lianți hidraulici
58	SR EN 16907-5	Terasamente. Partea 5: Proceduri de construcție
59	SR EN 12063	Execuția lucrărilor geotehnice speciale. Pereți din palplanșe
60	SR EN 15237	Execuția lucrărilor geotehnice speciale. Drenaj vertical
61	SR EN ISO 22282-1	Cercetări și încercări geotehnice. Încercări geohidraulice. Partea 1: Reguli generale
62	SR EN ISO 22282-2	Cercetări și încercări geotehnice. Încercări geohidraulice. Partea 2: Încercări depermeabilitate la apă în foraje utilizând sisteme cu tub deschis
63	SR EN ISO 22282-4	Investigații și încercări geotehnice. Încercări geohidraulice. Partea 4: Încercări de pompare
64	SR EN ISO 22282-5	Cercetări și încercări geotehnice. Încercări geohidraulice. Partea 5: Încercări cu infiltrometru
65	SR EN ISO 22282-6	Cercetări și încercări geotehnice. Încercări geohidraulice. Partea 6: Încercări depermeabilitate la apă în foraje utilizând sisteme cu tub închis
66	SR EN ISO 22475-1	Investigații și încercări geotehnice. Metode de prelevare și măsurări referitoare la apasubterană. Partea 1: Principii tehnice pentru prelevarea eșantioanelor de pământ, rocă și apă subterană

- (3) Lista reglementărilor tehnice de referință dată în această reglementare tehnică se consultă împreună cu lista documentelor normative aflate în vigoare publicată de către autoritățile de reglementare de resort.

Tabelul 1.2. Acte normative și reglementări tehnice de referință.

Nr. crt.	Act normativ/Reglementare tehnică
1	Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții, republicată, cu modificările și completările ulterioare
2	Legea apelor nr. 107/1996, cu modificările și completările ulterioare. Legea nr. 107/1996, cu modificările și completările ulterioare traspune în legislația națională prevederile Directivei 2000/60/CE a Parlamentului European și a Consiliului din 23 octombrie 2000 de stabilire a unui cadru de politică comunitară în domeniul apei, publicată în jurnalul Oficial al Uniunii Europene L327 din 22.12.2000
3	Hotărârea Guvernului nr. 188/2002 pentru aprobarea unor norme privind condițiile de descărcare în mediul acvatic a apelor uzate, cu modificările și completările ulterioare

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL II
SISTEME DE CANALIZARE
CAPITOLUL 2
Schemele sistemelor de canalizare

Nr. crt.	Act normativ/Reglementare tehnică
4	Ordonanța de urgență a Guvernului nr. 195/2005 privind protecția mediului, cu modificările și completările ulterioare
5	Ghid privind reabilitarea conductelor pentru transportul apei, indicativ GP 127-2014, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 2.359/2014, denumit în continuare în acest document ghid GP 127
6	Normativ privind stabilirea limitelor de încărcare cu poluanți a apelor uzate industriale și urbane la evacuarea în receptorii naturali, indicativ NTPA 001/2002, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 188/2002 pentru aprobarea unor norme privind condițiile de descărcare în mediul acvatic a apelor uzate, cu modificările și completările ulterioare, denumit în continuare în acest document normă tehnică NTPA 001.
7	Normativ privind condițiile de evacuare a apelor uzate în rețelele de canalizare ale localităților și direct în stațiile de epurare, indicativ NTPA 002/2002, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 188/2002 pentru aprobarea unor norme privind condițiile de descărcare în mediul acvatic a apelor uzate, cu modificările și completările ulterioare, denumit în continuare în acest document normă tehnică NTPA 002.
8	Norme tehnice privind colectarea, epurarea și evacuarea apelor uzate urbane, indicativ NTPA-011, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 188/2002 pentru aprobarea unor norme privind condițiile de descărcare în mediul acvatic a apelor uzate, cu modificările și completările ulterioare, denumit în continuare în acest document normă tehnică NTPA 011.
9	Normativ privind documentațiile geotehnice pentru construcții, indicativ NP 074-2014, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 1330/2014, denumit în continuare în acest document normativ NP 074.
10	Normativ pentru proiectarea structurilor de fundare directă, indicativ NP 112-2014, aprobat prin Ordinul ministrului transporturilor, construcțiilor și turismului nr. 2352/2014.
11	Normativ privind cerințele de proiectare și execuție a excavațiilor adânci în zone urbane, indicativ NP 120-2014, aprobat prin Ordinul ministrului transporturilor, construcțiilor și turismului nr. 2104/2014.
12	Normativ privind proiectarea geotehnică a fundațiilor pe piloți, indicativ NP 123-2022, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării, lucrărilor publice și administrației nr. 2405/2022.
13	Normativ privind proiectarea geotehnică a lucrărilor de susținere, indicativ NP 124-2010, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și turismului nr. 2689/2010.
14	Normativ privind fundarea construcțiilor pe pământuri sensibile la umezire, indicativ NP 125-2010, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și turismului nr. 2688/2010.
15	Normativ privind fundarea construcțiilor pe pământuri cu umflări și contracții mari, indicativ NP 126-2010, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și turismului nr. 115/2012
16	Normativul de siguranță la foc a construcțiilor, indicativ P 118-1999, aprobat prin Ordinul ministrului lucrărilor publice și amenajării teritoriului nr. 27/N/1999, denumit în continuare în prezentul document normativ P 118.
17	Normativul privind securitatea la incendiu a construcțiilor, Partea a II-a - Instalații de Stingere, indicativ P 118/2-2013, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 2463/2013, modificat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 6026/2018, denumit în continuare în prezentul document normativ P 118/2.
18	Normativul privind securitatea la incendiu a construcțiilor, Partea a III-a – Instalații de detectare, semnalizare, avertizare, indicativ P 118/3-2015, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 364/2015 și modificat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 6025/2018, denumit în continuare în prezentul document normativ P 118/3.

2 Schemele sistemelor de canalizare

- (1) Sistemul de canalizare este ansamblul de construcții și instalații ingineresti care colectează apele de canalizare, le transportă la stația de epurare unde se asigură gradul de epurare stabilit în funcție de condițiile impuse de mediu și apoi le descarcă în receptorii naturali (emisari).
- (2) Totalitatea apelor colectate în rețelele de canalizare poartă denumirea de ape de canalizare. Apele de canalizare includ ape uzate, ape meteorice și ape de infiltrație.
- (3) Curgerea apelor meteorice se poate face atât prin rigole sau canale deschise (șanțuri), cât și prin canale închise. Pentru restul tipurilor de ape de canalizare, curgerea se face numai prin canale închise.

2.1 Obiectele sistemului de canalizare

- (1) Sistemul de canalizare are în componență următoarele grupuri de construcții și instalații:
 - a. obiectele sanitare și rețeaua interioară;
 - b. rețeaua exterioară (publică) de canalizare;
 - c. stația de epurare;
 - d. construcții de evacuare.
- (2) Obiectele sanitare și rețeaua interioară. În interiorul clădirilor de locuit, social – culturale sau administrative, există obiecte sanitare de tip chiuvete, băi și alte utilități. De la obiectele sanitare apa este preluată de instalațiile interioare ale clădirilor și direcționată către rețeaua de canalizare din interiorul incintelor, denumita rețea interioară.
- (3) Rețeaua exterioară se compune din canale subterane și de suprafață precum și combinații de elemente constructive convenționale și metode de control alternative, stații de pompare și din alte construcții auxiliare și instalații amplasate între punctele de colectare și stația de epurare sau gurile de vărsare în emisar:
 - a. legătura dintre rețeaua interioară și cea exterioară se face printr-un canal de racord și un cămin de inspecție, numit cămin de racord, ce servește pentru control și intervenții;
 - b. construcțiile auxiliare pe rețea includ: guri de scurgere care primesc apele meteorice de pe străzi, cămine de vizitare, camere de legătură, cămine de rupere de pantă, cămine de spălare, deversoare, bazine de retenție, separatoare de hidrocarburi, treceri pe sub depresiuni și căi de comunicație.
 - c. stațiile de pompare se construiesc în punctele joase ale teritoriului ce se canalizează, atunci când – din cauza configurației terenului – nu este posibil ca apele de canalizare să curgă gravitațional sau viteza de curgere nu este suficientă;
 - d. metodologii alternative de dezvoltare cu impact redus.
- (4) Stația de epurare este alcătuită din totalitatea construcțiilor și instalațiilor prin care se corectează parametrii de calitate a apelor uzate influente astfel încât caracteristicile apelor uzate epurate să corespundă normativelor în vigoare funcție de caracteristicile receptorului, precum și construcții și instalații specifice pentru îndepărtarea reținerilor din apele uzate influente și valorificarea acestora.
- (5) Construcțiile pentru evacuare asigură descărcarea apelor în receptori în condiții de siguranță pentru sistemul de canalizare și receptor.
- (6) Schema generală a unui sistem de canalizare unitar este prezentată în figura următoare.

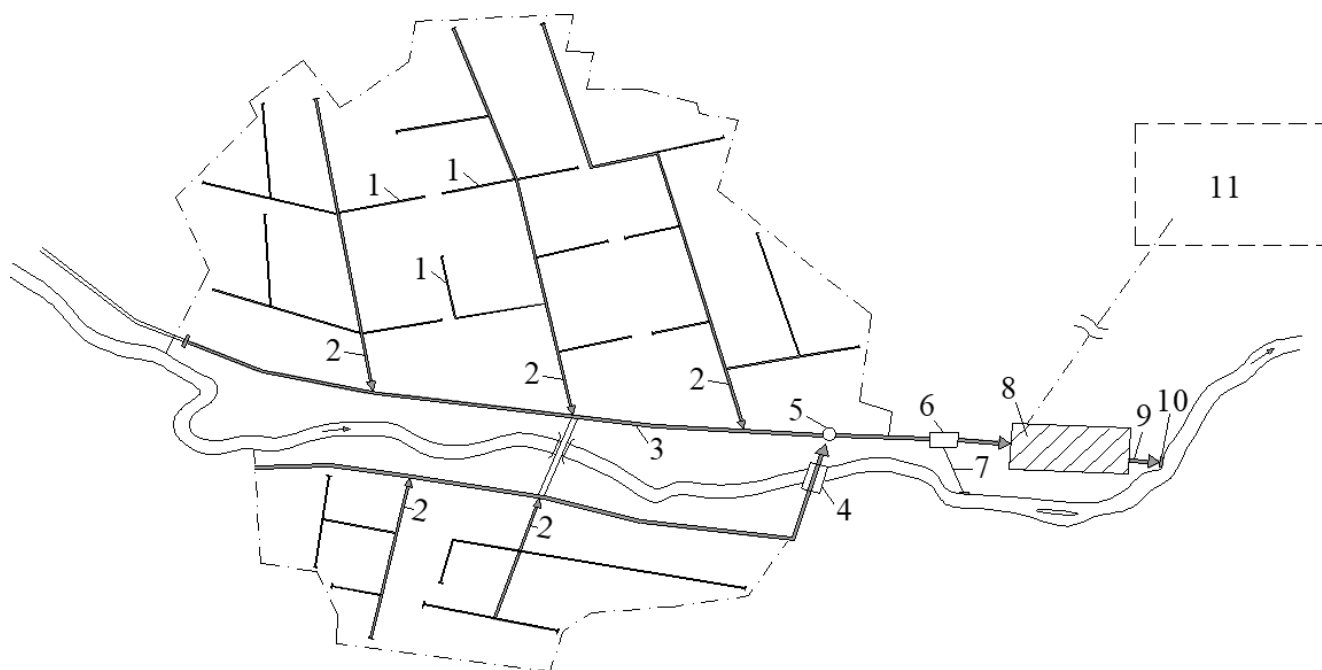


Figura 2.1. Schema sistemului de canalizare unitar.

1-canale de serviciu (secundare)	5-cameră de intersecție	9-colector de descărcare
2-colectoare secundare	6-camara deversorului	10-gură de vărsare
3-colectoare principale	7-canal deversor	11-sisteme pentru valorificarea nămolurilor rezultate din SE
4-sifon	8-stație de epurare	

- (7) Schemele sistemelor de canalizare diferă de la un sistem de canalizare la altul, acestea fiind unice pentru fiecare sistem în parte.
- (8) Receptorul este orice depresiune naturală cu scurgere (pârâu, râu, fluviu, lac, mare, ocean, teren permeabil).

2.2 Tipuri de rețele de canalizare

- (1) Funcție de modul în care sunt colectate și evacuate apele de canalizare, se deosebesc 3 tipuri de procedee pentru rețelele de canalizare:
- procedeu divizor (separativ);
 - procedeu unitar;
 - procedeu mixt.
- (2) O rețea de canalizare în procedeu divizor colectează și transportă prin minim 2 rețele diferite apele de canalizare de pe teritoriul unei localități:
- rețea de canalizare pentru colectarea și transportul, la stația de epurare, a apelor uzate de calitate a apelor uzate menajere, provenite de la diferiți utilizatori.
 - rețea de canalizare pentru colectare și evacuare ape meteorice.
- (3) O rețea de canalizare în procedeu unitar colectează și transportă prin aceeași rețea de canalizare toate apele de canalizare: ape uzate, ape meteorice și ape de infiltrație.
- (4) O rețea de canalizare în procedeu mixt colectează și transportă apele de canalizare prin sisteme de canalizare diferite interconectate, în parte prin sistem de canalizare unitar și în parte prin sistem de canalizare separativ.

2.3 Aglomerări

- (1) O „aglomerare” reprezintă, așa cum este definită prin Articolul 2(4) al Directivei privind epurarea apelor uzate orășenești 91/271/EEC, „o zonă unde populația și/sau activitățile economice sunt suficient de concentrate pentru ca apa uzată orășenească să fie colectată și transportată la o stație de epurare sau la un punct final de deversare.”
- (2) Existența unei aglomerări este independentă de existența unui sistem de colectare a apelor uzate, iar existența unei aglomerări nu este legată de existența unei stații de epurare.
- (3) Existența unei aglomerări este legată de situația de factori în care „populația și/sau activitățile economice sunt suficient de concentrate pentru ca apa uzată orășenească să fie colectată și transportată la o stație de epurare sau la un punct final de deversare.”. Astfel, noțiunea de aglomerare include și zonele suficient de concentrate în care încă nu există sisteme de colectare a apelor uzate.
- (4) Termenul de „aglomerare” nu trebuie confundat cu Unitățile Administrativ Teritoriale (UAT), (municipii, orașe sau alte unități), care au același nume. Limitele unei aglomerări pot să corespundă sau nu, cu limitele unei unități administrativ teritoriale. Astfel, mai multe UAT-uri pot constitui o singură aglomerare și invers, un singur UAT poate conține mai multe aglomerări, dacă acesta include zone suficient de concentrate, având locații distincte rezultate din dezvoltarea istorică sau economică. Trebuie subliniat faptul că o aglomerare poate conține și zone suficient de concentrate în care încă nu există sisteme de colectare a apelor uzate și/sau unde gestionarea apelor uzate se realizează cu sisteme individuale sau alte soluții adecvate, sau colectarea se realizează în orice alt fel.
- (5) Aglomerarea poate fi deservită de o singură stație de epurare (relație 1:1) sau de mai multe stații de epurare (relație 1:n). În plus, o singură aglomerare poate fi deservită de mai multe sisteme de colectare, fiecare sistem fiind conectat la una sau mai multe stații de epurare. În mod similar, mai multe sisteme de colectare pot fi conectate la aceeași stație de epurare.
- (6) În figura următoare sunt ilustrate principalele tipuri de relații dintre aglomerări și stațiile de epurare care le deserveșc.

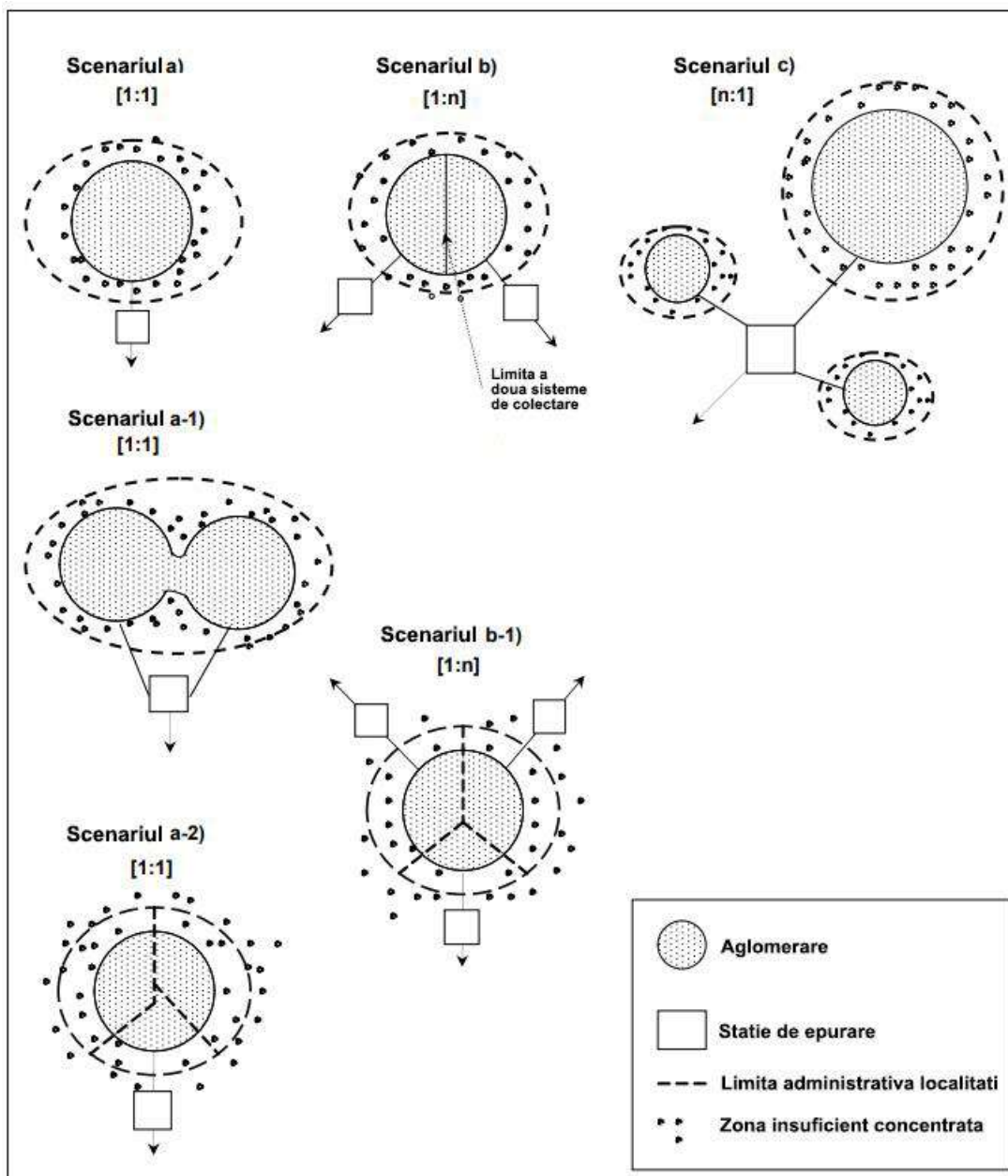


Figura 2.2. Relații posibile între aglomerări și stațiile de epurare aferente.

(7) Semnificațiile scenariilor din figura anterioară sunt următoarele:

- Scenariul a)** reprezintă cazul simplu în care o aglomerare este deservită de un singur sistem de colectare și de o singură stație de epurare (SE);
- Scenariul a-1)** reprezintă o variație a scenariului a) în care o singură SE deservește niște zone apropiate, suficient de concentrate și conectate de o zona continuă îngustată, care fac parte din același UAT. Un exemplu de situație de acest tip îl reprezintă localitățile unde zona concentrată este despărțită de un râu sau o autostradă. Un alt exemplu îl reprezintă satele sateliți ai unor orașe, care fiind foarte apropiate de oraș reprezintă parte din aglomerare și sunt conectate la același sistem de colectare a apelor uzate. În asemenea situații, este adecvată considerarea sistemului rezultat (ex: rețea de canalizare și SE) ca reprezentând o singură aglomerare, întrucât există continuitate și încărcările rezultate ar putea afecta un singur corp de apă. Acest tip de consolidare trebuie încurajat acolo unde conduce la o abordare coerentă privind epurarea apelor uzate generate în sate și orașe care sunt apropiate și conectate;

- c. **Scenariul a-2)** reprezintă o singură aglomerare, care cuprinde mai multe UAT-uri adiacente, deservite de un singur sistem de colectare și o singură SE;
- d. **Scenariul b)** reprezintă o aglomerare deservită de două sisteme de colectare, fiecare dintre sisteme fiind conectat la câte o SE. Împărțirea unei zone suficient de concentrate în mai multe aglomerări nu este admisă dacă această împărțire conduce la reducerea sau amânarea aplicării cerințelor de colectare și epurare a apelor uzate care altfel s-ar aplica dacă localitatea sau zona ar fi definită ca o singură aglomerare. O asemenea împărțire nu va întâmpina probleme de aprobare în situațiile în care nu conduce la afectarea cerințelor Directivei;
- e. **Scenariul b-1)** reprezintă o singură aglomerare care cuprinde mai multe UAT-uri distincte, adiacente, deservite de mai multe sisteme de colectare și mai multe SE;
- f. **Scenariul c)** cuprinde mai multe aglomerări distincte delimitate fizic având sisteme separate de colectare, dar deservite de o singură SE (acesta este un exemplu de cluster). În timp ce obligațiile legale impuse de Directivă sunt stabilite de dimensiunile fiecărei aglomerări și de natura emisarului, este importantă luarea în considerare a efectului cumulativ generat de existența unui punct unic de descărcare. În cazuri particulare, acesta poate afecta obiectivele de conformare ale cerințelor privind calitatea apelor din legislația de mediu UE, ca de exemplu Directiva privind calitatea apei de îmbăiere sau Directiva Cadru privind apa.

2.4 Criterii de alegere a schemei sistemului de canalizare

- (1) Alegerea schemei sistemului de canalizare are la bază datele configurației amplasamentului și elementele funcționale ale utilizatorului. Documentațiile obiectiv necesare pentru elaborarea schemei sistemului de canalizare sunt:
 - a. P.U.G, și P.U.Z. pentru localitate cu situația existentă și perspectiva de dezvoltare pentru minim 30 de ani.
 - b. Studii topografice, geotehnice, meteorologice, hidrogeologice, hidrologice asupra teritoriului, apelor de suprafață și subterane din zonă.
 - c. Analiza opțiunilor disponibile. Orice sistem de canalizare trebuie studiat în variante multiple, dintre care proiectantul va propune acea variantă care va asigura:
 - i. colectarea apelor uzate în condiții sanitare fără risc privind sănătatea populației;
 - ii. efecte minime asupra mediului înconjurător;
 - iii. costuri unitare și energetice minime, independente de factorii variabili care pot să apară în timp.
 - d. Criterii tehnice și economice pe care se bazează alegerea sistemului:
 - i. colectare unitară/separativă pe categorii de ape uzate;
 - ii. criterii de transport ape uzate (gravitațional, sub presiune sau rețea vacuumată);
 - iii. elementele impuse de trasee și amplasamente disponibile, poziția receptorului, valorificarea substanțelor reținute și a nămolurilor.
- (2) Calculele tehnice și economice, care să permită stabilirea variantei optime trebuie să cuprindă:
 - a. volumul total al investițiilor;
 - b. planul de eşalonare a investițiilor;
 - c. dotările și costurile de exploatare pentru fiecare variantă;
 - d. costul apei canalizate (colectare, epurare, evacuarea substanțelor reținute) în corelație cu gradul de suportabilitate a utilizatorilor sistemului.
- (3) Schema sistemului de canalizare trebuie să se încadreze permanent în dezvoltarea centrului populat, astfel încât serviciul de canalizare să poată asigura satisfacerea exigențelor utilizatorilor și dezvoltările tehnologice.

3 Rețele de canalizare

3.1 Elemente generale

- (1) Rețeaua de canalizare este ansamblul de construcții și instalații din sistemul de canalizare cu rol de colectare și transport a apelor uzate de la folosințe casnice, a apelor uzate industriale pre-epurate, a apelor uzate de la folosințe publice și a apelor provenite din precipitațiile căzute pe suprafața deservită de rețea și evacuarea acestora în afara aglomerării, în condiții de siguranță pentru sănătatea utilizatorilor și mediului.
- (2) Rețeaua de canalizare colectează apa de pe o suprafață delimitată, numită bazin de colectare. Bazinul de colectare poate fi diferit pentru diversele categorii de ape uzate.
- (3) Dezvoltarea de rețele de canalizare se face cu respectarea cerințelor aplicabile aglomerării, stabilite prin:
 - a. Master Planul privind dezvoltarea sistemelor de alimentare cu apă, respectiv canalizare;
 - b. Planul de Management al bazinului hidrografic.
- (4) Apele preluate în rețeaua de canalizare pot proveni din următoarele surse:
 - a. apă uzată menajeră, generată în:
 - i. instalațiile interioare ale locuințelor;
 - ii. instalațiile interioare ale clădirilor cu destinație de utilitate publică (școli, spitale, unități de activitate publică, complexe sportive, unități militare etc.);
 - iii. grupurile sanitare ale unităților industriale.
 - b. apă uzată industrială - colectată direct, atunci când calitatea acesteia o permite, sau provenind de la stații de pre-epurare, utilizate atunci când calitatea apei uzate nu corespunde cerințelor impuse pentru descărcarea în rețeaua publică de canalizare;
 - c. apă pluvială de șiroire sau apă meteorică - apele care provin din precipitații atmosferice (zăpadă, ploaie, grindină, brumă) și se scurg prin șiroire, descărcate în canalizare prin gurile de scurgere;
 - d. apa infiltrată prin orificiile capacelor caminelor, îmbinările imperfecte și defecțiunile colectorilor sau construcțiilor accesorii aferente.
- (5) Cu excepția apei infiltrate în canalizare, pentru a putea fi acceptate în rețeaua publică de canalizare, pentru toate celelalte categorii de apă se impune respectarea cerințelor de calitate normate prin norma tehnică NTPA 002.
- (6) Inclusiv pentru rețelele de canalizare din mediul rural, preluarea de ape uzate de la ferme agrozootehnice, unități de prelucrare produse sau crescătorii de animale, se face cu respectarea cerințelor de calitate normate prin norma tehnică NTPA 002.
- (7) Preluarea oricărei categorii de calitate de ape uzate în rețeaua publică este condiționată de:
 - a. asigurarea funcționării rețelei publice fără deteriorări, influențe asupra materialului, pericole sau limitări ale exploatării în siguranță;
 - b. respectarea cerințelor de calitate normate prin norma tehnică NTPA 002 pentru toate categoriile de apă, cu excepția apelor din infiltrații;
 - c. limitarea oricăror influențe negative asupra proceselor biologice din stația de epurare;
 - d. cunoașterea permanentă a volumelor de ape uzate și a calității acestora.

3.2 Tipuri de rețele de canalizare. Criterii de alegere

- (1) Rețelele de canalizare pot fi clasificate astfel:
 - a. după modul de curgere al apei:
 - i. rețea gravitațională, în care se asigură curgerea apei cu nivel liber;

- ii. rețea cu funcționare sub vacuum, în care transportul apelor uzate menajere se realizează sub o presiune negativă ($p: 0,4 - 0,6$ at.), asigurată sistematic de o instalație de vid;
 - iii. rețea cu funcționare sub presiune, în care curgerea apei se asigură prin pompare.
- b. după calitatea apelor colectate:
- i. în procedeu unitar - toate apele de pe suprafața aglomerării sunt colectate de o singură rețea de canalizare;
 - ii. în procedeu divizor/separativ - în aglomerări pot exista două rețele (rețea de canalizare ape uzate urbane/rurale și rețea de canalizare pentru ape meteorice), apele având caracteristici apropiate fiind evacuate prin aceeași rețea;
 - iii. în procedeu mixt, unitar și separativ, pe zone ale aglomerării.
- c. după forma rețelei:
- i. rețeaua de canalizare este o rețea ramificată;
 - ii. în cazuri excepționale, ținând cont și de condițiile de exploatare/reparații, configurația inelară poate fi favorabilă pentru realizarea de remedieri în timpul exploatării sau pentru evacuarea apei meteorice din aglomerări unde nu plouă simultan pe toate suprafețele. În asemenea cazuri, rețeaua se poate realiza de tip inelar, dacă se demonstrează că această configurație este rațională.
- (2) Modul de racordare a colectoarelor din rețeaua de canalizare depinde de mărimea, forma și relieful localității, schema sistemului de canalizare, distribuția marilor consumatori de apă care sunt racordați la canalizare, perspectiva de dezvoltare, respectiv criteriile de optimizare considerate de proiectant.
- (3) Pentru rețelele de canalizare prevăzute pentru funcționare în procedeu divizor:
- a. este interzisă descărcarea de apă uzată menajeră sau industrială de pe domeniul public sau privat în rețeaua de canalizare pentru apă meteorică;
 - b. este interzis descărcarea apelor meteorice de pe domeniul public sau privat în rețeaua de canalizare de apă uzată menajeră.
- (4) Tipul și configurația rețelei de canalizare se adoptă pe baza unui calcul tehnico-economic, considerând criteriile de minimizare a costului de investiție și a costurilor de exploatare.

3.3 Debite de calcul pentru rețeaua de canalizare

- (1) Debitul apelor de canalizare dintr-o localitate constă din debitele de ape uzate provenite de la utilizatori, debitele de ape meteorice colectate de pe suprafața localității și descărcate în rețeaua de canalizare și debitele de ape de infiltrație în rețeaua de canalizare.
- (2) Debitul de calcul al rețelei de canalizare rezultă în funcție de tipul sistemului de canalizare, astfel:
- a. pentru procedeu divizor:
 - i. rețeaua de canalizare ape uzate menajere se dimensionează la debitul dat de suma debitelor orare maxime ale apelor uzate preluate de la utilizatori și a debitelor de apă de infiltrație în rețeaua de canalizare;
 - ii. rețeaua de canalizare ape meteorice se dimensionează la debitele de ape meteorice colectate de pe suprafața localității și a debitelor de apă de infiltrație descărcate în rețea.
 - b. pentru procedeu unitar:
 - i. rețeaua de canalizare în procedeu unitar se dimensionează la debitul pe timp de ploaie, debitul de dimensionare fiind dat de suma debitelor orare maxime ale apelor uzate menajere preluate de la utilizatori, a debitelor de ape meteorice colectate de pe suprafața localității și descărcate în rețeaua de canalizare și a debitelor de ape de infiltrație în rețeaua de canalizare.

- ii. rețeaua de canalizare în procedeu unitar se verifică la debitul pe timp uscat, dat de suma debitelor orare maxime ale apelor uzate menajere preluate de la utilizatori și a debitelor de ape de infiltrație în rețeaua de canalizare (verificarea asigurării vitezei de autocurățire).
- c. pentru procedeu mixt, rețeaua se va dimensiona la debitele rezultate pentru fiecare zonă de funcționare specifică de tip divizor sau de tip unitar, considerând cele specificate mai sus pentru fiecare tip de procedeu.

3.3.1 Debite de calcul ape uzate menajere

- (1) Pentru consumatorii casnici, publici și industrie locală, rata de restituție la canalizare a apei potabile distribuite se consideră 100%; pentru consumatori industriali, rata de restituție la canalizare a apei potabile distribuite se consideră funcție de profilul activității.
- (2) Debitul uzat orar maxim considerat în dimensionarea rețelei de canalizare, provenit din utilizarea apei potabile pe tipuri de consumatori se calculează cu relația:

$$Q_{uz\ or\ max} = Q_{n\ or\ max\ g} + Q_{n\ or\ max\ p\ ind\ loc} + Q_{n\ ind} \quad [m^3/h] \quad (3.1)$$

în care:

$Q_{uz\ or\ max}$ – Debitul uzat orar maxim provenit de la toți consumatorii conectați la sistemul de alimentare cu apă.

$Q_{n\ or\ max\ g}$ – Debitul necesar orar maxim de apă potabilă distribuit pentru nevoi gospodărești, calculat în conformitate cu subcapitolul 3.1.3.3 din NP 133, Volumul I – Sisteme de alimentare cu apă.

$Q_{n\ or\ max\ p\ ind\ loc}$ – Debitul necesar orar maxim de apă potabilă distribuit pentru nevoi publice și industrie locală, calculat în conformitate cu subcapitolul 3.1.3.3 din NP 133, Volumul I – Sisteme de alimentare cu apă.

$Q_{n\ ind}$ – Debitul necesar orar maxim de apă uzată preluată de la agenții industriali mari, descărcată în rețeaua publică de canalizare. Stabilirea cantităților de apă uzată preluată de la consumatorii industriali mari se face obligatoriu pe baza măsurătorilor debitelor descărcate de aceștia în rețeaua de canalizare.

- (3) Pentru consumatorii care au surse proprii de alimentare cu apă și descarcă apa uzată în sistemul centralizat de canalizare, determinarea cantităților de apă uzată descărcată se face punctual, pe baza măsurătorilor de debite.
- (4) Pentru stabilirea debitului minim se utilizează următoarea relație:

$$Q_{uz\ or\ min} = \frac{p}{24} \cdot Q_{uz\ zi\ max} \quad (3.2)$$

în care:

p - coeficient adimensional, care are următoarele valori orientative:

- 0,05 pentru localități sub 1000 locuitori;
- 0,10 pentru localități între 1001 și 10000 locuitori;
- 0,25 pentru localități între 10001 și 50000 locuitori;
- 0,35 pentru localități între 50001 și 100000 locuitori;
- 0,40 pentru localități peste 100000 locuitori.

3.3.2 Debite de calcul ape meteorice

- (1) Dimensionarea lucrărilor de drenaj și evacuare a apelor meteorice din zonele urbane impune cunoașterea „ploii de calcul”. Ploaia de calcul are durată egală cu timpul de concentrare și

intensitatea medie corespunzătoare unei probabilități de depășire (frecvență) dată. Această ploaie are o distribuție în timp stabilită pe bază de ipoteze cu valoare euristică și generează un debit maxim în secțiune.

- (2) Caracteristicile principale ale ploii de calcul sunt:
- intensitatea medie a ploii de calcul, determinată ca raport între stratul de apă căzută pe unitatea de suprafață și durata de ploaie;
 - distribuția temporală a ploii, cu efect direct asupra valorilor debitelor de vârf ale hidrografului de viitură.
- (3) Evaluarea caracteristicilor ploii de calcul se face cu respectarea prevederilor SR 1846-2.
- (4) Concept: Cantitățile de ape meteorice, pentru bazine mici (sub 1000 ha) se determină prin metoda rațională care se bazează pe conceptul: o ploaie de frecvență normată conduce la realizarea debitului maxim într-o secțiune a unui bazin când durata ploii de calcul este egală cu timpul de concentrare (timpul maxim de curgere din punctul cel mai îndepărtat până în secțiunea considerată); pe această bază, pentru fiecare secțiune de calcul va exista o singură ploaie cu frecvența normată a teritoriului din care rezultă debitul de dimensionare.
- (5) Debitul de calcul evaluat pentru bazine mici (sub 1000 ha) are la bază conceptul menționat anterior și următoarele ipoteze simplificatoare, neaplicabile pentru bazine mai mari:
- durata de ploaie este egală cu timpul de concentrare;
 - intensitatea medie a ploii de calcul se stabilește din curba IDF/recomandabil din studiul meteorologic actualizat, aferent amplasamentului.
- (6) Debitul apelor meteorice se calculează cu relația:

$$Q_{\max f} = m \cdot S \cdot \phi \cdot i_f \text{ [l/s]} \quad (3.3)$$

în care:

$Q_{\max f}$ – debitul maxim al apelor meteorice în secțiunea de calcul

m – coeficient de înmagazinare; se consideră efectul de acumulare în rețea cu valorile:

$m = 0,8$ pentru durata ploii de calcul ≤ 40 min.

$m = 0,9$ pentru durata ploii de calcul > 40 min.

S – suprafața bazinului de colectare aferent secțiunii de calcul, [ha].

ϕ – coeficient de scurgere; raportul dintre volumul de apă ajuns în canalizare și volumul ploii căzute pe bazinul de colectare.

i_f – intensitatea medie a ploii de calcul, [l/s,ha], corespunzătoare frecvenței ploii de calcul f ; se determină pe baza curbelor IDF (STAS 9470) sau studiu de specialitate (obligatoriu pentru amplasamente cu suprafața peste 1000 ha), funcție de frecvența normată și durata ploii de calcul.

- (7) Coeficientul de scurgere ϕ se determină în funcție de tipul îmbrăcămînții suprafețelor bazinelor de colectare; se determină ca medie ponderată pentru suprafețe neomogene:

$$\phi = \frac{\sum S_i \times \phi_i}{\sum S_i} \quad (3.4)$$

în care:

ϕ_i – coeficient de scurgere specific pentru diferite tipuri de îmbrăcămînți ale suprafețelor.

S_i – suprafețele din componența bazinului de canalizare.

- (8) Valorile ϕ pentru diferite tipuri de suprafețe pot fi adoptate conform SR 1846-2. Coeficientul de scurgere se consideră constant pe fiecare suprafață.
- (9) Frecvența normată a ploii de calcul: notată f , se adoptă:

- a. pentru localități cu populație ≤ 100.000 locuitori, $f = 1/5$;
b. pentru localități cu populație ≥ 100.000 locuitori, $f = 1/10$.

(10) Durata ploii de calcul (t_p) reprezintă timpul de curgere a apei de la punctul cel mai îndepărtat al bazinului de canalizare până în secțiunea de calcul pentru care se face dimensionarea și se calculează cu relația:

$$t_p = t_{cs} + \frac{l}{v_{ap}} \text{ [minute]} \quad (3.5)$$

în care:

t_p – durata ploii de calcul (timp de ploaie).

t_{cs} – timp de concentrare superficială:

- $t_{cs} = 5$ min. pentru pante medii ale suprafeței bazinului $> 5\%$.
- $t_{cs} = 10$ min. pentru pante medii ale suprafeței bazinului între $1 - 5\%$.
- $t_{cs} = 15$ min. pentru pante medii ale suprafeței bazinului $< 1\%$.

l – lungimea cea mai mare parcursă de apă în colectorul de canalizare, de la capătul amonte al colectorului de canalizare și până în secțiunea de calcul, [m].

v_{ap} – viteza apreciată pe tronsonul de calcul, [m/s].

(11) La intersecția a 2 colectoare pentru secțiunea de calcul a primului tronson aval de intersecție se ia în calcul valoarea cea mai mare a timpului ploii de calcul pentru cele 2 colectoare.

(12) Viteza apreciată se estimează pe baza pantei terenului și experienței proiectantului; valoarea rezultată prin calcul a vitezei efective nu trebuie să difere cu mai mult de $\pm 20\%$ de valoarea apreciată. În cazul în care diferența este mai mare de $\pm 20\%$, se reia calculul considerând viteza efectivă calculată drept viteza apreciată. Calculul se consideră încheiat când viteza efectivă respectă condiția față de viteza apreciată.

(13) Pentru bazine mari (> 1000 ha) calculul se face respectând cerințele SR 1846 – 2.

(14) Intensitatea ploii de calcul se determină pe baza duratei de ploaie (t_p), pe baza frecvenței normate adoptate (f) cu ajutorul curbelor IDF conform STAS 9470, recomandabil pe baza studiilor de actualizare elaborate de ANM; pentru rețele care deserveșc un teritoriu > 1.000 ha, proiectantul va comanda la Administrația Națională de Meteorologie studii statistice pentru amplasament; acestea vor indica ploile maxime istorice ca durată și intensitate și vor actualiza curbele IDF corespunzătoare zonei amplasamentului.

(15) Intensitatea ploii de calcul se determină pentru fiecare secțiune de calcul, pe baza timpului de ploaie și a frecvenței normate adoptate.

3.3.3 Alte debite luate în calcul la dimensionarea sistemului de canalizare

3.3.3.1 Debite de infiltrații

(1) Pentru rețelele noi de canalizare, apa infiltrată în rețeaua de canalizare prin orificiile capacelor căminelor, îmbinările imperfecte și defecțiunile colectoarelor sau construcțiilor accesorii aferente, se poate evalua cu expresia:

$$Q_{inf} = \sum \frac{q_{inf} \cdot L_i \cdot D_{ni}}{1000} \text{ [m}^3\text{/zi]} \quad (3.6)$$

în care:

Q_{inf} – debitul total infiltrat în rețeaua de canalizare.

q_{inf} – debit specific infiltrat în rețea.

L_i – lungimea totală a colectoarelor de același diametru D_{ni} [m].

D_{ni} – diametrul colectorului [m].

- (2) Valorile debitului specific infiltrat se adoptă:
- pentru rețea de canalizare pozată deasupra nivelului apei subterane: $q_{inf} = 25 \text{ dm}^3/\text{zi}$ și m de rețea pentru un diametru al colectorului de 1 m;
 - pentru rețea de canalizare pozată la mai mult de 1 m sub nivelul apei subterane $q_{inf} = 50 \text{ dm}^3/\text{zi}$ și m de rețea pentru un diametru al colectorului de 1 m.
- (3) Valorile debitului de infiltrații din apa subterană considerat pentru dimensionarea rețelelor noi de canalizare nu vor depăși 5% din valoarea totală a debitului orar maxim de apă uzată menajeră preluată de la toți consumatorii conectați la canalizare.
- (4) Pentru sistemele de canalizare existente determinarea valorilor debitului total infiltrat (inclusiv debitul infiltrat prin defecte ale capacelor etc.) în rețeaua de canalizare se face prin măsurători de debite nocturne. Se calculează debitul total infiltrat ca media valorilor minime orare măsurate de operator pe parcursul unui an între orele 24 și 4 în următoarele secțiuni ale sistemului:
- dacă în sistem există stație de epurare și nu există descărcări directe în receptor, punctul de măsurare a debitului va fi intrarea în stația de epurare;
 - dacă în sistem există stație de epurare și puncte de descărcare directă în receptor, se fac măsurători simultane atât la intrarea în stația de epurare cât și în toate punctele de descărcare directă;
 - dacă în sistem nu există stație de epurare ci numai descărcări directe în emisar, se fac măsurători de debite simultane în toate punctele de descărcare în emisar.
- (5) Pentru sistemele de canalizare existente se realizează campanii de măsurători de debite în secțiunile sistemului conform celor menționate la punctul anterior, care se desfășoară continuu pentru o perioadă de minim 7 zile. Se înregistrează valorile debitelor vehiculate din minut în minut. Valorile măsurate validează valorile înregistrate de operator în aceeași perioadă a anului cu cea în care s-au realizat măsurătorile și constituie baza în care se stabilește debitul total infiltrat în rețea.

3.4 Proiectarea rețelelor de canalizare

3.4.1 Trasarea rețelei de canalizare și a bazinelor de colectare

- (1) Rețeaua de canalizare este alcătuită din:
- colectoarele care asigură colectarea și transportul apei colectate;
 - construcțiile accesorii care asigură buna funcționare a rețelei: racorduri, cămine de vizitare, guri de scurgere, deversoare, stații de pompare, bazine de retenție, sisteme de monitorizare a calității apei și de măsurare a debitului de apă vehiculată.
- (2) Stabilirea configurației rețelei se face luând în considerare următoarele elemente, prezentate în ordinea priorității:
- trama stradală actuală și în perspectivă (minim 25 ani), conform P.U.G. și P.U.Z aferente aglomerărilor deservite;
 - situația topografică a amplasamentului, pentru asigurarea curgerii gravitaționale ori de câte ori este posibil;
 - pozițiile marilor utilizatori de apă care sunt racordați la canalizare;
 - pozițiile stabilite pentru stația de epurare, respectiv punctul de descărcare în receptor;
 - asigurarea evacuării apelor de canalizare pe drumul cel mai scurt;
 - corelarea cu traseele și adâncimile de îngropare a utilităților existente în amplasament;
 - soluționarea rațională a rețelei în zone critice: depresiuni, contrapante, subtraversări, pasaje și orice alte zone vulnerabile, prin asigurarea că apa colectată se poate evacua prin pompare. În astfel de situații, este rațională adoptarea de soluții cu rezerve suplimentare de capacitate, din motive de siguranță. Se recomandă analizarea de măsuri combinate, ca de exemplu:

- i. alimentare dublă cu energie electrică;
 - ii. adoptarea unui număr de pompe active mai mare decât cel rezulat pentru debitul de calcul, care să poată fi utilizate simultan exclusiv în situațiile extraordinare, în care debitul de calcul este depășit și nivelul apei în bazinul de aspiratie crește peste nivelul maxim de alarmă. Se admite pentru perioade scurte de timp, funcționarea în următoarele condiții:
 - 1) utilizare simultană a tuturor pompelor active;
 - 2) viteze de curgere prin conducta de refulare superioare valorii de 2,0 m/s (viteza maximă admisă în funcționarea curentă).
 - h. stabilirea unui plan de dezvoltare etapizată, corelat cu dezvoltarea aglomerării deservite;
 - i. posibilitatea prevederii galeriilor edilitare în zone cu densitate mare de rețele, în zone centrale, cu trafic intens și terenuri dificile privind pozarea.
- (3) În fază preliminară se analizează scheme de canalizare posibile, urmărind:
- a. trasarea colectoarelor principale, pe cât posibil în zona joasă a aglomerării și în paralel cu receptorul;
 - b. evaluarea numărului și poziției stațiilor de pompare necesare;
 - c. evaluarea numărului și poziției traversărilor de drumuri/cursuri de apă necesare.
- (4) Dintre schemele preliminare elaborate inițial, se selectează cele care conduc la un număr minim de stații de pompare, trasând-se schema de calcul prin completarea cu traseele colectoarelor secundare și discretizarea rețelei în următoarele elemente:
- a. nod – în punctele de intersecție a două sau mai multe colectoare, la schimbarea diametrului, la schimbarea pantei, la punctele de schimbarea a adâncimii de îngropare, în punctele în care există racorduri având debite concentrate semnificative, la capetele amonte ale colectoarelor;
 - b. tronson de calcul: colector cu diametrul constant care unește două noduri succesive. Se recomandă ca lungimea unui tronson de calcul să nu depășească 250 m;
 - c. alte elemente (stații de pompare, deversoare, bazine de retenție, puncte de descărcare în stația de epurare sau în receptor).
- (5) Atunci când la un racord se descarcă un debit cu valoare semnificativă, punctul de racordare se consideră un nod de calcul în care există debit concentrat.
- (6) Următoarele debite descărcate se consideră ca având valoare semnificativă:
- a. pentru rețele mici ($Q_{uz\ or\ max} \leq 100\ l/s$) – orice debit concentrat mai mare de 5 l/s.
 - b. pentru rețele mari ($Q_{uz\ or\ max} > 100\ l/s$) – orice debit concentrat mari mai mare de 10 l/s.
- (7) La trasarea rețelei se urmărește, pe cât posibil:
- a. în raport cu axul străzii, colectoarele se amplasează pe partea străzii pe care sunt cei mai mulți utilizatori, pentru reducerea lungimii totale a conductelor de racord necesare;
 - b. pentru străzi și trotuare cu lățimea sub 10-12m, amplasarea colectoarelor lângă axul străzii, în spații verzi sau în carosabil, dar într-o singură bandă de circulație, pentru reducerea efectelor asupra traficului în fazele de execuție, respectiv exploatare;
 - c. pentru străzi și trotuare cu lățimi > 16m, se analizează opțiunea amplasării colectoarelor pe fiecare parte a străzii, luând în considerare cu prioritate spațiul public disponibil între trotuar și linia clădirilor;
 - d. alegerea traseelor cu terenuri de fundație cât mai bune, pentru evitarea adoptării unor soluții de fundare complexe și costisitoare;
 - e. amplasarea racordurilor utilizatorilor la cote inferioare celorlalte rețele.
- (8) Poziția colectoarelor și construcțiilor accesorii aferente se adoptă ținând cont de poziția celorlalte rețele subterane și de condițiile specifice impuse de funcționalitatea acestora, distanțele fiind stabilite conform prevederilor SR 8591.

- (9) În cazuri speciale, definite prin dificultăți în realizarea distanțelor minime între rețele, se stabilesc protocoale și înțelegeri cu deținătorii acestora și autoritățile locale, în vederea amplasării rețelei de canalizare în spațiul disponibil cu adoptarea de distanțe modificate față de SR 8591. Conceptul general admis va ține seama de următoarele:
- a. poziția colectoarelor nu trebuie să pericliteze siguranța celorlalte rețele subterane și siguranța sanitară a utilizatorilor;
 - b. asigurarea soluțiilor raționale pentru intervenții în rețea pentru reparații/reabilitări fără deteriorarea altor rețele;
 - c. distanța admisă atât în plan, cât și pe verticală, pentru asigurarea spațiului de lucru efectiv, inclusiv pentru pozarea sprijinirilor necesare, pe durata instalării, respectiv în cazul lucrărilor de reparații, măsurată între generatoarea exterioară a colectorului și generatoarea exterioară a altor conducte/fețele exterioare ale pereților construcțiilor accesorii aferente altor rețele edilitare, se adoptă:
 - i. minim 0,40 m pentru colectoare cu diametrul sub 1000 mm;
 - ii. minim 0,60 m pentru colectoare cu diametrul peste 1000 mm.
 - d. pe verticală, colectoarele de canalizare sunt așezate sub conductele de apă potabilă, apă minerală pentru cură internă, conducte de gaz, cabluri electrice, canale de cabluri telefonice;
 - e. în cazurile în care la încrucișarea traseelor nu este posibilă instalarea colectorului de canalizare sub conductele de apă potabilă, colectorul de canalizare se instalează în tub de protecție, etanșat la capete, având lungimea suficientă pentru asigurarea, înainte și după punctul de încrucișare, a unei distanțe de minim:
 - i. 5,0 m în teren impermeabil;
 - ii. 10,0 m în teren permeabil.
 - f. în cazul rețelelor de canalizare sub vacuum, colectoarele de canalizare pot fi așezate deasupra conductelor de apă potabilă, cu respectarea distanței minime specificată la punctul c;
 - g. se admite instalarea a două sau mai multe colectoare de canalizare cu nivel liber și/sau conducte sub presiune/sub vacuum în tranșee comună, sub rezerva prevederii în proiect a următoarelor cerințe privind ordinea de execuție a lucrărilor:
 - i. execuția tranșeei la lățimea necesară pozării tuturor colectoarelor, până la 0,10 m deasupra cotei de pozare aferente colectorului/conductei de refulare prevăzute cel mai aproape de nivelul terenului;
 - ii. continuarea execuției tranșeei, în trepte descrescătoare, cu reducerea lățimii la necesarul aferent colectoarelor/conductelor pozate la adâncimi superioare, până la atingerea adâncimii maxime de îngropare și a lățimii minime aferente tranșeei;
 - iii. după instalarea colectorului/conductei pozate la adâncimea cea mai mare, se realizează umplutura în trepte crescătoare, corespunzătoare cotelor de pozare ale celorlaltor colectoare/conducte.
 - iv. după instalarea succesivă, a colectoarelor și conductelor, în ordinea de pozare stabilită pe verticală, se continuă umplerea tranșeei până la minim 0,5 m peste banda de semnalizare aferentă conductei pozate la cea mai ridicată cotă;
 - v. înainte de realizarea umpluturii finale și aducerea terenului la starea inițială, se realizează probele de etanșeitate/presiune aferente tuturor colectoarelor/ conductelor pozate în tranșee comună.
- (10) Prin excepție de la prevederile (9)b, în cazul colectoarelor/conductelor pozate prin tehnologii fără săpătură deschisă, distanța minimă se adoptă ca valoarea mai mare dintre 0,40 m și $1,5 \times \text{DN}$.
- (11) După trasarea rețelei de canalizare, se face trasarea bazinelor de colectare, prin delimitarea suprafețelor deservite de fiecare tronson de calcul. Limitele bazinelor de colectare se stabilesc:
- a. pentru suprafețe relativ plane, în general, prin trasarea bisectoarelor formate la intersecțiile străzilor;

- b. pentru suprafețe cu diferențe de cotă pronunțate, trasarea bisectoarelor formate la intersecțiile străzilor are aplicabilitate limitată:
- se poate admite ipoteza scurgerii apei contra pantei naturale a terenului numai pentru zone înguste paralele cu strada, unde se pot amenaja platforme orizontale;
 - se analizează cu atenție situațiile străzilor cu incinte amplasate la cote mai joase față de nivelul străzii, pentru a se putea identifica soluții raționale de racordare.
- (12) Întrucât pentru aceeași rețea stradală pot fi adoptate mai multe configurații de rețele, alegerea se face urmărind în același timp asigurarea serviciului de colectare a apei uzate în condițiile legii, precum și aplicarea unor criterii de optimizare, ca de exemplu:
- reducerea costurilor de investiție;
 - reducerea costurilor de exploatare;
 - creșterea siguranței în exploatare;
 - obținerea unor costuri totale anuale minime (exploatare + amortizare).
- (13) Schema și caracteristicile rețelei pot fi schimbate în timp, pentru adaptarea la extinderea suprafeței deservite și/sau modificării debitului transportat, prin re tehnologizare în vederea creșterii siguranței și calității serviciului de canalizare, reducerii infiltrațiilor/exfiltrațiilor, precum și creșterii eficienței energetice. Măsurile de adaptare se stabilesc tot prin optimizare, ținând cont de noile condiții de funcționare.
- (14) La reabilitarea/re tehnologizarea rețelelor de canalizare, soluțiile se stabilesc cu respectarea prevederilor stabilite prin ghidul GP 127.

3.4.2 Studii necesare pentru proiectarea rețelelor de canalizare

- (1) Amploarea și gradul de aprofundare a studiilor de teren se stabilesc în conformitate cu cerințele legale aplicabile fazei de proiectare corespunzătoare obiectivului, cu precizarea de către proiectant a oricăror cerințe specifice lucrării și condițiilor din amplasament.
- (2) Studiile și documentațiile necesare pentru proiectarea rețelelor de canalizare includ:
- Plan de Urbanism General/ Zonal aferent aglomerării, inclusiv informații privind perspectivele de dezvoltare aferente zonelor care urmează a fi construite;
 - studii/date privind numărul și tipul utilizatorilor, cu identificarea pozițiilor și evaluarea debitelor aferente marilor consumatori de apă care sunt/vor fi racordați la canalizare;
 - studiu topografic, conform cerințelor specificate în normativul NP133 Volumul I capitolul 2.1 și prevederilor din normativele și standardele aplicabile;
 - studiu geotehnic, în conformitate cu cerințele normativului NP 074.
 - în cazul proiectelor de reabilitare/modernizare a rețelelor de canalizare existente:
 - rapoarte de inspecție CCTV pe tronsoanele unde în exploatare s-au înregistrat deversări/surpări/alte deficiente notabile;
 - măsurători ale parametrilor de funcționare a rețelei, realizate pe o durată continuă de minim 7 zile, la o frecvență de minim 1 înregistrare pe minut, în cel puțin următoarele puncte relevante din rețea:
 - măsurători de debite:
 - la intrarea în stația de epurare;
 - la ieșirea din stațiile de pompare;
 - pe tronsoanele unde în exploatare s-au înregistrat deversări.
 - măsurători de niveluri:
 - în chesoanele stațiilor de pompare;
 - la deversoare;
 - pe tronsoanele unde în exploatare s-au înregistrat deversări.

- 3) măsurători de presiuni – pe conductele generale de refulare ale stațiilor de pompare.
- f. studiu meteorologic - stabilirea caracteristicilor precipitațiilor necesare calculului debitelor apelor de ploaie, prin identificarea ploilor maxime istorice, ca durată și intensitate, cu actualizarea curbelor IDF corespunzătoare zonei amplasamentului.

3.4.3 Rețele de canalizare gravitaționale

3.4.3.1 Criterii de proiectare a rețelelor de canalizare

- (1) Rețeaua se discretizează conform prevederilor de la capitolul 3.4.1 paragraful (4), cu identificarea poziției și valorilor aferente tuturor debitelor concentrate descărcate în rețea, corespunzătoare scenariului de calcul analizat.
- (2) Pe baza traseelor stabilite, înainte de elaborarea calculelor hidraulice, se elaborează profile longitudinale ale terenului, cu identificarea următoarelor elemente:
- punctele obligate;
 - poziția și dimensiunile obstacolelor/utilităților îngropate pe traseu;
 - nivelul apei subterane;
 - tronsoanele cu pante pronunțate ale terenului;
 - eventualele tronsoane cu contrapantă în raport cu direcția de curgere propusă în schema de calcul.
- (3) Pentru simplificarea calculelor, se admite ipoteza mișcării permanente în rețelele de canalizare:
- în cazul calculelor realizate manual, se analizează punctual situațiile instantanee aferente debitelor maxime de dimensionare, luându-se în considerare numai debitul maxim de calcul;
 - pentru analiza unor sisteme/scenarii complexe, calculele se realizează utilizând programe de calcul automat, în cadrul unor simulări în care se admite ipoteza că, la fiecare pas de timp (considerat de regulă cu durata de maxim 1 oră), mișcarea este permanentă, luând în considerare evoluția de la un pas de timp la altul a funcționării rețelelor, prin:
 - tipare de variație a debitelor colectate;
 - hietograme ale ploilor de calcul;
 - curbele pompelor și setările stațiilor de pompare (cote de pornire, oprire);
 - suprapunerea debitelor din secțiunile de calcul, atât gravitațional, cât și prin pompare;
 - evaluarea volumelor efectiv acumulate în rețea;
 - evaluarea și posibilitatea vizualizării nivelului apei în fiecare tronson de calcul, precum și identificarea fenomenelor apărute la racordarea între tronsoane.
- În acest caz, coeficienții de variație se stabilesc de către Proiectant, justificat:
- pe baza rezultatelor campaniilor de măsurători de debite și nivele;
 - pe baza unor tipare de variație a consumului preluate din literatura tehnică pentru sisteme cu dimensiuni și condiții de funcționare similare.

3.4.3.1.1 Forma secțiunii de curgere

- (1) Dimensiunile secțiunii de curgere rezultă din calculul rețelei de canalizare. De regulă, se adoptă forma circulară ca fiind secțiunea optimă din punct de vedere hidraulic.
- (2) Pentru situații determinate de: spații înguste disponibile pentru pozare, necesitatea transportului unor debite mari, funcționarea la debite reduse pe timp uscat, se poate utiliza secțiunea ovoidă care asigură, în raport cu secțiunea circulară, la aceeași înălțime de apă, o viteză de curgere mai mare.
- (3) Pentru colectoare mari, cu debite de ordinul m^3/s , unde se urmărește economisirea spațiului pe verticală, se poate utiliza secțiunea clopot.

3.4.3.1.2 Diametre minime ale colectoarelor

- (1) Diametrul minim pentru colectoarele de canalizare se adoptă:
- Dn 250 mm pentru rețele de ape uzate în procedeu separativ (divizor);
 - Dn 300 mm pentru rețele de ape meteorice (procedeu separativ) și rețele în procedeu unitar.
- (2) Prin excepție de la prevederile (1)a, pentru rețele noi se pot adopta colectoare cu diametrul minim Dn 200 mm, în următoarele situații:
- colectoare stradale din rețele canalizare a apelor uzate (procedeu divizor), cu lungimea de cel mult 500 m și pe care sunt necesare cel mult 100 de racorduri;
 - gradul de umplere la debitul de calcul este $a \leq 0,5$;
 - diferența între diametrul interior al colectorului de canalizare și diametrul interior al conductei de racord să fie minim 30 mm.
- (3) În cazul sifoanelor, diametrul minim admis este de 200 mm.

3.4.3.1.3 Gradul de umplere

- (1) Gradul de umplere este definit ca raportul între înălțimea apei la debitul maxim în secțiune și înălțimea constructivă a canalului (DN sau H, funcție de forma secțiunii de curgere):

$$a = \frac{h}{DN} ; a = \frac{h}{H} \quad (3.7)$$

în care:

- a – grad de umplere;
- DN – diametrul nominal, (mm);
- H – înălțimea interioară a canalului, (mm);
- h – înălțimea apei în canal, (mm).

- (2) Gradul maxim de umplere recomandat la debitul de calcul pentru colectoarele de ape uzate menajere în procedeu divizor se adoptă utilizând Tabelul 3.1.

Tabelul 3.1. Gradul de umplere maxim pentru colectoare de ape uzate menajere.

Nr. crt.	DN sau H [mm]	a [-]
1	< 300	$\leq 0,60$
2	350 – 450	$\leq 0,70$
3	500 – 900	$\leq 0,75$
4	> 900	$\leq 0,80$

- (3) Gradul maxim de umplere admis la debitul de calcul este $a=1,0$, pentru colectoarele de ape meteorice în procedeu divizor, respectiv pentru colectoarele din rețele în procedeu unitar.

3.4.3.1.4 Adâncimea de îngropare a colectoarelor

- (1) Adâncimea de îngropare inițială, precum și adâncimea minimă de îngropare de pe traseul colectoarelor se stabilesc luând în considerare următoarele cerințe minime privind acoperirea minimă peste generatoarea superioară a colectoarelor, prezentate în ordinea priorității:
- pentru evitarea solicitării tuburilor la ciclurile de îngheț-dezghet, acoperirea se adoptă cel puțin egală cu adâncimea de îngheț stabilită prin STAS 6054;
 - pentru a se putea amplasa colectoarele și racordurile aferente la cote inferioare celorlalte rețele:
 - acoperirea minimă se adoptă de 0,80 m;

- ii. la încrucișarea traseelor cu alte rețele edilitare subterane se adoptă măsuri de protecție corespunzătoare, conform prevederilor STAS 8591.
 - c. pentru a se putea prelua gravitațional apa uzată de la utilizatori, colectorul se pozează cu generatoarea superioară sub cota radier a căminului de racord;
 - d. în cazul solicitărilor date de încărcările din trafic, acoperirea minimă se stabilește prin calcul;
 - e. ori de câte ori este posibil, colectoarele rețelei se instalează deasupra nivelului apei subterane;
 - f. colectoarele rețelei se instalează la adâncimi care permit extinderea ulterioară.
- (2) Pentru colectoare cu diametrul de până la 500 mm, inclusiv, adâncimea maximă de îngropare se adoptă, de regulă, până la limita de 7,0 m (diferența de cotă radier și cotă teren). Limitarea este impusă de posibilitatea efectuării de intervenții prin executarea de săpături.
- (3) Curgerea apei într-o rețea de canalizare este o curgere nepermanentă, datorită variației zilnice și orare a debitelor, gradului de simultaneitate a debitelor colectate și racordărilor hidraulice la intersecțiile dintre colectoare, la punctele de modificare a pantelor/diametrelor/materialului colectoarelor. Acestea pot conduce, în intervale scurte de timp, la schimbări în valoarea nivelului apei, valoarea vitezei de curgere și, pe unele tronsoane, chiar a sensului de curgere.

3.4.3.1.5 Pantele longitudinale ale colectoarelor

- (1) Pantele colectoarelor se adoptă urmărind-se asigurarea următoarelor cerințe:
- a. panta minimă constructivă este valoarea minimă dintre 1‰ și $\geq 1: DN$;
 - b. se recomandă urmărirea pantei terenului, pentru reducerea volumelor de excavații. Dacă sensul de curgere a apei coincide cu sensul descendent al străzii, panta se poate adopta egală cu panta străzii, dar nu mai mică decât panta minimă constructivă;
 - c. se asigură acoperirea minimă deasupra generatoarei superioare a colectorului;
 - d. panta efectivă se stabilește prin proiect, pentru fiecare tronson de calcul, ținând cont de tipul de material, asigurând-se că la debitul de calcul sunt respectate cerințele următoare, prezentate în ordinea priorității:
 - i. viteza efectivă asigură autocurățirea colectorului;
 - ii. viteza efectivă nu depășește viteza maximă admisibilă pentru materialul colectorului, indicată de producător;
 - iii. gradul de umplere se încadrează sub limita recomandată.
- (2) Pentru colectoare cu diametre sub 800 mm, schimbările de pantă se realizează în cămine de vizitare.
- (3) În cazul în care viteza efectivă corespunzătoare debitului de calcul depășește viteza maximă admisibilă pentru materialul colectorului, panta acestuia se reduce și se prevăd cămine de rupere de pantă.

3.4.3.1.6 Viteza de curgere

- (1) Viteza de curgere prin colectoare și canale se stabilește în vederea atingerii vitezei minime de 0,7 m/s, pentru care se asigură autocurățirea (particulele în suspensie sunt antrenate, evitând-se formarea de depuneri în rețea).
- (2) Prin excepție de la prevederile (1), pentru tronsoanele pe care debitele de calcul au valori reduse, care nu permit asigurarea vitezei de autocurățire în condiții raționale (pantele necesare nu pot fi asigurate fără utilizarea de adâncimi excesive de pozare și/sau un număr ridicat de stații de pompare), se admite realizarea unor viteze efective de curgere sub viteza de autocurățire, cu respectarea următoarelor condiții:
- a. se adoptă panta maximă permisă de condițiile efective din teren, dar nu mai mică decât panta minimă constructivă;

- b. tronsoanele respective se indică în breviarul de calcul/raportul de modelare hidraulică aferent rețelei de canalizare, în scopul introducerii de către Operatorul sistemului de canalizare în programul acestuia de monitorizare a depunerilor și spălare regulată.
- (3) În cazul colectoarelor de ape meteorice și al celor în procedeu unitar, unde funcționarea se face cu variații mari ale debitului, pentru realizarea vitezei de autocurățire se pot adopta profile cu cunetă la partea inferioară.
- (4) Pentru canale închise, vitezele maxime admise sunt, de regulă până la 5,0 m/s. În cazuri particulare, se pot accepta valori superioare, dar fără depășirea vitezei maxime indicate de producătorul tuburilor.
- (5) Pentru canalele/rigolele deschise de ape meteorice:
- viteza minimă se adoptă 0,6 m/s, iar în rigolele/canalele exterioare localității, necesare pentru evacuarea apelor meteorice, vitezele minime se adoptă între 0,25 și 0,40 m/s;
 - se recomandă adoptarea de soluții care să asigure viteze mai ridicate pe tronsoanele din zona aval a canalelor.

3.4.3.1.7 Racordarea colectoarelor

- (1) Cotele radierului în nodurile de calcul se stabilesc considerând racordarea la generatoarea superioară a tuburilor adiacente.
- (2) Nu se admite introducerea colectoarelor/conductelor dincolo de fața interioară a construcțiilor la care se face conectarea.
- (3) Se recomandă ca racordarea colectoarelor să se facă asigurând profilarea hidraulică, luând-se măsuri pentru evitarea generării de puncte unde mișcarea apei este neuniformă rapid variată (salt hidraulic).

3.4.3.2 Calculul hidraulic al rețelelor de canalizare în procedeu divizor

- (1) Dimensionarea rețelei de canalizare se face pentru debitul maxim dat de suma dintre debitul orar maxim de apă uzată și debitul infiltrațiilor colectate de rețea.
- (2) Dimensionarea rețelei se face folosind:
- ecuația de continuitate – în fiecare nod suma debitelor care intră în nod este egală cu suma debitelor care ies din nod;

$$\sum Q_i = 0 \quad (3.8)$$

- relația de calcul derivată din ecuația energiilor - transportul apei se face sub influența diferenței dintre cota energetică din secțiunea amonte și cota energetică din secțiunea aval, dată de panta nivelului apei, respectiv sub influența formei secțiunii și rugozității suportului curgerii;

$$Q = AC\sqrt{R \cdot i} \quad (3.9)$$

$$R = \frac{A}{P} \quad (3.10)$$

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6} \quad (3.11)$$

în care:

Q – debitul de apă transportat (m³/s);

A_u – Aria secțiunii udate, normală la direcția de curgere (m²);

P_u – Perimetrul secțiunii udate, normală la direcția de curgere (m);

1/n – coeficientul de rugozitate;

R – raza hidraulică (m);

i – panta nivelului apei, considerată egală cu panta radierului colectorului, admitând ipoteza simplificatoare a mișcării permanente în rețelele de canalizare.

- (3) Pentru determinarea debitelor de calcul pe tronsoane, cu luarea în considerare a debitelor colectate pe lungimea acestora, precum și starea colectoarelor existente privind nivelul de infiltrații, se utilizează ipoteza unei descărcări uniforme a debitului în rețea. Astfel, în zonele cu racorduri dese, în care dotările utilizatorilor de apă cu instalații tehnico-sanitare sunt similare, iar nivelul infiltrațiilor este similar (ex: rețea complet nouă, colectoare în zone cu apă subterană), se stabilește aportul unitar de apă uzată:

$$q_{sp\ uz} = \frac{Q_{uz\ or\ max} + Q_{inf}}{\sum l_{tr}} \quad [l/s, m] \quad (3.12)$$

în care:

$Q_{uz\ or\ max}$ – debitul orar maxim de apă uzată colectată de rețea.

Q_{inf} – debitul de infiltrații colectat de rețea.

- (4) Proiectantul stabilește, pe zone, densitatea populației, numărul de racorduri, dotarea cu instalații tehnico-sanitare, nivelul infiltrațiilor și evaluează pentru fiecare zonă valorile aportului unitar de apă uzată.
- (5) Valoarea debitului de calcul este egală cu suma debitelor colectate de rețea până în secțiunea aval a tronsonului care se dimensionează.
- (6) Calculul se începe întotdeauna de la capetele rețelei și se conduce din tronson în tronson, mergând spre aval, astfel încât debitul pe tronsonul analizat să fie întotdeauna cunoscut.
- (7) Pentru fiecare tronson, componenta debitului de calcul dată de debitele descărcate uniform de-a lungul rețelei se consideră:

$$Q_{calcul}^{i \rightarrow i+1} = Q_{calcul}^{i-1 \rightarrow i} + Q_{lat}^i + q_{sp,uz} \cdot L^{i \rightarrow i+1} \quad (l/s) \quad (3.13)$$

în care:

$Q_{calcul}^{i-1 \rightarrow i}$ – debitul tronsonului amonte tronsonului curent, conform relației.

Q_{lat}^i – suma debitelor debite concentrate și a debitelor deversate colectoarele laterale în nodul i.

- (8) Calculul manual se poate efectua tabelar, tronson cu tronson, în paralel cu elaborarea profilului longitudinal al colectorului, utilizând un tabel de tipul celui prezentat în Tabelul 3.2. și urmărind îndeplinirea cerințelor aplicabile, stabilite la 3.4.3.1 Criterii de proiectare a rețelelor de canalizare.

Tabelul 3.2. Tabel de calcul tronson canalizare menajera j-k.

Nr crt	Tr	Q _{uz} (l/s)	L (m)	Pante		DN mm	Q _{pl} (l/s)	V _{pl} (m/s)	α= Q _{uz} /Q _{pl}	β= v _{ef} /v _{pl}	a= h/DN	h= aDN (mm)	V _{ef} = βv _{pl} (m/s)	ΔH= i _R L (m)	Cote		H _s (m)
				Teren i _T	Radier i _R										Teren (m)	Radier (m)	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

în care:

L – lungime tronson (m).

Q_{uz} – debit ape uzate în secțiunea aval a tronsonului (l/s).

i_T – panta teren.

i_R – panta radier

v_{ef} – viteza efectivă (m/s).

Δh_{i-k} = i_R · L (m)

C_R^k = C_Rⁱ – Δh_{i-k} (m)

DN – diametru nominal colector (mm).

H_s – adâncimea săpăturii

Q_{pl} – debit la secțiune plină (l/s)

v_{pl} – viteza la secțiune plină (m/s)

$$\alpha = \frac{Q_{uz}}{Q_{pl}}$$

$$\beta = \frac{v}{v_{pl}}$$

$$a = \frac{h}{DN(H)} \text{ – gradul de umplere}$$

h – înălțimea de apă (m)

$$\Delta H_{j-k} = i_R \cdot L_{j-k}$$

- (9) Realizarea calculelor utilizând Tabelul 3.2. implică următoarele etape:
- dacă panta străzii este descendentă, cu valoarea $\geq 1/DN$ se adoptă valoarea $i_R=i_T$;
 - se alege un DN astfel ca din calcul să rezulte: $a \leq a_{max}$; $v \geq v_{mn}$. Nerealizarea acestei condiții impune refacerea calculului prin adoptarea $i_R > i_T$ și eventual utilizarea unui alt diametru sau formă de colector (ex: ovoid);
 - coloanele 1 – 14 caracterizează tronsonul (j – k);
 - coloanele 15 – 17 caracterizează capetele tronsonului;
 - stabilirea Q_{pl} , v_{pl} , α , β și a se poate realiza cu diagrame de calcul, selectate corespunzător în raport cu materialul (rugozitatea relativă) și forma secțiunii de curgere;
 - tronsoanele aval tronsonului (j – k) trebuie să păstreze $DN \geq DN_{j-k}$;
 - cotele radierului în aceeași secțiune se determină considerând racordarea la creasta tuburilor adiacente secțiunii:

$$C_{R2} = C_{R1} - (DN_{k,k+i} - DN_{ik}) \quad (3.14)$$

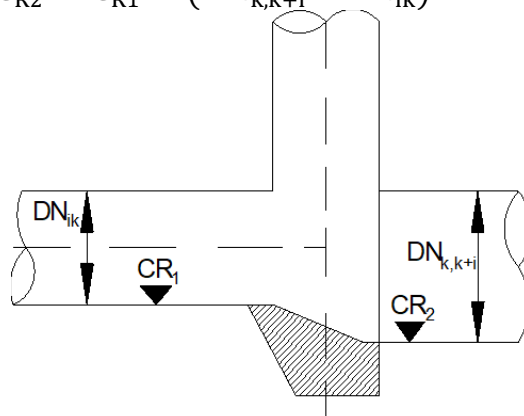


Figura 3.1. Racordare radier secțiune de calcul.

- rezultatele calculelor se consemnează în profile longitudinale elaborate pentru fiecare colector;
- se ține cont de poziția finală de racordare la colectorul următor;
- se ține cont de posibilitatea de ocolire a eventualelor obstacole de pe traseu (puncte fixe – alte rețele, cote impuse etc.).

3.4.3.3 Calculul hidraulic al rețelelor de canalizare în procedeu unitar

- Dimensionarea rețelei de canalizare în procedeu unitar se face pentru condițiile de funcționare pe timp de ploaie, la debitul dat de suma dintre:
 - debitul de ploaie rezultat în secțiunea de calcul pentru intensitatea ploii de calcul, stabilită în ipoteza de intensitate constantă, obținută din curbele IDF aferente amplasamentului, pe baza timpului de ploaie și frecvenței normale corespunzătoare rețelei;
 - debitul orar maxim de apă uzată și debitul infiltrațiilor colectate de rețea.
- Calculul manual se poate efectua tabelar, tronson cu tronson, în paralel cu elaborarea profilului longitudinal al colectorului, utilizând un tabel de tipul celui prezentat în Tabelul 3.3. și urmărind îndeplinirea cerințelor aplicabile, stabilite la 3.4.3.1 Criterii de proiectare a rețelelor de canalizare.

Tabelul 3.3. Tabel de calcul tronson canalizare unitară pe timp de ploaie i-k.

Tr.	L (m)	S (ha)	V _a (m/s)	t _p (min)	m	Φ	i (l/s,ha)	Q _c (l/s)	i _r	i _r	DN(H) (mm)	Q _{pl} (l/s)	V _{pl} (m/s)	α	β	a	h (mm)	V _{ef} (m/s)	Δh (m)	C _t (m)	C _r (m)	H _s (m)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
i	270	5	3,0	16,5	0,9	0,35	150	236,2	0,015	0,015	400	330	2,63	0,71	1,07	0,6	284	2,81	4,05	148	146	2
k																				144	141,95	2,05

în care:

L – lungime tronson (m)
S – suprafața de colectare (ha)
v_a – viteza apreciată (m/s)
t_p – timp de ploaie (min)
m – coeficient de reducere (0,8÷0,9)
Φ – coeficient de scurgere
i – intensitatea ploii de calcul (l/s, ha)
Q_c – debit de calcul (l/s)
i_r – panta teren
i_r – panta radier
DN(H) – diametru sau înălțime canal
Q_{pl} – debit secțiune plină (l/s)
v_{pl} – viteza secțiune plină (m/s)

$$\alpha = \frac{Q_c}{Q_{pl}}$$

$$\beta = \frac{v_{ef}}{v_{pl}}$$

$$a = \frac{h}{DN(H)} \leq 1,0$$

h – înălțimea de apă (m)
v_{ef} – viteza efectivă (m/s)
Δh_{i-k} = i_r · L (m)
C_R^k = C_Rⁱ – Δh_{i-k} (m)
H_s – adâncimea săpăturii

- (3) Realizarea calculelor utilizând Tabelul 3.3. implică următoarele etape:
- se completează coloanele 1, 2, 3, 4, 7, 10, 11, 21;
 - se estimează o valoare pentru viteza de curgere a apei pe tronson (col.4) și se calculează durata ploii de calcul aferent (col.5);
 - în funcție de durata ploii de calcul, se alege coeficientul m (col.6);
 - se determină, din curbele IDF sau din studiile speciale, intensitatea ploii de calcul (col.8), pentru f = normată și durata ploii de calcul-t_p aferent;
 - se determină Q_c (col.9);
 - se alege un diametru pentru colectorul de canalizare (col.12), cunoscând debitul și o pantă a radierului adoptată (col.11);
 - se determină din diagramele cu grad de umplere, mărimile din coloanele 15, 16, 17 (α,β,a);
 - se calculează înălțimea apei în colectorul de canalizare (col.18) și viteza efectivă de curgere a apei (col.19). Dacă valoarea acestei viteze diferă cu mai mult de 20% față de viteza apreciată (col.4), se reia calculul, adoptând în următoarea iterație valoarea v_{ap} = v_{ef} obținută în iterația anterioară;
 - se determină cotele radierului colectorului (col.22) astfel încât adâncimea de îngropare să fie minim 0,8 m (peste generatoarea superioară a canalului) și racordarea între două tronsoane vecine să se facă la creastă, adică păstrând continuă linia bolții superioare a canalului;
 - colectoarele de canalizare în procedeu unitar, respectiv colectoarele pentru ape meteorice, pot funcționa pe timp de ploaie la secțiune plină (a=1,0).
- (4) Pentru colectoare cu diametre DN > 1000 mm sau cu înălțime H > 1000 mm și debite reduse de ape uzate (pe timp uscat), pentru realizarea vitezei minime de autocurățire, se prevăd prin proiect măsuri de creștere a vitezei prin execuția unei rigole la baza colectorului. Această soluție se impune să fie analizată și pentru retehnologizarea colectoarelor de mari dimensiuni existente, cu funcționare în procedeu unitar.
- (5) Același calcul se utilizează și în cazul rețelelor de canalizare ape meteorice, în acest caz debitul de dimensionare fiind dat de suma dintre:
- debitul de ape meteorice rezultat în secțiunea de calcul pentru intensitatea ploii de calcul, stabilită pe baza timpului de ploaie și frecvenței normate corespunzătoare rețelei;

- b. debitul infiltrațiilor colectate de rețea.
- (6) Verificarea rețelei de canalizare în procedeu unitar se face pentru condițiile de funcționare pe timp uscat, la debitul maxim dat de suma dintre debitul orar maxim de apă uzată și debitul infiltrațiilor colectate de rețea (verificarea asigurării vitezei de autocurățire).

3.4.3.4 Modelarea hidraulică a rețelelor de canalizare gravitaționale

- (1) Pentru toate rețelele de canalizare care deservește comunități cu peste 1000 de locuitori, Operatorul sistemului de canalizare are obligația elaborării, prin proiectanți de specialitate, a modelului hidraulic al întregii rețele:
- a. proiectele de extindere/reabilitare a rețelelor de canalizare existente se elaborează exclusiv după actualizarea modelului hidraulic al rețelei existente și verificarea funcționării corespunzătoare a rețelei în configurația proiectată, prin simulări pe modelul hidraulic aferent configurației respective;
 - b. modelul hidraulic se elaborează cu respectarea următoarelor cerințe minime:
 - i. documentația de modelare hidraulică include:
 - A. modelul propriu-zis în format electronic;
 - B. raportul de modelare hidraulică, în care sunt indicate toate informațiile relevante privind ipotezele de calcul considerate și rezultatele obținute pentru fiecare scenariu și sub-scenariu analizat;
 - ii. permite editarea de către Operatorul sistemului de canalizare, în vederea sprijinirii procesului decizional privind dezvoltarea rețelei și abordarea situațiilor de urgență, prin rularea de simulări suplimentare, cu modificarea modelului inițial privind configurația sau parametrii de funcționare a rețelei;
 - iii. se actualizează, prin grija Operatorului sistemului de canalizare:
 - A. periodic, la intervale de maxim 5 ani;
 - B. la maxim 1 an după realizarea de modificări permanente în configurația sau parametrii de funcționare ai rețelei.
- (2) Prin excepție de la (1):
- a. în cazul:
 - i. racordurilor individuale noi/înlocuite;
 - ii. înlocuirilor de tronsoane existente cu colectoare noi având aceleași diametre și puncte de conectare, cu preluarea tuturor racordurilor existente și scoaterea din funcțiune a colectorului înlocuit, se admite elaborarea proiectului lucrărilor respective fără actualizarea modelului hidraulic, sub rezerva furnizării prin acordul de furnizare emis de Operatorul Sistemului de canalizare (aviz bazat pe simulările realizate de Operator pe modelul hidraulic existent), pentru fiecare punct de conectare:
 - A. debitul maxim admis pentru preluarea în rețeaua de canalizare;
 - B. posibilitatea preluării apei de la utilizator, gravitațional cu nivel liber, sau necesitatea realizării de către utilizator a unei stații de pompare proprii, în amonte de căminul de racord;
 - C. cota minimă la radier, admisă pentru instalarea căminului de racord.
 - b. în cazul extinderilor de rețea cu lungimea de maxim 500 m și deservind maxim 100 de gospodarii/proprietăți, se admite elaborarea proiectului lucrărilor respective fără actualizarea de către proiectant a modelului hidraulic al sistemului existent, în următoarele condiții:
 - i. pentru fiecare punct de conectare, prin acordul de furnizare emis de Operatorul Sistemului de canalizare (aviz bazat pe simulările realizate de Operator pe modelul hidraulic existent), se indică:

- A. debitul maxim admis pentru preluarea în rețeaua de canalizare;
 - B. posibilitatea preluării apei de la utilizator, gravitațional cu nivel liber, sau necesitatea realizării unei/unor stații de pompare, în amonte de punctul de racord;
 - C. cota radier, nivelul maxim al apei, diametrul și materialul colectorului existent la punctul de racordare;
- ii. în cadrul proiectului lucrărilor de extindere, se elaborează modelul hidraulic aferent acestora;
 - iii. în perioada dintre începerea execuției și punerea în funcțiune a lucrărilor, Operatorul Sistemului de canalizare actualizează modelul hidraulic al sistemului existent, prin integrarea în acesta a modelului hidraulic elaborat de proiectant.
- (3) Construirea modelului hidraulic al unei rețele de canalizare, pentru simularea funcționării acesteia din punct de vedere tehnologic, constă în parcurgerea următoarelor etape principale:
- a. pentru o rețea nouă de canalizare:
 - i. elaborarea propunerii inițiale privind condițiile generale de colectare a apelor uzate și meteorice, bazate pe analiza condițiilor specifice:
 - A. privind apele uzate menajere (ex: cote teren, clădiri cu/fără subsoluri, categorii și repartiție spațială utilizatori);
 - B. privind apele meteorice, după caz (ex: caracterizarea suprafețelor după tip, pantă, grad de impermeabilizare, dimensiuni, amplasare etc.).
 - ii. trasarea rețelei de canalizare pe planul de situație al localității și stabilirea schemei de calcul;
 - iii. stabilirea tuturor conexiunilor între nodurile rețelei de canalizare;
 - iv. stabilirea, pentru fiecare nod, a minim următoarelor elemente:
 - A. coordonate X,Y pentru prezentarea sub formă de hărți a parametrilor hidraulici rezultați în cadrul simulărilor efectuate pe modelul hidraulic al rețelei de canalizare;
 - B. cote geodezice;
 - C. numerotarea nodurilor;
 - D. determinarea și alocarea debitelor descărcate în rețea;
 - E. stabilirea adâncimilor minime necesare la racorduri;
 - F. nominalizarea nodurilor atipice din rețeaua de canalizare (subtraversări, stații de pompare, bazine de retenție, guri de descărcare etc.):
 - stația de pompare este atașată unui bazin de aspirație; descrierea stației de pompare în modelul numeric al rețelei de canalizare se realizează prin:
 - 1) precizarea cotelor la radierul colectoarelor conectate la bazinul de aspirație;
 - 2) precizarea dimensiunilor în plan și adâncimii bazinului de aspirație;
 - 3) precizarea curbelor caracteristice ale pompelor care echipează stația de pompare: curba caracteristică a pompei $H = f(Q)$ și curba caracteristică de randament $\eta = f(Q)$;
 - 4) precizarea nivelelor de pornire și oprire, pentru fiecare pompă.
 - pentru simulări preliminare, se poate utiliza abordarea simplificată, în care stația de pompare este schematizată fără indicarea curbelor.
 - prezența gurilor de scurgere și a punctului de intrare în stația de epurare se realizează prin stabilirea nodului în care sunt amplasate obiectele și precizarea cel puțin a cotelor la radierele aferente; opțional, mai poate fi

precizat nivelul apei în aval, atunci când se verifică funcționarea rețelei la descărcarea în receptor cu nivel variabil în timp.

- v. stabilirea pentru fiecare tronson a minim următoarelor elemente:
- A. lungime;
 - B. coeficienți de rugozitate corespunzători materialelor alese;
 - C. forma secțiunii și dimensiunile aferente;
 - D. cota radier la capătul amonte;
 - E. cota radier la capătul aval;
 - F. se va acorda atenție deosebită la declararea caracteristicilor și analiza rezultatelor aferente conductelor de refulare, la care:
 - se impune indicarea în model a sensului de curgere, prin declararea existenței clapetei antiretur;
 - gradul de umplere efectiv are valoarea 1;
- vi. stabilirea, pentru fiecare dintre bazinele de colectare a apelor meteorice, (determinate utilizând metoda poligoanelor Thiessen, menționată la 3.4.1 punctul (11)), a minim următoarelor elemente:
- A. suprafață;
 - B. coeficient mediu de scurgere;
 - C. pantă medie;
 - D. nodul/colectorul în care se face descărcarea apei meteorice.

b. pentru rețele existente, se impune:

- i. constituirea/actualizarea bazei de date GIS care reflectă cu precizie corespunzătoare amplasamentele, traseele, conectivitatea hidraulică și caracteristicile elementelor rețelei existente;
- ii. determinarea prin măsurători “in situ” a tuturor elementelor cerute la (1) a;
- iii. înainte de elaborarea de simulări privind modificarea situației existente, elaborarea modelului hidraulic aferent rețelei existente și calibrarea acestuia pe baza măsurătorilor de debite și niveluri realizate.

c. pentru analize de detaliu în zone urbane, se impune să se analizeze situațiile efective de funcționare, în care, în locul unei ploii constante, așa cum s-a prezentat paragraful 3.3.2– aplicabil pentru suprafețe reduse și calcul manual, se ia în considerare o ploaie cu intensitate variabilă. În acest sens, este necesară elaborarea unui model hidrologic dedicat:

- i. bazat pe modelul digital detaliat al terenului, cu o rezoluție sub 5,0 m în plan (rezultate optime se obțin pentru o rezoluție sub 1,0 m) și o precizie pe verticală sub 0,20 m;
- ii. capabil să evalueze cantitatea de apă generată la nivelul bazinelor sau sub-bazinelor de colectare;
- iii. se menționează faptul că, pentru o simulare exactă a modului în care apa se deplasează la suprafața terenului în zone urbane, sunt necesare atât modele hidrodinamice 2D cât și un model digital de mare precizie al terenului. Astfel, se utilizează o modelare cuplată, 2D la suprafața terenului și 1D+ pentru rețeaua de canalizare, cu cuplare prin intermediul gurilor de scurgere.

(4) Calculul rețelei de canalizare se consideră finalizat atunci când, pentru toate scenariile și sub scenariile aplicabile sistemului, analizate de Proiectant, sunt îndeplinite cerințele aplicabile stabilite la 3.4.3.1 Criterii de proiectare a rețelelor de canalizare.

3.4.3.5 Construcții accesorii în rețeaua de canalizare gravitațională

(1) Pentru asigurarea funcționalității, în același timp cu exploatarea sigură și facilă a rețelelor de canalizare, pe colectoarele rețelei se prevăd accesorii și construcții conexe, ca de exemplu: racorduri, cămine/camere, stavile, deversoare, sifoane, puncte de monitorizare debite/nivele, guri de scurgere, guri de zăpadă, bazine de retenție.

3.4.3.5.1 Cămine de vizitare

(1) Căminele de vizitare din rețelele de canalizare sunt construcții verticale care fac legătura între nivelul terenului și colectoare, pentru asigurarea următoarelor funcțiuni:

- a. accesul personalului de operare la colectoare;
- b. ventilarea rețelei;
- c. spălarea periodică a rețelei.

(2) Amplasarea căminelor de vizitare se face:

- a. la începutul fiecărui colector;
- b. pe aliniamentele colectoarelor;
- c. în secțiunile de schimbare a diametrelor și/sau direcției în plan vertical și/sau orizontal;
- d. în secțiunile de intersecție și racordare cu alte canale;
- e. în secțiunile unde este necesară spălarea rețelei.

(3) Amplasamentele și soluțiile constructive aferente căminelor de vizitare se stabilesc cu respectarea prevederilor aplicabile stabilite prin SR EN 752, STAS 2448, SR EN 1917, SR EN 13476 (standard pe părți), SR CEN/TS 13598-3 (standard pe părți), SR EN ISO 23856, SR EN 295 (standard pe părți), SR EN 681 (standard pe părți), completate cu următoarele cerințe minime:

- a. căminele se instalează:
 - i. pe domeniul public;
 - ii. fără a se afecta celelalte instalații subterane.
- b. structura căminului asigură minim următoarelor cerințe:
 - i. etanșeitate la apa freatică:
 - 1) trecerea colectoarelor/conductelor prin pereți se face fără afectarea etanșeității căminului. Se recomandă evitarea spargerii ulterioare turnării căminului/realizării elementelor prefabricate, prin realizarea golurilor odată cu execuția/instalarea structurii și utilizarea de piese de trecere speciale, etanșe;
 - 2) se prevăd trepte anti-alunecare, protejate anticoroziv. Se recomandă evitarea spargerii ulterioare turnării căminului/ realizării elementelor prefabricate, prin instalarea de elemente etanșe aferente sau direct instalarea treptelor odată cu execuția structurii.
 - ii. protecție împotriva înghețului;
 - iii. protecție la plutire,
 - iv. rezistența la solicitări mecanice;
 - v. pentru facilitarea accesului personalului în operațiunile de inspecție/intervenție, la partea inferioară a căminului se amenajează rigolă deschisă, profilată hidraulic pentru racordarea radierelor capetelor colectoarelor.
- c. dimensiunile interioare ale căminelor se prevăd cu asigurarea minim a următoarelor cerințe:
 - i. permit acces ușor și posibilitate de intervenție facilă la colector:
 - 1) accesul se face printr-un coș cu diametrul interior minim 0,80 m;
 - 2) căminele instalate pe colectoare cu adâncimea de pozare de minim 2,00 m se prevăd cu o camera de lucru cu dimensiuni minime:

- A. înălțime 1,80 m;
- B. diametru interior 1,0 m.
- 3) căminele instalate pe colectoare cu adâncimea de pozare sub 2,00 m se prevăd fără cameră de lucru, coșul de acces cu diametrul interior de minim 800 mm putând fi prelungit până la cota radierului.
- ii. se acoperă cu plăci, recomandabil realizate din elemente prefabricate, prevăzute cu goluri de acces;
- d. golurile de acces în cămine se prevăd cu ansambluri de capace cu goluri și rame conforme cu prevederile SR EN 124, asigurându-se:
 - i. deschiderea minimă (pas liber) 600 mm și balama îngropată;
 - ii. posibilitate de blocare, pentru deschidere fiind utilizată cheie/unealtă specifică;
 - iii. protejare internă și externă cu acoperire epoxidică pentru condiții foarte corozive și erozive;
 - iv. instalarea ramelor și a capacelor se face astfel încât acestea să fie aduse la cota amplasamentului:
 - 1) ansamblurile ramă+capac se incastrează în plăci, asigurându-se:
 - A. etanșeitățile și integritățile ansamblului cămin-capac;
 - B. aducerea la cota terenului odată cu execuția căminului;
 - C. readucerea la cota terenului, de fiecare dată când se realizează lucrări de modernizare/reabilitare a carosabilului.
 - 2) în cazul amplasării în zone carosabile cu structuri realizate cu mixturi asfaltice la cald, se recomandă utilizarea de ansambluri capac+ramă cu autonivelare, capabile să preia încărcările din trafic și din variațiile de temperatură, fără transfer direct asupra structurii căminului, asigurându-se în același timp:
 - A. etanșeitățile și integritățile ansamblului cămin-capac;
 - B. evitarea degradării carosabilului adiacent;
 - C. reducerea costurilor aferente lucrărilor de aducere la cotă.
 - v. se recomandă utilizarea de capace de clasă minim D400, chiar și în situația amplasării în spații necarosabile.
- (2) În cămine nu pot fi amplasate alte instalații decât cele aferente rețelei de canalizare.
- (3) Nu se admite introducerea colectoarelor/conductelor dincolo de fața interioară a căminului de vizitare.
- (4) Pentru conectarea colectorului cu căminul de vizitare, se recomandă să se utilizeze un tronson independent, din același material și același diametru cu colectorul, având lungimea de maxim 2 m.
- (5) Se recomandă ca proiectantul să analizeze, în ansamblul proiectului rețelei de canalizare, uniformizarea tipologică și dimensională a căminelor.
- (6) Alegerea configurației căminelor de vizitare se face ținând cont de:
 - a. diametrele colectoarelor pe care le deservește;
 - b. necesitatea racordării hidraulice între colectorul/colectoarele din amonte și colectorul din aval;
 - c. necesitatea asigurării spațiului de lucru în interiorul căminului;
 - d. necesitatea reducerii dimensiunilor în plan ale căminelor de vizitare.

3.4.3.5.1.1 Cămine de vizitare de trecere

- (1) Se prevăd cămine de vizitare de trecere:
 - a. la începutul fiecărui colector;
 - b. pe tronsoanele în aliniament, distanța între două cămine adiacente se adoptă:
 - i. maxim 80 m, pentru colectoare cu diametrul până la 1500 mm;

- ii. maxim 100 m, pentru colectoare cu diametrul între 1500 și 2000 mm;
 - iii. maxim 150 m, pentru colectoare cu diametrul peste 2000 mm.
- (2) Se pot executa cămine de vizitare de trecere cu radiere decalate și profilarea adecvată a cunetei, fără alte măsuri suplimentare, pe colectoare cu diametrul până la 800 mm, la care se îndeplinesc în mod cumulativ următoarele condiții:
- a. viteza de curgere nu depășește viteza maximă indicată de producătorul tuburilor;
 - b. este necesară adâncirea locală a profilului colectorului cu mai puțin de 0,80 m, diferența măsurată între radierul amonte și bancheta căminului de vizitare.

3.4.3.5.1.2 Cămine de vizitare de intersecție

- (1) Căminele de vizitare de intersecție se amplasează la intersecția a 2 sau mai multe colectoare.
- (2) Intersecțiile se realizează cu respectarea simultană a următoarelor condiții:
- a. alinierea colectoarelor se face la generatoarea superioară;
 - b. intersecția se face în același sens cu direcția de curgere apei în rețea sau cel mult perpendicular pe direcția de curgere. Nu se admit intersecții pentru care curentul de apă deversat în cămin este invers sensului normal de curgere.
- (3) În cazul colectoarelor cu $DN < 500$ mm, intersecția se poate realiza în cămine de vizitare obișnuite. În acest caz, se recomandă evitarea descărcării în același cămin a mai mult de 3 colectoare la aceeași cotă radier.
- (4) În cazul colectoarelor cu $DN \geq 500$ mm, construcțiile se realizează sub formă de camere de intersecție, la care se impune realizarea unei racordări hidraulice:
- a. forma și dimensiunile camerelor se adoptă în funcție de numărul colectoarelor care se intersectează;
 - b. amestecul curenților se face fără fenomene hidraulice care să deterioreze contracția, să genereze remuu care ar afecta curgerea în amonte sau să genereze zone stagnante în care se pot produce depuneri:
 - i. axul colectorului de preluat, cu diametrul D , se racordează la colectorul din aval cu o raza de la $1,5D$ până la $10D$;
 - ii. axul colectorului la care se face racordarea se poziționează tangent la curbura colectorului de preluat;
 - iii. colectorul de preluat se continuă în interiorul camerei cu o rigolă până la punctul de intersecție cu colectorul la care se face racordarea, rezultând o muchie verticală până la radier.
- (5) Forma camerei rezultă pe baza dimensiunilor generate prin:
- a. realizarea de pereți perpendiculari pe axul fiecărui capăt de colector care intră/iese din cameră;
 - b. asigurarea dimensiunilor în plan, necesare la fiecare perete, pentru înglobarea pieselor de trecere aferente capetelor fiecărui colector.

3.4.3.5.2 Cămine pentru schimbarea de direcție

- (1) Căminele de vizitare pentru schimbarea direcției se amplasează în pozițiile unde este necesară schimbarea direcției colectoarelor, fiind realizate cu respectarea următoarelor condiții:
- a. pentru colectoare cu diametrul până la 500 mm, schimbarea de direcție se poate realiza la unghiuri de maxim 90° , în cămine de vizitare obișnuite, cu profilarea hidraulică a rigolei;
 - b. pentru colectoare cu diametrul între 500 mm și 1000 mm:

- i. se admite schimbarea de direcție în cămine de vizitare obișnuite, cu profilarea corespunzătoare a rigolei, numai dacă unghiul este de cel mult 45° . Pentru unghiuri între 45° și 90° se execută 2 cămine de vizitare;
 - ii. dacă nu este posibilă realizarea a 2 cămine, se utilizează camere de schimbare de direcție.
 - c. pentru colectoare cu diametrul peste 1000 mm, se utilizează camere de schimbare de direcție.
- (2) Forma și dimensiunile camerelor se adoptă în funcție de dimensiunile și unghiul sub care se realizează schimbarea direcției.
- (3) Pe radierul camerei se execută un jgheab (rigolă) care să permită o dirijare ușoară a apei și o curgere normală.
- (4) Pentru debite mici, raza de curbura minimă admisă este de $1,5 D$, în care D este diametrul colectorului.
- (5) Pentru debite mari, respectiv colectoare cu dimensiuni mari, raza de curbura se stabilește în funcție de debit și viteză. În general, raza de curbura pentru diametre peste 500 mm este de (3—5) diametre, uneori putând ajunge și până la 10 diametre.

3.4.3.5.3 Cămine de rupere de pantă

- (1) Căminele de rupere de pantă se prevăd cu următoarele scopuri:
- a. protecția colectoarelor prin limitarea vitezei de curgere și disiparea energiei;
 - b. împiedicarea depunerii suspensiilor în secțiunea de coborâre bruscă a radierului canalului.

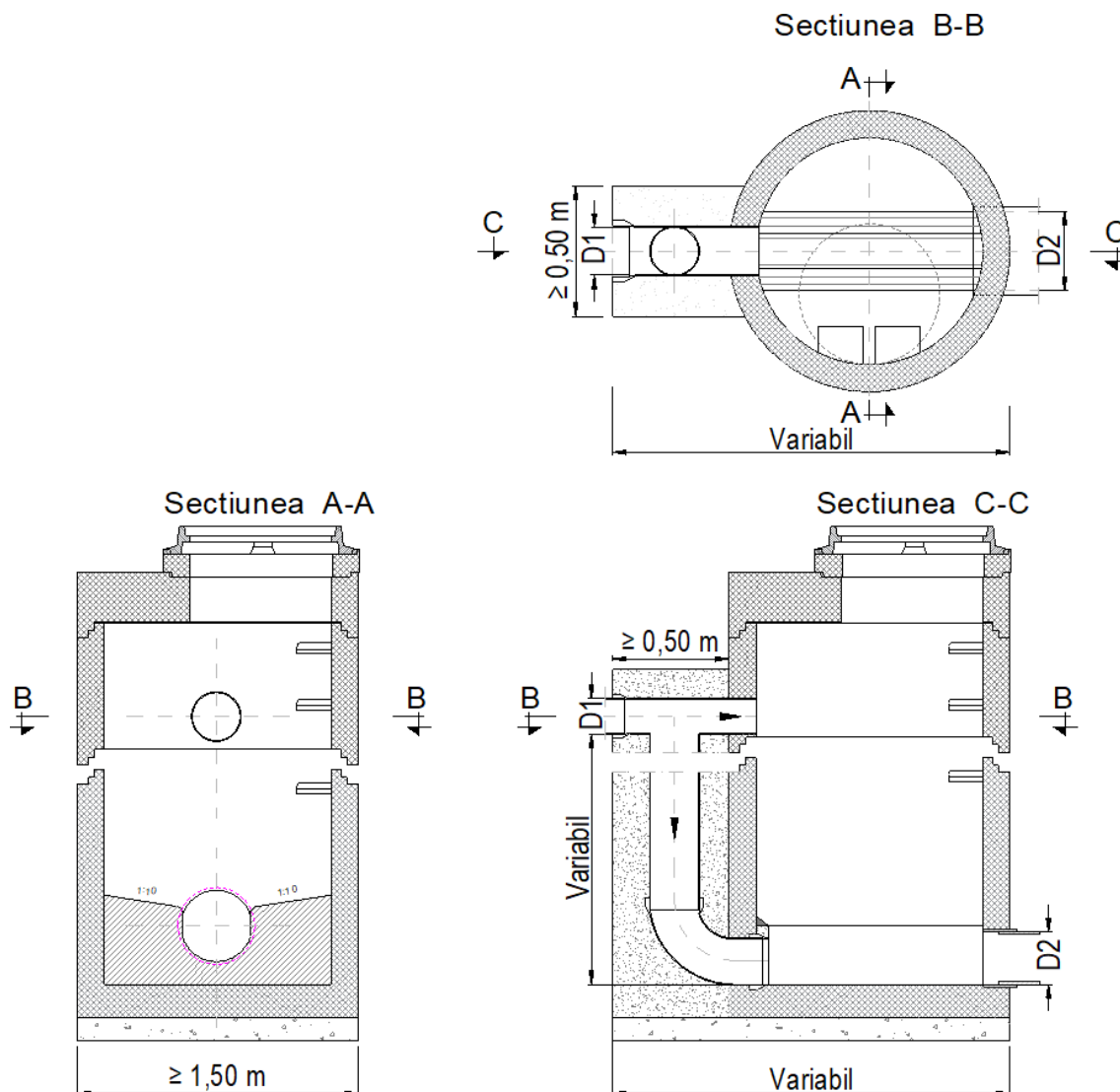


Figura 3.2. Configurație cămin de rupere de pantă.

- (2) Pentru colectoare cu diametrul până la 500 mm și diferență de nivel între radierea amonte și banchetă de peste 0,80 m, căminele de rupere de pantă se pot executa în configurații similare celei din Figura 3.2:
- construcția constă dintr-un cămin asemănător căminelor de vizitare, pe exteriorul căruia se instalează o ramificație, o conductă orizontală și o conductă verticală din material rezistent la uzură, înglobate în beton. În condiții de funcționare normală, apa circulă prin tubul vertical, iar când debitul este mai mare, o parte din acesta curge prin tubul orizontal;
 - tubul orizontal se adoptă de diametru egal cu $D1$, iar tubul vertical se dimensionează urmărindu-se evitarea formării de depuneri:
 - pentru $D1 \leq 300$ mm, diametrul tubului vertical adoptă minim 150 mm;
 - pentru $D1$ între 300 și 500 mm, diametrul tubului vertical adoptă minim 200 mm.
- (3) Pentru colectoare cu diametrul peste 500 mm, se prevăd camere de rupere de pantă, configurația și dimensiunile fiind stabilite prin proiect, ținând cont de minim următoarele elemente:
- diametrul colectoarelor amonte și aval;
 - diferența de nivel între radierele colectoarelor amonte și aval;
 - prevederea, după caz, a unui paravan în zona de cădere a apei, pentru protecția personalului de exploatare;

d. profilarea hidraulică a radierului camerei, după caz, pentru asigurarea disipării energiei.

- (4) Pentru descărcarea apei din conductele de refulare se adoptă măsuri de protecție a colectorului și căminului de conectare, pentru evitarea fenomenelor de eroziune locală și deranjamente pentru personalul de exploatare; de exemplu, conectarea se poate face printr-un cămin cu o configurație similară căminelor de rupere de pantă prezentate la Figura 3.2, dar fără segmentul de tub orizontal.

3.4.3.5.4 Cămine de spălare

- (1) Pentru tronsoane de canalizare a apelor uzate în procedeu divizor, fie din rețele existente, fie din rețele noi, proiectate conform excepțiilor indicate la (2), unde viteza de autocurățire nu poate fi asigurată, operațiunile de exploatare includ spălarea regulată.
- (2) Spălarea se poate face:
- cu utilaje specializate;
 - prin amenajarea unor cămine de spălare, prevăzute cu volum de acumulare a apei pentru spălare și instalații specifice, care să asigure descărcarea în amonte de tronsoanele respective a unui volum de apă suficient pentru antrenarea depunerilor formate pe radierul canalului.
- (3) Întrucât eficiența spălării este cu atât mai mare, respectiv volumul de apă necesar pentru spălare este mai redus, cu cât debitul și presiunea sunt mai mari, se recomandă spălarea cu utilaje specializate.
- (4) Suplimentar față de tronsoanele pe care nu se asigură viteza de autocurățire, indicate în breviarul de calcul/raportul de modelare hidraulică aferent rețelei de canalizare, Operatorul actualizează programul acestuia de monitorizare a depunerilor și spălare regulată, conform situațiilor constatate în funcționarea rețelei de canalizare.

3.4.3.5.5 Racorduri

- (1) Racordul reprezintă partea din rețeaua publică de canalizare care asigură legătura între rețeaua publică de canalizare și rețeaua interioară a unei incinte sau a unei clădiri.
- (2) Principalele componente ale unui racord sunt:
- cămin de racord;
 - conducta de racord;
 - conectarea conductei de racord la colectorul public, stradal.
- (3) Racordul, între colectorul stradal și căminul de racord, inclusiv căminul de racord, aparține rețelei publice de canalizare, indiferent de modul de finanțare a realizării acestuia.
- (4) Amplasamentele și soluțiile constructive aferente racordurilor se stabilesc cu respectarea următoarelor cerințe minime:
- căminele de racord, folosite pentru inspecția și întreținerea racordului:
 - se instalează:
 - în afara spațiului carosabil, la limita de proprietate;
 - fără a se afecta celelalte instalații subterane;
 - ori de câte ori este posibil, pe domeniul public.
 - adâncimea căminului de racord se adoptă astfel:
 - maxim 1,5 m pentru clădiri:
 - fără subsol;
 - clădiri cu subsoluri având cota radier la ieșire din clădire la mai mult de 1,5 m sub cota terenului;

3. clădiri aflate în situații particulare în care nu este posibilă preluarea gravitațională a apei uzate de la utilizator, întrucât fie colectorul stradal existent este pozat la cotă superioară cotei instalațiilor interioare, fie soluția de pozare a colectorului stradal proiectat sub cota instalațiilor interioare nu este rațională.
- B. întotdeauna inferioară adâncimii de pozare a colectorului stradal aferent, pentru asigurarea descărcării gravitaționale cu nivel liber, fără risc de influențare a capacității hidraulice a racordului (remu) sau punere sub presiune a instalațiilor interioare;
- iii. structura căminului asigură minim următoarelor cerințe:
 - A. etanșeitate la apa freatică;
 - B. protecție împotriva înghețului;
 - C. protecție la plutire;
 - D. rezistență la solicitări mecanice.
- iv. în căminul de racord nu pot fi amplasate alte instalații decât cele aferente racordului.
- v. se acoperă cu plăci în care se încastrează capace și rame conforme cu prevederile SR EN 124:
 - A. cu goluri, cu deschiderea minimă (pas liber) 300 mm și balama îngropată;
 - B. cu posibilitate de blocare, pentru deschidere fiind utilizată cheie/unealtă specifică;
 - C. protejate intern și extern cu acoperire epoxidică pentru condiții foarte corozive și erozive;
 - D. ramele capacelor se încastrează în placi, cu asigurarea corespunzătoare a etanșeității și integrității ansamblului cămin-capac;
 - E. instalarea ramelor și capacelor se face astfel încât acestea să fie aduse la cota amplasamentului;
 - F. se recomandă utilizarea de capace de clasă minim C250, chiar și în situația amplasării în spații necarosabile.
- b. conducta de racord:
 - i. între căminul de racord și punctul de conectare la colectorul stradal se prevede conducta de racord cu $DN \geq 150$ mm;
 - ii. profilul conductei de racord se adoptă întotdeauna descrescător spre punctul de conectare, panta minimă recomandată fiind de 0,003;
 - iii. între căminul de racord și colectorul stradal se realizează exclusiv tronsoane rectilinii (nu se admite instalarea de coturi pe traseul conductei de racord).
- c. conectarea canalului de racord la colectorul stradal – se poate face atât direct la tuburile colectorului stradal, cât și prin conectare la căminele de pe colectorul stradal. Soluțiile se stabilesc cu respectarea următoarelor cerințe minime:
 - i. conectări la tuburile colectorului stradal:
 - A. se execută cu piese speciale de racord, care îndeplinesc următoarele cerințe:
 1. sunt certificate pentru instalarea pe colectoare realizate din materialele și la diametrele aferente colectoarelor pe care sunt prevăzute;
 2. sunt capabile să preia deviații unghiulare la punctul de îmbinare, pentru evitarea concentrării de eforturi în colector sau în conducta de racord;
 3. montajul nu necesită scoaterea din funcțiune sau demontarea tubului pe care se montează;
 4. pentru conectarea a două racorduri adiacente, se recomandă adoptarea unei distanțe minime interax de 2,0 m, măsurată în lungul colectorului stradal; în cazuri justificate, distanța se poate reduce până la 1,0 m.

- ii. conectări la cămine de pe colectorul stradal:
- A. în cazul colectoarelor pozate la adâncimi de îngropare de până la 4,0 m, conectarea racordurilor la cămine se face direct la cămin, cu asigurarea diferenței de maxim 0,80 m între generatoarea superioară a colectorului și radierul conductei de racord;
 - B. în cazul colectoarelor pozate la adâncimi de îngropare de peste 4,0 m, conectarea racordurilor la cămine se face obligatoriu cu rupere de pantă:
 - 1. pentru conducta verticală se utilizează minim DN 150 mm;
 - 2. intrarea în cămin se face cu asigurarea distanței de maxim 0,80 m între generatoarea superioară a colectorului și radierul conductei de racord.
 - C. conectările cu racorduri se execută la cote diferite:
 - 1. în cazul căminelor realizate din elemente prefabricate, piesele de trecere etanșe pentru racorduri se instalează din fabrică, maxim 2 goluri/la același nivel, cu distanța interax pe verticală de minim $3 \times \text{DN}$ racord;
 - 2. în cazul căminelor din beton turnate în amplasament, piesele de trecere etanșe se execută la cote diferite, distanța interax pe verticală fiind de minim $3 \times \text{DN}$ racord.
 - D. se recomandă limitarea la maxim 3 conducte de racord conectate la același cămin de pe colectorul stradal;
 - E. descărcarea racordurilor în cămin trebuie să se realizeze în același sens cu direcția de curgere apei în rețea sau cel mult perpendicular pe direcția de curgere. Nu se admit racorduri pentru care curentul de apă deversat în cămin este invers sensului normal de curgere;
- iii. indiferent de soluția de conectare adoptată, nu se admite introducerea conductei de racord dincolo de fața interioară a tubului sau căminului la care se face conectarea.
- d. proiectele racordurilor se supun avizării Operatorului sistemului de canalizare;
 - e. pentru eficientizarea operării se recomandă standardizarea tipo-dimensională a materialelor și construcțiilor accesorii utilizate.
- (2) Se realizează racorduri pentru toți utilizatorii cu acces la rețeaua publică de canalizare a apelor uzate menajere (procedeu divizor sau unitar).
- (3) În situațiile indicate la (4)a.i.3) sau în alte situații specifice condițiilor din amplasament, soluțiile se stabilesc de Proiectant, prin analiza a cel puțin următoarelor variante:
- a. includerea în instalația utilizatorului a unei stații de pompare a apelor uzate menajere, cu descărcarea apei uzate în căminul de racord executat la adâncimea de maxim 1,5 m;
 - b. în cazul în care numărul de clădiri conduce la concluzia că este eficientă soluția grupării racordurilor, se pot prelua racordurile aferente clădirilor respective într-un colector paralel cu colectorul stradal, cu:
 - i. descărcarea apei uzate în aval, unde cotele permit preluarea gravitațională în colectorul stradal;
 - ii. descărcarea apei uzate într-o stație de pompare comună și descărcarea apei uzate în colectorul stradal printr-o conductă de refulare.
- (4) În cazul amplasamentelor cu densitate mare de clădiri, unde pozarea racordurilor aferente implică dificultăți deosebite (de exemplu: densitate mare de utilități, străzi modernizate pe care nu este rațională execuția excavațiilor/forajelor necesare în dreptul fiecărei proprietăți), se recomandă reducerea numărului de puncte de conectare la colectorul stradal, prin gruparea conductelor de racord în sistem „pieptene”.

3.4.3.5.6 Sifoane de canalizare

- (1) Se prevăd în situațiile trecerii colectoarelor pe sub alte construcții, cursuri de apă, drumuri, căi ferate sau depresiuni.
- (2) Sifoanele sunt alcătuite din:
 - a. camere de intrare și ieșire pe fiecare latură a subtraversării;
 - b. conducte de sifonare.
- (3) Numărul de conducte de sifonare în cadrul aceleiași traversări se stabilește în funcție de tipul de sistem de canalizare:
 - a. în procedeu separativ, se poate realiza un singur fir pentru fiecare funcțiune (ape uzate, ape meteorice);
 - b. în procedeu unitar, se execută întotdeauna 2 fire:
 - i. un fir va funcționa pe timp uscat;
 - ii. al doilea fir devine funcțional la ploaie.
- (4) Dimensionarea conductelor de sifonare se face cu asigurarea unor viteze minime de curgere:
 - a. pentru canalizare în procedeu divizor: 0,5 ... 0,6 m/s la debitul de calcul;
 - b. pentru canalizare în procedeu unitar:
 - i. 1,25 ... 1,5 m/s la debitul de calcul;
 - ii. 0,5 ... 0,6 m/s la debitul de verificare pe timp uscat.
- (5) Pentru cerințe deosebite privind siguranța în exploatare, se impune dublarea conductelor de sifonare, fiecare fir fiind dimensionat la $0,75 \cdot Q_{\text{calcul}}$.
- (6) Cerințele de eliminare a riscului în funcționarea conductelor subtraversării impun:
 - a. în cazul funcționării la viteze de peste 3 m/s, alegerea de materiale cu rezistență sporită la abraziune, ca de exemplu: tuburi de oțel protejat, fontă ductilă, poliester armat cu fibră de sticlă de construcție specială, ceramică vitrificată, polimer beton;
 - b. adoptarea de măsuri constructive pentru stabilitatea albiei, preluarea sarcinilor dinamice din circulație, consolidarea terenului în zona subtraversării.
- (7) Pentru evitarea depunerilor la $Q_{\text{uz or min}}$, se recomandă adoptarea unor pante de 1:1-1:2 pentru tronsonul amonte, respectiv 1:3-1:6 pentru tronsonul aval.
- (8) În situațiile când se impune izolarea conductelor de sifonare, se prevăd stavile de închidere în camerele de intrare/ieșire; vor fi prevăzute, în tronsoanele din camerele de intrare, sisteme care să permită spălarea (curățarea) conductelor de sifonare și/sau descărcarea rețelei de canalizare.
- (9) Dimensionarea hidraulică a conductelor de sifonare are la bază ecuația:

$$\Delta H = \sum h_r \quad (3.15)$$
 în care:
 - ΔH – diferența minimă între nivelul din camera de intrare și nivelul din camera de ieșire;
 - $\sum h_r$ – suma pierderilor de sarcină locale și distribuite pe circuitul hidraulic între camera de intrare și ieșire.
- (10) Schema unui sistem de sifon inferior pentru canalizare este prezentată în Figura 3.3.

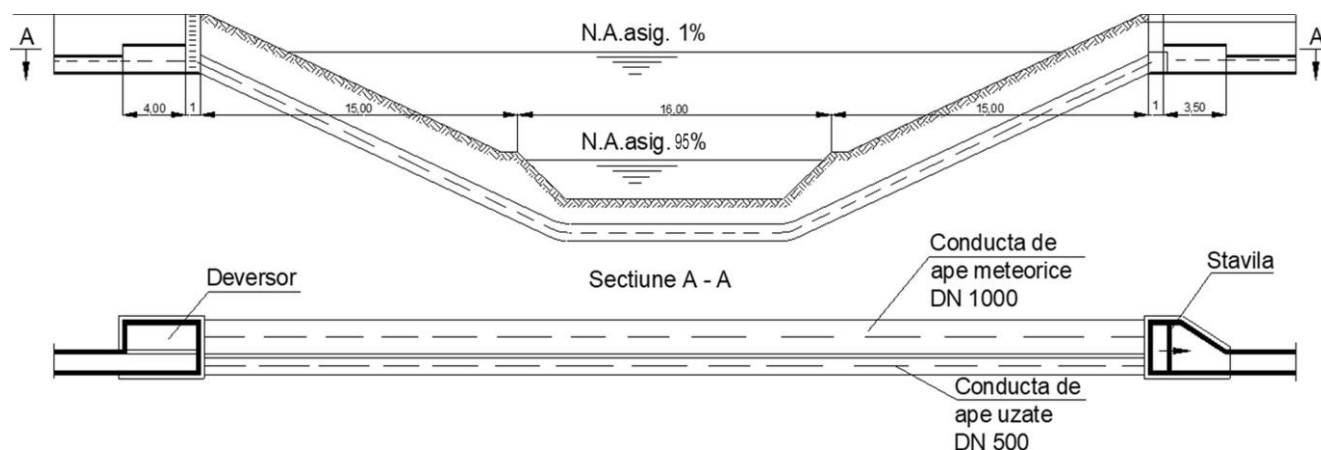


Figura 3.3. Schema sifon inferior pentru canalizare.

(11) Adâncimea de pozare sub nivelul talvegului se stabilește la obținerea avizului de gospodărire a apelor, funcție de adâncimea de afuiere din secțiunea respectivă.

3.4.3.5.7 Guri de scurgere

- (1) Gurile de scurgere reprezintă partea din rețeaua publică de canalizare care asigură colectarea și descărcarea apelor meteorice în rețeaua de canalizare.
- (2) Gurile de scurgere se execută, de regulă, sub formă de cămine circulare.
- (3) Capacele gurilor de scurgere se prevăd de tip carosabile, clasa D400, conform SR EN 124.
- (4) În interiorul căminului gurii de scurgere se instalează un recipient care să poată fi scos mecanizat pentru simplificarea curățirii gurilor de scurgere.
- (5) După forma constructivă, gurile de scurgere se pot realiza:
 - a. cu depozit și sifon, cu grătar carosabil, Tip A conform STAS 6701. Sifonul are rolul de a opri gazele din canalizare să ajungă în atmosferă;
 - b. guri de scurgere fără depozit și fără sifon. Se utilizează pe rețeaua de canalizare meteorică în procedeu divizor, numai pe străzi asfaltate, unde cantitatea de materii în suspensie sau alte depuneri care pot fi antrenate în rețea este redusă (inexistentă).
- (6) Racordurile aferente se execută din conducte cu DN 150 mm.
- (7) Gurile de scurgere se amplasează:
 - a. pe rigola străzii, amonte de trecerea de pietoni;
 - b. în intersecțiile mari, la limita cu trotuarul, pe spații necirculate;
 - c. pe platforme amenajate cu pante în spațiile puțin circulate.
- (8) Distanța între gurile de scurgere se stabilește pe baza debitului capabil al rigolei (funcție de panta străzii și coeficientul de rugozitate a rigolei), astfel încât nivelul maxim al apei în rigolă (la ploaia de calcul) să fie sub nivelul superior al bordurii (gardă ≥ 5 cm).

3.4.3.5.8 Guri de zăpadă

- (1) Pe colectoarele de apă pluvială, sau în procedeu unitar, cu diametre de peste 1 000 mm sau secțiuni peste 800/1200 mm, care transportă debite de peste 250 l/s, se poate realiza descărcarea de zăpadă în rețeaua de canalizare. Se pot utiliza fie direct cămine de vizitare, fie guri de zăpadă.
- (2) Gurile de zăpadă se realizează cu două deschideri de acces:

- a. acces pentru personalul operatorului sistemului de canalizare;
 - b. acces pentru zăpadă, prin care zăpada este descărcată de la nivelul terenului, pe un podest înclinat cu panta minim 1:5, de unde alunecă în colectorul adiacent.
- (3) Pentru a nu afecta buna funcționare a stațiilor de pompare, sifoanelor sau deversoarelor din rețea, gurile de zăpadă se instalează la minim 1000 m în amonte de acestea.
 - (4) Pentru a nu afecta traficul, gurile de zăpadă se instalează în puncte cu trafic rutier și pietonal mai redus, recomandabil pe străzi mai late sau în piețe.
 - (5) Se recomandă evitarea introducerii unui volum mare de zăpadă într-un timp scurt, sens în care se utilizează utilaje de transport cu volum mic.
 - (6) Întrucât odată cu zăpada sunt antrenate și materialele existente pe suprafața deszăpezită, de exemplu nisip, după topirea zăpezii se realizează inspecția și curățarea colectorului în aval de gura de zăpadă.

3.4.3.5.9 Deversoare

- (1) Deversoarele se prevăd în rețelele de canalizare în procedeu unitar, pentru descărcarea unor volume de apă direct în receptor.
- (2) Stabilirea raportului de diluare pentru apele uzate ce sunt descărcate în receptor se face utilizând următoarele relații:

$$n = 1 + n_0 \quad (3.16)$$

$$n_0 = Q_{\text{meteoric}} / Q_{\text{uzat}} \quad (3.17)$$

în care:

n_0 – coeficient de diluare.

- (3) La adoptarea raportului de diluare se iau în considerare prevederile SR EN 752.
- (4) Debitul de ape uzate în amestec cu ape meteorice care poate fi deversat în receptor se determină cu relația:

$$Q_{\text{adm}} = Q_{\text{recept}} \cdot \frac{CBO_5^{\text{recept}} - CBO_5^{\text{adm}}}{CBO_5^{\text{uz}} - CBO_5^{\text{adm}}} \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (3.18)$$

în care:

Q_{adm} – debitul de ape uzate și meteorice admise a fi descărcate în receptor, (m^3/s);

CBO_5^{recept} – consumul biochimic de oxigen la 5 zile aferent apei receptorului, înainte de deversor ($\text{mg O}_2/\text{l}$);

CBO_5^{uz} – consumul biochimic de oxigen la 5 zile aferent apelor uzate în amestec cu apele meteorice ($\text{mg O}_2/\text{l}$);

CBO_5^{adm} – consumul biochimic de oxigen la 5 zile aferent receptorului, conform prevederilor normei tehnice NTPA 001 ($\text{mg O}_2/\text{l}$).

- (5) Deversoarele sunt alcătuite din:
 - a. camera de deversare;
 - b. canalul de evacuare a apei deversate în receptor;
 - c. gura de vărsare a canalului de evacuare.
- (6) După forma constructivă, deversoarele pot fi:
 - a. deversor lateral - tipul cel mai utilizat;
 - b. deversor frontal;
 - c. deversor circular.
- (7) Cerințele constructive obligatorii pentru deversoare includ:
 - a. asigurarea accesului și lucrului în camera deversorului:

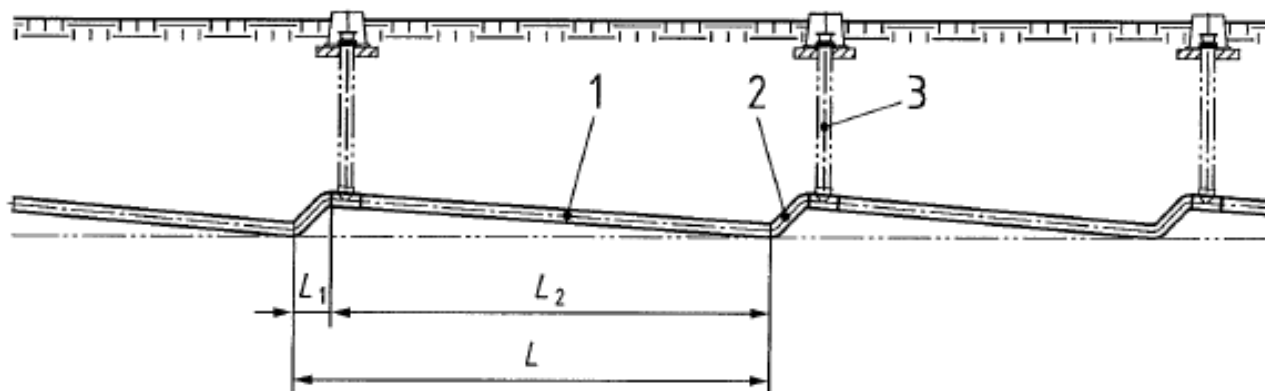
- i. se prevăd scări și rigole;
 - ii. înălțimea camerei deversorului, măsurată de la rigolă, se adoptă $\geq 1,80\text{m}$.
- b. Elemente privind evitarea inundării camerei deversorului la ape mari ale receptorului:
 - i. se prevede închiderea canalului de descărcare în receptor cu batardou;
 - ii. pentru receptorii cu variații mari și frecvente ale nivelului se prevăd:
 - 1) stăvilare echipate cu stavile cu închidere automată;
 - 2) senzori de nivel cu monitorizare on-line a nivelurilor amonte și aval.
- c. pentru deversoarele amplasate la intrarea în stația de epurare, construcția camerei poate fi deschisă. Radierul camerei se prevede cu bașă pentru reținerea corpurilor mari, curățată periodic cu o cupă tip graifer;
- d. deversorul se prevede cu grătar rar.

3.4.3.5.10 Guri de descărcare

- (1) Gurile de descărcare sunt construcții care se execută în punctul de descărcare a apelor de canalizare în receptor.
- (2) Forma și dimensiunile gurilor de descărcare se adoptă ținând cont de:
 - a. mărimea debitelor receptorului;
 - b. cantitatea și calitatea apelor ce se evacuează;
 - c. condițiile specifice amplasamentului.
- (3) Gurile de vărsare trebuie să îndeplinească următoarele condiții:
 - a. să asigure condiții hidraulice care să permită amestecul cu apele receptorului;
 - b. să nu fie inundată la ape mari pe râu;
 - c. să nu producă degradări ale malurilor și albiei receptorului sau alte perturbări în scurgerea normală acestuia;
 - d. se recomandă ca amplasarea gurilor de vărsare să se facă sub un unghi de $30 - 45^\circ$ față de direcția de curgere a receptorului;
 - e. întreaga construcție este asigurată structural și din punct de vedere al stabilității, cu sisteme de protecție pentru toate situațiile de debite și nivele întâlnite pe râu;
 - f. gurile de vărsare necesare evacuării apelor uzate provenite din procedeu divizor de canalizare, precum și cele din procedeu unitar de canalizare, epurate mecanic sau biologic, trebuie să asigure o dispersie cât mai bună a apelor de canalizare în receptor.
- (4) În secțiunea unde se termină canalul se execută un perete de beton, care să consolideze legătura dintre canal și patul receptorului.
- (5) Patul receptorului se amenajează și taluzurile se perează pe cel puțin 10 m în amonte și 30 m în aval de punctul de descărcare.
- (6) Se recomandă amenajarea gurilor de scurgere pentru disiparea energiei în zonele de contact între apele receptorului și apele descărcate.
- (7) Radierul gurii de descărcare se adoptă la o înălțime suficientă în raport cu receptorul, încât să se evite colmatarea cu suspensii din apa receptorului.
- (8) Pentru receptori cu debite mai mari, în vederea asigurării unui amestec complet și evitării afectării calității apei receptorului în apropierea malului, se recomandă construirea de tuburi de descărcare așezate în patul receptorului, cu descărcarea apelor cât mai aproape de talveg.

3.4.4 Rețele de canalizare cu vacuum

- (1) Sistemele de canalizare vacuumatice sunt sisteme mecanice, pentru care funcționarea se realizează prin menținerea presiunii negative (-0,6...-0,7 bar) în rețeaua de conducte colectoare.
- (2) Sistemele de canalizare vacuumatice sunt destinate transportului de apă uzată menajeră, nu și pentru ape meteorice.
- (3) Implementarea sistemelor de canalizare vacuumatice trebuie să aibă la bază o analiză tehnico-economică comparativă cu sistemul clasic gravitațional.
- (4) Aplicarea se realizează pentru sectoare/zone limitate la 1.500 – 2.000 utilizatori, și lungimea totală maximă a colectoarelor rețelei $\Sigma L_i \leq 5$ km; alegerea sectoarelor pentru soluția cu rețea vacuumată va fi determinată de dificultățile de execuție a unei rețele de tip gravitațional, impuse de natura terenului, existența apei subterane și greutatea ulterioare de intervenție în cazul adâncimilor de pozare mari ($\approx 5...7$ m).
- (5) Profilul rețelei de conducte colectoare de vacuum trebuie să fie conceput și construit în așa numitul profil "dinți de fierăstru", sub forma unor tronsoane descendente prevăzute cu lifturi succesive similar schemei din Figura 3.4.

**Figura 3.4.** Configurație montaj conductă colectoră în rețelele vacuumatice [SR EN 16932-3/2018]

Notații: 1-conducta vacuum; 2-lift; 3-conducta de inspecție; L_1 -lungime lift; L_2 -lungime conductă vacuum; L -distanța între lifturi

- (6) Lungimea unui lift trebuie să îndeplinească condiția: $L_1 > 2 \cdot \sqrt{h \cdot R}$
 L_1 -lungime lift;
 h -înălțimea liftului, în metri [m];
 R - raza minimă a cotului (de îndoire a conductei de vacuum), în metri [m].
- (7) Funcție de configurația terenului (plat, pantă descendentă, pantă ascendentă), lifturile se prevăd după cum urmează:
 - a. terenuri plate ($i_T \approx 0$)
 - i. se adoptă tronsoane cu pantă descrescătoare $i_R = 2 \text{ ‰}$;
 - ii. distanța între 2 lifturi consecutive $L_{\min} = 6$ m, $L_{\max} = 100$ m;
 - iii. numărul maxim de lifturi: 25.
 - b. terenuri cu pantă descendentă:
 - i. se prevede 1 lift la 100,0 m.
 - c. terenuri cu pantă crescătoare/contrapantă:
 - i. se adoptă tronsoane cu pantă descrescătoare $i_R = 2 \text{ ‰}$.
 - ii. distanța între lifturi se adoptă funcție de mărimea contrapantei terenului.
- (8) Camerele colectoare trebuie să prezinte rezistență la coroziune și la agesiivitatea apelor uzate. Acestea pot fi amplasate în stradă sau în curte.

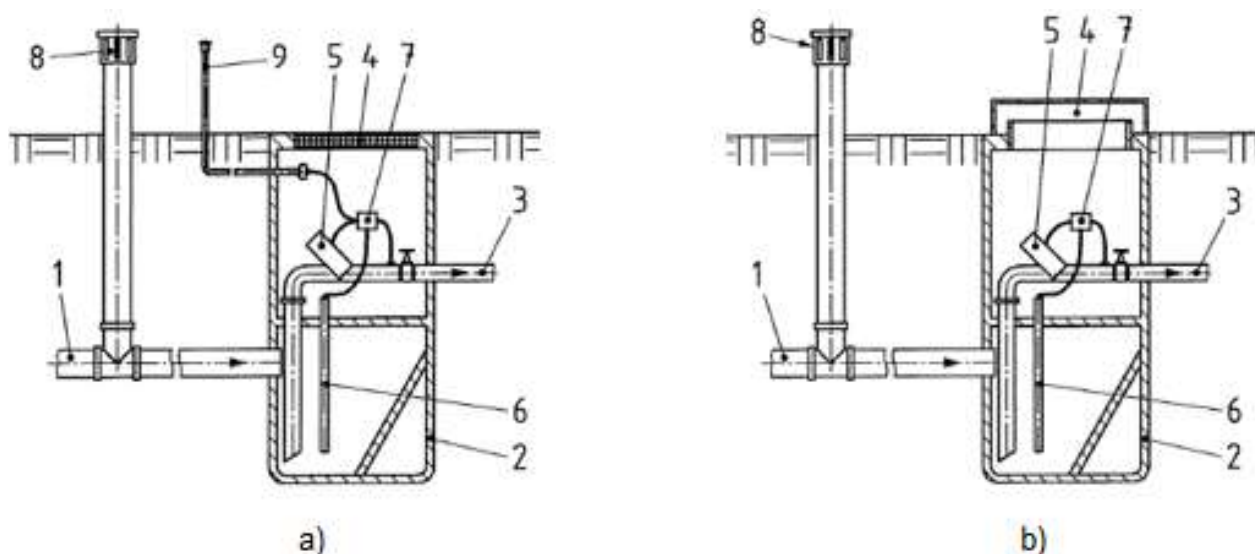
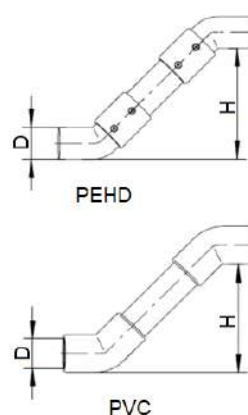


Figura 3.5. – Camere colectoare: a) - pentru instalare în stradă, b) - pentru instalare în curte [SR EN 16932-3/2018]

Notații: 1-conducta gravitațională; 2-camara colectare apă uzată; 3-conducta de vacuum; 4-capac camera colectoare; 5-vană de vacuum; 6-conductă senzor; 7-controler; 8-admisie aer; 9-conductă.

(9) Funcție de diametrul conductei de vacuum, înălțimea lifturilor poate fi după cum urmează:

D [mm]	H [mm]		
	200	300	450
90	200	300	450
110	200	300	450
125	200	300	450
140	200	300	450
180	200	300	450
200		300	450
225		300	450
250		300	450



(10) Izolarea tronsoanelor rețelei se realizează cu vane montate pe ramificații, astfel încât să poată fi scoasă din funcțiune pentru intervenții maxim 20% din lungimea totală a rețelei.

(11) Configurația echipamentelor în stația de vacuum se adoptă ca în Figura 3.6.

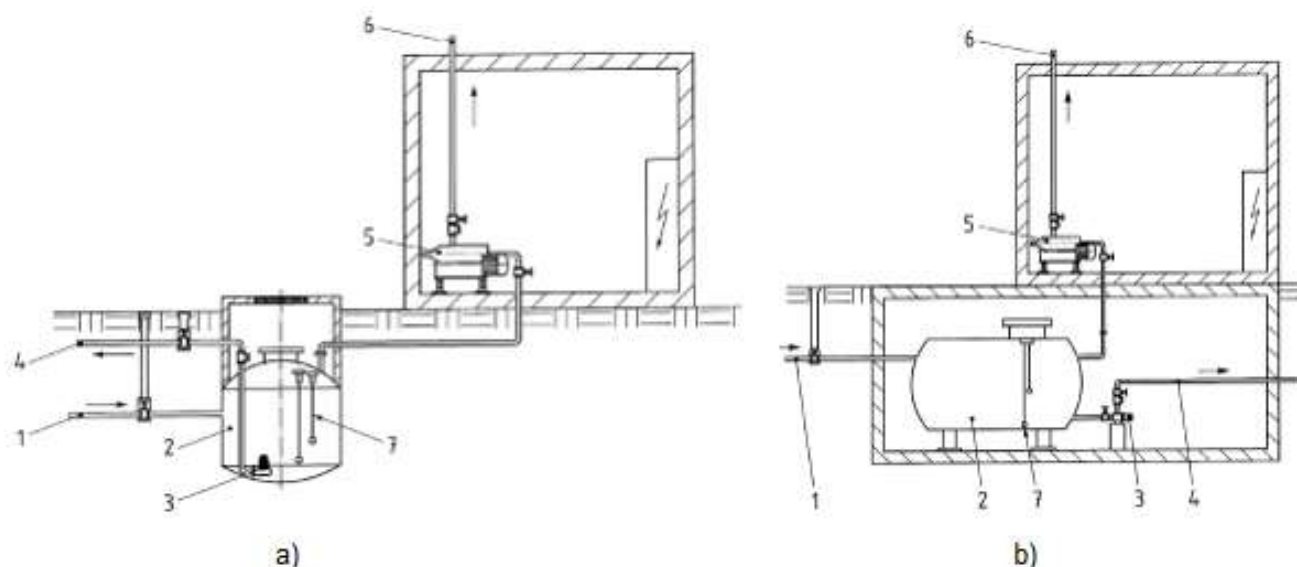


Figura 3.6. – Stație de vacuum: a) cu pompe de evacuare submersibile b) cu pompe de evacuare în cameră uscată [SR EN 16932-3/2018]

Notații: 1-conductă de vacuum; 2-rezervor de vacuum; 3-pompe de evacuare; 4-conductă de refulare apă uzată; 5-pompă de vacuum; 6-conductă evacuare direct în atmosferă sau prin filtru (biofiltru); 7-senzor de nivel.

3.4.4.1 Calculul hidraulic al rețelilor de canalizare cu vacuum

- (1) Se calculează debitul maxim de apă uzată menajeră ($Q_{uz\ or\ max}$), funcție de numărul de utilizatori.
- (2) Se calculează lungimea totală a rețelei de canalizare vacuumatică.
- (3) Se determină lungimea celui mai lung tronson până la stația de vacuum.
- (4) Se calculează densitatea populației, ca fiind raportul dintre numărul total de consumatori de apă și lungimea celui mai lung tronson.
- (5) Se calculează debitul total de aer al rețelei de canalizare vacuumatică (Q_L), ca fiind produsul dintre debitul maxim de apă uzată și raportul aer/apă. Valoarea raportului aer/apă se alege din Tabelul 3.4, cunoscând lungimea celui mai lung tronson și densitatea populației.

Tabelul 3.4. Raportul aer/apă

Lungimea tronsonului	Densitatea populației (loc./m)			
	0,05 loc./m	0,1 loc./m	0,2 loc./m	0,5 loc./m
	Media raportului Aer /Apa			
500 m	3,5 – 7	3 – 6	2,5 – 5	2 – 5
1000 m	4 – 8	3,5 – 7	3 – 6	2,5 – 5
1500 m	5 – 9	4 – 8	3,5 – 7	3 – 6
2000 m	6 – 10	5 – 9	4 – 8	3,5 – 7
3000 m	7 – 12	6 – 10	5 – 9	4 – 8
4000 m	8 -15	7 – 12	6 – 10	(5 – 9)*

* Doar în cazuri excepționale

- (6) Diametrul conductelor colectoare se determină conform Tabelul 3.5.

Tabelul 3.5. Debite, diametre.

Media raportului apă/aer	Diametru conductă [mm]						
	Dn 65	Dn 80	Dn 100	Dn 125	Dn 150	Dn 200	Dn 250*
	Populație conectată						
2	0 - 110	0 - 350	250 - 600	350 - 900	500 - 1400	750 - 2100	(1100 - 3000)
4	0 - 65	0 - 200	135 - 140	200 - 500	300 - 800	400 - 1200	(600 - 1650)
6	0 - 45	0 - 140	95 - 240	140 - 350	200 - 500	300 - 800	(400 - 1150)
8	0 - 35	0 - 105	75 - 185	105 - 270	150 - 425	220 - 625	(300 - 850)
10	0 - 30	0 - 85	60 - 150	85 - 220	120 - 340	175 - 500	(250 - 700)
12	0 - 25	0 - 75	50 - 125	75 - 180	100 - 290	150 - 425	(200 - 600)

* Doar în cazuri excepționale

- (7) Se stabilește numărul de lifturi, funcție de lungimea maxim admisă între două lifturi consecutive.
- (8) Se determină pierderea de sarcină pentru fiecare lift. Pierderea de sarcină pe lift se calculează cu relația $h = H - D$;

în care:

- h – pierdere de sarcină în lift;
 H - este înălțimea liftului (20 cm, 30 cm, 45 cm);
 D – diametrul interior a conductei colector.

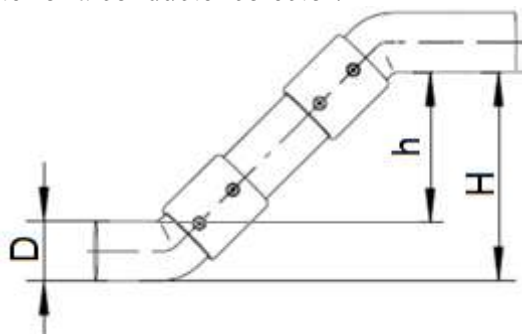


Figura 3.7. – Configurație lift

- (9) Se determină pierderea de sarcină pentru fiecare tronson de conductă colector și apoi pierderea de sarcină pentru toată lungimea rețelei, însumând pierderile de sarcină pe tronsoane. Pierderea de sarcină pe rețea trebuie să fie mai mică de 5 m.
- (10) Calculul debitului de aer pentru alegerea pompelor de vacuum. Se folosește relația:

$$Q_{aer}^{nec} = k \cdot Q_L \cdot \frac{p_{at}}{p_{rv}} \quad (3.19)$$

în care:

- k - este un coeficient de siguranță; $k = 1,25$;
 Q_L – debitul total de aer al rețelei de canalizare vacuumatice, (mc/h);
 p_{at} – presiunea absolută atmosferică; $p_{at} = 100$ kPa;
 p_{rv} – presiune absolută în rezervorul de vacuum; $p_{rv} = 40$ kPa.

- (11) Numărul pompelor de vacuum se alege astfel încât în stația de vacuum să existe o pompă de rezervă.
- (12) Se calculează volumul rezervorului de vacuum. Volumul rezervorului de vacuum rezultă din însumarea volumului de apă uzată, volumului de aer și a volumului de rezervă.
- a. volumul de apă se calculează cu relația:

$$V_W = 0,25 \cdot \frac{Q_{uz \text{ or max}}}{f} \quad (3.20)$$

b. volumul de aer se calculează cu relația:

$$V_L = 0,25 \frac{Q_{Lp}}{2} \cdot \frac{p_{\max} + p_{\min}}{(p_{\max} - p_{\min}) \cdot f \cdot n_p} \quad (3.21)$$

c. volumul de rezervă este volumul calculat pentru conducta colectoare între rezervor și primul lift.

$Q_{uz \text{ or max}}$ – debitul orar maxim de apă uzată, (m³/h);

f – frecvența de porniri pe oră, $f=12$ porniri pe oră;

Q_{Lp} – debitul de aer pentru o pompă de vacuum, (m³/h);

p_{\min} – presiunea minimă de oprire a pompei de vacuum, $p_{\min} = 35$ kPa;

p_{\max} – presiunea maximă de pornire a pompei de vacuum, $p_{\max} = 45$ kPa;

n_p – numărul de pompe.

(13) Volumul total al rezervorului de vacuum trebuie să respecte cerința $V_{\text{total}} \geq 3 \cdot V_W$.

(14) Selectarea pompelor de apă uzată, pentru evacuarea apei uzate colectate în rezervorul de vacuum se face pe baza parametrilor debit, înălțime de pompare și NPSH.

3.4.4.2 Construcții accesorii în rețeaua de canalizare cu vacuum

(1) Stația de vacuum – obiectul tehnologic în care se generează vacuumul necesar sistemului. În stația de vacuum sunt amplasate pompele de vacuum, rezervorul de vacuum și pompele de evacuare a apei uzate. Componentele principale sunt:

- clădirea stației de vacuum se realizează după tehnologia de construcție specifică clădirilor supraterane, semiîngropate sau subterane;
- clădirea supraterană a stației de pompare se caracterizează printr-o infrastructură simplă, similară unei hale industriale, având fundație continuă (pentru construcția de zidărie portantă) sau discontinuă (pentru construcția metalică cu pereți din panouri tip sandwich);
- vasul de vacuum poate fi montat vertical sau orizontal.

(2) Camere de colectare cu bazin de colectare a apei uzate și unitatea care adăpostește vana de vacuum.

(3) Conducte de inspecție, necesare pentru introducerea mingilor gonflabile utilizate la izolarea unor sectoare din rețeaua vacuumică sau pentru conectarea manometrelor pentru testare și verificare privind neetanșitățile. Conductele de inspecție se montează, de regulă, imediat după un lift, la distanțe de maxim 100 m. Conductele de inspecție finale se montează atât la capătul conductelor principale de vacuum, cât și la capătul conductelor de ramificație.

(4) Vane de separare, montate la distanțe de 450 m și la ramificațiile laterale.

(5) Conductele colectoare se pozează astfel încât să prevină deteriorarea acestora din cauza traficului rutier.

(6) Patul de pozare a conductelor vacuumate se realizează perfect neted și cu panta continuă corespunzător pantelor date în proiect. Ultimul strat de 10 cm al șanțului se sapă manual, pentru a se putea realiza o netezime maximă la panta cerută.

(7) Racordurile la ramurile principale, atât ale ramurilor secundare cât și ale camerelor colectoare, se realizează în mod obligatoriu la 45°, cu ajutorul pieselor speciale Y, atât în secțiunile transversale ale ramurilor principale, cât și în secțiunile longitudinale ale acestora.

(8) În timpul execuției se realizează ridicarea topografică pe toate traseele, rezultând cotele de pozare a conductelor cu poziția lor exactă în plan vertical și orizontal, cu evidențierea precisă a lifturilor, îmbinărilor și a racordurilor „Y”.

- (9) Conductele colectoare de vacuum se testează prin probe de presiune și probe de vacuum. Proba de presiune se face pentru verificarea îmbinărilor la o presiune de 1,5 ori presiunea nominală a conductelor. Proba de vacuum la o presiune a vidului de -0,8 bar și timp de probă de 4 ore, cu măsurarea și urmărirea variației presiunii cu un manovacuumetru. Presiunea vidului în timpul probei de vacuum nu trebuie să scadă cu mai mult de 1% pe oră.

3.4.5 Rețele de canalizare sub presiune

- (1) Aplicarea se realizează pentru amplasamente limitate la 10.000 utilizatori; alegerea sectoarelor pentru soluția cu rețea de canalizare sub presiune este determinată de dificultățile de execuție a unei rețele de tip gravitațional, impuse de configurația terenului, existența apei subterane și greutatea ulterioare de intervenție în cazul adâncimilor de pozare mari (5...7 m).
- (2) Soluția se adoptă pe baza unei analize tehnico-economice de opțiuni între:
- rețea cu funcționare gravitațională cu asigurarea vitezei de autocurățire (0,7 m/s) prin pante pronunțate și una sau mai multe stații de pompare în rețea.
 - rețea de canalizare sub presiune.
- În ambele opțiuni se vor lua în calcul:
- consumurile energetice specifice [kWh/m^3 apă uzată];
 - costurile anuale de operare luând în considerare intervențiile pentru întreținere pentru o perioadă determinată (10 ani);
 - costurile de investiții.
- (3) Se asigură personal calificat pentru operarea rețelei de canalizare, care să verifice anual starea agregatelor de pompare și a dotărilor din rețeaua de canalizare sub presiune.
- (4) Condițiile impuse pentru pozarea conductelor rețelei de canalizare sub presiune sunt:
- toate traseele vor avea pante continue ascendente sau descendente între punctele joase și punctele înalte;
 - în toate punctele joase se montează (în cămine) piese manloc, care să permită accesul pentru utilaj/instrumente de verificare/curățire a tronsonului de conductă adiacent;
 - în toate punctele înalte se montează ventile sau sisteme care să permită introducerea/evacuarea aerului la umplerea sau golirea conductelor;
 - în toate nodurile în amonte de joncțiunea cu utilizatorul, se montează clapete de sens, astfel încât să se asigure un sens unic al curgerii apelor uzate;
 - sistemul de conducte sub presiune se verifică la proba de presiune conform prevederilor SR EN 805:2000.
- (5) Se iau în considerare, în mod suplimentar, solicitările speciale. Toate țevile și fittingurile de pe conductele de presiune trebuie să corespundă unei presiuni nominale de cel puțin 10 bar.

3.4.5.1 Calculul hidraulic al rețelelor de canalizare sub presiune

- (1) Conceptul funcționării rețelei de canalizare sub presiune – rețea ramificată. La o cameră de recepție pot fi racordate una sau mai multe clădiri. Numărul maxim de clădiri este limitat de capacitatea generatorului de presiune.
- (2) Calculele de dimensionare a conductelor rețelei de canalizare se realizează astfel încât viteza minimă de curgere a apei în conducte să corespundă valorilor prezentate în Tabelul 3.6.

Tabelul 3.6. Viteze minime de curgere

Nr. crt.	Dn [mm]	Viteza minimă [m/s]
1	32-100	0.70
2	150	0.80
3	200	0.90
4	250	0.95
5	300	1.00
6	400	1.10

- (3) Diametrele minime admise Dn 32 mm; acestea se regăsesc la racordurile stațiilor de pompare la rețeaua principală.
- (4) Ipoteza impusă: viteza minimă în rețeaua de conducte care formează canalizarea $v \geq 0,7$ m/s.
- (5) Această ipoteză, corelată cu diametrul minim conduce la un debit minim egal cu $0,56$ dm³/s.
- (6) Orice cămin de recepție care deservește un utilizator de minim 2 persoane trebuie să fie echipat cu o electropompă cu debitul min $2,025$ m³/h.
- (7) Stabilirea diametrelor conductelor se face folosind ecuația de continuitate pentru determinarea debitelor pe tronsoane, prin cumulare pe baza debitelor stațiilor de pompare de la utilizatori. Alegerea diametrelor se efectuează pe baza vitezelor recomandate în Tabelul 3.6.
- (8) Înălțimea de pompare pentru electropompele care asigură pomparea apelor uzate din nodul „i” este:

$$H_p = \left(C_p^{(k)} + \sum_i^k h_r + \sum h_{\text{racord}} \right) - C_i^{\text{min}} \quad (3.22)$$

în care:

$C_p^{(k)}$ - cota piezometrică în nodul aval (k);

$\sum_i^k h_r$ - suma pierderilor de sarcină distribuite și locale pe tronsonul i-k;

$\sum h_{\text{racord}}$ - suma pierderilor de sarcină hidraulică pe racordul de la stația de pompare din nodul i;

C_i^{min} - cota piezometrică în nodul (i).

- (9) Pierderile de sarcină hidraulică se determină:

$$\sum h_r = \frac{v^2}{2g} \left[\frac{\lambda L}{D} + \sum \zeta_i \right] \quad (3.23)$$

în care:

v – viteza medie în conductă (i-k); [m/s];

λ - coeficient de pierdere de sarcină distribuită (Darcy), (se determină cu formula Colebrook- White).

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \lg \left(\frac{2,51}{\text{Re}\sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3,71 \cdot D} \right) \quad (3.24)$$

în care:

Re – numărul Reynolds, $\text{Re} = \frac{v \cdot D}{\nu}$ (adimensional);

D – diametrul interior al conductei (m);

k – coeficient de rugozitate absolută;

R – raza hidraulică (m);

ν – coeficient de vâzcozitate cinematică;

v – viteza apei în conductă (m/s);

L - lungimea tronsonului [m];

D – diametrul nominal al tronsonului [m];

$\sum \zeta_i$ - suma coeficienților de pierderi de sarcină locală; vană, coturi, reducții, clapeți, ș.a.

- (10) În cazul racordării unui număr mai mare de utilizatori la același cămin (camera de recepție) și a unui număr mare de astfel de cămine pe o ramură a rețelei, se utilizează diagrama de simultaneitate din Figura 3.8, obținută pe baza datelor statistice înregistrate în exploatarea rețelelor de canalizare sub presiune existente.

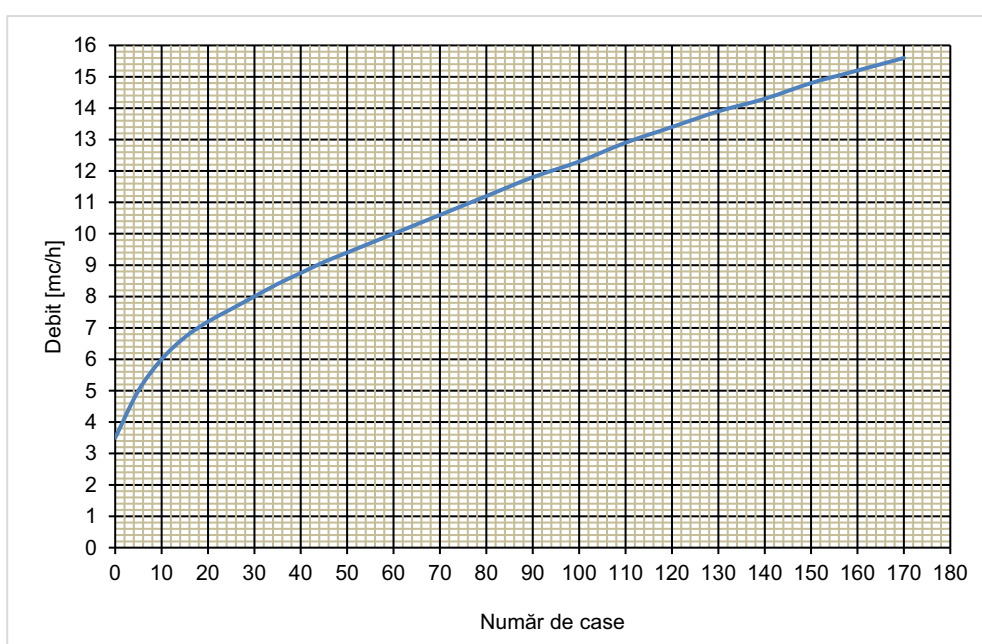


Figura 3.8. – Diagrama de simultaneitate.

- (11) Cu valorile de debit și înălțime de pompare, se aleg pompele ce se montează în camerele de colectare apă uzată.
- (12) Condiția fundamentală a funcționării rețelei este asigurarea vitezelor minime și optime pe tronsoanele rețelei.

3.4.5.2 Construcții accesorii în rețeaua de canalizare sub presiune

- (1) Stație de pompare prefabricată, cu cameră colectoare. Se montează la limita de proprietate sau în cazuri excepționale poate fi montată și în curtea utilizatorilor.

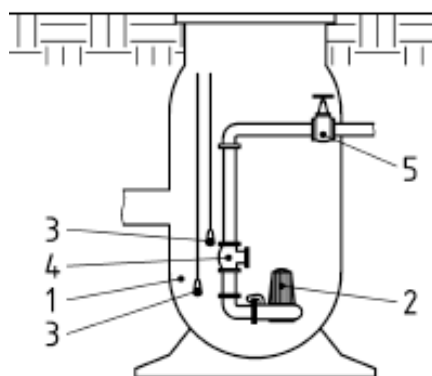


Figura 3.9. Stație de pompare pentru rețele de canalizare sub presiune [SR EN 16932-2/2018]

Notații: 1-cameră colectare apă uzată; 2-pompa submersibilă; 3-senzor de nivel; 4-clapetă antiretur; 5-vană de izolare

- (2) Volumul util al camerei de colectare se determină pe baza numărului de utilizatori racordați, considerând volumul util egal cu 30% din $Q_{uz\ z\ med}$; se consideră că numărul de porniri/opriri ale pompei din dotarea căminului nu va depăși 8...10 /zi; se va adăuga un volum de avarie (25% din volumul util), pentru situații speciale (avarie electrică).
- (3) Elementele esențiale ale unei camere de colectare sunt:
 - a. traductoare de nivel în spațiul de colectare, pentru comanda automată a electropompelor;
 - b. organe de închidere și clapete antiretur;
 - c. ventilație.
- (4) Echipamentul generator de presiune este de tip electropompă cu tocător; aceasta pornește automat la un nivel maxim presetat și se oprește automat după câteva secunde, când s-a evacuat tot volumul de apă acumulat în camera de recepție.
- (5) Se prevăd vane (robinete), pentru a facilita întreținerea și a localiza avariile și pentru a putea efectua intervenții/reparații, pe fiecare tronson de conductă.
- (6) La canalizarea sub presiune, se utilizează vane (robinete) asigurate împotriva coroziunii sau rezistente la coroziune, cu trecerea netedă. Tijele filetate trebuie să fie confecționate din materiale rezistente la coroziune.

3.4.6 Traversări

- (1) Traversările se concep și realizează astfel încât, în caz de avarie, să nu afecteze siguranța căii de comunicație, iar reparația la colector/conductă să se poată face fără restricții de circulație.
- (2) Subtraversările de căi ferate și drumuri cu rețele de canalizare, se fac fără săpătură deschisă, cu respectarea prevederilor STAS 9312 și a condițiilor impuse de administratorul obiectivului subtraversat, caracteristicile traversării ținând cont de:
 - a. adâncimea de pozare (h) se adoptă cu asigurarea distanțelor minime:
 - i. 1,50 m - între cota superioară a îmbrăcăminții rutiere și generatoarea superioară a tubului de protecție;
 - ii. 0,80 m sub cota radierului rigolei/șanțului drumului.
 - b. diametrul și materialul tubului de instalat;
 - c. tehnologiile de execuție și materialele disponibile pentru tubul de protecție;
 - d. necesitatea instalării tubului:
 - i. cu distanțiere speciale în interiorul tubului de protecție, având minim 100 mm mai mult decât diametrul tubului protejat, astfel încât să permită introducerea sau scoaterea acestuia prin simplă tragere;
 - ii. cu cămine/camere de inspecție la capete și cu asigurarea etanșării la trecerea prin pereți.
 - e. caracteristicile litologice și stratificațiile evidențiate de investigațiile de teren (sondaje/foraje).
- (2) Prin excepție de la prevederile de la punctul (2), pentru drumuri nemodernizate sau pentru care carosabilul existent este degradat și nu se justifică protejarea acestuia:
 - a. subtraversările cu colectoare de canalizare/conducte de refulare se pot instala cu săpătură deschisă, ținând cont însă de celelalte cerințe specificate la punctul (2);
 - b. după realizarea subtraversării, drumul se reface la starea inițială.
- (3) În situațiile în care este necesară instalarea unui număr de minim 2 conducte (ex: colectoare și/sau conducte de refulare), cu subtraversarea pe distanțe de peste 20 m a unor căi de comunicație la care fie nu este admisă/posibilă, fie nu este rațională realizarea de excavații pentru remedierea eventualelor avarii (de exemplu: subtraversări de autostrăzi/căi ferate cu peste 2 linii) se analizează prin calcul tehnico-economic minim două variante pentru instalare:

- a. pozare cu subtraversări independente;
 - b. pozare în galerii de protecție vizitabile, cu respectarea următoarelor condiții minime:
 - i. se asigură acoperirea de minim 1,5 m între cota suprafeței căii de comunicație și fața superioară a galeriei;
 - ii. se asigură dimensiunile minime aferente spațiului de lucru interior:
 - A. înălțimea interioară a galeriei de minim 1,8 m;
 - B. distanța pentru acces și intervenție minim 0,8 m între generatoarea exterioară a tubului cu diametrul maxim și fața interioară a peretelui galeriei;
 - C. distanța pentru intervenție de minim 0,2 m între generatoarea exterioară a tubului cu diametrul maxim și fața interioară a peretelui galeriei.
 - iii. se asigură etanșeitarea ansamblului, prin etanșarea rosturilor structurii și realizarea trecerilor prin pereți cu piese de trecere speciale, etanșe;
 - iv. se asigură stabilitatea conductelor în interiorul galeriilor, prin utilizarea de materiale și sisteme de susținere adecvate pozării respectivelor materiale, în cazul îmbinărilor cu mufă, fără inducerea de eforturi la nivelul mufelor (de exemplu: sistem de rezemare cu suporti metalici demontabili sau console metalice/din beton armat, prevăzute cu sistem de fixare cu scafă de rezemare pe minim 120° și platbandă de oțel, cu garnitură de cauciuc pe întreaga circumferință a prinderii);
 - v. în cazurile în care dimensiunile elementelor instalate nu permit scoaterea acestora prin golurile de acces aferente camerelor de la capetele galeriei, plăcile de acoperire ale camerelor se prevăd cu posibilitatea demontării, cu asigurarea etanșeității zonei de contact dintre placă și pereții camerei;
 - vi. schimbările de direcție necesare se realizează în exteriorul galeriilor, cu prevederea măsurilor corespunzătoare pentru asigurarea stabilității (ex: camere de schimbare direcție, pentru colectoare; îmbinări zăvorâte, masive de ancoraj etc. pentru conducte de refulare);
 - vii. în cazuri justificate, se admite instalarea de conducte din sistemul de alimentare cu apă și conducte din sistemul de canalizare în interiorul aceleiași galerii, caz în care, conductele de apă se amplasează la cotă superioară față de conductele de canalizare, cu asigurarea distanței minime pe verticală de 0,5 m între generatoarele exterioare ale celor 2 tuburi.
- (4) În cazul cursurilor de apă sau lacurilor, subtraversările se fac cu respectarea condițiilor impuse de administratorul obiectivului subtraversat, caracteristicile traversării stabilindu-se ținând cont de următoarele cerințe minime:
- a. se recomandă subtraversarea fără săpătură deschisă, în tub de protecție având minim 100 mm mai mult decât diametrul tubului protejat, astfel încât să permită introducerea sau scoaterea acestuia prin simpla tragere;
 - b. adâncimea de pozare (h) se adoptă sub adâncimea de afuiere indicată de administratorul obiectivului subtraversat, prin avizul/acordul emis de acesta.
- (5) În cazul cursurilor de apă sau altor obstacole la care soluțiile de subtraversare fie nu sunt posibile, fie nu sunt raționale din punct de vedere al investiției necesare, traversarea se poate face aerian, cu respectarea condițiilor impuse de administratorul obiectivului supra-traversat, utilizând soluții ca:
- a. suspendare de suprastructura unui pod - tuburile urmând a fi ancorate sub consola trotuarului sau de antretoazele podului;
 - b. soluții de pozare autoportante.
- (6) În cazul utilizării soluțiilor de tipul celor prevăzute la (5)a, se impun următoarele condiții:
- a. se face verificarea statică și de rezistență a ansamblului pod existent-supratraversare;
 - b. obținerea acordului Beneficiarului podului, cu respectarea condițiilor impuse de acesta.
- (7) În cazul utilizării soluțiilor de tipul celor prevăzute la(5)b, soluțiile constructive se adoptă pe baza unor calcule comparative între sistemele de pozare aplicabile (de exemplu: estacadă, tub susținut de

cabluri metalice, tub susținut pe piloni/de un tablăier pe pile și culei etc.). Alegerea soluției depinde în mare măsură de condițiile geotehnice de fundare ale infrastructurii și de condițiile pentru execuția acesteia.

- (8) Dacă amplasamentele căminelor de vizitare din capetele traversărilor sunt amplasate în zone inundabile, căminele se realizează astfel încât să nu fie înecate în caz de inundație.

3.4.7 Stații de pompare ape uzate

- (1) În rețeaua de canalizare gravitațională, stațiile de pompare se folosesc:
- în zonele depresionare, unde relieful terenului nu poate asigura curgerea gravitațională;
 - în diferite secțiuni ale rețelei, unde cotele radier ale colectoarelor înregistrează adâncimi de 6...7 m, datorate pantelor impuse de realizarea vitezei minime de autocurățire;
 - în amplasamente pentru care stația de epurare este amplasată la cote mai ridicate față de colectoarele rețelei de canalizare.
- (2) Adoptarea soluției cu stație de pompare în rețeaua de canalizare se decide printr-un calcul tehnico-economic luând în considerare:
- costurile de investiție;
 - costurile operării rețelei (curățirea periodică a depunerilor);
 - costurile cu energia electrică utilizată în stații de pompare.
- (3) Amplasamentul construcției stației de pompare ape uzate se realizează într-un spațiu special destinat, care să se încadreze în planurile urbanistice zonale și generale luând în considerare disfuncțiunile create mediului, eventualele mirosuri, evacuarea reținerilor pe grătare, nivelul de zgomot, dar și consecințele unei eventuale avarii în timpul funcționării, după cum urmează:
- în construcție subterană sau supraterană, cu asigurarea unei distanțe minime de 50 m față de clădirile de locuit și cu amenajarea unei zone verzi în amplasamentul stației de pompare ape uzate;
 - numai în construcție subterană, acolo unde nu este posibilă respectarea distanței minime de 50 m față de clădirile de locuit, de preferat în afara părții carosabile a drumului, adiacent proprietăților riverane; în situația în care stațiile de pompare ape uzate se amplasează în partea carosabilă sau în trotuar, acestea vor avea obligatoriu prevăzute măsuri structurale suplimentare, pentru preluarea corespunzătoare a încărcărilor provenite din trafic;
 - stațiile de pompare ape uzate se prevăd cu dispozitive care să prevină zgomotul, vibrațiile și mirosurile neplăcute, iar utilajele de pompare au capacitatea de a toca sau prelua corpuri, fibre precum și alte elemente prezente în mod uzual în apa uzată, pentru a compensa eventuala lipsă a grătarelor, acolo unde este cazul.
- (4) Stațiile de pompare ape uzate sunt alcătuite din:
- bazinul de recepție pentru primirea apelor uzate, înmagazinarea acestora, adăpostirea pompelor (imersate), armăturilor montate pe conductele de refulare a pompelor, grătarelor, conductelor de refulare a pompelor. Construcția bazinului de recepție poate fi din beton armat realizat în sistem tip cheson sau poate fi în construcție prefabricată din diverse materiale agrementate tehnic (PEID, PAFSIN etc.);
 - echipamentul tehnologic de bază, alcătuit din pompe. Se recomandă să se monteze pompe submersibile pentru ape uzate, prevăzute cu sisteme de glisare pe verticală, astfel încât revizia, repararea sau înlocuirea pompelor să se facă cu ușurință;
 - echipament electric, compus din instalațiile de forță, instalațiile de automatizare a funcționării, dispozitive de măsurare;
 - sistem de evacuare a solidelor reținute în grătarul stației de pompare ape uzate, după caz;
 - instalații de ventilare a structurii stației de pompare ape uzate;

- f. pentru protejarea personalului de exploatare, armăturile de pe conductele de refulare a pompelor (clapeți antiretur, vane), pot fi montate în cămine de vane construite lângă stația de pompare ape uzate.
- (5) Volumul bazinului de recepție ape uzate se stabilește ținând cont de:
- variația orară a debitelor de apă uzată influente în stația de pompare;
 - variația debitelor pompate, determinate de capacitatea utilajelor, numărul pompelor și condițiilor impuse de vitezele de autocurățire pe conductele de refulare;
 - condiționările impuse de fabricantul pompelor, referitor la nr. orar de porniri/opriri ale utilajelor;
 - timpul de stagnare a apei uzate în bazin, astfel încât să se evite producerea depunerilor și intrarea în procesul de fermentare.
- (6) Volumul util al bazinului de recepție se stabilește în funcție de debitul maxim ce trebuie pompat pentru un timp de 2...15 minute cu relația:

$$V_u = Q_{\max} \cdot t \text{ (m}^3\text{)} \quad (3.25)$$

în care: Q_{\max} este debitul maxim care trebuie pompat

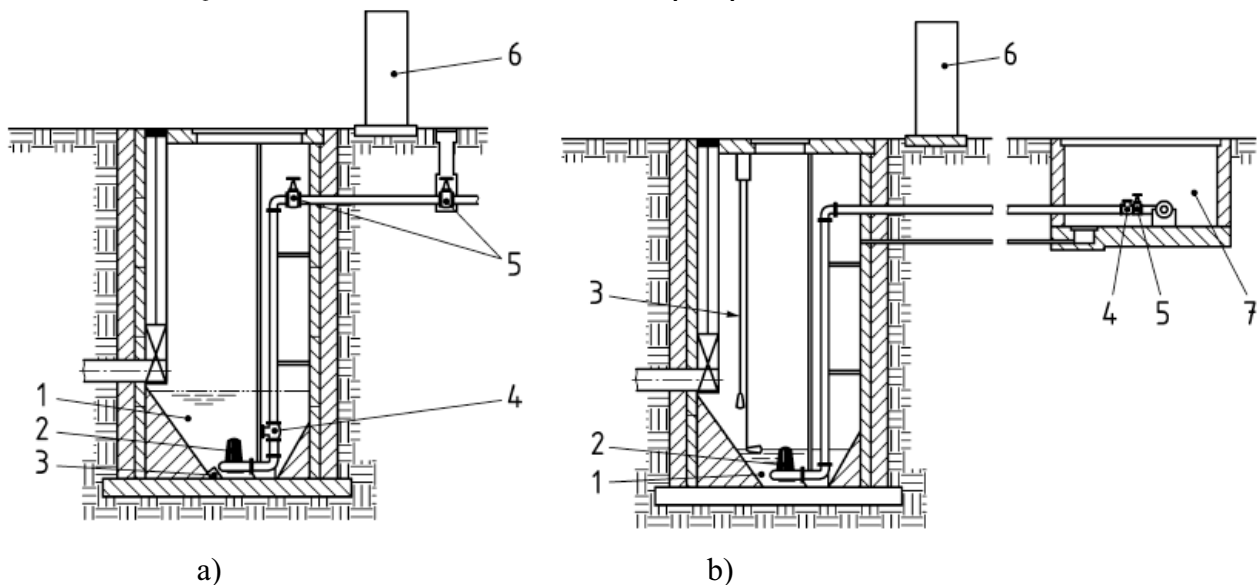


Figura 3.10. Stație de pompare ape uzate cu pompe submersibile: a)-fără cămin de vane; b)-cu cămin de vane exterior [SR EN 16932-2/2018]

Notații: 1-bazinul de colectare ape uzate; 2-pompa submersibilă; 3-senzor nivel; 4-clapetă antiretur; 5-vane pe refulare; 6-tablou echipament electric și de automatizare a stației; 7-cămin de vane

- (7) Pentru stații de pompare ape uzate de capacitate redusă (<5 l/s) volumul bazinului de recepție (prefabricat din masă plastică sau din beton) se determină pentru timpi de ordinul 3 – 5 min.
- (8) Bazinul de recepție ape uzate se prevede cu grătare (sau tocătoare) pe traseul de acces a apei uzate în bazin. Interspațiile grătarelor vor avea dimensiuni mai mici decât pasajul rotorilor pompelor.
- (9) Pentru construcția în sistem cheson a bazinului de recepție a stației de pompare ape uzate, se impune să se asigure:
- amenajarea radierului, astfel încât nămolurile să fie antrenate în pompe;
 - măsuri constructive pentru demontarea (scoaterea) pompelor submersibile;
 - în situațiile bazinelor de recepție închise, se adoptă măsuri pentru evacuarea gazelor prin prevederea instalațiilor de ventilație;
 - la stații de capacitate mare (>10.000 m³/zi), se ia în considerare compartimentarea bazinului pe fiecare unitate de pompare.

- (10) Pentru stații de pompare cu debite mici și medii ($Q < 10.000 \text{ m}^3/\text{zi}$), se recomandă soluția cu bazin de recepție cuvă umedă cu electro – pompe submersibile; anexat bazinului de recepție se prevede un compartiment al instalațiilor hidraulice în care se face accesul independent de bazinul de recepție; în planșeul superior al bazinului de recepție se prevăd galerii închise cu grătare, care să permită extragerea pompelor, grătarelor cu rețineri, precum și ventilație naturală.

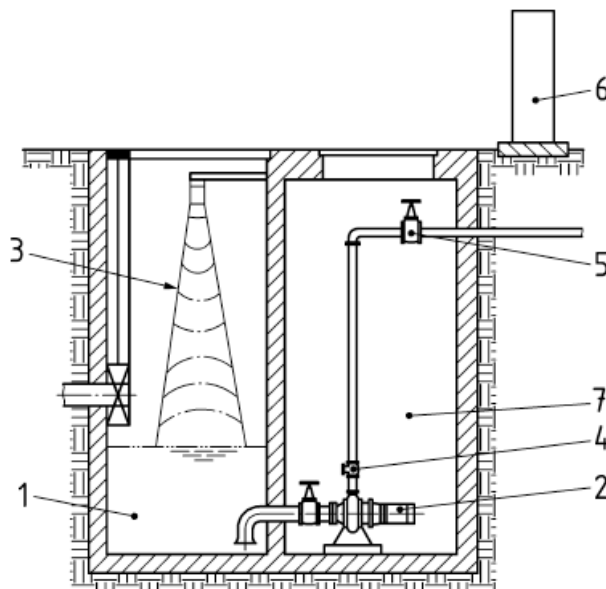


Figura 3.11. Stație de pompare ape uzate cu pompe montate în camera uscată [SR EN 16932-2/2018]

Notații: 1-bazin colectare ape uzate; 2-grup de pompare (pompa+motor); 3-senzor de nivel; 4-clapetă antiretur; 5- vana de izolare; 6-tabloul electric de comandă și automatizare; 7-camara uscată

- (11) La stațiile de pompare ape uzate de capacitate mare, dotate cu electropompe în cameră uscată, se adoptă măsuri pentru:
- asigurarea etanșării perfecte a compartimentului uscat al pompelor și instalațiilor hidraulice;
 - prevederea unei suprastructuri și sisteme de ridicare și acces la utilaje și instalații hidraulice;
 - ventilarea la nivel de 10 schimburi de aer/oră a camerei uscate;
 - interdicția de acces în camera uscată fără funcționarea sistemului de ventilație, pornit cu minim 30 minute înainte de acces.
- (12) Elementele componente ale stațiilor de pompare ape uzate dotate cu electropompe în cameră uscată sunt:
- echipamente hidromecanice de bază, constituite din grupuri de pompare;
 - instalație hidraulică, alcătuită din conducte de aspirație și conducte de refulare aferente stației și grupurilor de pompare, armături destinate manevrelor de închidere-deschidere și de reglare a sensului de curgere a apei, dispozitive de atenuare a loviturii de berbec, instalații de golire și epuismențe;
 - echipamente de măsurare a parametrilor hidroenergetici ai stației de pompare;
 - echipamente electrice compuse din: circuite de forță, circuite de iluminat, instalații de protecție, instalații de măsurare, control și comandă;
 - instalații și dispozitive de ridicat, destinate manevrării pieselor grele în perioada efectuării operațiilor de mentenanță;
 - instalații de ventilare, instalații de încălzire și instalații sanitare;
 - instalații de telecomunicații și dispecerizare;
 - clădirea stației de pompare, care adăpostește echipamentele și instalațiile.
- (13) Alimentarea cu energie electrică a stațiilor de pompare ape uzate se realizează atât din sistemul energetic național cât și printr-un sistem alternativ de alimentare cu energie electrică care să asigure

continuitate și siguranță în funcționare (generatoare de curent, panouri fotovoltaice, panouri solare etc.).

- (14) Instalațiile electrice aferente bazinelor de aspirație se proiectează conform reglementărilor tehnice specifice în vigoare, privind protecție antiexplozivă și antideflangrantă.
- (15) Echipamentul electric aferent stațiilor de pompare ape uzate trebuie să respecte cel puțin gradul de protecție IP 44, conform EN 60529.
- (16) În caz de avarie a stației de pompare, este necesară izolarea stației prin închiderea cu vană (stavilă) a admisiei apei în bazinul de recepție (cămin cu vană, în amonte de stația de pompare).
- (17) Stațiile de pompare ape uzate se echează cu pompe de rezervă. Numărul pompelor de rezervă se stabilește corespunzător prescripțiilor STAS 12594, cap. 2.4.3.
- (18) Amplasarea agregatelor în interiorul construcției stației de pompare (sala pompelor), se face cu respectarea distanțelor minime dintre agregate, corespunzător prevederilor STAS 12594, tabel 2. Aceste distanțe permit proiectantului stabilirea gabaritelor necesare pentru clădirea stației de pompare.
- (19) Sala pompelor, instalațiile hidraulice, instalațiile de încălzire și instalațiile de ventilație se dimensionează corespunzător prescripțiilor STAS 12594.
- (20) Structura se dimensionează astfel încât să prevină flotabilitatea stației de pompare ape uzate, în cazul în care există nivel de apă subterană.
- (21) Pompele se aleg din catalogul producătorilor sau folosind softuri de selecție a pompelor, astfel încât curbele caracteristice să corespundă valorilor de debit, înălțime de pompare și randament.
- (22) Înălțimea de pompare a stației de pompare ape uzate se determină cu relația:

$$H_p = H_g + h_r \quad (3.26)$$

în care:

H_g – înălțime geodezică de pompare, (m)

$$H_g = N_{\max}^{\text{ref}} - N_{\min}^{\text{SPA}} \quad (3.27)$$

N_{\max}^{ref} - cota maximă pentru ax conductă refulare (stabilită pentru întregul traseu), (m)

N_{\min}^{SPA} - cota minimă pentru nivelul apei în SPAU, (m)

h_r – pierderi de sarcină totale (locale+liniare) pe traseul de refulare a stației de pompare, (m)

$$h_r = M \cdot Q^2 \quad (3.28)$$

M - modul de rezistență hidraulică, (s^2/m^5)

Q – debitul pompat (m^3/s)

$$M = 0,0826 \frac{\lambda \cdot L}{D^5} \quad (3.29)$$

λ – coeficient Darcy

$$\lambda = \frac{8 \cdot g}{C^2} \quad (3.30)$$

C – coeficientul Chezy

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6} \quad (3.31)$$

n – coeficient de rugozitate; funcție de materialul conductei de refulare; este dat de fabricantul conductei de refulare

R – raza hidraulică, (m)

$$R = \frac{A}{P} = \frac{D}{4} \quad (3.32)$$

A - Aria secțiunii udete, (m²)

P – perimetrul udete, (m)

D – diametrul conductei, (m).

- (23) Diametrul minim admis pentru conducta de refulare este corespunzător SR EN 12050-1/2015.
- (24) Viteza minimă de curgere pe conductele de refulare apă uzată este de 0,7 m/s.
- (25) Materialul conductei de refulare a stației de pompare ape uzate trebuie să prezinte rezistență la coroziune și la acțiunea apelor uzate transportate.
- (26) Pe traseul conductei de refulare, în punctele de cotă înaltă, se prevăd ventile de aerisire pentru apă uzată.

3.4.8 Toalete publice

- (1) Gradul de dotare a localităților urbane, cu toalete publice, depinde de:
- sistematizarea urbană;
 - punctele de aglomerare urbană;
 - existența rețelelor exterioare de alimentare cu apă, canalizare și electrice;
 - condițiile impuse de organismele abilitate privind măsurile de protecție a mediului.
- (2) Gradul de dotare a toaletelor publice cu obiecte sanitare, armături și accesorii este în conformitate cu prevederile din normele și normativele în vigoare și cu normele europene similare, pentru asigurarea confortului igienico-sanitar și a condițiilor legale de protecție a mediului.
- (3) Toaletele publice se realizează pe genuri.
- (4) Toaletele publice pot fi realizate în construcții fixe sau mobile.
- (5) Se recomandă amplasarea toaletelor publice în toate locurile care presupun aglomerări sau trafic intens de persoane:
- gări, autogări, aeroporturi, porturi, stadioane, săli de sport, ștranduri etc.;
 - piețe agroalimentare, parcuri extinse și pentru copii, grădini botanice, grădini zoologice etc.;
 - puncte de frontieră;
 - clădiri publice: școli, teatre, săli de concert, restaurante mari, complexe comerciale, expoziții, circuri etc.;
 - clădiri administrative, bănci, sedii de firme etc.;
 - parcări (din localități și din afara lor);
 - campinguri, popasuri turistice;
 - în curțile sau imediata apropiere a lăcașelor de cult.
- (6) În plus, se prevăd toalete publice și în localitățile cu lungimi mari ale arterelor de circulație și valori ridicate ale numărului turiștilor în tranzit.
- (7) În locurile unde este necesară amplasarea toaletelor, dar nu se poate realiza racordarea la rețeaua de canalizare, se prevăd măsuri corespunzătoare de gestionare a apelor uzate colectate, cu respectarea prevederilor legale și avizelor/autorizațiilor de mediu aferente (ex: fose septice, stații de epurare etc.).
- (8) Amenajarea toaletelor publice se face de preferință în construcții supraterane, independente sau cuplate cu alte funcțiuni, în zone animate, cu circulație și supraveghere intensă.
- (9) Se recomandă evitarea amenajării toaletelor publice subterane, în construcții cu folosință exclusivă.

- (10) În zonele aglomerate și cu trafic intens - piețe, străzi comerciale, bulevarde, stații ale mijloacelor de transport public etc., se recomandă amplasarea unor cabine sanitare preechipate, racordate direct la rețelele stradale de distribuție, respectiv canalizare. Distanța minimă dintre cabine se prevede de 300 m, numărul de cabine stabilindu-se în funcție de intensitatea traficului.
- (11) Componentele principale, minim necesare, ale unui closet public sunt următoarele:
- a. construcția (cabina);
 - b. obiectele sanitare:
 - i. vase de closet;
 - ii. pisoare;
 - iii. lavoare;
 - iv. obiecte sanitare specifice persoanelor cu handicap locomotor și accesorii aferente;
 - v. sifoane de pardoseală;
 - c. instalațiile de alimentare cu apă:
 - i. racordul;
 - ii. instalațiile de alimentare cu apă a lavoarelor și dispozitivele de spălare a vaselor de closet, pisoarelor și pardoselii;
 - d. instalațiile de canalizare:
 - i. conductele de racord a obiectelor sanitare;
 - ii. coloane de scurgere și de ventilare;
 - iii. colectoare orizontale;
 - iv. racordul instalației interioare la colectorul exterior de canalizare, prin intermediul căminului de racord;
 - e. accesoriiile obiectelor sanitare:
 - i. cuiere;
 - ii. port hârtie;
 - iii. oglinzi;
 - iv. etajere;
 - v. uscătoare de mâini;
 - vi. accesorii de igienizare;
 - f. instalația de încălzire;
 - g. instalația de ventilare locală/generală;
 - h. instalația de iluminat;
 - i. sistemul de indicatoare.
- (12) Obiectele sanitare aferente toaletelor publice pentru bărbați includ: pisoare, toalete și lavoare.
- (13) Pisoarele sunt prevăzute cu robinete de spălare continuă, special construite pentru pisoare.
- (14) Evacuarea apei uzate de la pisoare se face printr-o rigolă căptușită cu gresie, la un sifon racordat la colectorul de canalizare. Amplasarea obiectelor sanitare în toaletele publice se face cu respectarea dimensiunilor din STAS 1504.
- (15) Pentru menținerea curățeniei se prevăd robinete dublu serviciu, chiuvete, sifoane de pardoseală.
- (16) Celelalte obiecte sanitare sunt dotate cu armături și accesorii obișnuite, ca la orice instalație sanitară.
- (17) Semnalizarea toaletelor publice se realizează în așa fel încât să fie vizibilă, fără însă a fi stridentă.
- (18) La construcțiile fixe care adăpostesc toalete publice se prevăd:
- a. căi de acces sigure și facil de utilizat:
 - i. scările se acoperă cu materiale antiderapante și se prevăd cu "mână curentă";
 - ii. intrarea în incinta closetului public se face prin uși cu deschidere automată acționată pe bază de senzori (fotocelule etc.).

- b. pentru spațiile alocate cabinelor, pisoarelor, lavoarelor, încăperilor pentru personal, depozite de materiale, asigură:
 - i. utilizare facilă;
 - ii. finisarea pereților prin acoperire cu faianța, în zonele pisoarelor și lavoarelor;
 - iii. finisarea pereților prin vopsire sau zugrăvire în culori agreabile, în celelalte zone;
 - iv. pardoselile să fie acoperite cu finisaje corespunzătoare condițiilor de agresivitate aplicabile și rezistente la uzură;
 - v. realizarea de zugrăveli rezistente, într-o paletă coloristică agreabilă.
- c. acționarea simplă a ușilor de la cabine, prin împingere sau tragere, fără elemente care să le blocheze, dar cu dispozitive de închidere în interior;
- d. hidroizolarea compartimentelor.

(19) Alimentarea cu apă a toaletelor publice se face din rețelele exterioare prin conducte de racord, prevăzute cu robinete de închidere. Pe conductele de racord se prevăd contoare.

(20) Evacuarea apelor uzate se face printr-o conductă racordată la rețeaua exterioară de canalizare.

3.4.9 Instalații de canalizare în piețe publice, fixe, volante, amplasate în aer liber

- (1) Dotarea cu instalații hidroedilitare a piețelor publice fixe și volante amplasate în aer liber, pe platouri, este o condiție strict necesară pentru desfășurarea activităților economice specifice, cu respectarea regulilor igienico-sanitare, în vederea asigurării sănătății populației.
- (2) Piețele agroalimentare se realizează cu respectarea exigențelor din normele igienico-sanitare aplicabile, precum și a autorizațiilor de funcționare. În acest sens, se prevăd lucrări hidroedilitare de canalizare (colectarea apelor de scurgere provenite de pe suprafețe și/sau uzate).
- (3) Principalele dotări necesare pentru canalizare în piețele publice fixe și volante, amplasate în aer liber, sunt următoarele:
 - a. bazine din beton (spălătoare), racordate la rețeaua exterioară de canalizare prin intermediul unui cămin de racord;
 - b. separator de nisip (sau nămol), prevăzut în cazul unor debite mari de ape uzate evacuate de la mai multe bazine (spălătoare). În acest caz, apele uzate evacuate din spălătoare sunt colectate în separatorul de nisip, unde sunt pre-epurate și apoi deversate în rețeaua exterioară de canalizare;
 - c. toalete publice.
- (4) Se recomandă ca amplasarea toaletelor publice în zona piețelor să se facă la distanțe de minim 50 m de platourile destinate desfacerii mărfurilor, asigurându-se condițiile de protecție sanitară.
- (5) În cazul piețelor organizate stabile, în aer liber dar cu sectoare protejate prin copertine, apa din precipitații, colectată în bazine, poate fi utilizată pentru spălarea platformelor, rezultând în acest fel economii semnificative de apă din rețeaua publică.
- (6) În cazul piețelor publice fixe, funcție de destinația acestora (respectiv, funcție de cantitatea de materii plutitoare și/sau în suspensie), se recomandă prevederea (realizarea și utilizarea) de stații de pre-epurare. Aceste stații de pre-epurare pot avea în componență separatoare de nămol (nisip) sau de grăsimi, când o pondere semnificativă a apelor de scurgere provine de la sectoarele de comercializare a cărnii, a produselor lactate și piscicole.
- (7) Pentru piețele volante se are în vedere, în funcție de condițiile hidroedilitare locale, și posibilitatea folosirii de grupuri sanitare mobile.
- (8) La proiectarea instalațiilor de canalizare din piețele publice, fixe sau volante, amplasate în aer liber, supuse reabilitării se aplică prescripțiile tehnice din standardele și normativele în vigoare.

- (9) În proiectul instalațiilor de canalizare pentru piețele publice, fixe sau volante, amplasate în aer liber, se iau în considerare următoarele elemente:
- a. echiparea cuvelor cu dispozitivele necesare pentru asigurarea funcționării normale respectiv cu grătare și site pentru reținerea resturilor vegetale și a pământului rezultat din spălări, precum și cu armături pentru spălare sub jet;
 - b. dotarea obligatorie a piețelor cu puncte pentru colectarea deșeurilor și cu toalete publice amplasate și amenajate în condiții corespunzătoare de protecție sanitară:
 - i. gurile de scurgere destinate colectării apelor meteorice și a celor de spălare a platformelor vor fi cu depozit pentru a proteja canalizarea împotriva formării de depozite de materiale care le-ar putea colmata;
 - ii. realizarea unui sistem de colectoare de canalizare propriu pieței (când mărimea și programul de funcționare justifică investiția) care, înainte de racordul cu rețeaua publică de canalizare, să treacă apele colectate printr-un sistem de pre-epurare.

3.4.10 Materiale pentru tuburile din rețeaua de canalizare

- (1) Alegerea materialului din care se execută colectoarele în care curgerea se face cu nivel liber se face considerând elementele generale, aplicabile, precizate în normativul NP133, Volumul I, capitolul 7.1.3 - punctele 1-3, în funcție de condițiile de funcționare (debite, profil, viteze) și de condițiile locale (agresivitatea solului, capacitatea portantă a solului, încărcări statice și dinamice). Se are în vedere:
- a. diametrul necesar;
 - b. tipurile de îmbinări și caracteristicile acestora;
 - c. încărcările statice și dinamice exterioare, evaluate pe bază de calcul;
 - d. rezistența la coroziune internă sau externă.
- (2) Pentru alegerea materialelor unei rețele de canalizare se analizează mai multe opțiuni de material pe baza:
- a. avantaje și dezavantaje tehnice;
 - b. costuri de investiție;
 - c. riscuri potențiale în întreruperea funcționării datorate avariilor specifice materialului;
 - d. comportarea în timp a materialului, exprimată prin durata de viață și modificarea parametrilor de rezistență în timp; se ia în considerare și influența calității apei transportate asupra materialului tuburilor.
- (3) Toate tipurile de materialele folosite la construcția colectoarelor de canalizare și a conductelor de refulare vor respecta prevederile Hotărârii Guvernului nr. 668/2017 și a Hotărârii Guvernului nr. 750/2017.
- (4) Descrierile detaliate ale fiecărui tip de material specific (de ex: gama de diametre, presiuni de funcționare admise, clasele de rigiditate, grosimi de perete, dimensiuni de legătură mufă-racord etc.) se regăsesc în standardul de produs caracteristic tubului.
- (5) O descriere succintă a principalelor tipuri de materiale utilizate frecvent pentru construcția colectoarelor de canalizare este prezentată în tabelul următor.

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL II
SISTEME DE CANALIZARE
CAPITOLUL 3
Rețele de canalizare
 Tabelul 3.7. Tipuri de materiale utilizate la construcția rețelelor de canalizare gravitaționale cu nivel liber

Nr. crt.	Material	Caracteristici generale	Avantaje	Dezavantaje
1	PVC-U ¹ (Policlorură de vinil neplastificat) cu perete compact	Gama de diametre uzuale Dn= 110 - 630 mm, clase de rigiditate SN2, SN4, SN 8, produse conform SR EN 1401 (standard pe părți). Fitingurile pot fi produse prin injecție în matriță sau fabricate din țevă și / sau produse injectate.	<ul style="list-style-type: none"> - Greutate redusă. - Ușurință la manipulare și instalare. - Durată îndelungată de viață. - Rezistență la coroziune. - Rugozitate redusă. 	<ul style="list-style-type: none"> - Este necesară protecție mecanică suplimentară pentru anumite categorii de soluri și încărcări (înglobarea în nisip sau pietriș cu nisip compactat). - Mai scump decât PVC-U cu perete structurat neted;
2	PVC-U cu perete structurat neted (coextrudat/multistrat/spumificat)	Gama de diametre uzuale Dn= 110 - 630 mm, clase de rigiditate SN2, SN4, SN 8, produse conform SR EN 13476-2. Tuburile și fittingurile din PVC-U cu perete structurat neted, compus din 3 straturi coextrudate simultan: două straturi (cel interior și cel exterior) din PVC-U compact, între acestea regăsindu-se un strat expandat din PVC-U (miezul), cu sau fără mufă integrată la unul dintre capete. Se îmbină cu fittinguri produse conform SR EN 1401 (standard pe părți), realizate prin injecție în matriță sau cu fittinguri fabricate prin termoformare și sudură sau lipire din țevă.	<ul style="list-style-type: none"> - Preț scăzut. - Greutate redusă. - Ușurință la manipulare și instalare. - Durată îndelungată de viață. - Rezistența la coroziune. - Rugozitate redusă. 	<ul style="list-style-type: none"> - Instabilitate calitativă datorată grosimii miezului expandat care nu poate fi controlat în producție, conducând la dificultăți în asigurarea clasei de rigiditate pe toată lungimea tubului. - Este necesară protecție mecanică suplimentară (înglobarea în nisip sau pietriș cu nisip compactat). - Nu sunt rezistente la impact, rezultând pierderi de material în timpul transportului și manipulării în perioada de execuție.
3	PP (polipropilenă) cu perete compact	Gama de diametre uzuale Dn= 160 -1000 mm, clase de rigiditate SN8, SN10, SN12 și SN16, produse conform SR EN 1852-1. Fitingurile pot fi produse prin injecție în matriță sau fabricate din țevă și / sau produse injectate.	<ul style="list-style-type: none"> - Greutate redusă. - Ușurință la manipulare și instalare. - În baza calculelor statice, se poate renunța la înglobarea tubului în nisip sau pietriș cu nisip; rezistente la acțiuni dinamice. - Durată îndelungată de viață. - Rezistență la coroziune. - Rugozitate redusă. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mai scump decât PVC-U.
4	PP (polipropilena) cu perete multistrat, tip A	Gama de diametre uzuale Dn= 160 -1000 mm, clase de rigiditate SN8, SN10, SN12 și SN16, produse conform SR EN13476-2 sau Există și pentru gama de diametre Dn = 160 -500 mm, produse conform ONR 20513. Sunt definite ca fiind de Tip A și au suprafețele interioară și exterioară netede.	<ul style="list-style-type: none"> - Greutate redusă. - Ușurință la manipulare și instalare. - În baza calculelor statice, se poate renunța la înglobarea tubului în nisip sau pietriș cu nisip. - Durată îndelungată de viață. - Rezistență la coroziune. - Rezistente la acțiuni dinamice - Rugozitate redusă. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mai scump decât PVC-U.

¹ NOTĂ: Materialul a purtat o perioadă sigla “PVC KG” devenind cunoscut și chiar specificat ca atare în documentatii tehnice. Prescurtarea KG, provine din originalul german “Kunststoff Grundleitung”, care înseamnă “material plastic montat subteran”. Standardul SR EN 1401-1 (standard pe părți) ce definește acest sistem, nu are nici o referință la sigla “PVC-KG”.

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL II
SISTEME DE CANALIZARE
CAPITOLUL 3
Rețele de canalizare

Nr. crt.	Material	Caracteristici generale	Avantaje	Dezavantaje
		Se produc prin coextrudate în trei straturi, în același mod ca țevile PVC-U multistrat. Fitingurile pot fi produse prin injecție în matriță sau fabricate din țevă și / sau produse injectate.		
5	PP corugată (polipropilena cu perete multistrat, tip B)	Gama de diametre uzuale Dn= 160-1400 mm, clase de rigiditate SN8, SN10, SN12 și SN16, conform SR EN13476-3. Au o suprafață interioară netedă și o suprafață exterioară profilată, fiind definite Tip B. Suprafața exterioară profilată a țevii de Tip B se obține prin extrudarea simultană a două țevi concentrice, țeava exterioară fiind preluată de un dispozitiv segmentat și profilat, care creează ondulațiile specifice țevii corugate. Îmbinarea tuburilor din PP cu perete structurat se face prin procedeul cep-mufă cu inel de etanșare elastomeric. Mufele tuburilor sub DN 500 mm sunt produse separat, prin injecție în matriță și sunt sudate ulterior la capătul tuburilor debitate deja la lungimea standard,	<ul style="list-style-type: none"> - Greutate redusă. - Ușurință la manipulare și instalare. - În baza calculelor statice, se poate renunța la înglobarea tubului în nisip sau pietriș cu nisip. - Durată îndelungată de viață. - Rezistența la coroziune. - Rugozitate redusă. - Geometria tuburilor corugate este o structură rezistentă din punct de vedere mecanic, realizată prin utilizarea unei cantități minime de material (cu aceeași cantitate de material, se obține o lungime mai mare de tub cu același diametru și rigiditate inelară decât se poate obține pentru un tub cu o altă structură de perete). - Îmbinările pot fi blocate pentru protecție la smulgere/eforturi longitudinale. 	- În anumite soluri, este necesară protecție mecanică suplimentară (înglobarea în nisip sau pietriș cu nisip compactat).
6	PEID cu perete compact	Gama de diametre uzuale Dn= 110 - 1200 mm, clase de rigiditate SN4 și SN8 Produse conform SR EN 12666-1 Îmbinările pot fi cu inel elastomeric, prin sudură cap la cap, electrofuziune sau îmbinări mecanice. Fitingurile pot fi produse prin injecție în matriță, sau fabricate din segmenti de țevă și / sau produse injectate.	<ul style="list-style-type: none"> - Greutate redusă. - Ușurință la manipulare și instalare. - Durată îndelungată de viață. - Rezistența la coroziune. - Rugozitate redusă. - Materiale ușoare cu avantajele care decurg din aceasta la execuție și montaj - Rezistențe la coroziune atât a apei cât și a terenului în care se pozează. 	<ul style="list-style-type: none"> - Material moale, care se zgârie ușor, necesită realizarea unui pat de pozare corespunzător - Coeficienți de dilatație termică ridicăți, care necesită măsuri adecvate de pozare - Nu rezistă la acțiunea dioxidului de clor și sunt solubile la hidrocarburi
7	PEID cu perete corugat	Gama de diametre uzuale Dn = 110 - 1200 mm, clase de rigiditate SN4 și SN8, produse conform SR EN13476-3 Îmbinarea tuburilor din PEID cu perete structurat se face prin procedeul cep-mufă cu inel de etanșare elastomeric. Mufele tuburilor sub DN 500 mm sunt produse separat, prin injecție în matriță și sunt sudate ulterior la capătul tuburilor debitate deja la lungimea standard.	<ul style="list-style-type: none"> - Greutate redusă. - Ușurință la manipulare și instalare. - Durată îndelungată de viață. - Rezistența la coroziune. - Rezistente la acțiuni dinamice - Rugozitate redusă. - Geometria tuburilor corugate este o structură rezistentă din punct de vedere mecanic, realizată prin utilizarea unei cantități minime de material (cu aceeași cantitate de material, se obține o lungime mai mare de tub cu același diametru și rigiditate inelară decât se poate 	<ul style="list-style-type: none"> - Material moale, care se zgârie ușor, necesită realizarea unui pat de pozare corespunzător - Coeficienți de dilatație termică ridicăți care necesită măsuri adecvate de pozare - Nu rezistă la acțiunea dioxidului de clor și sunt solubile la hidrocarburi

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL II
SISTEME DE CANALIZARE
CAPITOLUL 3
Rețele de canalizare

Nr. crt.	Material	Caracteristici generale	Avantaje	Dezavantaje
			obține pentru un tub cu o altă structură de perete)	
8	Poliesteri armați cu fibră de sticlă și inserție de nisip (PAFSIN)	Gama de diametre uzuale Dn= 100-4000 mm, clase de rigiditate SN 2.500, SN 5.000 și SN10.000, produse conform SR EN ISO 23856, ASTM D3262, ASTM 2996, ASTM 2997. Pot fi produse prin înfășurare sau înfoliere. Îmbinarea tuburilor se realizează cu manșon și garnitură de etanșare din masă plastică sau cauciuc, înglobată în carcasa de PAFSIN.	- Greutate redusă, în raport cu tuburile din ceramică vitrificată sau beton. - Se pot executa inclusiv secțiuni ovoid/clopot. - Ușurință la manipulare și instalare. - Durată îndelungată de viață. - Rezistența la coroziune. - Rugozitate redusă. - Se pot utiliza pentru pozare fără săpătura deschisă.	- Este necesară protecție mecanică suplimentară pentru anumite categorii de soluri și încărcări. - Greutate mai mare în comparație cu tuburile din material plastic. - Răspuns slab la sarcinile dinamice. - Necesită atenție sporită la transport, manipulare și montaj. - Costul este între PVC/PP și ceramica vitrificată.
9	Beton armat și beton armat precomprimat	Gama de diametre uzuale Dn= 300 - 3000 mm. Produse conform SR EN 1916. Pot fi produse prin: -turnare centrifugală. -vibropresare. Îmbinarea tuburilor se face cu cep-buză sau cep-mufă cu inel de etanșare.	- Rezistente la acțiuni dinamice - Se pot executa inclusiv secțiuni ovoid/clopot. - Rezistență bună la agresivitatea apei interioare și exterioare. - Fac parte din categoria tuburilor rigide care preiau sarcinile externe verticale, sarcinile transmise terenului adiacent fiind mici. - Se pot utiliza pentru pozare fără săpătură deschisă.	- Refacerea avariilor costisitoare. - Greutate ridicată a tuburilor. - Preț mai ridicat față de tuburile din mase plastice. - Pe parcursul pozării acestor tuburi, stratul de fundare al patului de pozare trebuie realizat ținând cont de calculele de predimensionare pentru a preîntâmpina apariția tensiunilor la îmbinarea cep-mufă și eventualele deteriorări ale acestora.
10	Beton polimer	Gama de diametre uzuale Dn = 300-2500 mm, clase de rigiditate SN 2.500, SN 5.000 și SN 10.000, produse conform DIN 54815, DIN 4263. Îmbinarea se realizează printr-o cuplă fabricată din rășini poliesterice, armate cu fire de sticlă (PAFS) ce are incorporate inele duble de etanșare și distanțiere din cauciuc elastomeric. Cupla este montată din fabrica la unul din capetele tubului. La tuburile cu montaj în săpătură deschisă, mufa este de tip clopot și este profilată din turnare.	- Durată îndelungată de viață. - Se pot executa inclusiv secțiuni ovoid/clopot. - Rezistența la condiții foarte corozive și agresive. - Fac parte din categoria tuburilor rigide care preiau sarcinile externe verticale, sarcinile transmise terenului adiacent fiind mici; - Se pot utiliza pentru pozare fără săpătură deschisă.	- Lungimea de fabricare a tuburilor este de maxim 3,0 m. - Rugozitate mai mare față de tuburile din mase plastice și PAFSIN. - Greutate ridicată a tuburilor. - Preț mai ridicat față de conductele din mase plastice. - Pe parcursul pozării acestor tuburi, stratul de fundare al patului de pozare trebuie realizat ținând cont de calculele de predimensionare, pentru a preîntâmpina apariția tensiunilor la îmbinarea cep-mufă și eventualele deteriorări ale acestora.
11	Ceramică vitrificată	Gama de diametre uzuale Dn= 125-1000 mm, produse prin extrudare, conform SR EN 295. Îmbinarea tuburilor se face cu cep-mufă cu element de etanșare.	- Durată de viață de peste 100 de ani. - Rezistență la coroziune. - Caracteristici hidraulice superioare tuburilor din beton.	- Lungimea de fabricare a tuburilor este de maxim 2,5 m. - Refacerea avariilor costisitoare.

Nr. crt.	Material	Caracteristici generale	Avantaje	Dezavantaje
			<ul style="list-style-type: none"> - Fac parte din categoria tuburilor rigide care preiau sarcinile externe verticale, sarcinile transmise terenului adiacent fiind mici. - Rezistența la coroziune acoperă întreaga gama de pH 0-14. - Se pot utiliza pentru pozare fără săpătura deschisă. 	<ul style="list-style-type: none"> - Necesită atenție sporită la transport, manipulare și montaj (material casant la șocuri accidentale din montaj). - Cost ridicat, față de tuburile din alte materiale. - Pe parcursul pozării acestor tuburi, stratul de fundare al patului de pozare trebuie realizat ținând cont de calculele de predimensionare, pentru a preîntâmpina apariția tensiunilor la îmbinarea cep-mufă și eventualele deteriorări ale acestora.

- (6) Principalele tipuri de materiale utilizate frecvent pentru construcția conductelor sub presiune, cum este cazul conductelor de refulare aferente stațiilor de pompare a apelor uzate, sunt prezentate în normativul NP133, Volumul I, capitolul 7.1.3 Materiale și îmbinări pentru conducte sub presiune – punctele 7 și 8.
- (7) Principalele tipuri de îmbinări utilizate pentru construcția colectoarelor de canalizare sunt:
- a. îmbinarea cu mufă - cea mai des întâlnită fiind folosită la aproape toate tipurile de tuburi pentru canalizare. Pentru asigurarea etanșeității, este folosit un element de etanșare (inel/garnitură elastomeric).
 - b. îmbinare cu cep și buză, folosită la tuburile din beton. Etanșeitarea îmbinării se face cu element de etanșare (inel/garnitură elastomerică). Pentru a asigura etanșeitarea pe toată durata de viață a rețelei, se recomandă folosirea elementului de etanșare în locul mortarului de ciment.
 - c. îmbinare cu manșoane:
 - i. îmbinare cu manșoane mecanice, preponderent folosită pentru:
 1. conectarea a două conducte din materiale diferite și/sau diametre diferite;
 2. remedierea avariilor la conductele aflate în exploatare.
 - ii. îmbinare cu manșoane prin sudură, folosită mai ales la conductele din material plastic.

3.5 Managementul apelor meteorice

- (1) Pentru perimetrul constructibil al localităților sau obiectivelor social-economice unde nu este rațională preluarea apelor meteorice de către rețelele de canalizare:
- a. la nivelul factorilor de decizie responsabili cu elaborarea strategiilor de dezvoltare/sistematizare a localităților, inclusiv P.U.G, P.U.Z și P.U.D. se analizează și implementează concepte de reducere a cantităților de apă meteorică colectate în sistem centralizat, care ar implica realizarea și exploatarea unor sisteme de canalizare costisitoare, neraționale;
 - b. deciziile se adoptă exclusiv pe baza rezultatelor studiilor de specialitate elaborate integrat la nivelul centrului populat, studii prin care se analizează debitele de ape meteorice provenite din ploii excepționale, precum și posibilitățile de scurgere superficială a acestor debite (pe străzi, alei, terenuri) astfel încât să nu se producă inundații, ținându-se seama de prevederile de la subcapitolul 3.4.2, împreună cu prevederile STAS 4068/1, STAS-4068/2 și STAS 4273;
 - c. debitele excedentare astfel determinate se folosesc la elaborarea studiilor și proiectelor de sistematizare a perimetrelor afectate.

- (2) Conceptele sustenabile care se implementează, de management integrat al resurselor și dezvoltare de soluții cu impact redus, se bazează pe:
- conceptul reținerii apei din ploii la locul de cădere cu metode alternative de control secvențial de tip ecologic și execuția de bazine de infiltrație - acumulare cu/fără reutilizarea acestor ape.
 - reducerea suprafețelor impermeabile în amenajările urbane.
 - identificarea și amenajarea traseelor favorabile pentru descărcarea apelor meteorice direct în emisar, prin rigole/canale cu un control prealabil al calității apei descărcate.
 - utilizarea de metode combinate de control de tip ecologic (verde și gri) într-un sistem secvențial de control: de exemplu, bazine de retenție temporară și rezervoare naturale (bazine) de apă cu vegetație permanentă, filtre, șanțuri de infiltrație, fâșii vegetale etc.
- (3) Abordarea strategică pentru implementarea managementului apelor meteorice ia în considerare:
- identificarea condițiilor existente a folosințelor beneficiare și resurselor ce trebuie protejate;
 - inventarierea și cuantificarea surselor de poluare și a posibilelor efecte asupra receptorului;
 - analiza datelor disponibile și a dotărilor pentru monitorizare și modelare;
 - inventarierea normelor legale și a măsurilor administrative existente și identificarea măsurilor de îmbunătățire a acestora;
 - pregătirea de planuri de măsuri pe termen lung, privind controlul resurselor, operare, întreținere și monitorizare.

3.5.1 Soluții bazate pe natură

(1) Definiții:

- soluții bazate pe natură: acțiuni de protejare, gestionare durabilă și restaurare a ecosistemelor naturale sau modificate, care abordează provocările societale în mod eficient și adaptativ, oferind simultan bunăstare umană, capacitatea ecosistemelor de adaptare la factorii perturbatori și beneficii pentru biodiversitate; acestea sunt concepute pentru a aborda provocările majore cu care societatea se confruntă, cum ar fi pierderea biodiversității, schimbările climatice, degradarea terenurilor, securitatea alimentară, riscurile de dezastre, dezvoltarea urbană, securitatea apei, precum și dezvoltarea socială și economică, sănătatea umană și o gamă largă de servicii ecosistemice, aplicând în același timp garanții sociale și de mediu, bazându-se pe garanțiile relevante existente;
 - infrastructură verde: o rețea planificată strategic, alcătuită din zone naturale și seminaturale, precum și din alte elemente de mediu, care este concepută și gestionată pentru a oferi o gamă largă de servicii ecosistemice; aceasta integrează spații verzi (sau acvatic, în cazul ecosistemelor de acest tip) și alte elemente fizice ale zonelor terestre (inclusiv de coastă) și ale celor marine; pe uscat, infrastructurile verzi sunt prezente atât în mediul rural, cât și în cel urban;
 - măsuri naturale de retenție a apei: măsuri multifuncționale, care urmăresc să protejeze și să gestioneze resursele de apă și să abordeze provocările legate de apă prin restaurarea sau menținerea ecosistemelor, precum și a trăsăturilor și caracteristicilor naturale ale corpurilor de apă folosind mijloace și procese naturale; obiectivul lor principal este de a îmbunătăți, precum și de a conserva, capacitatea de reținere a apei a acviferelor, a solului și a ecosistemelor, în vederea îmbunătățirii stării acestora.
- (2) Proiectarea utilizând metode alternative bazate pe o metodologie de dezvoltare cu impact redus, sustenabilă, de tip infrastructură verde axată pe soluții bazate pe natură și măsuri naturale de retenție a apei, trebuie să urmărească următoarele obiective:
- folosirea apei meteorice ca o resursă;
 - managementul apei meteorice aproape de locul unde cade;
 - managementul apei de șiroire la suprafață, printr-o combinație secvențială de metode de control al apelor meteorice;

- d. să permită infiltrarea apei de ploaie în sol;
 - e. să favorizeze evapo-transpirația;
 - f. încetinirea scurgerii și stocarea apei de șiroire, pentru reducerea debitelor;
 - g. reducerea contaminării apei de șiroire, prin prevenirea poluării și controlul ei aproape de sursa de producere;
 - h. tratarea apei de șiroire pentru a reduce riscul de poluare a mediului.
- (3) În contextul adaptării la schimbările climatice, a necesității reducerii riscurilor de dezastre și necesității protecției resurselor de apă, se impune susținerea implementării soluțiilor bazate pe natură care sprijină infrastructura verde, a sistemelor durabile de drenaj care combină elemente de infrastructură convențională gri cu cele verzi, ajută la creșterea cantităților de apă acumulate în corpurile de apă și reduce vulnerabilitatea la inundații și secete.
- (4) Metode de dezvoltare cu impact redus, utilizând soluții bazate pe natură și măsuri naturale de retenție a apei, care pot fi implementate în spațiul urban, pot fi de tipul celor prezentate în continuare, lista nefiind exhaustivă:
- a. deconectarea suprafețelor impermeabile. Această metodă presupune colectarea apei meteorice de șiroire aproape de sursă prin interceptarea, filtrarea sau tratarea mai complexă, infiltrarea sau refolosirea ei, pe măsură ce se deplasează de pe suprafața impermeabilă spre sistemul de drenaj. De obicei, aceste soluții sunt instalate adiacent clădirilor rezidențiale și comerciale;
 - b. jardiniere stradale cu plante. Jardinierele stradale pot fi alcătuite din diferite materiale (beton, lemn, plastic) plasate pe/deasupra solului, cu o bază impermeabilă, care permit infiltrarea apei meteorice prin solul din jardiniera înainte de a fi evacuată;
 - c. fâșii cu vegetație de filtrare. Sunt zonele cu vegetație în care debitul interceptat din zonele adiacente impermeabile, are viteze de curgere mai reduse decât în mod natural, care permit suspensiilor și poluanților atașați să sedimenteze și/sau să fie filtrate de vegetație;
 - d. șanțuri înierbate. Contribuie la atenuarea și filtrarea volumului de apă meteorică, conducând la reducerea debitului și a concentrațiilor poluanților din apa meteorică;
 - e. fâșii vegetale uscate. Fâșiile vegetale uscate sau fâșiile de filtrare, sunt celule de bioretenție, configurate sub formă de canale acoperite cu gazon sau alt tip de vegetație (altul decât plantele ornamentale). Fâșia vegetală uscată este un sistem de filtrare care înmagazinează apa temporar și apoi filtrează volumul captat;
 - f. fâșii vegetale umede. Fâșiile vegetale umede pot asigura preluarea și filtrarea apei meteorice și sunt o combinație între o fâșie vegetală uscată și o zonă umedă;
 - g. acoperișuri verzi. Acoperișurile verzi (cunoscute și sub numele de acoperișuri vegetale, acoperișuri ecologice etc.) sunt suprafețe de acoperiș care conțin, în mod tipic, materiale de drenaj și protecție la umezeală și un mediu de creștere proiectat să susțină creșterea plantelor;
 - h. sisteme de colectare apă meteorică. Asigură interceptarea, depozitarea și eliberarea apei meteorice pentru folosințe ulterioare;
 - i. pavaj permeabil. Sunt tipuri de pavaje care permit apei meteorice să se infiltreze printre golurile suprafeței pavate într-un rezervor substrat unde este stocat temporar și/sau infiltrat în pământ. Există o varietate de pavaje permeabile care includ beton permeabil, asfalt poros și blocuri de pavaj cuplate permeabil;
 - j. grădini vegetale (de ploaie). Sunt poziționate lângă clădiri, suprafețele pavate sau asfaltate și conțin plante autohtone, solul acestora contribuind la acumularea unei părți din apa de ploaie;
 - k. tehnici de filtrare locală. Filtrele pentru apa meteorică de șiroire sunt o metodă practică de tratare a apei colectate de pe suprafețe mici cu impermeabilitate ridicată;
 - l. bioretenția:
 - i. zone de bioretenție individuale pot deservi arii de scurgere cu grad ridicat de impermeabilitate, de până la un hectar ca mărime. Apa meteorică de șiroire este condusă

- către o depresiune superficială, cu vegetație care încorporează multe dintre mecanismele naturale existente într-un ecosistem vegetal de îndepărtare a poluanților;
- ii. zone umede construite. Zonele umede construite, numite uneori zone umede pluviale, sunt depresiuni superficiale, de dimensiuni mari, prin comparație cu zonele de bioretenție individuale, care primesc debite de ape meteorice pentru tratarea calității acesteia. Au de obicei, o adâncime mai mica de 30 cm și acoperire mare cu vegetație diversificată. Apa de șiroire dintr-un eveniment ploios stocată o perioadă lungă timp, permite dezvoltarea proceselor biologice de îndepărtare a poluanților;
- m. iazuri:
- i. iazuri umede. Au în componență un bazin permanent de apă stătătoare care asigură sedimentarea și epurarea biologică. Apa de șiroire din fiecare precipitație intră în bazin și înlocuiește apa rămasă din evenimentele precedente. Bazinul funcționează și ca o barieră împotriva repunerii în suspensie a sedimentelor acumulate din ploile anterioare. Atunci când sunt dimensionate corect, iazurile umede au un timp de retenție care variază de la câteva zile la câteva săptămâni, ceea ce permite funcționarea numeroaselor mecanisme naturale de îndepărtare a poluanților;
- ii. iazuri cu retenție extinsă. Un iaz cu retenție extinsă asigură reținerea apei meteorice de șiroire între 12 și 24 de ore după fiecare ploaie. O structură de deversare controlează debitul de apă meteorică deversată, în așa fel încât se acumulează și este stocată în construcția de retenție. Stagnarea temporară favorizează sedimentarea suspensiilor și reduce debitul de vârf transportat în secțiunea aval.
- (5) Din experiența actuală în utilizarea de soluții bazate pe natură pentru gestionarea apelor meteorice în vederea reducerii debitelor de vârf și decompensarea rețelelor de canalizare, s-a constatat că dintre metodele de dezvoltare cu impact redus implementate la nivel de management al spațiilor publice, soluțiile cu eficiențe ridicate sunt următoarele, menționate în ordine descrescătoare: bioretenție > grădini vegetale de ploaie > acoperișuri verzi > pavaje permeabile.
- (6) Deoarece printr-o proiectare și execuție defectuoasă, care nu ține cont de condițiile amplasamentului, și prin lipsa unei întrețineri regulate, implementarea soluțiilor bazate pe natură în mediul urban, în special cele bazate pe infiltrație, pot să provoace și unele efecte nedorite, trebuie prevăzute măsuri pentru evitarea acestor efecte. Se menționează, cu titlu de exemplu, potențiale efecte nedorite:
- a. scurgerile de suprafață colectate de pe străzi publice, parcuri sau centre comerciale, afectează prin percolare zone proprietate privată, deoarece mărimea zonelor de infiltrație este insuficientă;
- b. suprafețele pe care se realizează infiltrația se pot colmata cu particulele antrenate;
- c. apa captată în bazinele de infiltrație poate conduce în anumite situații la inundarea subsolurilor învecinate;
- d. reabilitarea bazinelor de infiltrație poate fi costisitoare;
- e. în anumite situații, soluțiile bazate pe natură pot conduce la degradarea calității apei subterane;
- f. scurgerile pot conține concentrații de hidrocarburi care impun utilizarea unor separatoare de hidrocarburi, care să asigure reținerea acestora, înaintea utilizării altor metode de control.
- (7) Se impune ca bazinele de infiltrație și șanțurile de infiltrare să fie întreținute metodic și sistematic. Măsurile generale minimale de întreținere a acestora sunt:
- a. inspecții, realizate la intervale regulate. Se recomandă inspecții anuale și după fiecare ploaie importantă. Inspecția presupune verificarea zonelor cu posibile depuneri, pantele malurilor, semne de eroziune sau cu posibile deteriorări din cauza traficului, vegetație abundentă;
- b. întreținere de rutină. Se referă la proceduri care trebuie desfășurate regulat, ca de exemplu scarificare, îndepărtarea depunerilor, defrișarea vegetației abundente, întreținerea stării vegetației;
- c. intervenții în caz de necesitate:

- i. reparația zonelor erodate sau cu stricăciuni structurale;
 - ii. îndepărtarea depunerilor; în mod uzual se realizează la intervale de peste 1 an, cu excepția perioadelor în care în zonă sunt șantiere;
 - iii. o atenție deosebită se acordă situațiilor în care sedimentele conțin acumulări de metale grele sau alți poluanți toxici.
- d. alte măsuri de întreținere pentru situații normale:
- i. cositul suprafețelor înierbate;
 - ii. îndepărtarea depunerilor mari și algelor;
 - iii. controlul dezvoltării insectelor.
- e. în operarea tuturor obiectelor incluse în această secțiune sunt imperativ necesare lucrări periodice de întreținere. Neglijarea întreținerii periodice poate duce la eșecul funcționării adecvate a acestor metode de control.

3.5.2 Bazine de retenție

- (1) Bazinele de retenție se dimensionează cu respectarea prevederilor SR 1846-2, cap. 4.4, având următoarele funcțiuni:
- a. asigurarea compensării debitelor maxime din ploii, cu descărcarea acestora în perioade mai lungi, prin:
 - i. reținerea apelor meteorice poluate, care spală străzile în primele minute ale ploii;
 - ii. reducerea vârfului de debit când durata ploii este egală cu timpul de concentrare;
 - iii. înmagazinarea temporară a unui volum care altfel ar stagna pe străzi, când durata ploii este mai mare ca durata ploii de calcul;
 - iv. reținerea poluanților preluați de apele meteorice în prima parte a scurgerii apelor de șiroire.
 - b. Protecția mediului acvatic al receptorului.
- (2) Construcția bazinelor de retenție pentru apele meteorice se analizează în corelație cu planul urbanistic al zonei canalizate, astfel încât acestea să se încadreze în sistemul urban al zonei. Se recomandă o folosință suplimentară pentru bazinul de retenție (de exemplu, în cazul sistemului divizor, utilizarea apei pentru spălat și stropit). Aceste bazine se curăță periodic.
- (3) Pentru dimensionarea bazinelor de retenție din cadrul rețelelor publice de canalizare, se impune elaborarea de modele hidraulice specializate, cu realizarea de analize de detaliu privind situațiile efective de funcționare, în care, în locul ipotezei simplificatoare aferente unei ploii constante, care stă la baza calculelor prezentate la subcapitolul 3.3.2. aplicabile pentru suprafețe reduse și calcul manual, se ia în considerare situația reală a unei ploii de calcul cu intensitate variabilă în timp. În acest sens, se parcurg următorii pași de calcul:
- a. cu histograma ploii de calcul se stabilește ploaia căzută pe suprafața bazinului de canalizare;
 - b. se stabilesc caracteristicile colectorului de canalizare prevăzut a fi montat în aval de bazinul de retenție și se calculează debitul maxim ce poate fi transportat de acest colector;
 - c. cunoscând valorile debitelor instantanee ale ploii și debitul maxim ce poate fi transportat prin colectorul de canalizare, se determină diferențele între debite, care transformate în volume, reprezintă cantitatea de apă de acumulat în bazinul de retenție proiectat;
 - d. calculul volumului acumulat se face prin integrarea suprafeței rezultată între curba hidrografului ploii de calcul și linia debitului maxim transportat prin colectorul de canalizare. Integrarea se poate face prin metoda trapezelor, volumul total fiind calculat prin însumarea volumelor parțiale.
- (4) Prin excepție de la prevederile (3), pentru bazine de canalizare cu suprafață totală mai mică de 2 km², se pot dimensiona soluții pentru reducerea vârfului debitului apelor meteorice, aplicând metoda prevăzută în SR 1846 – 2 Anexa B.1.2, utilizând următoarele ipoteze simplificatoare:

- a. durata ploii de calcul este egală cu timpul de concentrare superficială (t_{cs});
 - b. ploaia de calcul se consideră constantă în timp.
- (5) În acest caz, calculul se face parcurgând următorii pași:
- a. se obține valoarea debitului maxim admis a fi descărcat în rețeaua de canalizare din aval, valoarea fiind stabilită prin avizul/acordul prealabil emis de operatorul sistemului de canalizare;
 - b. se evaluează, conform prevederilor de la subcapitolul 3.3.2, caracteristicile ploii de calcul aplicabile amplasamentului:
 - i. timpul de concentrare;
 - ii. valoarea intensității corespunzătoare frecvenței normate și duratei ploii de calcul, extrasă din curba IDF/recomandabil din studiul meteorologic actualizat, aferent amplasamentului.
 - c. după calculul valorii debitului de ploaie și cunoscând debitul maxim ce poate fi descărcat în colectorul de canalizare din aval, se calculează volumul bazinului de retenție cu relațiile următoare:

$$V_{\text{bazin retenție}} = \frac{1}{2} \cdot T_t \cdot \frac{(Q_{\text{max}} - q_{\text{max}})^2}{Q_{\text{max}}} \text{ [m}^3\text{]} \quad (3.33)$$

$$T_t = t_{cs} \cdot (1 + \alpha) \text{ [secunde]} \quad (3.34)$$

în care:

- Q_{max} – debitul maxim de ploaie aferent bazinului de colectare;
- q_{max} – debitul maxim admis a fi descărcat în rețeaua de canalizare din aval;
- T_t – durata totală a hidrografului de debit, în sec
- α – raportul adimensional supraunitar dintre durata ramurii descendente și durata ramurii ascendente a hidrografului debitului în secțiunea de calcul. Valoarea α se adoptă:
 - 2.5 pentru bazine cu suprafața de până la 1 km²;
 - 3.5 pentru bazine cu suprafața de 2 km²;
 - prin interpolare liniară pentru bazine cu suprafața între 1 și 2 km².

- (6) Conceptul constructiv al bazinului de retenție se stabilește cu respectarea următoarelor principii:
- a. bazinul de retenție se concepe să includă un compartiment mai mic, distinct, cu rol de cameră de încărcare a bazinului principal - asigură reținerea suspensiilor în primele 10 minute ale ploii, care are încărcări foarte mari; această apă are caracteristicile unei ape uzate menajere din punct de vedere al MTS și CBO₅;
 - b. în momentul în care bazinul de încărcări este plin, printr-un deversor începe umplerea bazinului principal. Bazinul principal este prevăzut cu un grătar des care are rolul de a nu permite pătrunderea materialelor grosiere;
 - c. bazinul de retenție principal preia vârful ploii, astfel încât, la umplerea completă a acestuia, volumul suplimentar de apă va fi descărcat în colectorul de canalizare;
 - d. după încetarea ploii, bazinul de retenție principal se golește în colectorul de canalizare;
 - e. nămolul decantat se evacuează în rețeaua de canalizare a apelor uzate menajere.
- (7) Realizarea bazinului de retenție se face cu integrarea acestuia în peisagistica zonei, ori de câte ori este posibil. Dacă terenul permite, se poate crea un luciul de apă, cu avantaje urbanistice și financiare în ceea ce privește amenajarea bazinului de retenție.
- (8) În operarea bazinelor de retenție sunt necesare lucrări periodice de întreținere. În acest sens, se prevăd toate facilitățile necesare evacuării nămolului reținut, golirii complete și spălării acestuia, în vederea evitării mirosurilor neplăcute ce pot să apară datorită stagnării apei pe o perioadă mai îndelungată.

3.6 *Execuția obiectelor din cadrul rețelilor de canalizare*

- (1) Execuția lucrărilor se face în conformitate cu proiectul aferent și cu respectarea prevederilor generale specificate în normativul NP 133, volumul I, capitolul 7.3.

3.6.1 Execuția rețelilor de canalizare

- (1) Tehnologia de execuție a rețelei trebuie să țină cont de materialele din care sunt realizate tuburile.
- (2) Rețeaua se execută întotdeauna dinspre aval spre amonte, tronsoanele finalizate putând fi date în exploatare.
- (3) Execuția se face pe tronsoane cu lungimi limitate, numai după ce pentru respectivele tronsoane sunt asigurate materialele necesare și forța de muncă, iar amplasamentul este eliberat.
- (4) Execuția rețelilor de canalizare se poate face, în funcție de tehnologia prevăzută prin proiect sau utilizată de antreprenor cu următoarele metode:
- metode manuale;
 - metode mecanice;
 - cu metode care implică utilizarea roboților specializați în realizarea operațiunilor de execuție și montaj rețele;
 - combinații ale metodelor anterior menționate.
- (5) Indiferent de metoda utilizată pentru execuția rețelilor, antreprenorul va respecta elementele impuse prin proiect, cerințele funcționale și normele de securitate și protecție a muncii.
- (6) La pozarea tuburilor se respectă indicațiile producătorului materialului.
- (7) Tehnologia de execuție a rețelei cuprinde fazele:
- aprovizionarea cu materiale, în ritmul execuției;
 - trasarea lucrărilor;
 - desfacerea pavajelor, pe o lățime suficientă pentru desfășurarea lucrărilor în conformitate cu prevederile proiectului, cerințele impuse de emitentul Autorizației de Construire, respectiv următoarele cerințe:
 - stratul de sol vegetal se depozitează separat de celelalte materiale, în vederea reutilizării;
 - toate materialele reutilizabile rezultate din desfacerea pavajelor se depozitează fără afectarea traficului rutier sau pietonal;
 - materialele nereutilizabile se evacuează din amplasament.
 - realizarea săpăturii (cu sprijinire de taluz vertical) și depozitare corespunzătoare a materialului excavat (astfel încât să nu blocheze circulația, curgerea apei, traficul, pietonii);
 - realizarea lucrărilor necesare de sprijinire sau deviere provizorie/definitivă a altor utilități aflate în amplasament;
 - pentru lucrările de înlocuire a unor colectoare existente, în situația în care se folosește traseul existent, realizarea lucrărilor provizorii necesare pentru scoaterea tronsonului de tub și a construcțiilor accesorii care se înlocuiesc, din ansamblul existent;
 - îmbinarea tuburilor în tranșee:
 - manual, pentru tuburile cu greutate redusă;
 - cu echipamente și utilaje adecvate, pentru tuburi grele;
 - după coborârea tuburilor în tranșee:

- 1) fundul săpăturii/patul de pozare se adâncește corespunzător în dreptul îmbinărilor dintre tuburi, pentru evitarea rezemării tubului numai pe mufe și pentru a permite alinierea tuburilor pentru execuția îmbinării etanșe;
 - 2) se realizează îmbinarea tuburilor unul după altul, cu asigurarea etanșării corespunzătoare.
- h. instalarea conductelor de racord și execuția conectărilor aferente la colectorul stradal;
- i. montarea construcțiilor accesorii aferente prevăzute (cămine, racorduri etc.);
- j. realizare parțială umplutură:
- i. după un control de nivelment și verificarea calității execuției lucrării, se completează umplutura, în straturi de 10-15 cm pe primii 0,30 m deasupra tubului, compactată manual (pe tuburi se așază numai pământ afânat, eventual cernut, eliminându-se bolovanii mari sau resturi din beton, pământ înghețat sau din alte materiale dure);
 - ii. se trece de minimum 3 ori cu elementul de compactare și montarea benzii de semnalizare și detecție, la minim 0,30 m peste generatoarea superioara a tuburilor.
- k. realizare inspecție CCTV și întocmire raport aferent de către un contractor specializat, cu prezentarea următoarelor informații minime privind fiecare tronson:
- i. înregistrarea cu camera video CCTV a interiorului colectorului;
 - ii. profilul longitudinal aferent, cu indicarea pantelor tronsoanelor, precum și a cotelor radier efectiv executate la fiecare cămin de vizitare.
- l. proba de etanșeitate;
- m. efectuarea eventualelor remedieri și repetarea probei de etanșeitate;
- n. completare umplutură, în straturi de 10 – 30 cm, compactată manual sau mecanic (cu pământul rezultat din săpătură);
- o. refacerea îmbrăcăminții drumului;
- p. spălarea tronsonului;
- q. punerea în funcțiune a tronsonului finalizat.
- (8) Metodele de montare a tuburilor prefabricate se stabilesc în funcție de dimensiunile și de greutatea acestora.
- (9) La finalizarea instalării colectoarelor de canalizare, inclusiv a tuturor accesoriilor aferente, înainte de programarea și convocarea probei de etanșeitate, următoarele verificări reprezintă condiții pentru realizarea probelor de etanșeitate:
- a. concordanța lucrărilor executate cu proiectul;
 - b. pozițiile și execuția căminelor/camerelor, inclusiv echiparea acestora:
 - i. toate capetele tuburilor care intră în cămin sunt tăiate la fața interioară a căminului;
 - ii. rigola este profilată hidraulic;
 - iii. treptele sunt instalate în poziția finală;
 - iv. etanșările sunt realizate.
 - c. calitatea îmbinărilor.
 - d. raportul CCTV elaborat pentru toate tronsoanele de colector stradal supus probelor, după instalarea și spălarea colectorului, căminelor și racordurilor aferente.
- (10) Proba de etanșeitate se realizează cu respectarea prevederilor aplicabile din SR EN 1610, completate cu următoarele cerințe:
- a. proba se face numai cu apă;
 - b. în cadrul probei de etanșeitate se asigură următoarele:
 - i. racorduri - se instalează capace pe capătul conductelor dinspre utilizator, la intrarea în căminul de racord;
 - ii. cămine de vizitare - capătul aval al tronsonului testat se obturează cu balon;
 - iii. presiunea de verificare:

- 1) este de maxim 5 m col H₂O (în capătul aval al tronsonului) și minim 1 m col H₂O (în capătul amonte al aceuiași tronson). Diferența maximă de cotă a radierului colectorului, admisă pentru testarea în cadrul unui singur tronson, este de 4 m.
 - 2) se măsoară de la generatoarea superioară a colectorului, prin umplerea tronsonului sau a construcției verificate, până la nivelul terenului aferent punctului de control având cota minimă pe tronsonul testat.
- iv. după umplerea colectoarelor și/sau a căminului și după atingerea presiunii de verificare necesară, poate fi necesar un timp de așteptare (perioada în care apa utilizată la proba de etanșeitate este absorbită de întregul tronson), care în general este de o oră.
- v. durata de verificare este, de regulă, de 30 minute.
- c. la finalul probei, obturatoarele pneumatice se depresurizează și se observă condițiile de curgere până la scurgerea completă a apei utilizate pentru probă;
 - d. este interzisă utilizarea de obturatoare pneumatice la care depresurizarea necesită coborârea personalului în cămin;
 - e. proba se execută pe timp răcoros, dimineața sau seara, pentru ca rezultatele să nu fie influențate de variațiile de temperatură.
- (11) Proba se consideră reușită pe tronsonul respectiv, dacă sunt îndeplinite cumulativ următoarele condiții:
- a. la examinarea vizuală să nu prezinte scurgeri vizibile de apă, pete de umezeala pe tuburi și în special în zona îmbinărilor;
 - b. la sfârșitul duratei de probă, nivelul măsurat în punctul de control aferent tronsonului nu a scăzut cu mai mult de 10 cm față de nivelul inițial (menținerea presiunii în timpul probei de etanșeitate);
 - c. volumul total de apă adăugată în timpul probei nu depășește valoarea stabilită prin proiect.
- (12) După efectuarea probei de etanșeitate se efectuează următoarele verificări și probe:
- a. întocmirea procesului-verbal a probei de etanșeitate;
 - b. umplerea tranșeei în zona îmbinărilor;
 - c. umplerea tranșeei;
 - d. verificarea gradului de compactare conform prevederilor proiectului;
 - e. refacerea părții carosabile a drumului conform prevederilor din proiect;
 - f. refacerea trotuarelor;
 - g. refacerea spațiilor verzi;
 - h. executarea marcării și reparării rețelelor conform STAS 9570-1.
- (13) Înainte de execuția umpluturilor la cota finală, se execută ridicarea topografică detaliată a colectoarelor (plan și profil longitudinal) cu precizarea căminelor (configurația acestora în plan, diametrele și cotele radier de intrare/ieșire), racordurilor etc.
- (14) Releveele rețelelor se anexează Cărții tehnice a Construcției și se centralizează în formatul stabilit de operatorul sistemului de canalizare, în vederea integrării în sistemul geografic informațional (GIS), deținut de acesta.
- (15) Înainte de punerea în funcțiune, se face spălarea rețelei, conform actelor normative specifice, aplicabile, în vigoare.
- (16) Punerea în funcțiune a rețelei se face de către personalul Operatorului sistemului de canalizare.

3.6.2 Execuția stațiilor de pompare ape uzate

- (1) Stațiile de pompare ape uzate pot fi executate în sistem tip cheson sau stație de pompare prefabricată tip monobloc.
- (2) Execuția stațiilor de pompare ape uzate presupune existența unui plan privind realizarea excavațiilor amplasamentului. Acest plan trebuie să cuprindă lucrările de execuție a săpăturilor, sprijiniri, lucrări de drenaj.
- (3) La execuția săpăturilor se acordă o mare atenție terasamentelor care se pot prăbuși, se folosesc balustrade pentru a preveni căderea personalului în interiorul săpăturii, se asigură că utilajele și traficul din zona mențin o distanță de siguranță suficientă față de malul săpăturii.
- (4) Suprafața de la fundul gropii excavate pentru montarea stațiilor de pompare prefabricate trebuie să fie săpată uniform. Dacă este necesar, se împrăștie nisip grosier, fără pietre, pe fundul gropii și se presează în mod adecvat cu o mașină de compactat. Placa de fundație din beton pe care urmează să fie montată stația de pompare va fi o construcție prefabricată sau va fi turnată, fie direct pe fundul gropii, fie pe stratul de pietriș compactat.
- (5) Soluția aleasă pentru execuția stațiilor de pompare ape uzate trebuie să asigure următoarele cerințe:
 - a. sisteme care să permită separarea/reținerea solidelor înainte de trecerea prin pompe;
 - b. să asigure condiții igienice de întreținere și intervenții;
 - c. condițiile de lucru/mediu din camera pompelor (cheson/stație prefabricată) trebuie să permită atât funcționarea în condiții de siguranță, cu un grad de protecție corespunzător, cât și protecția la intervenția neautorizată. În acest sens se vor avea în vedere următoarele:
 - i. dacă se optează pentru cheson în mediu uscat, tablourile electrice de forță și automatizare se montează în interiorul chesonului;
 - ii. dacă se optează pentru cheson în mediu umed, panoul de comandă, acționare, automatizare și protecție se montează în exterior, la limita proprietăților, pe stâlp sau soclu de beton, în cutie cu grad de protecție min IP 56.
 - d. modul de separare, stocare și transport al solidelor să nu afecteze fiabilitatea pompelor;
 - e. soluția constructivă de execuție asigură etanșeitățile corespunzătoare a structurii, pe toată durata normată de viață a acesteia, pentru a exclude posibilitatea de infiltrații.
- (6) Pentru execuția stațiilor de pompare tip cheson în mediu umed, se poate construi adiacent chesonului un cămin de beton care să permită instalarea armăturilor necesare pe conductele de refulare (vane, clapete antiretur).
- (7) La execuție se acordă o atenție deosebită la poziționarea pieselor metalice înglobate pentru trecerea conductelor și pentru fixarea ghidajelor necesare instalării grătarului de reținere solide, precum și cotelui suport și barelor de ghidaj pentru instalarea pompelor.
- (8) Montarea electropompelor submersibile de ape uzate implică parcurgerea următoarelor etape:
 - a. pregătirea radierului/fundației, curățirea părților filetate a șuruburilor de fundație, a găurilor filetate și nefiletate din placa de bază;
 - b. trasarea axelor fundației, a golurilor șuruburilor de fundație și a ghidajului și verificarea cotelor de nivel și de montaj ale suportului pompei și ghidajului (corelarea între suportul pompei și ghidajul fixat la partea superioară de rama golului de montaj din planșeul chesonului);
 - c. montarea plăcii de bază (cotului suport) și ghidajului, efectuându-se totodată controlul planeității plăcii de bază, cu ajutorul nivelei și verticalității ghidajului cu ajutorul firului cu plumb. Orizontalitatea se realizează prin strângerea piulițelor șuruburilor de fundație. Se verifică în permanență orizontalitatea, reajustând cât este necesar cu ajutorul unor bailagare, până când piulițele sunt complet strânse și placa de bază este orizontală;

- d. montarea unității pompă-motor pe cotul suport și verificarea corectitudinii poziției de montaj a cotului suport și ghidajului, prin manevre de scoatere și introducere a pompei.
- (9) Construcția stațiilor de pompare ape uzate va fi prevăzută cu chepenguri metalice de acces la utilaje.
- (10) Accesul personalului de exploatare și întreținere în stație se face prin trapa specială prevăzută cu scară de acces. Scara de acces se realizează din materiale rezistente în mediu coroziv.
- (11) Instalația hidraulică din interiorul stației de pompare ape uzate se execută din materiale rezistente la coroziune, iar îmbinările între conducte și armături vor fi îmbinări cu flanșe.
- (12) Instalația hidraulică se execută astfel încât să existe posibilitatea de golire a conductei de refulare în bazinul stației de pompare ape uzate.
- (13) Stația de pompare ape uzate se execută cu instalație de ventilație.
- (14) După montarea instalației hidraulice, se realizează proba de presiune și etanșeitate pentru conducte și armături și probe de funcționare a pompelor pentru verificarea parametrilor stației. Probele de presiune și etanșeitate se realizează corespunzător prescripțiilor SR EN 12050-1.
- (15) Finalizarea probelor de funcționare se face prin întocmirea fișei de testare a funcționării stației de pompare ape uzate. Aceasta cuprinde verificarea următoarelor aspecte: diametrul interior al stației, înălțime stație, debit pompat, înălțime de pompare, putere pompă, curent nominal, funcționare stație (nivel min=oprit, nivel max.=oprit, nivel alarmă=pornit toate pompele), sens de rotație, zgomot, vibrații, împământare etc.
- (16) Materialul de umplutură a gropilor în care au fost montate stațiile de pompare prefabricate este alcătuit din material granular, având o dimensiune uniformă a granulelor (pietriș sau nisip), sub 32 mm. Stratele de umplutură se realizează succesiv, cu grosimi de maxim 50 cm, stabilite conform prevederilor SR EN 16907. Pe o distanță de până la 30 cm față de peretele stației de pompare prefabricate, compactarea se execută manual.
- (17) Întocmire proces verbal de recepție la terminarea lucrărilor de execuție.

3.7 *Exploatarea rețelilor de canalizare*

3.7.1 Elemente generale

- (1) Exploatarea rețelilor de canalizare, în condițiile stabilite de autoritățile administrației publice locale, se poate face prin compartimente de specialitate autorizate din aparatul propriu al consiliilor locale sau de agenți economici atestați și autorizați în condițiile Legii nr. 241/2006 a serviciului de alimentare cu apă și de canalizare, republicată, cu modificările și completările ulterioare, în specialitatea alimentării cu apă și canalizare, de către Autoritatea Națională de Reglementare pentru Serviciile Comunitare de Utilități Publice (A.N.R.S.C.). Exploatarea se face prin contracte de prestări de servicii, încheiate cu consiliile locale.
- (2) Activitatea de exploatare a rețelilor de canalizare este complexă, întrucât rețeaua de canalizare:
- a. este obiectul de legătură utilizator-operator și sursa majorității conflictelor;
 - b. este obiectul cel mai extins și mai solicitat;
 - c. este obiectul cel mai dinamic - practic, dezvoltarea este continuă, generând-se noi relații furnizor – consumator;
 - d. este primul obiect al sistemului și problemele de calitate/cantitate din rețea se răsfrâng asupra obiectelor din aval;
 - e. poate să genereze probleme de siguranța traficului, sănătate publică și de mediu, ca urmare a unei rețele incorect alcătuite sau exploatate, prin apariția de deversări și/sau exfiltrații.

- (3) Exploatarea rețelei de canalizare se realizează pe baza instrucțiunilor de exploatare și întreținere specifice. Măsurile curente pentru supravegherea rețelei sunt:
- a. verificarea debitelor transportate prin rețea și a nivelului apei în puncte critice - se poate face prin monitorizare on-line, măsurători sistematice sau prin controlul sesizărilor consumatorilor asupra calității serviciului. O exploatare bună a sistemului implică procesarea rapidă a valorilor colectate în timp real din sistem și interpretarea lor de către personal specializat: debite mari/mici, nivelul apei prea ridicat, presiuni anormale pe conductele de refulare etc. În acest sens, în sistemele rețehnologizate de canalizare se instalează elemente automate de monitorizare (traductori care arată starea de funcționare/rezervă/avarie a pompelor, starea închis/deschis a vanelor, nivelul/volumul apei în bazinele de aspirație, presiunea apei pe conductele de refulare etc).
 - b. pentru cunoașterea performanțelor funcționale ale rețelei de canalizare, pe lângă monitorizarea on-line și supravegherea regulată a rețelei, în cazuri mai complexe, se face un audit/expertiză specializată, elaborate de specialiști certificați.
 - c. operatorul sistemului de canalizare, utilizând modelul hidraulic al întregii rețele, actualizat periodic pentru reflectarea situației efective a rețelei, poate:
 - i. să evalueze rapid cauzele probabile ale respectivelor situații reclamate de utilizatori;
 - ii. să compare rezultatele simulărilor hidraulice cu rezultatele măsurătorilor din teren, identificând rapid diferențele și metodele de remediere necesare;
 - iii. să evalueze parametrii de funcționare pentru racorduri noi solicitate de utilizatori suplimentari.
 - d. verificarea funcționării corecte a construcțiilor accesorii:
 - i. cămine/camere/cămine de racord - integritatea capacelor, starea carosabilului adiacent capacelor, integritatea structurilor, formarea de depuneri etc.;
 - ii. colectoare – formarea de depuneri/blocaje, demufarea tuburilor, perforarea tuburilor de rădăcini etc.;
 - iii. guri de scurgere - cel puțin o dată la 3 luni.
 - e. verificarea calității și tipului de apă descărcată de utilizatori în rețea;
 - f. urmărirea funcționării corecte a stațiilor de pompare;
 - g. realizarea intervențiilor în rețea pentru realizarea de noi racorduri, remedierea unor avarii, realizarea de lucrări noi de extindere;
 - h. spălarea rețelei - sistematic, pentru tronsoanele cu viteze de curgere reduse, indicate prin proiect sau identificate în timpul exploatării cu depuneri. În acest scop se folosesc utilaje specializate de spălare;
 - i. în lipsa altor surse de apă de spălare, apa utilizată poate fi apă potabilă, care se contorizează la consum tehnologic;
 - j. se respectă reglementările tehnice specifice, privind reabilitarea conductelor pentru transportul apei, aplicabile, în vigoare.
- (4) Inspecția se face de același personal, pentru a se obișnui cu detaliile și a putea sesiza diferențele.
- (5) Pentru dimensionarea numărului de personal de supraveghere se recomandă minim:
- a. 1 echipa de minim 3 oameni la 20-30 km de rețea de canalizare în mediul urban;
 - b. 1 echipa de minim 3 oameni la 10-20 km de rețea de canalizare în mediul rural.
- (6) Rezultatul inspecției se notează într-o fișă.
- (7) Fișele se stabilesc prin Regulamentul tehnic de exploatare a lucrărilor și pot fi elaborate fie pe hârtie, fie în format electronic.
- (8) Lucrările pentru supravegherea rețelelor de canalizare stau la baza:
- a. realizării planului și executării lucrărilor de întreținere;
 - b. declanșării etapei de reparație, când este cazul.

3.7.2 Regulamentul de exploatare și întreținere

- (1) Exploatarea rețelei de canalizare cuprinde totalitatea operațiunilor și activităților efectuate de către personalul angajat în vederea funcționării corecte a sistemului de canalizare în scopul colectării apelor uzate și a apelor meteorice canalizate, în condiții corespunzătoare igienico-sanitare și de siguranță.
- (2) Ținând seama de mărimea sistemului (ca debit), componența sa (construcții, instalații, obiecte tehnologice), gradul de automatizare a proceselor și dotarea cu aparatură automată de măsură și control a unor indicatori de calitate a apei uzate, pentru exploatarea și întreținerea corespunzătoare a ansamblului stație de epurare - rețea de canalizare la nivelul parametrilor de funcționare prevăzuți în proiect, este necesară elaborarea unui Regulament de exploatare și întreținere care să conțină principalele reguli, prevederi și proceduri necesare funcționării corecte a acestuia.
- (3) Regulamentele de exploatare și întreținere se elaborează prin grija beneficiarului (primărie, regie de gospodărie comunală, societate privată etc.) fie de către operatorii de servicii conform legislației în vigoare, fie de către personalul propriu sau de o societate de proiectare de specialitate, avându-se în vedere indicațiile din proiect, instrucțiunile de exploatare, avizele și recomandările organelor abilitate (companiile de gospodărirea apelor, inspectoratele sanitare și cele de protecția mediului), precum și alte prescripții legale existente în domeniu.
- (4) Regulamentul de exploatare și întreținere cuprinde în mod detaliat descrierea construcțiilor și instalațiilor sistemului de canalizare, releveele acestora, schema funcțională, modul în care sunt organizate activitățile de exploatare și întreținere, responsabilitățile pentru fiecare formație de lucru și loc de muncă, măsurile igienico - sanitare și de protecția muncii, de apărare împotriva incendiilor, sistemul informațional adoptat, evidențele ce trebuie ținute de către personalul de exploatare, modul de conlucrare cu alte societăți colaboratoare, cu beneficiarul etc.
- (5) După definitivare, Regulamentul de exploatare și întreținere se aprobă de către Consiliul de administrație al unității care exploatează sistemul de canalizare și de către autoritățile locale (primărie, consiliul local, consiliul județean etc.).
- (6) Regulamentul va fi completat și reaprobat de fiecare dată când în sistemul de canalizare se produc modificări constructive și funcționale, reabilitări ale unor obiecte tehnologice, schimbarea unor utilaje și/sau echipamente sau alte operațiuni care ar putea afecta procesele tehnologice. Din cinci în cinci ani, regulamentul se reactualizează pentru a se ține seama de experiența acumulată în decursul perioadei de exploatare anterioară.
- (7) Prevederile regulamentului se aplică integral și în mod permanent de către personalul de exploatare și întreținere, acesta fiind examinat periodic, la intervale de cel mult un an sau ori de câte ori se constată o insuficientă cunoaștere a regulamentului, situație care ar putea conduce la o exploatare sau o întreținere necorespunzătoare a construcțiilor și instalațiilor sistemului de canalizare.
- (8) Regulamentul de exploatare și întreținere se va întocmi având în vedere următoarele documentații principale:
 - a. proiectul construcțiilor și instalațiilor sistemului de canalizare precum și toate documentațiile și actele modificatoare;
 - b. releveele construcțiilor după terminarea lucrărilor de execuție, care țin seama de toate modificările efectuate pe parcursul execuției;
 - c. planurile de situație, schemele funcționale, dispozițiile generale ale construcțiilor și instalațiilor;
 - d. instrucțiunile de exploatare ale construcțiilor și instalațiilor elaborate de către proiectant;
 - e. fișele tehnice ale utilajelor și echipamentelor montate în sistem;
 - f. avizele organelor abilitate privind realizarea și exploatarea lucrărilor de investiție;
 - g. documentația referitoare la recepția de la terminarea lucrărilor și de la recepția definitivă;

- h. cartea tehnică a construcțiilor;
- i. schema administrativă a personalului de exploatare.

3.7.3 Măsuri de protecția muncii și a sănătății populației

3.7.3.1 Măsuri de protecția și securitatea muncii la execuția, exploatarea și întreținerea rețelei de canalizare

- (1) Activitățile impuse de execuția, exploatarea și întreținerea rețelei de canalizare prezintă pericole importante datorită multiplelor cauze care pot provoca îmbolnăvirea sau accidentarea celor care lucrează în acest mediu, de aceea este necesar a se lua măsuri speciale de instruire și prevenire.
- (2) Accidentele și îmbolnăvirile pot fi cauzate în principal de:
 - a. prăbușirea pereților tranșeelor sau excavațiilor realizate pentru montajul tuburilor sau pentru fundații;
 - b. căderea tuburilor sau a altor echipamente în timpul manipulării acestora;
 - c. intoxicații sau asfixieri cu gazele toxice emanate (CO, CO₂, gaz metan, H₂S etc.);
 - d. îmbolnăviri sau infecții la contactul cu mediul infectat (apa uzată);
 - e. explozii datorate gazelor inflamabile;
 - f. electrocutări datorită cablurilor electrice neizolate corespunzător din rețeaua electrică a stației;
 - g. căderi în cămine sau în bazinul de aspirație al stației de pompare a apelor uzate menajere etc.
- (3) Pentru a preveni evenimentele de tipul celor enumerate mai sus, este necesar ca tot personalul care lucrează în rețeaua de canalizare să fie instruit la angajare și regulat în activitatea curentă, prin participarea la cursuri dedicate teoretice și practice.
- (4) Toți lucrătorii care lucrează la exploatarea și întreținerea rețelei de canalizare trebuie să facă un examen medical riguros și să fie vaccinați împotriva principalelor boli hidrice (febră tifoidă, dizenterie etc.). De asemenea, zilnic, aceștia trebuie controlați astfel încât celor care au răni sau zgârieturi oricât de mici, să li se interzică contactul cu rețeaua de canalizare. Toți lucrătorii sunt obligați să poarte echipament de protecție corespunzător (cizme, salopete și mănuși), iar la sediul sectorului să aibă la dispoziție un vestiar cu două compartimente, unul pentru haine curate și unul pentru haine de lucru, precum și dușuri, săpun, prosop etc.
- (5) Echipele de control și de lucru pentru rețeaua de canalizare trebuie să fie dotate, în afară de echipamentul de protecție obișnuit, cu lămpi de miner tip Davis, măști de gaze și centuri de siguranță, detectoare de gaze toxice (oxid de carbon, amoniac, hidrogen sulfurat) sau inflamabile (metan).
- (6) Înainte de intrarea în cămine sau în canal este necesar să se deschidă 3 capace în amonte și în aval pentru a se realiza o aerisire de 2-3 ore, precum și a se verifica prezența gazelor cu ajutorul lămpii de miner. Dacă lămpile se sting, se recurge la ventilarea artificială, iar intrarea în cămin se face numai cu măști de gaze și centuri de siguranță, lucrătorul fiind legat cu frânghie ținută de un alt lucrător situat la suprafață.
- (7) De asemenea, când muncitorii se află în cămine sau parcurg trasee ale unor canale amplasate pe partea carosabilă, trebuie luate măsuri cu privire la circulația din zonă prin semnalizarea punctului de lucru cu marcaje rutiere corespunzătoare atât pentru zi cât și pentru noapte.
- (8) În unele cazuri există pericol de a se produce explozii datorită gazelor ce se degajă din apele uzate, sau ca rezultat al unor procese de fermentare care se pot produce în rețelele de canalizare. În aceste situații, nu este permis accesul în cămine decât cu lămpi de tip miner și este interzisă categoric aprinderea chibriturilor sau fumatul.

- (9) O atenție deosebită se acordă pericolului de electrocutare prin prezența cablurilor electrice îngropate în vecinătatea rețelilor de canalizare, precum și a instalațiilor de iluminat în zone cu umiditate mare care trebuie prevăzute cu lămpi electrice funcționând la tensiuni nepericuloase de 12-24 V.

3.7.3.2 Măsurile de protecția și securitatea muncii pentru stațiile de pompare

- (1) Pentru exploatarea stațiilor de pompare se respectă prevederile legislației în vigoare privind regulile igienico-sanitare și de protecție a muncii. Dintre măsurile de bază, se prevăd următoarele:
- se folosesc salopete de protecție a personalului în timpul lucrului;
 - se păstrează curățenia în clădirea stației de pompare;
 - se asigură întreținerea și folosirea corespunzătoare a instalațiilor de ventilație;
 - folosirea instalației de iluminat la tensiuni reduse (12-24 V), verificarea izolațiilor, a legăturilor la pământ precum și a măsurilor speciale de prevenire a accidentelor prin electrocutare la stațiile de pompare subterane unde frecvent se poate produce inundarea camerei pompelor;
 - folosirea servomotoarelor sau a mecanismelor de multiplicare a forței sau cuplului la acționarea vanelor în cazul automatizării funcționării stației de pompare;
 - la stațiile de pompare având piese în mișcare (rotoare, cuplaje etc.), se prevăd cutii de protecție pentru a apăra personalul de exploatare în cazul unui accident produs la apariția unei defecțiuni mecanice;
 - pentru prevenirea leziunilor fizice, este necesar ca la efectuarea reparațiilor, piesele grele care se manipulează manual să fie manevrate din poziția de ridicare corectă, astfel încât să se evite fracturile și leziunile coloanei vertebrale;
 - pentru evitarea eforturilor fizice este rațional a se păstra în bune condiții de funcționare instalațiile mecanice de ridicat.

3.7.4 Protecția sanitară

- (1) Regulamentul de exploatare și întreținere a rețelilor de canalizare cuprinde și prevederi referitoare la aspectele igienico-sanitare, prevederi stabilite în mod obligatoriu în colaborare cu organele locale ale inspecției sanitare de stat.
- (2) Privitor la personalul de exploatare, conducerea administrativă precizează felul controlului medical, periodicitatea acestuia, modul de utilizare a personalului găsit cu anumite contraindicații medicale, temporare sau permanente, minimum de noțiuni igienico-sanitare care trebuie cunoscute de anumite categorii de muncitori etc.
- (3) Societatea care exploatează și întreține sistemul de canalizare este obligată să acorde îngrijirea necesară personalului de exploatare, în care scop:
- va angaja personalul de exploatare numai după un examen clinic, radiologic și de laborator făcut fiecărei persoane;
 - va asigura echipamentul necesar de lucru pentru personal (cizme, mănuși de cauciuc, ochelari de protecție, măști de gaze, centură de salvare cu frânghie etc.) conform prevederilor legale în vigoare;
 - va face instructajul periodic de protecție sanitară (igienă) conform prevederilor legale în vigoare;
 - în stația de epurare va exista o trusă farmaceutică de prim ajutor, eventual un aparat de respirat oxigen cu accesoriile necesare pentru munca de salvare;
 - se vor asigura muncitorilor condiții decente în care să se spele, să se încălzească și să servească masa (o încăpere încălzită și vestiar cu dușuri cu apă rece și apă caldă);
 - medicul societății care exploatează și întreține sistemul de canalizare este obligat să urmărească periodic (lunar) starea de sănătate a personalului de exploatare;

- g. personalul stației de epurare se va supune vaccinării contra tuturor bolilor transmisibile din apa uzată, impuse de Ministerul Sănătății, la intervalele prevăzute de instrucțiunile emise de către acesta.

3.7.5 Măsurile de apărare împotriva incendiilor

- (1) În general, în rețelele de canalizare (rețea, stații de pompare) pericolul de incendiu poate apare în locurile și în situațiile în care se pot produc gaze de fermentare sau degajări de vapori în canale datorate prezentei unor substanțe inflamabile (eter, dicloretan, benzină etc.) în apa uzată provenită de la unele industrii sau societăți comerciale care nu respectă la evacuarea în rețeaua de canalizare prevederile tehnice legale în vigoare.
- (2) Incendiul poate apare și în locurile unde există substanțe inflamabile (magazii, depozit de carburanți, centrală termică, sobe care utilizează drept carburant gazele naturale etc.).
- (3) În spațiile clădirilor aferente rețelelor de canalizare (rețea, stații de pompe), cât și în spațiile cu risc mare de incendiu se respectă prevederile atât a normelor generale de apărarea împotriva incendiilor, și a normelor de apărare împotriva incendiilor specifice diverselor domenii de activitate, cât a dispozițiilor generale de apărare împotriva incendiilor adoptate pentru anumite domenii de activitate (unități sanitare, clădiri de birouri, spații și construcții pentru comerț).
- (4) Dintre măsurile suplimentare care trebuie luate, se menționează mai jos câteva, specifice construcțiilor și instalațiilor din sistemul de canalizare:
 - a. asigurarea ventilării corespunzătoare a camerelor și a bazinelor înainte de accesul personalului de exploatare pentru prevenirea asfixierilor din lipsă de oxigen, inhalării unor gaze letale sau aprinderii unor vapori inflamabili;
 - b. folosirea echipamentului electric antiexploziv;
 - c. controlul periodic al atmosferei din spațiile închise pentru a determina prezenta gazelor toxice și inflamabile;
 - d. interdicțiile privind utilizarea surselor de aprindere în apropierea instalațiilor, rezervoarelor de fermentare a nămolului, construcțiilor, canalelor și căminelor de vizitare unde s-ar putea produce și acumula gaze inflamabile;
 - e. spațiile, încăperile ori clădirile aferente rețelelor de canalizare încadrate ca fiind locuri periculoase (tablouri electrice, zone cu instalații electrice de înaltă tensiune, zonele unde există pericolul de cădere/accidentare a utilizatorilor, spațiile unde se pot acumula gaze inflamabile etc.) se marchează cu indicatoarele de securitate prevăzute în Hotărârea Guvernului nr. 971/2006 privind cerințele minime pentru semnalizarea de securitate și/sau de sănătate la locul de muncă, cu modificările și completările ulterioare.
- (5) Echiparea construcțiilor și instalațiilor aferente clădirilor specifice sistemelor de canalizare se realizează în conformitate cu prevederile normativului P118/2.
- (6) Se asigură echiparea construcțiilor/spațiilor și instalațiilor aferente sistemului de canalizare cu stingătoare de incendiu în conformitate cu prevederile Normelor generale de apărare împotriva incendiilor, aprobate prin Ordinul ministrului afacerilor interne nr. 163/2007 și a Normelor tehnice privind utilizarea, verificarea, reîncărcarea, repararea și scoaterea din uz a stingătoarelor de incendiu, aprobate prin Ordinul ministrului afacerilor interne nr. 138/2015;
- (7) Pe durata exploatării spațiilor și construcțiilor aferente rețelelor de canalizare, stingătoarele de incendiu precizate la alin. 6 se utilizează, verifică, reîncărcă, repară și se scot din uz, în conformitate cu prevederile Normelor tehnice privind utilizarea, verificarea, reîncărcarea, repararea și scoaterea din uz a stingătoarelor de incendiu, de către persoanele autorizate potrivit legislației specifice.

- (8) Echiparea cu instalații de detectare, semnalizare, alarmare și stingere a incendiilor se realizează în conformitate cu prevederile normativului P118/3.

3.7.6 Măsurile specifice de exploatare a rețelei de canalizare

- (1) Controlul periodic interior și exterior al construcțiilor și instalațiilor, precum și a calității apelor uzate are ca scop asigurarea funcționării normale a rețelei și a construcțiilor aferente.
- (2) Controlul calitativ al apelor uzate se referă în primul rând la verificarea calității apelor uzate care intră în rețeaua de canalizare și dacă, la evacuare, acestea corespund cu prevederile normativelor în vigoare privind stabilirea limitelor de descărcare a apelor uzate în rețeaua publică de canalizare și a limitelor de descărcare în receptorii naturali.
- (3) Principalele condiții ce se impun apelor uzate evacuate în rețelele de canalizare sunt:
- să nu fie agresive pentru materialul din care este executată rețeaua;
 - să nu fie nocive sau să emită gaze toxice, vătămătoare pentru personalul de exploatare;
 - să nu prezinte pericol de incendiu și de explozie;
 - să nu creeze dificultăți în realizarea proceselor de preepurare și de epurare și să nu conțină substanțe care să precipite în contact cu apa uzată din rețeaua de canalizare;
 - să nu conțină materii în suspensie, care să corodeze pereții canalului sau să se depună și să provoace blocaje;
 - să nu conțină corpuri plutitoare, să nu conțină hidrocarburi, uleiuri și grăsimi care să adere la pereții canalului etc.
- (4) Astfel, în scopul protejării rețelelor de canalizare și instalațiilor de epurare:
- valorile normate servesc pentru:
 - aprecierea calității apelor existente și stabilirea priorității lucrărilor de protecție a construcțiilor sistemului de canalizare;
 - stabilirea de condiții limitative pentru calitatea apelor uzate evacuate de la fiecare unitate industrială sau comercială, condiții care se precizează în avizele și autorizațiile de funcționare prin care organele de gospodărirea apelor reglementează evacuarea apelor uzate.
 - se urmărește respectarea cu strictețe a limitelor maxim admisibile prevăzute de norma tehnică NTPA 002.
- (5) Controlul exterior se face cu frecvența impusă de importanța canalizării și istoricul de funcționare (zonele cu mai multe probleme raportate sunt controlate mai des), de către o echipă formată din minim trei persoane (1 șef de echipă și 2 muncitori), care:
- parcurge traseul colectorului;
 - desface capacele căminelor de vizitare și ale gurilor de scurgere verificând starea lor generală, precum și dacă sunt înfundate;
 - verifică eventualele denivelări ale traseului sau pavajul în jurul căminului, precum și starea capacelor, a canalelor de racord etc.
 - în cazul terenurilor macroporice, se verifică în mod deosebit existența și cauza unor eventuale tasări produse sau a unor surse de exfiltrații a apei din canal în exteriorul acestuia.
- (6) În cazul controlului exterior, nu se coboară în cămin evitându-se astfel posibilitatea producerii unor accidente, echipa nefiind dotată cu echipamentul adecvat pentru intrarea sau vizualizarea colectoarelor.
- (7) Controlul interior se efectuează minim anual, până la de patru ori pe an, în scopul verificării modului de funcționare a canalizării (a modului cum se face curgerea) și stabilirii necesității curățirii, spălării sau efectuării altor reparații.

- (8) Întrucât majoritatea colectoarelor sunt nevizitabile, precum și pentru asigurarea constituirii de înregistrări care să permită urmărirea în timp a comportamentului rețelei, se recomandă realizarea controlului interior prin investigații video/foto, ideal înregistrări CCTV cu echipamente capabile atât de filmarea interiorului colectorului, cât și de determinare a pantelor acestuia.
- (9) La conductele de refulare sub presiune se verifică vanele, armăturile, sifoanele și ventilele de aerisire - dezaerisire.
- (10) În cadrul controlului, la toate categoriile de colectoare, se urmărește influența rețelei de canalizare asupra nivelului apelor freatice atât în ceea ce privește infiltrațiile, cât și eventualele exfiltrații datorate unor neetanșități.
- (11) La canalele situate în terenuri macroporice sensibile la umezire acestei operații trebuie să i se acorde o atenție deosebită.
- (12) În general operațiile de întreținere se realizează cu menținerea în funcțiune a rețelei de canalizare.
- (13) Spălarea și curățirea canalelor se efectuează ori de câte ori rezultă ca necesar, aceasta stabilindu-se în urma controlului. În general o rețea de canalizare, în special în procedeul unitar nu ar necesita spălare. Însă, având în vedere faptul ca debitele sunt variabile, iar forma secțiunii și panta canalului nu asigură întotdeauna realizarea vitezei de autocurățire, este necesar a se stabili tronsoanele, necesitatea și frecvența de curățire și spălare, operație care se face de obicei în primul an de funcționare. Bineînțeles, aceasta nu se poate stabili definitiv decât după construirea și sistematizarea întregului teritoriu aferent (executarea construcțiilor, drumurilor, aleilor etc.).
- (14) În funcție de frecvența la care se stabilește necesitatea efectuării spălării, tronsoanele rețelei de canalizare se împart în patru categorii:
- a. categoria I - necesită spălare odată pe an;
 - b. categoria II - necesită spălare de 2 ori pe an;
 - c. categoria III - necesită spălare de 3 ori pe an;
 - d. categoria IV - necesită spălare de 4 ori pe an.
- (15) Spălarea și curățirea se poate face cu apă din rețeaua de alimentare cu apă potabilă, industrială sau chiar cu apă uzată:
- a. sistemul cel mai simplu este de a închide golurile de intrare și de ieșire din căminul de vizitare amplasat în amonte de tronsonul care trebuie spălat, cu ajutorul unor obturatoare pneumatice, acționate de la nivelul terenului. În căminul astfel izolat se introduce apă cu ajutorul unui furtun pe o înălțime cât mai mare (în general de cca 2,0 m) și după umplere, se deschide brusc obturatorul aval creându-se un curent de apă cu viteze mari, care asigură o bună spălare. După spălare, furtunul se retrage din cămin, pentru a nu exista o legătură permanentă între rețeaua de canalizare și rețeaua de alimentare cu apă potabilă;
 - b. aceeași operațiune se poate face prin acumularea de apă uzată la închiderea obturatorului aval, însă durează un timp mai îndelungat și se poate ca remuul provocat în amonte să ducă la inundarea unor racorduri și subsoluri;
 - c. cel mai eficient mod de spălare implica folosirea unor utilaje speciale de tip auto curățitor, care realizează punerea sub presiune a apei dintr-o cisternă și evacuarea acesteia prin intermediul unui furtun prevăzut cu o piesă specială de spălare și curățare sub presiune a colectoarelor.
- (16) În cazul în care spălarea/desfundarea se face pe un tronson important, este rațional ca după terminarea operațiunii să se facă o inspecție CCTV. Rezultatul vizualizării va fi arhivat, va fi comparat cu rezultatele anterioare și va constitui un moment de referință pentru decizii în viitoarea soluție de reabilitare. La un asemenea tronson, de regulă și coroziunea tubului, din cauza hidrogenului sulfurat, este avansată.

- (17) Tot ca mijloace de curățire se folosește bila de gheață care se introduce în canal și este împinsă de apă. În caz că se blochează și nu poate disloca depunerile, se topește. În mod asemănător se folosește un balon de cauciuc care se poate dezumfla prin înțepare, dacă se blochează.
- (18) Când se produce o înfundare, aceasta acționează ca un dop care poate împiedica parțial sau total curgerea, provocând ridicarea nivelului apei din canal în amonte, uneori chiar până la nivelul terenului, fapt ce poate produce inundarea racordurilor și instalațiilor de canalizare situate la cote mai joase. Din cauza acestor inconveniente este necesar ca desfundarea canalelor să se facă cât mai operativ. Pentru remediere se recomandă utilizarea de autocurățitoare, prevăzute cu echipamente specializate, de mare presiune.
- (19) În cazul extrem în care nu se poate realiza desfundarea, se determină cât mai exact, cu ajutorul bastoanelor articulate, poziția porțiunii înfundate și se execută o săpătură deschisă, pentru desfundare, fiind necesară deci spargerea și înlocuirea tuburilor respective.
- (20) Curățirea lucrărilor anexe este necesar a se efectua periodic pentru a se asigura buna lor funcționare. Astfel:
- gurile de scurgere (cu depozit) se controlează de până la două ori pe lună și se curăță, dacă se constată acumularea de sedimente;
 - tronsoanele din aval de gurile de zăpadă se curăță după topirea zăpezilor, cu ocazia controlului.
- (21) O problemă deosebită o poate constitui aducerea cotei capacului de cămin la cota căii de circulație. Efectul denivelării este dublu: perturbări ale traficului, mergând până la accidente în trafic și deteriorarea construcției căminului și colectoarelor/conductelor legate la cămin, din cauza sarcinilor dinamice suplimentare și a vibrațiilor. Când denivelarea depășește 1,0 cm, se iau măsuri pentru refacere. În cazul căminelor amplasate în zone carosabile cu structuri realizate cu mixturi asfaltice la cald, se recomandă înlocuirea capacelor denivelate cu ansambluri capac ramă cu auto-nivelare, capabile să preia încărcările din trafic și din variațiile de temperatură fără transfer direct asupra structurii căminului, asigurându-se în același timp:
- etanșitatea și integritatea ansamblului cămin-capac;
 - evitarea degradării carosabilului adiacent;
 - reducerea costurilor aferente lucrărilor de aducere la cotă.
- (22) Dacă în apropierea canalizării sunt arbori bătrâni, este posibil ca rădăcinile acestora să fi intrat în colector, prin crăpături sau rosturile de îmbinare incorect executate sau deteriorate în timp. În acest caz, se introduce o freză specială pentru tăierea rădăcinilor, în scopul deblocării rapide a colectorului. După aceea, în urma poziționării locului de intrare a rădăcinilor, se descoperă colectorul, se taie rădăcinile și se refac îmbinările și tuburile defecte, din exterior.
- (23) O atenție specială se acordă subtraversărilor cu sifoane de canalizare. Se marchează nivelul apei în căminul amonte, în perioada când funcționarea este normală, la debitul maxim și se verifică acest nivel periodic, săptămânal. Dacă nivelul a crescut, trebuie verificată cauza. Dacă, în secțiunea după sifon, nivelul este normal, înseamnă ca tronsonul sifon este colmatat. La o rețea în procedeu unitar, se verifică sifonul după fiecare ploaie importantă.
- (24) În cazul exploatarei bazinelor de retenție, principalele probleme sunt:
- se produce o sedimentare a suspensiilor; depunerile se îndepărtează rapid (imediat după trecerea ploii și golirea bazinului), pentru a nu intra în fermentare și produce o zonă insalubră; sistemul de curățire trebuie ținut în stare permanentă de funcționare (protecția contra vandalismului este necesară);
 - controlul răspândirii mirosului sau a diversilor vectori (muște, țânțari etc.) care împrăști bacterii și virusuri ce pot produce îmbolnăvirea populației din zonă; aceasta se face printr-o bună spălare și împrăștierea de dezinfectanți;

- c. dacă în exploatare se constată că scurgerea apei este dificilă, mai ales la spălare, se iau măsuri de reprofilare a fundului bazinului.
- (25) În cazul exploatării gurilor de vărsare, întrucât apa râului are debite variabile, la debite mari malurile pot fi erodate. Gura de vărsare trebuie controlată după fiecare viitură, verificând-se:
- stabilitatea malurilor râului pe circa 100 m în aval și 500 m în amonte;
 - stabilitatea construcției gurii de vărsare;
 - tendența râului, la ape mici, de îndepărtare față de gura de vărsare;
 - tendența râului de blocare a gurii de vărsare;
 - tendența de modificare a malului opus, sub impactul curentului produs de apa evacuată din canalizare;
 - tendența râului de spălare a albiei lângă gura de vărsare; dacă apar fenomene de spălare, trebuie făcută rapid o consolidare adecvată.
- (26) Toate observațiile făcute, la intervale cu atât mai mici cu cât fenomenele observate sunt mai active, servesc pentru fundamentarea deciziei de intervenție pentru reparație. Lucrările se execută de către constructori specializați.

3.7.6.1 Repararea rețelelor de canalizare

- Degradarea sau avarierea rețelei de canalizare poate avea cauze multiple, de la o exploatare sau întreținere defectuoasă până la calamități naturale cum ar fi cutremure, ploi torențiale, inundații, surpări de terenuri etc. Ca urmare a unei exploatări necorespunzătoare, se pot menționa, de exemplu: degradările produse asupra tuburilor de canalizare de către agresivitatea apelor evacuate de unele industrii care nu respectă condițiile de calitate, necontrolarea la timp a etanșeității canalelor, necurățirea corespunzătoare etc.
- Reparațiile curente constau din schimbarea grătarelor la gurile de scurgere și a capacelor defecte la căminele de vizitare, fixarea treptelor dislocate, repararea pieselor uzate ale utilajelor, repararea tencuielilor, zidărilor și a altor elemente de construcție.
- Reparațiile capitale constau în general din lucrări de refacere sau consolidare a unor porțiuni sau tronsoane de canal care, fie că au fost deteriorate datorită acțiunii agresive a apelor uzate, a tasărilor de teren datorită exfiltrațiilor, fie este necesară consolidarea lor ca urmare a schimbării condițiilor de trafic, de sistematizare etc. Uneori este necesară repararea unor tronsoane distruse sau prezentând fisuri care pot evolua în timp și pot duce la prăbușiri în caz că nu se intervine.
- Repararea avariilor trebuie făcută în cel mai scurt timp posibil (necesitând lucru continuu în trei schimburi) deoarece prin obturarea secțiunii de curgere, ca și în cazul înfundărilor, tronsoanele din amonte intră sub presiune și pot provoca inundarea subsolurilor, a rețelelor și galeriilor subterane învecinate.
- De asemenea, în cazul unor exfiltrații mari în terenul înconjurător, se poate produce contaminarea pânzei freatice sau poate fi periclitată stabilitatea clădirilor învecinate.
- Repararea avariilor se face, de regulă, cu materiale având aceleași caracteristici tehnice și dimensiuni cu cele din care este executată canalizarea.
- În nici un caz nu este admisă diminuarea capacității de transport a canalizării pe porțiunea respectivă prin montarea unor tuburi cu:
 - secțiunea interioară mai mică;
 - rugozitate semnificativ mai ridicată;
 - fără asigurarea continuității pantei între tronsoanele menținute în amonte și aval.

- (8) Devierea apelor uzate pe perioada intervențiilor este una din problemele cele mai dificile ce trebuie rezolvată la executarea reparației rețelelor de canalizare în cazul avariilor sau a unor degradări importante, deoarece în majoritatea situațiilor întâlnite în practică nu se poate opri funcționarea tronsoanelor din amonte.
- (9) Uneori nu este posibil - la canalele prevăzute cu deversor - să se devieze parțial debitele ce vin din amonte. De asemenea, la rețelele de canalizare în procedeu unitar este posibil ca pe unele tronsoane să se astupe temporar gurile de scurgere, pentru a împiedica pătrunderea apelor meteorice în canal.
- (10) Pentru fiecare intervenție se analizează toate posibilitățile pentru a reduce la minim debitul de apă ce urmează a fi deviat, activitatea de organizare a intervenției putând fi facilitată de analiza preliminară a simulărilor executate de personalul de specialitate al Operatorului, utilizând modelul hidraulic al rețelei.
- (11) Dacă porțiunea pe care se face devierea cuprinde racorduri, trebuie avută în vedere colectarea temporară a apelor uzate respective pe perioada în care se face intervenția.
- (12) La canalele nevizitabile (circulare sau ovoid) devierea apelor se face de obicei între două cămine prin izolarea totală a tronsonului unde urmează a se face reparația.
- (13) Unul dintre cele mai eficiente sisteme constă în folosirea unui obturator expandabil (elastic) din cauciuc:
 - a. asigură atât etanșarea secțiunii în care acesta se montează, cât și aspirația printr-un furtun legat la o pompă. Pompa asigură refularea debitului de apă uzată din tronsonul unde se intervine, într-un colector apropiat sau în tronsonul din aval, prin căminele aferente;
 - b. după efectuarea reparației, spre exemplu pentru înlocuirea unor tuburi distruse - operație ce se execută prin săpătură deschisă numai în porțiunea aferentă - obturatorul este desumflat și scos prin plutire, iar apoi este ridicat prin tragere la nivelul străzii.
- (14) În cazul că este necesară reparația prin înlocuirea sau repararea etanșării (îmbinărilor) unui număr mai mare de tuburi, se face săpătură deschisă de obicei între două cămine adiacente, iar devierea se face printr-un canal temporar, paralel cu canalul existent, care va conduce apa uzată dintr-un cămin în celălalt. În unele situații, devierea se face pe porțiuni mai scurte prin montarea în șanț a unor tuburi cu ramificație. Este necesară asigurarea măsurilor adecvate pentru preluarea apei uzate de la toate racordurilor de canalizare existente pe porțiunea respectivă.

3.7.6.2 Exploatarea stațiilor de pompare ape uzate

- (1) Se realizează pe baza regulamentului de exploatare și întreținere, specific fiecărei stații de pompare ape uzate, funcție de prescripțiile furnizorilor de pompe, motoare, utilaje și echipamente montate în stațiile de pompare.
- (2) Se desfășoară în baza procedurilor de exploatare întocmite pentru operarea utilajelor și instalațiilor existente în stațiile de pompare ape uzate și a normelor de siguranța și securitatea muncii.
- (3) Exploatarea stațiilor de pompare cuprinde programarea planificată pentru lucrări de întreținere curentă, revizii tehnice, reparații curente și capitale a utilajelor de pompare.
- (4) Exploatarea și întreținerea grătarelor stațiilor de pompare ape uzate asigură evacuarea solidelor reținute, îndepărtarea din stație a acestora, curățirea recipientelor și salubritatea recipientelor de depozitare intermediară a depunerilor solidelor provenite de la grătare, menținerea unui mediu salubru în amplasamentul stațiilor de pompare ape uzate.
- (5) Programul de funcționare a pompelor din stațiile de pompare se corelează, astfel încât numărul orelor de funcționare pentru fiecare pompă să fie aproximativ același.

- (6) Înainte de pornirea pompei, se verifică dacă senzorul de control al nivelului apei în bazin este funcțional, integritatea instalației hidraulice de refulare, integritatea instalației electrice, legătura de împământare, sistemul de etanșare.
- (7) Pe parcursul funcționării, în exploatarea pompelor se urmăresc și se înregistrează, fie automat pentru stațiile de pompare automatizate, fie manual pentru stațiile de pompare neautomatizate, următoarele:
- presiunile pe refularea pompelor;
 - debitul pompat;
 - consumul de energie electrică;
 - perioada de funcționare pentru fiecare pompă;
 - nivelul vibrațiilor;
 - nivelul de zgomot care este dat de funcționarea liniștită a pompelor, care trebuie să se realizeze fără zgomote anormale;
 - curentul absorbit de motoarele pompelor.
- (8) În cadrul activităților de inspecții și revizii preventive se urmăresc:
- etanșeitatea instalației de refulare la îmbinările cu flanșe;
 - nivelul depunerilor pe radierul bazinului stației de pompare ape uzate. Dacă se constată că acesta influențează funcționarea pompelor, se va proceda la curățirea acestuia;
 - indicațiile aparatelor de măsură și control a parametrilor hidraulici și electrice ai stației de pompare ape uzate;
 - funcționalitatea instalației de ventilație;
 - starea funcțională a armăturilor montate pe instalația hidraulică de refulare;
 - starea fizică a elementelor constructive din stația de pompare (capac de acces, scara de acces, podest, sistem de ghidaj grătar, sistem de ghidaj pompe etc).
- (9) Lucrările de intervenție la construcția stației de pompare trebuie să asigure un aspect adecvat al clădirii, o protecție bună pentru instalațiile hidraulice și electrice și acces ușor pentru personal și pentru utilaje. Cu cât lucrările sunt făcute mai curând după identificarea degradărilor, cu atât ele sunt mai rapide și mai puțin costisitoare. Intervenția la construcție se face după metodele utilizate la construcțiile civile. Aceeași atenție va fi dată și spațiului ce asigura protecția sanitară.
- (10) Accesul la stație se asigură permanent.
- (11) Se acordă atenție deosebită comportării stației de pompare pe durata ploilor, cu asigurarea funcționării preaplinului, unde există, și efectele punerii sub presiune a rețelei, în amonte.
- (12) La instalația electrică se respectă cerințele normativelor în vigoare. Important este ca siguranța funcționării să fie mare. La toate stațiile de pompare importante (cu consecințe importante în caz de nefuncționare) se asigură dublă alimentare cu energie, generatoarele de urgență fiind verificate și întreținute conform reglementărilor aplicabile și instrucțiunilor producătorului.
- (13) Sistemele de protecție a pompelor vor fi monitorizate de sistemul de automatizare, cu verificări lunare și efectuarea reparațiilor necesare de personal specializat.
- (14) Grătarele se curăță cel puțin de 3 ori/zi. Materialele colectate se pun în saci etanși și se evacuează astfel ca să nu producă neplăceri utilizatorilor din vecinătate.
- (15) Ori de câte ori este pusă în funcțiune o pompă ce a avut rol de pompă de rezervă, se verifică starea acesteia, legăturile și punerea la pământ. Atunci când pompa de rezervă este de tip „rezervă rece”, înainte de montare se face verificarea de personal de specialitate, sau de furnizorii pompei.
- (16) Anual se organizează un program de verificare a tuturor pompelor. Pentru pompele la care apar probleme, se asigură verificarea în atelierele firmei furnizoare sau ale unei firme autorizate. După o asemenea verificare, se reface diagrama $Q = f(H)$, pentru fiecare pompă.

(17) Principalii parametri de funcționare a stației de pompare se înregistrează sistematic. Datele preluate și prelucrate pot asigura valorile indicatorilor de performanță, estimări asupra debitului de ape uzate, eficienței funcționării stației etc.

4 Stații de epurare

4.1 Definiții. Tipuri de procedee de epurare

4.1.1 Epurarea mecanică

- (1) Asigură reținerea din apele uzate a:
 - a. substanțelor grosiere, în suspensie sau plutitoare (grătare rare și dese);
 - b. grăsimi în stare liberă, substanțe petroliere (separatoare grăsimi);
 - c. particulelor minerale discrete: nisipuri $d > 0,2$ mm (deznisipatoare);
 - d. particule minerale și organice în suspensie (decantoare primare).
- (2) Epurarea mecanică (primară) este obligatorie în toate schemele stațiilor de epurare independent de mărimea debitului și configurația tehnologică a proceselor și treptelor de epurare considerate.

4.1.2 Epurarea biologică convențională (secundară)

- (1) Asigură reținerea din apele uzate a materiilor în suspensie, substanțelor organice coloidale și dizolvate (biodegradabile) având ca principal constituent carbonul.
- (2) Este puțin eficientă în reținerea: azotului, fosforului, metalelor grele, detergenților, germenilor și paraziților și a substanțelor "refractare".

4.1.3 Epurarea avansată

- (1) Asigură reținerea din apele uzate a substanțelor: azot, fosfor, detergenți, anumite metale grele și unele substanțe refractare.
- (2) Epurarea avansată poate fi realizată prin procese încorporate în epurarea biologică destinate reținerii compușilor carbonului și/sau poate fi realizată în procese independente după treapta de epurare biologică convențională.

4.1.4 Epurarea terțiară

- (1) Implică obiecte tehnologice independente de cele din treapta de epurarea biologică convențională și/sau avansată.
- (2) Are rolul de a reduce și mai sever concentrația de poluanți din apele uzate, atunci când condițiile de evacuare în emisar sunt restrictive.

4.2 Studii privind calitatea apelor uzate

4.2.1 Calitatea apelor uzate influente în stația de epurare

- (1) Calitatea apei uzate la intrarea în stația de epurare se evaluează pe baza indicatorilor reglementați de norma tehnică NTPA 002.
- (2) Indicatorii dominanți pentru evaluarea calității apei uzate care sunt necesari pentru proiectarea stației de epurare sunt:
 - a. pH-ul apei;
 - b. concentrația de suspensii;
 - c. consumul chimic de oxigen, CCO-Cr, determinat prin metoda cu bicromat de potasiu;

- d. consumul biochimic de oxigen la 5 zile, CBO₅;
 - e. concentrația de azot total;
 - f. concentrația de azot Kjeldahl;
 - g. concentrația de azot amoniacal;
 - h. concentrația de fosfor total;
 - i. substanțe extractibile în solvenți organici;
 - j. alcalinitatea;
 - k. concentrația elementelor care pot avea efect inhibitor asupra procesului biologic: metale grele, micropoluanti organici.
- (3) Evaluarea calității apei uzate influentă în stația de epurare se face printr-un studiu de calitate apă uzată care cuprinde:
- a. analiză completă care să includă toți indicatorii din norma tehnică NTPA 002 o dată pe lună, timp de cel puțin 1 an;
 - b. analize parțiale care să conțină indicatorii dominanți specificați anterior – 2 probe pe săptămână, pentru o perioadă de cel puțin 1 an.
- (4) Analizele de calitate a apei se efectuează pe probe medii zilnice obținute compozit din probe momentane proporționale cu debitul sau obținute din probe momentane proporționale cu timpul (un volum/ora).
- (5) Normele tehnice, hotărârile și standardele naționale care reglementează condițiile de descărcare în mediu natural al apelor uzate sunt prezentate în următorul tabel.

Tabelul 4.1. Norme tehnice, hotărâri și standarde naționale care reglementează condițiile de descărcare în mediul natural a apelor uzate.

NTPA 002-2002	Normativ privind condițiile de evacuare a apelor uzate în rețelele de canalizare ale localităților și direct în stațiile de epurare.
NTPA 001-2002	privind stabilirea limitelor de încărcare cu poluanți a apelor uzate industriale și urbane la evacuarea în receptorii naturali.
NTPA 011-2002	Norma tehnică privind colectarea, epurarea și evacuarea apelor uzate orasenesti

4.2.2 Indicatori de calitate pentru efluentul stației de epurare

- (1) Valorile maxim admisibile ale indicatorilor de calitate a efluentului epurat pentru CBO₅, CCO-Cr, MTS, N_T și P_T sunt reglementați în țara noastră prin norme tehnice pentru protecția apelor NTPA 001 și NTPA 011.
- (2) La nivelul Uniunii Europene, valorile respective sunt prezentate în Directiva Consiliului Uniunii Europene nr. 91/271/EEC din 21 mai 1991 privind epurarea apelor uzate orășenești.
- (3) Zonele sensibile sunt reprezentate de apele (receptorii naturali) care intră în una din următoarele categorii:
- a. lacuri, alte ape de suprafață, estuare, ape de coastă care sunt eutrofizate sau prezintă pericolul de a deveni eutrofice în viitorul apropiat, dacă nu se iau măsuri preventive de protecție;
 - b. ape de suprafață folosite drept sursă de apă potabilă, ce ating valori ale concentrațiilor de azotați ridicate.

Tabelul 4.2. Limitele indicatorilor de calitate pentru efluentul stațiilor de epurare.

Indicatorul de calitate	Norma sau normativul în care este indicat	Concentrație maxim admisibilă (mg/l)	Procent minim de reducere (%)	Valorile conform Directivei nr. 91/271/EEC	
				Concentrații (mg/l)	Procent de reducere %
Consum biochimic de oxigen (CBO ₅ la 20°C), fără nitrificare	NTPA 011 NTPA 001	25	70–90 40 ^a	25	70–90 40 ^a
Consum chimic de oxigen (CCO) determinat prin metoda CCO-Cr	NTPA 011 NTPA 001	125	75	125	75
Materii în suspensie (MS)	NTPA 011 NTPA 001	35 ^b (60) ^c	90 ^b (70) ^c	35 ^b (60) ^c	90 ^b (60) ^c
Azot total N _T = TKN + N-NO ₂ + N-NO ₃	NTPA 011 NTPA 001	10 ^d , (15) ^e	70–80	10 ^d (15) ^e	70–80
Azot amoniacal NH ₄ ⁺	NTPA 001	2 ^d (3) ^e	ns	ns	ns
Azotați NO ₃ ⁻	NTPA 001	25 ^d (37) ^e	ns	ns	ns
Azotiți NO ₂ ⁻	NTPA 001	1 ^d (2) ^e	ns	ns	ns
Fosfor total (PT)	NTPA 011 NTPA 001	1 ^d (2) ^e	70–80	1 ^d (2) ^e	80

NOTĂ:

- Procentul de reducere de 40 % față de încărcarea influentului, se admite în regiunile muntoase, cu altitudinea de peste 1.500 m deasupra nivelului mării, unde este dificil să se aplice o epurare biologică eficientă din cauza temperaturilor scăzute (v. art. 7, aliniatul 2 din norma tehnică NTPA 011);
 - Pentru localități peste 10.000 l.e. și în condițiile indicate la punctul a) de mai sus;
 - Pentru localități cu 2000 – 10.000 l.e. și în condițiile indicate la punctul a), de mai sus;
 - Pentru localități – peste 100.000 l.e.;
 - Pentru localități cu 10.000 – 100.000 l.e.;
 - ns = nespecificat .
- Cerințele impuse de normativele și normele tehnice NTPA 001, NTPA 011 și NTPA 002, pot fi modificate prin ordin emis de autoritatea publică centrală cu atribuții în domeniul gospodăririi apelor și protecției mediului, funcție de condițiile specifice zonei în care sunt evacuate apele epurate.
 - Respectarea prevederilor normativelor și normelor tehnice indicate nu exclude obligația obținerii avizelor și autorizațiilor legale din domeniul apelor și protecției mediului.

4.3 Debitele și încărcările cu poluanți pentru stația de epurare**4.3.1 Concentrații și încărcări**

- În cazul stațiilor de epurare noi sau acolo unde studiul de calitate apă uzată nu este relevant încărcările în poluanți se calculează pe baza încărcărilor specifice pornind de la ipoteza 1locuitor = 1l.e.
- Calculul concentrațiilor de poluanți [g/m³] se face prin raportarea încărcărilor [kg/zi] la debitul mediu zilnic Q_{uz zi med} [m³/zi].
- În cazul retehnologizării și/sau extinderii stațiilor de epurare existente concentrațiile de poluanți se obțin prin analize de calitate a apei, pe baza studiului de calitate menționat în capitolul anterior.
- Calculul încărcărilor în poluanți se face prin înmulțirea concentrației poluantului [g/m³] cu debitul mediu zilnic Q_{uz zi med} [m³/zi].

4.3.2 Locuitor echivalent

4.3.2.1 Stații de epurare noi

- (1) În cazul stațiilor de epurare noi, pentru sisteme de apă uzată noi, se adoptă următoarele ipoteze:
 - a. 1 locuitor fizic = 1 l.e.
 - b. încărcările estimate pentru 1 l.e.:

CBO ₅ = 60 g/l.e., zi	CCO-Cr = 120 g / l.e., zi
MTS = 70 g / l.e., zi	TKN = 11 g / l.e., zi
Pt = 1,8 g / l.e., zi.	
- (2) Pentru sistemele care preiau ape uzate de la agenții economici, cu respectarea prevederilor normei tehnice NTPA 002 se efectuează:
 - a. analize de calitate a apei deversată de către agenții economici în rețeaua de canalizare;
 - b. măsurători ale debitelor apelor uzate descărcate de agenții economici.
- (3) Analizele de calitate a apei deversate de agenții economici iau în considerare pe lângă indicatorii specificați în norma tehnică NTPA 002 și alți indicatori în acord cu procesul de producție, care pot conduce la dificultăți în procesul de epurare biologică: micropoluanți organici, metale grele.
- (4) Cantitățile de poluanți rezultate din produsul concentrației [g/m³] și debite [m³/zi] se adaugă încărcărilor provenite de la populație.

4.3.2.2 Retehnologizare, extindere stații de epurare existente

- (1) Pentru a calcula valoarea încărcării echivalente (l.e.) pe care o generează în mod efectiv consumatorii conectați în prezent la rețelele de canalizare care descarcă în stațiile de epurare existente se consideră următoarele:
 - a. conform articolului 4.4 din Directiva 91/271/CEE, „Încărcarea exprimată în l.e. se calculează pe baza încărcării medii maxime săptămânale care intră în stația de epurare în cursul anului, cu excepția situațiilor neobișnuite, cum ar fi cele produse de precipitații intense”. Dacă nu se întrunește numărul de probe menționat anterior poate fi suficient un eșantion de minim 40 probe care acoperă uniform toate zilele săptămânii pe durata intervalului de timp al măsurătorilor. Acolo unde caracteristicile de încărcare în CBO₅ a influentului variază sezonier, sau periodic cu mai mult de 20% sunt necesare câte 40 de probe pe sezon/perioadă (80 probe pe an). Pe acest tip de eșantion se stabilește mărimea încărcării CBO₅ (kg/zi) pentru percentila de 95%;
 - b. pentru calcularea mediei săptămânale a încărcării în CBO₅ [kg/zi] se utilizează studiul de calitate apă uzată realizat conform capitolului 4.2.
- (2) Încărcarea în CBO₅ [kg/zi] obținută se raportează la 60g/l.e.,zi pentru a obține numărul de locuitori echivalenți conectați în prezent.
- (3) Valoarea l.e. obținută anterior se verifică prin deducerea încărcării echivalente datorate consumului non-casnic și comparare cu numărul de locuitori rezidenți conectați în prezent. Abaterea mărimii încărcării specifice pe locuitor fizic astfel obținută trebuie să fie mai mică de 15% în raport cu valoarea de 60 g/loc, zi.
- (4) Pentru localitățile cu turiști încărcarea echivalentă pornește de la principiul: 1 turist egal cu 1 l.e.

4.3.3 Debite de calcul

- (1) Debitul apelor uzate menajere se calculează în conformitate cu subcapitolul 3.3 și Capitolul 3 din normativul NP 133 - Vol. I - Sisteme de alimentare cu apă.

- (2) Debitel de calcul și de verificare ale obiectelor tehnologice din stația de epurare sunt prezentate în tabelul următor.

Tabelul 4.3. Debitele de calcul și de verificare ale obiectelor tehnologice din stația de epurare.

Nr. crt.	Obiectul sau elementul de legătură între obiecte	Procedeele de canalizare				Epurare
		Debit de dimensionare (Qc)	Separativ (divizor)	Mixt (unitar)		
		Debit de verificare (Qv)	Debit de dimensionare (Qc)	Debit de verificare (Qv)	Debit de verificare (Qv)	
1	Deversorul din amonte stației de epurare	–	–	–	–	
2	Canalul de legătură dintre deversor și bazinul de retenție și de la acesta la emisar, sau dintre deversor și emisar	Q _{uz} or max	–	–	–	
3	Canalul de acces la camera grătarelor	Q _{uz} or max	Q _{uz} or min	n · Q _{uz} or max	Q _{uz} or min	
4	Grătare	Q _{uz} or max	Q _{uz} or min	n · Q _{uz} or max	Q _{uz} or min	
5	Deznisipator – separator de grăsimi	Q _{uz} or max	Q _{uz} or min	n · Q _{uz} or max	Q _{uz} or min	
6	Decantoare primare	Q _{uz} max	Q _{uz} or max	Q _{uz} or max	n · Q _{uz} or max	
7	Bazinul de retenție al apelor meteorice	–	–	Q _T – n · Q _{uz} or max	Q _T	

Mecanică

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL II
SISTEME DE CANALIZARE**

**CAPITOLUL 4
Stații de epurare**

Nr. crt.	Obiectul sau elementul de legătură între obiecte	Procedeele de canalizare			Epurare
		Separativ (divizor)	Mixt (unitar)		
		Debit de dimensionare (Qc)	Debit de verificare (Qv)	Debit de dimensionare (Qc)	Debit de verificare (Qv)
8	Deversor ape epurate mecanic	$Q_{uz\ or\ max} - Q_{uz\ zi\ max}$	–	$n \cdot Q_{uz\ or\ max} - Q_{uz\ zi\ max}$	$n \cdot Q_{uz\ or\ max}$
9	Câmpuri de irigare și de infiltrare, filtre de nisip și iazuri (lagune) de stabilizare	$Q_{uz\ zi\ max}$	$Q_{uz\ or\ max}$	$Q_{uz\ zi\ max}$	$Q_{uz\ or\ max}$
10	Deversorul din amonte treptei de epurare biologică și canalul dintre acest deversor și emisar	–	–	–	$n \cdot Q_{uz\ or\ max}$
11	Filtre biologice percolatoare (clasice)	$Q_{uz\ zi\ max}$	$Q_{uz\ or\ max} + Q_{AR,max}$	$Q_{uz\ zi\ max}$	$Q_{uz\ or\ max} + Q_{AR,max}$
12	Filtre biologice cu discuri sau alți contactori biologici rotativi.	$Q_{uz\ zi\ max}$	$Q_{uz\ or\ max}$	$Q_{uz\ zi\ max}$	$Q_{uz\ or\ max}$
13	Stație de pompare și conductă pentru apă epurată de recirculare din decantoarele secundare în amonte filtrelor biologice clasice.	$Q_{AR,max}$	$Q_{AR,min}$	$Q_{AR,max}$	$Q_{AR,min}$
14	Canalele (sau conductele) dintre filtrele biologice și decantoarele secundare, inclusiv camera de distribuție a apei filtrate la decantoarele secundare.	$Q_{uz\ or\ max} + Q_{AR,max}$	$Q_{uz\ or\ min} + Q_{AR,min}$	$Q_{uz\ or\ max} + Q_{AR,max}$	$Q_{uz\ or\ min} + Q_{AR,min}$
15	Bazine cu nămol activat	$Q_{uz\ zi\ max}$	$Q_{uz\ or\ max} + Q_{nr,max}$	$Q_{uz\ zi\ max}$	$Q_{uz\ or\ max} + Q_{nr,max}$
16	Canalele (sau conductele) dintre bazinele cu nămol activat și decantoarele secundare, inclusiv camera de distribuție a apei aerate la decantoarele secundare.	$Q_{uz\ or\ max} + Q_{nr,max}$	$Q_{uz\ or\ min} + Q_{nr,min}$	$Q_{uz\ or\ max} + Q_{nr,max}$	$Q_{uz\ or\ min} + Q_{nr,min}$
17	Decantoarele secundare după filtrele biologice	$Q_{uz\ zi\ max}$	$Q_{uz\ or\ max} + Q_{AR,max}$	$Q_{uz\ zi\ max}$	$Q_{uz\ or\ max} + Q_{AR,max}$
18	Decantoarele secundare după bazinele cu nămol activat.	$Q_{uz\ zi\ max}$	$Q_{uz,max,zi} + Q_{nr,max}$	$Q_{uz\ zi\ max}$	$Q_{uz\ or\ max} + Q_{nr,max}$
19	Canalele (sau conductele) de legătură dintre decantoarele secundare și emisar.	$Q_{uz\ or\ max}$	$Q_{uz\ or\ min}$	$Q_{uz\ or\ max}$	$Q_{uz\ or\ min}$
20	Stația de pompare pentru nămolul activat de recirculare.	$Q_{nr,max}$	$Q_{nr,min}$	$Q_{nr,max}$	$Q_{nr,min}$

Biologică

21	Stația de pompare pentru nămolul în exces în schemele cu bazine cu nămol activat.	Q_{ne}	$Q_{ne,min}$	Q_{ne}	$Q_{ne,min}$
22	Canalele (sau conductele) pentru transportul nămolului activat de recirculare spre bazinele cu nămol activat.	$Q_{nr,max}$	$Q_{nr,min}$	$Q_{nr,max}$	$Q_{nr,min}$
23	Canalele (sau conductele) pentru transportul nămolului în exces (în schemele cu bazine cu nămol activat).	Q_{ne}	$Q_{ne,min}$	Q_{ne}	$Q_{ne,min}$
24	Stația de pompare și conductele pentru nămolul biologic reținut în decantoarele secundare, în schemele cu filtre biologice de orice tip.	$Q_{nb,max}$	$Q_{nb,min}$	$Q_{nb,max}$	$Q_{nb,min}$

unde:

 $Q_{uz,zi,max}$ – debit zilnic maxim de apă uzată, (m^3/zi); $Q_{uz,or,max}$ – debit orar maxim de apă uzată, (m^3/h); $Q_{uz,or,min}$ – debit orar minim de apă uzată, (m^3/h); $Q_{AR,max}/Q_{AR,min}$ – debit de apă epurată pentru recirculare (se determină la dimensionarea filtrelor biologice clasice), (m^3/zi); $Q_{nr,max}/Q_{nr,min}$ – debit de nămol recirculat, (m^3/zi); $Q_{ne}/Q_{ne,min}$ – debit de nămol în exces, (m^3/zi); $Q_{nb,max}/Q_{nb,min}$ – debit de nămol biologic, (m^3/zi); Q_T – debitul total al amestecului de apă uzată cu apă meteorică, care intră în deversorul din amonte la stația de epurare, (m^3/zi);

n – coeficientul de majorare a debitului orar maxim al apei uzate necesar determinării debitului maxim admis pe timp de ploaie în stația de epurare (conform SR 1846-1), considerat n = 2.

4.4 Alegerea schemei stației de epurare

4.4.1 Gradul de epurare necesar

- (1) Gradul de epurare necesar reprezintă eficiența, ce trebuie realizată obligatoriu de către stația de epurare pentru reținerea unui anumit poluant. Se calculează cu o relație de forma:

$$d = \frac{K_i - K_e}{K_i} \cdot 100 (\%) \quad (4.1)$$

în care:

- d - gradul de epurare necesar, (%);
 - K_i – cantitatea (sau concentrația) de substanță poluantă influentă în SE, (kg S.U./an);
 - K_e – cantitatea (sau concentrația) de substanță poluantă efluentă din SE, (kg S.U./an);
 - K_i se stabilește pe baza volumului mediu anual de ape uzate (m^3 /an) și concentrația medie a unui anumit poluant (g/m^3) stabilită pe baza studiilor hidrochimice.
- (2) Calculul gradului de epurare se efectuează și pentru situațiile:
- a. încărcări maxime cu poluanți ale apelor uzate influente în stația de epurare;
 - b. debite de apă uzată maxime: $Q_{uz\ z\ i\ max}$, $Q_{uz\ or\ max}$.
- (3) Proiectantul adoptă soluțiile pentru procesele din ansamblul stației de epurare pentru respectarea gradului de epurare în toate situațiile de debite și încărcări maxime.
- (4) Eficiențele (gradele de epurare) trebuie să se încadreze în normele impuse de legislația în vigoare privind protecția mediului în toate situațiile de debite și încărcări maxime.
- (5) Pentru epurarea apelor uzate urbane, gradul de epurare necesar se determină pentru indicatorii: MTS, CBO_5 , CCO-Cr, oxigen dizolvat, N, PT. Cunoscându-se concentrațiile substanțelor poluante la intrarea și la ieșirea din stația de epurare, gradul de epurare necesar se determină cu relația (4.1). În funcție de valorile gradului de epurare necesar calculat pentru parametrii menționați se aleg procesele din schema tehnologică de epurare.
- (6) Se consideră că pentru valorile gradului de epurare necesar indicate mai jos, este suficientă treapta de epurare mecanică:
- $d = 40 \dots 60 \%$ – pentru MTS;
 - $d = 20 \dots 40 \%$ – pentru CBO_5 ;
 - $d = 20 \dots 40\%$ – pentru CCO-Cr;
 - $d = 5 \dots 10 \%$ – pentru NT;
 - $d = 5 \dots 10 \%$ – pentru PT.
- (7) Pentru valori mai mari ale gradului de epurare necesar pentru unul sau mai mulți poluanți față de valorile din relațiile (4.2) se impune completarea schemei de epurare cu treapta biologică cu/fără eliminarea pe cale biologică și/sau chimică a poluanților.
- (8) Gradul de epurare care trebuie realizat de orice stație de epurare ia în considerare valorile maxime ale concentrațiilor în poluanți (CMA) conform normei tehnice NTPA 002 și valorile impuse efluentului conform normei tehnice NTPA 001. Acestea sunt prezentate în Tabelul 4.4

Tabelul 4.4. Valorile maxime ale concentrațiilor în poluanți (CMA) impuse prin norma tehnică NTPA.

Nr. crt.	Indicator	U.M.	Valori CMA conform normei tehnice NTPA 002	Valori CMA conform normei tehnice NTPA 001
1	MTS	mg/l	350	60
				35
2	CBO_5	mg O_2 /l	300	20
				25
3	CCO-Cr	mg O_2 /l	500	125

Nr. crt.	Indicator	U.M.	Valori CMA conform normei tehnice NTPA 002	Valori CMA conform normei tehnice NTPA 001
				70
4	N – NH ₄ ⁺	mg/l	30	2
				3
6	P _T	mg/l	5	1
				2

(9) La stabilirea gradului de epurare:

- se respectă cu prioritate valorile concentrațiilor maxim admisibile la descărcarea în emisari (norma tehnică NTPA 001);
- se ține seama de capacitatea de autoepurare a emisarilor, de prevederile Legii Apelor nr. 107/1996, cu modificările și completările ulterioare, normele tehnice NTPA 001, NTPA 011,
- valorile pot fi modificate prin avizele și autorizațiile de gospodărire a apelor de către emitentul acestora pe baza încărcării cu poluanți existentă în sursa de apă în amonte de punctul de evacuare a apelor uzate și ținându-se seama de utilizatorii de apă din aval și de capacitatea de autoepurare a sursei de apă.

4.5 Scheme tehnologice pentru stații de epurare

4.5.1 Alegerea schemei stației de epurare

- Schema tehnologică generală a unei stații de epurare reprezintă ansamblul obiectelor tehnologice prevăzute pentru îndepărtarea substanțelor poluante din apele uzate – prin procese fizice, chimice, biologice, biochimice și microbiologice în vederea realizării gradului de epurare necesar, și se compune din:
 - linia (fluxul) apei care poate cuprinde:
 - treapta de epurare mecanică;
 - treapta de epurare biologică sau de epurare biologică avansată;
 - treapta de epurare terțiară.
 - linia (fluxul) de prelucrare a nămolului.
- Configurația schemei tehnologice a stației de epurare se stabilește pe baza valorilor gradelor de epurare necesare calculate pentru tipurile de poluanți care se găsesc în apele uzate influente.
- Schema tehnologică a stației de epurare se întocmește având în vedere următoarele:
 - prevederea pe linia apei a unor obiecte tehnologice care să asigure realizarea unor grade de epurare necesare cel puțin egale cu valorile impuse;
 - pentru un anumit obiect tehnologic se propune tehnologia cea mai performantă tehnic și economic care se poate adapta cel mai ușor condițiilor locale de spațiu, relief, posibilități de fundare, de execuție; pentru SE care deservește localități cu $N \geq 10.000$ l.e. se analizează tehnic și economic minim 2 opțiuni pentru fiecare proces;
 - asigurarea posibilităților de extindere a stației de epurare atât pe linia apei cât și pe linia nămolului;
 - utilajele și echipamentele aferente obiectelor tehnologice trebuie să fie performante tehnic și energetic, fiabile, avantajoase din punct de vedere al investiției și cheltuielilor de exploatare;
 - asigurarea flexibilității în funcționare, prin prevederea numărului de linii tehnologice necesare în fluxul apei, respectiv în fluxul de prelucrare a nămolului, care să permită pe de o parte epurarea corespunzătoare la variații/scăderi importante ale debitului, sau în situații de oprire a anumitor obiecte tehnologice pentru lucrări de întreținere sau reparații, dar și tratarea corespunzătoare a nămolului. Numărul de linii tehnologice în cele două fluxuri se va adopta de proiectant de la caz la caz în funcție de mărimea stației, numărul minim de linii fiind $n = 2$.

- (4) Amplasarea obiectelor în profilul tehnologic al stației de epurare trebuie să asigure curgerea gravitațională, cu pierderi de sarcină reduse și la volume construite reduse și terasamente minime.
- (5) Dispoziția în plan a stației de epurare trebuie să conducă la un grad de utilizare maxim a terenului avut la dispoziție, la un flux tehnologic optim pe linia apei și a nămolului pentru execuție și exploatare. Va fi luată în considerare posibilitatea extinderii viitoare.
- (6) Pentru substanțele reținute, instalațiile de epurare mecano – biologică trebuie să asigure obținerea de produse finite, igienice, valorificabile și ușor de integrat în mediul natural. Treapta de prelucrare a nămolurilor asigură prelucrarea nămolurilor primare și biologice, până la un produs igienic, valorificabil și ușor de integrat în mediul natural.
- (7) Schema SE asigură în operare efecte minime asupra mediului înconjurător referitor la emisii de gaze, pulberi, zgomot, poluare sol și subsol.
- (8) Amplasamentul SE se prevede cu zonă de protecție sanitară.

4.6 Proiectarea obiectelor tehnologice din treapta de epurare mecanică

4.6.1 Deversorul amonte de stația de epurare

- (1) Construcție care se prevede în cazul localităților canalizate în procedeele unitar și mixt și are rolul de a limita debitul de apă uzată admis în stația de epurare pe timp de ploaie.
- (2) Debitul maxim de apă care ajunge pe timp de ploaie de la rețeaua de canalizare a localității la deversor este:

$$Q_T = Q_{uz\ or\ max} + Q_m \quad (l/s) \quad (4.3)$$

în care:

Q_T – debitul total pe timp de ploaie al apei de canalizare care intră în camera deversorului (efluentul localității), (l/s);

$Q_{uz\ or\ max}$ – debit orar maxim de apă uzată, pe timp uscat, (m^3/h);

Q_m – debit de apă meteorică, calculat conform Normativului pentru proiectarea rețelelor de canalizare și conform prevederilor SR 1846–2, aferent ultimului tronson al colectorului principal (de la ieșirea din localitate, la deversor).

Debitul maxim de apă uzate admis în stația de epurare pe timp de ploaie este:

$$Q_{SE} = n \cdot Q_{uz\ or\ max} \quad (l/s) \quad (4.4)$$

în care:

$n = 2$ - coeficientul de majorare a debitului admis în stația de epurare pe timp de ploaie; conform SR 1846 – 1, acest coeficient poate lua valori mai mari ($n = 3 \dots 4$), în cazuri justificate tehnico-economic pe baza efectelor apelor meteorice asupra emisarului și folosințelor de apă din aval.

4.6.1.1 Debitul de calcul a deversorului

- (1) Debitul la care se dimensionează deversorul este dat de relația:

$$Q_d = Q_T - Q_{SE} \quad (l/s) \quad (4.5)$$

în care:

Q_T – este calculat cu relația (4.3), (l/s);

Q_{SE} – este calculat cu relația (4.4), (l/s).

Pentru situațiile curente, când $n = 2$, relația (7.3) devine:

$$Q_d = Q_T - 2 \cdot Q_{uz\ or\ max} \quad (l/s) \quad (4.6)$$

- (2) În situații justificate, deversorul trebuie să permită prin manevra corespunzătoare a unor stavile, devierea integrală a debitului Q_T spre un bazin de retenție sau spre emisar (cu respectarea prevederilor normei tehnice NTPA 001), în scopul ocolirii stației de epurare; în această situație debitul de verificare a deversorului și a canalului de ocolire este:

$$Q_v = Q_T = Q_m + Q_{uz \text{ or } max} \quad (l/s) \quad (4.7)$$

- (3) Înălțimea pragului deversor p se consideră egală cu adâncimea apei în canalul de legătură dintre deversor și camera grătarelor (H_2), determinată pentru debitul $Q_{SE} = 2 \cdot Q_{u \text{ or } max}$ și pentru un grad de umplere $a = \frac{H_2}{H_{c2}}$ de maximum 0,70, în care H_{c2} reprezintă înălțimea totală a canalului dintre deversor și camera grătarelor.

- (4) Lungimea pragului deversor, considerat ca deversor lateral cu funcționare neînecată, în ipoteza unei lame deversante triunghiulare pe lungimea deversorului, se determină din relația:

$$Q_d = k \cdot m \cdot L_d \cdot \varepsilon \cdot \sigma_n \cdot \sqrt{2g} \cdot h_m^{3/2} \quad (m^3/s) \quad (4.8)$$

în care:

Q_d – debitul deversat este calculat cu relația (4.5) sau (4.6), (l/s);

k – coeficient de majorare a lungimii deversorului, pentru a ține seama de asimetriile și distorsiunile care apar la deversoarele laterale, $k = 1,05 \dots 1,10$;

m – coeficient de debit, $m=0,42$;

L_d – lungimea pragului deversor asimilat ca deversor lateral, (m);

ε – coeficient de contracție laterală;

σ_n – coeficient de înecare;

g – accelerația gravitațională, $g = 9,81 m/s^2$;

σ_n – coeficientul de înecare se consideră $\sigma_n = 1,00$ deoarece deversorul trebuie să funcționeze neînecat. În acest scop, camera și colectorul de evacuare a debitului deversat Q_d spre bazinul de retenție sau spre emisar se dimensionează astfel, încât nivelul maxim al apei aval de pragul deversor să fie situat la minim 15...20 cm sub cota crestei deversante.

- (5) Coeficientul de contracție laterală ε are expresia:

$$\varepsilon = 1 - 0,1 \cdot n \cdot \zeta \cdot \frac{L_d}{h_m} \quad (4.9)$$

în care:

n – numărul de contracții laterale ale lamei în dreptul pilelor și culeilor;

ζ – coeficient de formă al pilei sau culeii, considerat în mod acoperitor 0,7...1,0;

h_m – înălțimea medie a lamei deversante (considerată cu variație triunghiulară pe lungimea L_d) se determină cu relația:

$$h_m = \frac{H_1 - H_2}{2} \quad (m) \quad (4.10)$$

în care:

H_1 – înălțimea apei în canalul amonte de deversor, dimensionat “la plin” (gradul de umplere $a = H_1/H_{c1} \approx 1,0$) pentru debitul Q_T dat de relația (4.3); în relația gradului de umplere, H_{c1} reprezintă înălțimea totală a canalului amonte.

- (6) Orientativ, la dimensionarea deversorului se urmărește ca debitul specific deversat să se încadreze în domeniul:

$$q_d = \frac{Q_d}{L'_d} = 0,20 \dots 0,80 \text{ (m}^3/\text{s, m)} \quad (4.11)$$

în care:

Q_d – debitul deversat determinat cu relația (4.5), iar L'_d este lungimea deversorului frontal, având expresia:

$$L'_d = \frac{L_d}{k} \text{ (m)} \quad (4.12)$$

în care:

L_d și k sunt definiți mai sus.

- dacă lungimea deversorului lateral $L_d \leq 10$ m se prevede prag deversor cu o singură lamă deversantă (deversare pe o singură parte);
- dacă $L_d > 10$ m, se prevede deversor cu două lame deversante (deversare pe două laturi), astfel încât lungimea camerei deversoare va fi:

$$L_{cd} = \frac{L_d}{2} \text{ (m)} \quad (4.13)$$

4.6.2 Bazinul de retenție

- Bazinul de retenție se amplasează, după deversorul din amonte de stația de epurare pe/sau adiacent canalului care evacuează apele deversate spre emisar. Rolul bazinelor de retenție este diferit, în funcție de scopul pentru care sunt utilizate. Bazinele de retenție pot fi prevăzute pentru:
 - înmagazinarea cantității de apă uzată pe o anumită perioadă de timp, când nu este posibilă descărcarea gravitațională a acesteia în emisar, datorită nivelelor ridicate ale apei emisarului;
 - înmagazinarea pe timp de ploaie a cantității de apă de canalizare (amestec între apa uzată și apa de ploaie) ce reprezintă diferența dintre debitul deversat Q_d și debitul amestecului admis a se descărca în emisar fără epurare (Q_{dr});
 - înmagazinarea pe timp de ploaie a amestecului dintre apa uzată și apa de ploaie materializat prin debitul deversat Q_d , în vederea epurării ulterioare a cantității de apă ce reprezintă diferența dintre debitele de ape uzate sosite în stație (Q_{uz}) și capacitatea maximă de epurare a acesteia pe timp de ploaie ($Q_{SE} = 2Q_{uz \text{ or max}}$);
 - înmagazinarea cantităților de ape uzate a căror evacuare în emisar nu se poate face decât prin pompare, în scopul reducerii cheltuielilor de investiție și exploatare a stației de pompare;
 - înmagazinarea cantităților de apă poluate accidental care nu sunt admise în SE.
- Bazinele de retenție de tipul a) și d) se prevăd în cazul localităților canalizate în procedeul separativ. Pentru stațiile de epurare aferente localităților mici, canalizate, de regulă, în procedeul separativ, este recomandabilă prevederea unui bazin de uniformizare și omogenizare a cantității și calității apei uzate ce se va epura în treapta biologică.
- Bazinele de retenție de tipul b) și c) se prevăd în cazul localităților canalizate în procedeele unitar sau mixt. Debitul de calcul al bazinelor de retenție de tipul b) și c), cazurile cele mai frecvent întâlnite, este dat de relația:

$$Q_b = Q_d - Q_{dr} \text{ (m}^3/\text{s)} \quad (4.14)$$

în care:

Q_b – debitul de calcul a bazinului de retenție, (m^3/s);

Q_d – debitul amestecului de ape uzate cu ape de ploaie;

Q_{dr} – debitul amestecului de ape uzate cu ape de ploaie ce poate fi evacuat în emisar fără epurare;

- Regimul hidraulic al emisarului și categoria de calitate a acestuia pot impune capacități mari pentru înmagazinarea apelor de canalizare care nu pot fi evacuate (în anumite perioade) neepurate și

gravitațional în emisar; în acest caz, soluția cu bazin de retenție se studiază comparativ, tehnic și economic, cu soluția mixtă ”bazin de retenție – stație de pompare” pentru introducerea apelor reținute din bazinul de retenție în fluxul tehnologic al stației de epurare.

- (5) În cadrul proiectului aferent bazinelor de retenție se precizează modul de curățire, spălare și evacuare a sedimentelor reținute în aceste bazine în funcție de tipul adoptat.
- (6) În scopul evitării acumulării sedimentelor pe radierul bazinelor de retenție se propune o formă geometrică adecvată și echiparea cu mixere.
- (7) Se impune și analiza descărcării bazinului de retenție la debite și nivele mari pe emisar.

4.6.3 Stație recepție vidanje

- (1) Atunci când este necesar, respectiv când nu toți clienții sistemului de canalizare nu sunt racordați la rețeaua de canalizare, dar dispun de fose septice vidanjabile, în stația de epurare este necesară amenajarea unei stații de recepție vidanje care cuprinde:
 - a. bazin de retenție și omogenizare, subteran, cu pompe și mixer care se dimensionează în funcție de numărul estimat de vidanje care se vor descărca în stația de epurare;
 - b. Platformă betonată de descărcare care este prevăzută cu rețea de canalizare pentru preluarea apelor reziduale și de spălare și cu un aparat de spălare cu apă sub presiune;
 - c. unitate pentru măsurarea pH-ului.
- (2) De regulă, debitul de apă uzată provenită din descărcarea vidanșelor care intră în procesul de epurare va fi mai mic de 10% din $Q_{uz\ z\ i\ max}$, pentru a nu destabiliza procesul de epurare.
- (3) În mod excepțional, până la amenajarea stației de recepție vidanje, descărcarea acestora se poate realiza și direct în influentul stației de epurare sau în alte puncte din rețeaua de canalizare, în baza acordului de descărcare emis de operatorul stației de epurare.

4.6.4 Grătare rare și dese

- (1) Grătarele sunt obiecte tehnologice care au rolul de a reține din apele de canalizare suspensiile și corpurile mari, grosiere.
- (2) În funcție de cota colectorului pentru apele uzate influente în SE:
 - a. grătarele se amplasează în amonte de stația de pompare în situațiile când cota radier colector influent nu depășește 3,0 m;
 - b. pentru adâncimi mari ale colectorului influent (> 4 m) grătarele se amplasează în aval de stația de pompare cu măsuri pentru reținerea suspensiilor grosiere în chesonul stației de pompare și prevederea de pompe cu tocător;
 - c. pentru stații de pompare cu transportoare hidraulice, grătarele se pot amplasa în aval de acestea.
- (3) La stațiile de epurare aferente localităților sub 5.000 locuitori se prevăd de regulă grătare fine ($b = 0,5 \dots 6$ mm, uzual $2 \dots 3$ mm) având curățare mecanică și automatizată, fără personal de deservire. Pentru localități cu mai mult de 5.000 locuitori, se prevăd ambele tipuri de grătare, grătarele rare ($b = 50 \dots 100$ mm) fiind amplasate în amonte de grătarele dese (curățate manual, $b = 30 \dots 40$ mm – de evitat; curățate mecanic, $b = 10 \dots 20$ mm).
- (4) Pentru stațiile de epurare medii și mari grătarele dese se prevăd numai cu curățare mecanică.
- (5) La stațiile mici de epurare, pentru localități sub 10.000 locuitori, complet automatizate, se poate prevedea numai grătar fin curățat mecanic.

4.6.4.1 Debite de dimensionare și verificare a grătarelor

- (1) Debitul de calcul și de verificare a grătarelor corespund celor din Tabelul 4.3:
- a. în procedeul de canalizare separativ:
 - i. $Q_c = Q_{uz \text{ or max}};$
 - ii. $Q_v = Q_{uz \text{ or min}};$
 - b. în procedeul de canalizare unitar și mixt:
 - i. $Q_c = nQ_{uz \text{ or max}};$
 - ii. $Q_v = Q_{uz \text{ or min}}.$

4.6.4.2 Proiectarea grătarelor

- (1) Dimensionarea grătarelor se conduce astfel încât, pentru debitul de calcul al apelor uzate, viteza medie a apei să fie:
- a. 0,7 – 0,9 m/s în canalul din amonte de grătar;
 - b. 1,0 – 1,4 m/s în spațiul dintre barele grătarului.
- (2) Pentru debitul de verificare ($Q_{uz \text{ or min}}$), viteza medie a apei în canalul din amonte de grătar este de minim 0,4 m/s în scopul evitării depunerilor.
- (3) Secțiunea transversală a canalului pe care este amplasat grătarul are formă dreptunghiulară.
- (4) Dispozitivele de curățare mecanică a reținerilor de pe grătare sunt automatizate în funcție de pierderea de sarcină admisă la trecerea apei printre barele grătarului (7 – 25 cm). Acest lucru se realizează de regulă prin intermediul unor senzori de nivel. Automatizarea poate fi realizată și prin relee de timp.
- (5) Umiditatea reținerilor după presare se consideră, în medie, de 70 - 80%, iar greutatea specifică de 0,75 – 0,95 tf/m³.
- (6) În calculul cantităților de rețineri pe grătare se ține seama de valorile medii specifice indicate în Tabelul 4.5 și de faptul că aceste cantități sunt variabile. În acest sens, se consideră un coeficient de variație zilnică $K = 2 \dots 5$.
- (7) Volumul zilnic de substanțe reținute pe grătare cu umiditate $w = 80\%$ este:

$$V_r = \frac{a \cdot N_L \cdot K}{1000 \cdot 365} \text{ (m}^3 \text{ /zi)} \quad (4.15)$$

în care:

a – este cantitatea de rețineri specifică, indicată în Tabelul 4.5, (l/om, an);

N_L – numărul de locuitori;

K – 2 ... 5 coeficient de variație zilnică.

Tabelul 4.5. Cantități specifice de substanțe reținute pe grătare.

Nr. crt.	Distanța (interspațiul) dintre barele grătarului (mm)	Cantitatea de rețineri specifică "a" (l/om, an)	
		La curățare manuală	La curățare mecanică
1	0,5	–	25,0
2	2	–	20,0
3	3	–	18,0
4	6	–	15,0
5	10	–	12,0
6	16	–	8,0
7	20	–	5,0

8	25	–	–
9	30	2,5	–
10	40	2,0	–
11	50	1,5	–

(8) Cantitatea zilnică de rețineri pe grătare se calculează cu formula:

$$G_r = \gamma_r \cdot V_r \quad (\text{kN/zi}) \quad (4.16)$$

în care:

$\gamma_r = 7,35 \dots 9,31 \text{ kN/m}^3$ – greutatea volumică specifică a reținerilor pe grătare cu umiditatea $w = 70 - 80\%$.

(9) Volumul zilnic de substanță uscată (umiditate $w' = 0$) din rețineri este:

$$V_{ru} = V_r \cdot \frac{100-w}{100} \quad (\text{m}^3/\text{zi}) \quad (4.17)$$

în care:

$w = 80\%$ – este umiditatea reținerilor.

(10) Cantitatea zilnică de substanță uscată din rețineri rezultă:

$$G_{ru} = \gamma_{ru} \cdot V_{ru} \quad (\text{kN/zi}) \quad (4.18)$$

în care:

$\gamma_{ru} = 15,68 \dots 19,60 \text{ kN/m}^3$ – greutatea specifică a substanțelor reținute, în stare uscată.

(11) Numărul minim de grătare active este $n = 2$, fără grătare de rezervă. La stațiile de epurare mici, se poate proiecta un singur grătar, prevăzându-se canal de ocolire.

(12) Camerele grătarelor se prevăd cu stăvilare și batardouri amonte și aval, în scopul izolării fiecărui grătar în parte în caz de reparații, revizii etc.

(13) Pentru curățarea grătarelor și manevrarea stăvilarelor și batardourilor, sunt necesare pasarele, a căror lățime variază între 80 ... 150 cm.

(14) Pentru prevenirea depunerilor, canalele pe care sunt amplasate grătarele (de obicei de secțiune transversală dreptunghiulară) sunt construite cu o pantă de minim 1‰. În porțiunea amonte a camerei grătarelor, de formă divergentă, se realizează o pantă a radierului de minim 1% în scopul evitării depunerilor, iar radierul se va construi din beton rezistent la uzură. Cota radierului canalului în aval de grătar se recomandă a fi sub cota radierului amonte cu 10 ... 15 cm.

(15) Pierderea de sarcină prin grătar se determină cu relația:

$$h_w = \zeta_g \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (\text{m}) \quad (4.19)$$

în care:

ζ_g – este coeficientul de rezistență locală a grătarului, calculat cu formula lui următoare:

$$\zeta_g = \beta \cdot \left(\frac{s}{b}\right)^{4/3} \cdot \sin\alpha \quad (4.20)$$

în care:

v – viteza medie pe secțiune în canalul din amonte grătarului, m/s;

g – accelerația gravitațională, m/s^2 ;

β – coeficient de formă al barei, cu valoarea 2,42 pentru bare cu secțiunea transversală dreptunghiulară;

s – grosimea barei, mm;

b – distanța (interspațiul) dintre barele grătarului, mm;

$\alpha = 60^\circ \dots 70^\circ$ - unghiul de înclinare al grătarului față de orizontală.

(16) Formula (4.20) poate fi aplicată numai dacă este îndeplinită condiția:

$$Re = \frac{v_g \cdot b}{\nu} > 10^4 \quad (4.21)$$

în care:

- Re – este numărul Reynolds la mișcarea apei printre barele grătarului;
- v_g – viteza medie a apei printre barele grătarului la debitul de calcul, (m/s);
- ν – coeficientul cinematic de vâscozitate la temperatura medie anuală a apelor uzate, (m^2/s).

Tablelul 4.6. Variația coeficienților cinematic (ν) și dinamic (η) de vâscozitate în funcție de temperatură (Θ °C).

T (°C)	0	10	20	40	60
$10^6 \eta$ (kg/s·m)	17,90	13,00	10,00	6,53	4,88
$10^6 \nu$ (m^2/s)	1,79	1,31	1,01	0,658	0,47

(17) Pentru a se ține seama de înfundarea parțială a grătarului, se majorează de trei ori pierderea de sarcină teoretică determinată cu relația (4.19), astfel încât în practică se consideră pierderea de sarcină conform relației (4.22), dar minimum 10 cm; la grătarele cilindrice fine, pierderea de sarcină minimă poate fi considerată $h_r = 7$ cm.

$$h_r = 3 \cdot h_w \quad (m) \quad (4.22)$$

(18) Substanțele reținute pe grătare:

- a. sunt evacuate spre a fi depozitate, fermentate, compostate, incinerate sau, sunt tocate ori fărâmițate cu ajutorul unor dispozitive speciale în curent (griductoare, comminutoare, dilaceratoare) sau în afara curentului (tocătoare, dezintegratoare) și reintroduse în apă în aval sau în amonte de grătar;
- b. pentru micșorarea volumului de rețineri la grătare, se recomandă ca o dată scoase din apă, reținerile să fie presate în instalații speciale (ca parte a grătarului propriu-zis sau fiind independente de grătar) sau presate și spălate; umiditatea reținerilor presate scade până la 55% – 60%; în acest fel cheltuielile de manipulare, transport și depozitare a reținerilor de pe grătare se diminuează;
- c. pasarelele de acces la dispozitivele de tocare a reținerilor sau la batardouri și stăvilare se amplasează cu min. 50 cm deasupra nivelului maxim al apelor din canalul grătarelor. Se lasă un spațiu de minim 70 cm pentru circulație în jurul dispozitivelor de curățare și tocare;
- d. pentru evitarea accidentelor în toate locurile unde există pericol de cădere se prevăd parapete de minimum 80 cm înălțime, realizate din țevi metalice (orizontale) cu diametrul $\phi = 20 \dots 25$ mm, așezate la 40 cm distanță pe verticală și din stâlpi amplasați la max. 1,5m distanță între ei.

(19) Grătarele se amplasează în construcții închise. Pentru stațiile de epurare izolate amplasate la ≥ 1 km de zone de locuit se pot amplasa în construcții deschise.

(20) Realizarea unei eficiențe ridicate în reținerea materiilor în suspensie și a materiilor grosiere conduce la randamente sporite pentru construcțiile și instalațiile de epurare a apei din aval de grătare, precum și pentru construcțiile de prelucrare a nămolurilor. În acest scop sunt de preferat grătarele sau sitele fixe sau mobile, prevăzute cu șnec înclinat cu funcționare continuă și automatizată care efectuează practic patru operațiuni importante:

- a. rețin corpurile grosiere;
- b. extrag din apă reținerile de pe grătar și le spală de substanțele fine de natură organică;
- c. presează reținerile micșorându-le volumul și umiditatea;
- d. le transportă la suprafață, în containere.

4.6.5 Măsurarea debitelor de apă uzată în stația de epurare

- (1) Măsurarea debitelor în stațiile de epurare este necesară pentru evidența cantităților de apă ce se epurează la un moment dat sau într-un anumit interval de timp, precum și pentru a conduce corespunzător procesele tehnologice.
- (2) Măsurarea debitului se poate efectua atât global, pentru întreaga stație, cât și parțial, pe anumite linii tehnologice sau pentru anumite obiecte tehnologice.
- (3) Dispozitivele de măsurare se recomandă a fi amplasate pe canale deschise în care curgerea are loc cu nivel liber, în scopul accesului ușor pentru degajare în zonele posibile de împotmoliri, depuneri, obturări etc. La amplasarea și montarea debitmetrului se ține seama de recomandările furnizorului de echipament (aliniamente obligatorii amonte și aval, funcționare înecată la debitmetre electromagnetice și neîneacă la cele Khafagi – Venturi).
- (4) Pentru că există posibilitatea acumulării de depuneri se pot utiliza numai anumite tipuri de debitmetre. Aceste tipuri de debitmetre sunt:
 - a. canale de măsură cu îngustarea secțiunii de curgere de tip Venturi;
 - b. deversoare proporționale sau cu caracteristică liniară;
 - c. debitmetre electromagnetice sau cu ultrasunete.
- (5) Dispozitivele de măsurare alese trebuie să conducă la pierderi de sarcină reduse și să nu permită erori mai mari de 2 – 3% în indicarea debitelor.

4.6.5.1 Debite de dimensionare

- (1) Dimensionarea canalelor de măsurare se face la debitul maxim ce trebuie măsurat:
 - a. în procedeul de canalizare separativ: $Q_c = Q_{uz \text{ or } max}$;
 - b. în procedeul de canalizare unitar și mixt: $Q_c = 2Q_{uz \text{ or } max}$.
- (2) Dimensionarea canalelor pe care se amplasează debitmetrele trebuie făcută în strânsă legătură cu aparatele auxiliare de măsurare a nivelului amonte de care se dispune. Limitele extreme de indicare a nivelului trebuie să ofere o scală de măsurare care să cuprindă toată gama adâncimilor h_m ce se pot realiza în canalul respectiv pentru Q_{max} , respectiv Q_{min} .
- (3) Necesitatea măsurării continue a debitului, a înregistrării, transmiterii la distanță și eventual a contorizării lui, este o problemă care asigură operarea corectă și modernă a stației de epurare.
- (4) În schema stațiilor de epurare funcție de mărimea și importanța acestora, amplasarea debitmetrelor se poate face:
 - a. în aval de deznisipatoare;
 - b. pe canalul (conducta) de evacuare a apelor epurate;
 - c. în alte secțiuni de pe linia apei, a nămolului sau a biogazului unde tehnologia de epurare impune cunoașterea permanentă a debitelor respective.

4.6.6 Deznisipatoare

- (1) Deznisipatoarele sunt construcții descoperite care rețin particulele grosiere din apele uzate, în special nisipul, cu diametrul granulelor mai mare de 0,20 ... 0,25 mm.
- (2) Amplasarea deznisipatoarelor se face în mod curent după grătare și înaintea separatoarelor de grăsimi. În cazul existenței unei stații de pompare echipată cu transportoare hidraulice, deznisipatoarele pot fi amplasate și în avalul acesteia.
- (3) Deznisipatoarele se clasifică în:

- a. deznisipatoare orizontale longitudinale;
 - b. deznisipatoare tangențiale;
 - c. deznisipatoare cu însuflare de aer;
 - d. deznisipatoare – separatoare de grăsimi cu însuflare de aer.
- (4) Alegerea tipului de deznisipator se face printr-un calcul tehnico – economic, luând în considerare mărimea debitului, natura terenului de fundare, spațiul disponibil și procedeul de canalizare; se va adopta soluția cu costuri reduse și care asigură și performanțele tehnologice cerute.

4.6.6.1 Debite de dimensionare și verificare

- (1) Debiturile de dimensionare și de verificare ale deznisipatoarelor:
- a. în procedeul de canalizare separativ:
 - i. $Q_c = Q_{uz \text{ or max.}}$;
 - ii. $Q_v = Q_{uz \text{ or min.}}$.
 - b. în procedeul de canalizare unitar și mixt:
 - i. $Q_c = 2Q_{uz \text{ or max.}}$;
 - ii. $Q_v = Q_{uz \text{ or min.}}$.

4.6.6.2 Parametri de dimensionare

- (1) Numărul minim de compartimente este $n = 2$; se poate adopta un singur compartiment, la stațiile de epurare de capacitate redusă ($Q_{uz \text{ zi max}} < 50l/s$) completat cu un canal de ocolire.
- (2) Mărimea hidraulică (u_0) a particulelor de nisip și viteza de sedimentare în curent (u), pentru particule de nisip cu $\gamma = 2,65 \text{ tf/m}^3$, viteza orizontală $v_0 = 0,3 \text{ m/s}$ și diverse diametre ale granulelor (d) se consideră ca în Tabelul 4.7.

în care:

- u_0 - viteza de sedimentare a unei particule solide într-un fluid aflat în repaus sau în regim de curgere laminar (mm/s);
- u - valoarea vitezei la care particula de nisip sedimentează (chiar în condițiile unui regim de curgere turbulent) (mm/s).

Tabelul 4.7. Valori ale mărimii hidraulice și vitezei de sedimentare în curent, particule de nisip cu $\gamma = 2,65 \text{ tf/m}^3$

d (mm)	0,20	0,25	0,30	0,40
u_0 (mm/s)	23	32	40	56
u (mm/s)	16	23	30	45

- (3) Viteza orizontală medie a apei în deznisipator se situează în domeniul: $v_0 = 0,1 \dots 0,30 \text{ m/s}$; la intrarea și ieșirea din compartimentele deznisipatoarelor se prevăd stavile de închidere în scopul izolării fiecărui compartiment în caz de revizii, avarii sau reparații; pentru manevrarea acestora se realizează pasarele de acces cu lățimea de $0,80 \dots 1,20 \text{ m}$, prevăzute cu balustrade.
- (4) Încărcarea superficială, u_s , respectă condiția:

$$u_s = \frac{Q_c}{A_0} \leq u \text{ (mm/s)} \quad (4.23)$$

în care:

- A_0 – suprafața orizontală a oglinzii apei la debitul de calcul, (m^2).

4.6.6.3 Deznisipator orizontal longitudinal cu secțiune transversală parabolică

- (1) Parametrii de proiectare pentru deznisipatorul orizontal longitudinal cu secțiune transversală parabolică sunt:
- timpul mediu de trecere a apei prin bazin: $t = 30 \dots 65$ s;
 - adâncimea apei în deznisipator se recomandă: $H = 0,4 \dots 1,5$ m;
 - lățimea compartimentelor respectă dimensiunile recomandate pentru utilajul de evacuare a nisipului (podul curățitor);
 - cantitatea specifică de nisip ce trebuie evacuată se consideră:
 - în procedeu separativ: $C = 4 \dots 6$ m³ nisip/ 100.000 m³ apă uzată, zi;
 - în procedeu unitar și mixt: $C = 8 \dots 12$ m³ nisip/ 100.000 m³ apă uzată, zi;
 - rigola longitudinală de colectare a nisipului are secțiune transversală cu dimensiuni de minim 0,40 m lățime și 0,25 m adâncime.
- (2) Debitul la care se raportează cantitățile specifice de nisip este $Q_{u,zi,max}$.

4.6.6.4 Deznisipator orizontal tangențial

- (1) Este alcătuit dintr-o cuvă circulară în care accesul apei se face tangențial printr-o fereastră laterală prevăzută în perete. Mișcarea circulară care se realizează este menținută și la debite mici cu ajutorul unor palete fixate rigid de un tub mobil care este acționat într-o mișcare de rotație de un grup electromotor – reductor de turație.
- (2) Mișcarea circulară imprimată apei admisă tangențial, este menținută la o viteză periferică de 0,30 m/s, aceasta fiind controlată prin accelerarea sau încetinirea rotației paletelor.
- (3) Prin interiorul tubului mobil trece conducta air-liftului care evacuează nisipul pe o platformă de drenaj amplasată adiacent bazinului.
- (4) Deznisipatorul poate fi alcătuit dintr-o singură cuvă, deoarece prin jocul unor stăvilare se poate realiza ocolirea bazinului, sau din module de câte două cuve cuplate și amplasate simetric.
- (5) În Figura 4.1 este prezentată schița unui deznisipator orizontal – tangențial.

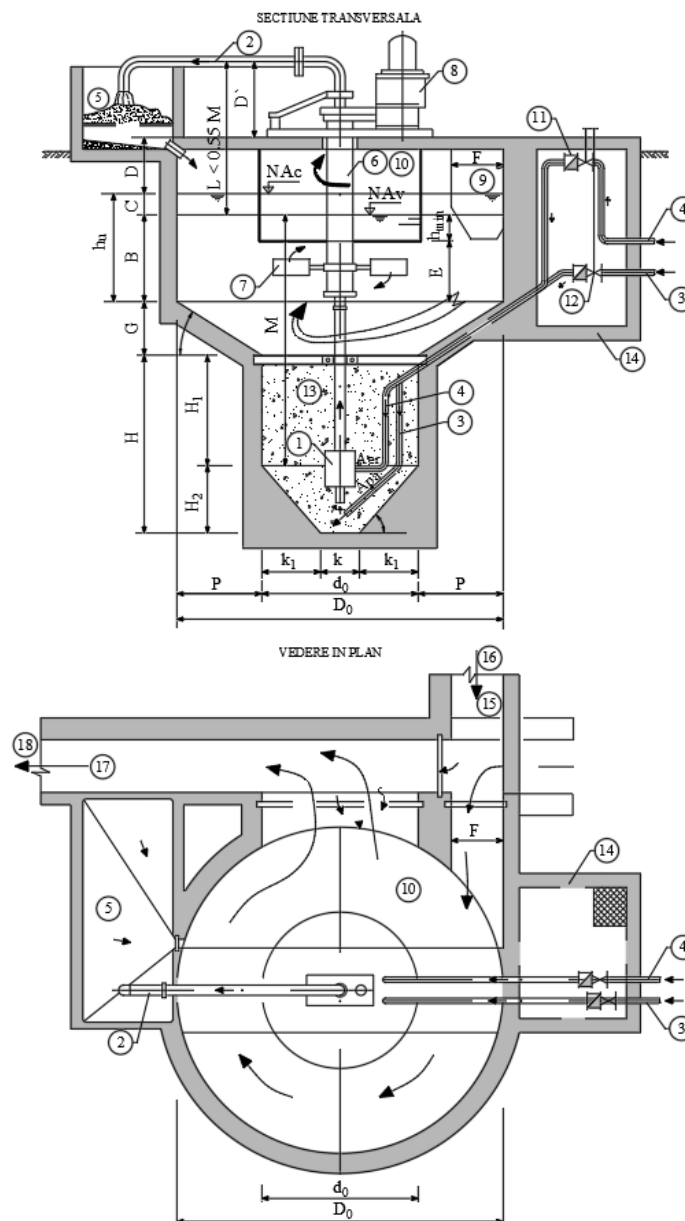


Figura 4.1. Deznisipator orizontal tangențial. Secțiune transversală și plan.

Notății: 1. Air – lift; 2. Conductă de evacuare nisip; 3. Conductă de apă; 4. Conductă de aer comprimat; 5. platformă pentru drenarea nisipului; 6. Tub mobil; 7. Palete; 8. Electromotor; 9. Deschidere de acces a apei în deznisipator; 10. Deschidere de evacuare a apei deznisipate; 11. Clapet antiretur; 12. Vană; 13. Spațiu pentru colectarea nisipului; 14. Cămin de vizitare; 15. Canal de acces; 16. De la grătare; 17. Canal de evacuare a apei deznisipate; 18. Spre debitmetru.

4.6.6.5 Deznisipator cu insuflare de aer

- (1) Denumit și deznisipator aerat, acest obiect tehnologic constă dintr-un canal longitudinal în care se insuflă aer comprimat sub formă de bule fine prin intermediul conductelor perforate, discuri sau plăci cu membrană elastică perforată. Dispozitivul de insuflare este amplasat asimetric în secțiunea transversală, în apropierea unuia dintre pereții bazinului. Mișcarea apei în bazin este de tip elicoidal, nisipul conținut în apa uzată fiind proiectat pe peretele opus zonei de insuflare a aerului; acesta cade de-a lungul acestui perete spre partea inferioară a bazinului unde este reținut într-o rigolă longitudinală al cărui ax este amplasat la $1/3$ din lățimea compartimentului (măsurată de la peretele lângă care se insuflă aerul). Insuflarea aerului se face pe toată lungimea bazinului.
- (2) Parametrii de proiectare recomandați pentru acest tip de deznisipator sunt:

- a. încărcarea superficială; pentru separarea nisipului cu $d \geq 0,25$ mm la o eficiență de peste 85% se consideră:

i. pentru debitul de calcul: $u_s = \frac{Q_c}{A_o} \leq 19 \dots 20$ (mm/s) (4.24)

ii. pentru debitul zilnic maxim: $u_s' = \frac{Q_{uz\ zi\ max}}{A_o} \leq 9 \dots 9,5$ (mm/s) (4.25)

În cazul deznisipatoarelor aerate, $u_s \leq u$, a unei particule de diametru d care sedimentează chiar în condițiile turbulenței existente în bazin.

- b. viteza medie orizontală:

$$V_o = \frac{Q_c}{n \cdot B_1 \cdot H} \leq 0,1 \dots 0,2 \text{ (m/s)} \quad (4.26)$$

în care:

n – numărul de compartimente;

B_1 – lățimea unui compartiment;

H – adâncimea utilă, măsurată între nivelul apei și cota superioară a dispozitivului de insuflare a aerului;

c. raportul dintre lățime și adâncime: $\frac{B_1}{H} = 1,2$ (4.27)

d. suprafața secțiunii transversale: $S_1 = B_1 \cdot H < 15$ (m²) (7.26)

e. raportul dintre lungimea și lățimea deznisipatorului: $m = \frac{L}{B_1} = 10 \dots 15$; (4.28)

- f. viteza de curgere a aerului prin conductele sistemului de aerare se consideră 15 ... 20 m/s;

- g. timpul mediu de staționare a apei în bazin:

i. pentru $Q_c = 2Q_{uz\ or\ max}$: $t = 1 \dots 3$ min.

ii. pentru $Q_c = Q_{uz\ or\ max}$: $t = 5 \dots 10$ min.

- h. debitul specific de aer: $q_{aer} = 0,5 \dots 1,5$ m³ aer/h, m³ volum util;

- i. viteza periferică ”de rulare” a apei, de 0,3 m/s, necesară antrenării nisipului depus spre canalul de colectare, se menține prin reglarea debitului de aer insuflat funcție de debitul de apă vehiculat prin bazin, respectându-se relația:

$$\frac{Q_{aer}}{Q_c} = 0,025 \dots 0,1 \quad (4.29)$$

- j. lățimea unui compartiment se alege funcție de deschiderea podului curățitor;

- k. aerul necesar se asigură de la o stație de suflante.

4.6.6.6 Deznisipator – separator de grăsimi cu insuflare de aer

- (1) Aceasta construcție reunește 2 obiecte tehnologice distincte: deznisipatorul și separatorul de grăsimi.

Avantajele rezultate:

- economie de investiție și de spațiu ocupat;
- reducerea cheltuielilor de exploatare;
- reducerea volumelor de lucrări de construcții.

- (2) Deznisipatorul aerat este identic cu cel descris în § 4.6.5.5, la care ecranul longitudinal este prevăzut, la partea inferioară, cu un grătar din bare verticale pentru disiparea energiei curentului transversal de apă.

- (3) Parametrii de proiectare pentru acest obiect sunt:

- a. debitele de calcul și de verificare:

- i. în procedeul de canalizare separativ:

A. $Q_c = Q_{uz\ or\ max}$;

- B. $Q_v = Q_{uz \text{ or min}};$
- ii. în procedeul de canalizare unitar și mixt:
 - A. $Q_c = 2Q_{uz \text{ or max}};$
 - B. $Q_v = Q_{uz \text{ or min}};$
- b. încărcarea superficială recomandată:
 - i. $u \leq 6 \dots 7 \text{ mm/s}$, pentru Q_c ;
 - ii. $u_s \leq 6 \dots 7 \text{ mm/s}$, pentru Q_v ;
- c. timpul mediu de staționare în bazin:
 - i. pentru Q_c : $t = 2 \dots 5 \text{ min.}$
 - ii. pentru Q_v : $t = 10 \dots 15 \text{ min.}$
- d. debitul specific de aer: $q_{aer} = 0,5 \dots 1,3 \text{ m}^3 \text{ aer/h, m}^3 \text{ volum util};$
- e. raportul debitelor de aer și de apă:

$$\frac{Q_{aer}}{Q_c} = 0,1 \dots 0,22 \quad (4.30)$$

$$\frac{Q_{aer}}{Q_v} = 0,2 \dots 0,5 \quad (4.31)$$

- (4) Grăsimile separate din apă se colectează într-un compartiment situat în zona aval de unde sunt evacuate gravitațional sau prin pompare într-un cămin de colectare a grăsimilor, în bazinul de aspirație al stației de pompare a nămolului sau direct la fermentare, dacă sunt biodegradabile.
- (5) Schema deznisipatorului – separator de grăsimi cu insuflare de aer este dată în Figura 4.2.

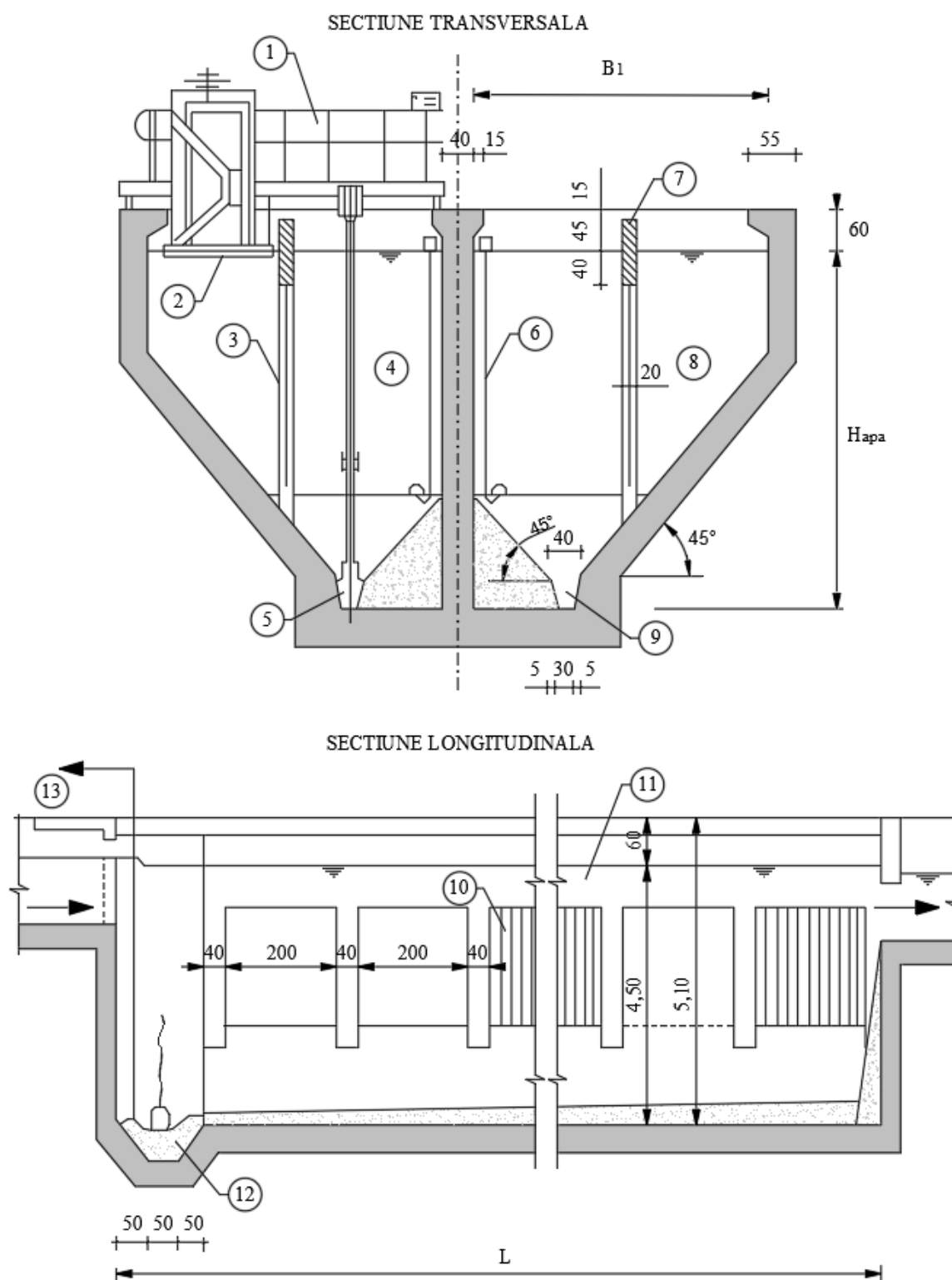


Figura 4.2. Deznisipator – separator de grăsimi cu insuflare de aer.

Notații: 1. Pod curățitor; 2. Lamă pentru grăsimi; 3. Grătar pentru disiparea energiei; 4. Zonă de desnisipare; 5. Lopată; 6. Sistem aerare; 7. Ecran longitudinal; 8. Zonă de separare a grăsimilor; 9. Rigolă pentru nisip; 10. Grătar (pieptene) pentru disiparea energiei; 11. Ecran longitudinal; 12. Bașe pentru nisip; 13. Spre instalația de spălarea nisipului.

4.6.7 Separatoare de grăsimi

- (1) Separatoarele de grăsimi sunt construcții descoperite care utilizează principiul fizic al flotației naturale/artificiale pentru separarea din apă a grăsimilor, uleiurilor, produselor petroliere și a altor substanțe nemiscibile și mai ușoare decât apa.
- (2) Aceste tipuri de separatoare rețin grăsimile aflate în apă sub formă liberă (peliculă sau film) ori sub formă de particule independente formând cu apa emulsii mecanice de tip mediu sau grosier (diametrul particulelor de grăsime $d_p > 50 \mu\text{m}$).
- (3) Prevederea separatoarelor de grăsimi în stațiile de epurare a apelor uzate orășenești este obligatorie în următoarele cazuri:
 - a. când concentrația grăsimilor din apa uzată exprimată prin substanțele extractibile în solvenți organici, este $\geq 20 \text{ mg/dm}^3$ (se ține seama de șocurile de încărcare cu grăsimi, previzibile sau accidentale ale influentului stației de epurare);
 - b. când schema tehnologică a stației de epurare cuprinde treaptă biologică artificială sau naturală.
- (4) În schema tehnologică a stației de epurare, separatorul de grăsimi se amplasează între deznisipatoare și decantoarele primare; deznisiparea apelor uzate în amonte de separatoarele de grăsimi este obligatorie.
- (5) La stațiile de epurare medii ($Q_{uz\text{ zi max}} = 50 \dots 250 \text{ l/s}$) și mari ($Q_{uz\text{ zi max}} > 250 \text{ l/s}$) se recomandă utilizarea deznisipatorului – separator de grăsimi cu insuflare de aer.
- (6) În stațiile de epurare a apelor uzate orășenești se utilizează frecvent următoarele tipuri de separatoare de grăsimi:
 - a. deznisipatoare-separatoare de grăsimi cu insuflare de aer (§ 4.6.5.5);
 - b. separatoare de grăsimi cu insuflare de aer la joasă presiune (0,5 ÷ 0,7 atm.);
 - c. separatoare de grăsimi cu plăci paralele sau cu tuburi înclinate.

4.6.7.1 Debite de dimensionare și verificare

- (1) Debitul de dimensionare și de verificare ale separatoarelor de grăsimi sunt:
 - a. debitul de calcul al separatoarelor de grăsimi este pentru toate procedeele de canalizare:
 $Q_c = Q_{uz\text{ zi max}}$;
 - b. debitul de verificare:
 - i. în procedeu separativ: $Q_v = Q_{uz\text{ or max}}$;
 - ii. în procedeu unitar și mixt: $Q_v = 2Q_{uz\text{ or max}}$.

4.6.7.2 Parametri de proiectare

- (1) Separatoarele de grăsimi se prevăd cu minimum două compartimente în funcțiune. În cazul unor debite de apă uzată sub 50 l/s, se poate admite un singur compartiment, cu obligativitatea prevederii unui canal de ocolire. La proiectarea separatoarelor de grăsimi se ține seama de prevederile STAS 12264.
- (2) Parametrii de proiectare recomandați pentru separatoarele de grăsimi cu insuflare de aer de joasă presiune sunt:
 - a. viteza de ridicare a particulelor de grăsime $v_r = 8 \dots 15 \text{ m/h}$;
 - b. încărcarea superficială:

$$u_s = \frac{Q_c}{A_o} = \frac{Q_c}{n \cdot B_1 \cdot L} \leq v_r \text{ (mm/s)} \quad (4.32)$$

în care:

n – numărul de compartimente în funcțiune;
 B_1 – lățimea unui compartiment, $B_1 = 2,0 \dots 4,5$ m;
 L – lungimea utilă, (m);
 A_o – aria suprafeței orizontale, (m^2);

c. se recomandă raportul $\frac{L}{B_1} \geq 2,5$;

d. timpul mediu de trecere a apei prin separator:

$$t = \frac{V}{Q_c} = \frac{n \cdot S_1 \cdot L}{Q_c} = \frac{L}{v_L} \geq 5 \dots 12 \quad (4.33)$$

în care:

V – volumul util al separatorului de grăsimi, (m^3);

n – numărul de compartimente în funcțiune;

S_1 – aria secțiunii transversale a unui compartiment :

$$S_1 = \frac{B_1 + b}{2} \cdot H \quad (m^2) \quad (4.34)$$

H – adâncimea apei în separator, $H = 1,2 \dots 3,0$ m;

L – lungimea utilă, (m);

v_L – viteza longitudinală de curgere a apei prin separator (valoarea medie pe secțiune)

se calculează cu relația:

$$v_L = \frac{Q_c}{n \cdot S_1} = \frac{L}{t} \quad (cm/s) \quad (4.35)$$

e. viteza longitudinală de curgere trebuie să îndeplinească condiția:

$$v_L \leq 15 \cdot u_s \quad (4.36)$$

f. supraînălțarea h_v a pereților deversori ai jghiaburilor de colectare a grăsimilor peste nivelul apei aferent debitului de calcul, se determină din condiția ca la debitul de verificare, apa să nu depășească creasta acestor pereți deversori iar timpul mediu de trecere a apei prin separator să respecte condiția:

$$t_v = \frac{V_v}{Q_v} = \frac{V + n \cdot B_1 \cdot L \cdot h_v}{Q_v} \geq 4 \dots 5 \text{ min} \quad (4.37)$$

g. cantitatea de aer insuflat este funcție de debitul de apă care se epurează la un moment dat, astfel încât pentru obținerea unei eficiențe ridicate, este necesară reglarea debitului de aer insuflat funcție de mărimea debitului de apă epurat; se prevăd, în acest sens, dispozitive de reglare automată;

h. debitul specific de aer insuflat se consideră (raportarea se face la $Q_{uz \text{ zi max}}$):

- i. $q_{aer} = 0,3 \text{ m}^3 \text{ aer/m}^3 \text{ apă uzată}$ în cazul insuflării aerului sub formă de bule fine și medii prin materiale poroase sau prin dispozitive cu membrană elastică perforată;
- ii. $q_{aer} = 0,6 \text{ m}^3 \text{ aer /m}^3 \text{ apă uzată}$ în cazul insuflării aerului prin conducte perforate.

(3) Utilajul de producere a aerului comprimat (suflyante) se adoptă pentru o presiune relativă de 0,5 – 0,7 at. și pentru un debit de aer:

$$Q_{aer} = q_{aer} \cdot Q_c \quad (m^3/h) \quad (4.38)$$

4.6.8 Decantoare primare

- (1) Decantoarele primare sunt construcții descoperite care au rolul să rețină materiile în suspensie sedimentabile gravimetric care au trecut de deznisipatoare și separatoare de grăsimi.
- (2) Decantoarele primare sunt amplasate în aval de separatoarele de grăsimi sau de treapta de degrosare atunci când separatoarele lipsesc din schema de epurare; în cazul stațiilor de epurare ce

deservesc o canalizare în procedeu unitar sau mixt decantoarele sunt precedate obligatoriu de deznisipatoare, lucru ce se impune și în procedeu separativ pentru debite ce depășesc $3.000 \text{ m}^3/\text{zi}$.

- (3) Substanțele reținute poartă denumirea de nămoluri primare; umiditatea acestor nămoluri este $W_p = 95 \dots 96\%$; în aceste nămoluri sunt conținute și o parte din substanțele organice din apele uzate, astfel încât decantoarele primare rețin odată cu materiile în suspensie și substanțe organice.
- (4) Valorile orientative ale eficiențelor reținerii prin decantare primară a materiilor în suspensie (MTS), a substanțelor organice exprimate prin consumul chimic de oxigen (CCO-Cr), a azotului și a fosforului sunt prezentate în Tabelul 4.8.

Tabelul 4.8. Eficiențele de reținere a principalilor poluanți în funcție de timpul de decantare

e (%)	Timp de decantare ¹⁾		
	0,75 h – 1 h	1,5 h – 2 h	> 2,5 h
$e_{x,CCO}$	30	35	40
e_s	50	60	65
e_N	10	10	10
e_P	10	10	10

¹⁾Timpul de decantare la debitul $Q_{uz\text{ zi med}}$

Sursa: DWA 131 - 2016 - Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen.

- (5) În cazuri justificate tehnic și economic, pe baza încărcării organice a apelor uzate și tehnologia adoptată pentru treapta de epurare biologică, decantoarele primare pot lipsi din schema tehnologică a stației de epurare în următoarele condiții:
- când epurarea se realizează în instalații biologice compacte de capacitate mică (soluție cu bazine de aerare);
 - când apele uzate ce urmează a fi epurate au proveniență exclusiv menajeră și debite $Q_{uz\text{ zi max}}$ până la 200 l/s , iar epurarea biologică se realizează în soluția cu bazine de aerare;
 - când eficiența decantării primare în reținerea MTS prin sedimentare gravimetrică este sub 40% .
- (6) Alegerea tipului de decantor, a numărului de compartimente și a dimensiunilor acestora se face pe baza calculului tehnico-economic comparativ, a cantității și calității apei brute și a parametrilor de proiectare recomandați pentru fiecare caz în parte.

4.6.8.1 Debite de dimensionare și verificare

- (1) Debitul de calcul și verificare a decantoarelor primare sunt:
- debitul de calcul:
 - pentru procedeu separativ: $Q_c = Q_{uz\text{ zi max}}$;
 - pentru procedeu unitar și mixt: $Q_c = Q_{uz\text{ zi max}}$;
 - debitul de verificare:
 - pentru procedeu separativ: $Q_v = Q_{uz\text{ or max}}$;
 - pentru procedeu unitar sau mixt: $Q_v = 2Q_{uz\text{ or max}}$;

4.6.8.2 Parametri de dimensionare a decantoarelor primare

- (1) Numărul de decantoare este de minim 2 unități, ambele utile, fiecare putând funcționa independent.
- (2) Pentru funcționarea corectă a unităților de decantare se impune distribuția egală a debitelor între unitățile respective; aceasta se realizează prin prevederea în amonte de decantoare a unei camere de distribuție a debitelor (distribuitoare); camera de distribuție asigură echirepartiția debitelor prin

realizarea unei deversări neîncăte și a unei alcătuirii constructive care să conducă la evitarea depunerilor în compartimentele camerei respective; ansamblul instalației de decantare se prevede cu un canal de ocolire care să asigure scoaterea din funcțiune, în caz de necesitate, a fiecărei unități de decantare și să asigure preaplinul de siguranță.

- (3) Parametrii de dimensionare a decantoarelor primare sunt:
- debitul apelor uzate (§ 4.6.7.1);
 - viteza de sedimentare a particulelor (u); în lipsa unor date experimentale, u , se va stabili în funcție de eficiența impusă în reținerea suspensiilor (e_s) și de concentrația inițială în suspensii a apelor uzate (c_{uz}), conform Tabelul 4.9.

Tabelul 4.9. Valori ale vitezei de sedimentare.

Nr. crt.	Eficiența reținerii suspensiilor în decantor e_s (%)	Concentrația inițială a suspensiilor (c_{uz})		
		$c_{uz} < 200$ mg/l	200 mg/l $\leq c_{uz} < 300$ mg/l	$c_{uz} \geq 300$ mg/l
		Viteza de sedimentare (u) (m/h)		
1	40 ... 45	2,3	2,7	3,0
2	46 ... 50	1,8	2,3	2,6
3	51 ... 55	1,2	1,5	1,9
4	56 ... 60	0,7	1,1	1,5

- c. încărcarea superficială (u_s) trebuie să respecte condiția:

$$u_s = \frac{Q_c}{A_o} \leq u \quad (4.39)$$

în care:

A_o – suprafața orizontală a luciului de apă din decantor, (m^2);

u – viteza de sedimentare stabilită conform Tabelul 4.8.

- d. viteza maximă de curgere a apei prin decantor:
- pentru decantoarele orizontale: $v_{max} = 10$ mm/s;
 - pentru decantoarele verticale: $v_{max} = 0,7$ mm/s.
- e. timpul de decantare la debitul de calcul (t_{dc}) și de verificare (t_{dv}):
- la debitul de calcul, timpul de decantare se recomandă să fie de minim: $t_{dc} = 1,5$ h;
 - la debitul de verificare, timpul de decantare t_{dv} este de minim:
 - $t_{dv} = 0,5$ h dacă stația de epurare are numai treaptă de epurare mecanică sau dacă decantoarele primare sunt urmate de bazine cu nămol activat iar procedeul de canalizare este unitar sau mixt;
 - $t_{dv} = 1$ h dacă procedeul de canalizare este separativ;
 - $t_{dv} = 1$ h dacă decantoarele primare sunt urmate de filtre biologice.

- (4) Accesul și evacuarea apei din decantor sunt definatorii pentru eficiența procesului de sedimentare. Pentru acces se recomandă prevederea de deflectoare, ecrane semi-scurfundate sau orificii în peretele frontal amonte care să permită repartiția uniformă a firelor de curent pe întreaga secțiune transversală de curgere. Determinarea numărului de deflectoare se face pe baza debitului aferent unui deflector $q_d = 4 \dots 7$ l/s și a distanței dintre acestea $a = 0,75 \dots 1,00$ m, atât pe verticală cât și pe orizontală.
- (5) Evacuarea apei se face, de obicei, prin deversare peste unul sau ambii pereți ai rigolelor de colectare a apei decantate. Pentru realizarea unei colectări uniforme pe toată lungimea de deversare, se prevăd deversoare metalice triunghiulare amovibile pe verticală, care să asigure înălțimea egală a lamei de apă.
- (6) În amonte de peretele deversor al rigolei de colectare a apei limpezite, la 0,30...0,40 m se prevede un ecran semi-scurfundat cu muchia inferioară la 0,25 m sub nivelul minim al apei și muchia superioară la cel puțin 0,20 m deasupra nivelului maxim al apei.

- (7) Evacuarea apei decantate se poate realiza și printr-un colector alcătuit din conductă submersată, cu fante (orificii), care are avantajul de a elimina influența vântului și peretele (ecranul) semi-scufundat și de a reduce substanțial abaterile de la orizontalitate a sistemului de colectare. Curgerea în conductă este cu nivel liber.
- (8) Lungimea deversoarelor se stabilește astfel încât debitul specific de apă pentru 1 m lungime de deversor să nu depășească valorile următoare:
- $q_d^c \leq 60 \text{ m}^3/\text{h.m}$, la Q_c ;
 - $q_d^v \leq 180 \text{ m}^3/\text{h.m}$, la Q_v .
- (9) Când valorile de mai sus sunt depășite, se recomandă creșterea lungimii de deversare prin realizarea de rigole paralele sau, la decantoarele radiale și verticale, prin prevederea de rigole radiale suplimentare. Înălțimea de siguranță (garda hidraulică) a pereților decantorului deasupra nivelului maxim al apei se adoptă de minim 0,3 m.

4.6.8.3 Decantoare orizontale longitudinale

- (1) Sunt bazine din beton armat, de regulă descoperite, cu secțiune transversală dreptunghiulară, având lățimea unui compartiment b_1 , adâncimea utilă h_u și lungimea L (Figura 4.3).
- (2) Admisia apei în decantor se face prin deflectoare sau orificii practicate în peretele despărțitor dintre camera de intrare și compartimentul decantor, sau prin deversare uniformă pe toată lățimea decantorului peste peretele rigolei de aducțiune a apei.
- (3) În partea amonte a bazinului este prevăzută o pâlnie (bașă) pentru colectarea nămolului din care acesta este evacuat hidraulic, prin sifonare sau pompare, continuu sau intermitent, spre construcțiile de prelucrare a nămolului; intervalul de timp dintre două evacuări se stabilește funcție de tehnologia de epurare adoptată și de caracteristicile nămolului, recomandându-se să nu se depășească $4 \div 6$ ore, în scopul evitării intrării în fermentare a nămolului.
- (4) Îndepărtarea nămolului din pâlnie se face prin conducte cu diametrul de minim 200 mm, viteză minimă admițându-se de 0,70 m/s; nămolul depus pe radierul bazinului este dirijat către pâlnia de nămol din amonte, prin intermediul unui pod cu lamă racloare a cărui viteză de deplasare se adoptă $2 \dots 5 \text{ cm/s}$, astfel încât ciclul tur – retur să nu depășească 45 minute și deplasarea podului raclor să nu repună în stare de suspensie nămolul depus pe radier. Curățarea nămolului de pe radier și transportul acestuia spre pâlnia colectoare amonte poate fi realizată și de racloare submersate de tip lanț fără sfârșit (lanț cu racleți), lamele racloare sunt așezate la distanța de 2,0 m, iar viteza de mișcare a lanțului este de $1,5 \dots 4,0 \text{ cm/s}$. Pot fi adoptate și alte tipuri de racloare.
- (5) Pentru lățimi ale compartimentelor de decantare $b_1 > 6 \text{ m}$ se prevăd două pâlnii de colectare a nămolului; lățimea unui compartiment nu va depăși 9 m.
- (6) Pentru evitarea antrenării spumei și uneori a plutitorilor colectați de pe suprafața apei (frunze etc.) odată cu apa decantată, în aval de decantoare se prevăd pereți semi-scufundați amplasați la $0,30 \div 0,50 \text{ m}$ în fața deversoarelor și la $0,25 \div 0,30 \text{ m}$ sub nivelul minim al apei; muchia superioară a acestor pereți se plasează cu minim 0,20 m deasupra nivelului maxim al apei din decantor.
- (7) Materiile plutitoare sunt împinse de lame de suprafață prinse de podul raclor sau de lanțul fără sfârșit și colectate într-un jgheab, așezat în partea aval a decantorului. Printr-o conductă, acestea ajung într-un cămin (rezervor) amplasat în vecinătatea decantorului, fiind apoi evacuate prin vidanjare sau pompare.

4.6.8.3.1 Dimensionarea decantoarelor orizontale longitudinale

(1) Dimensionarea decantoarelor orizontale longitudinale se face utilizându-se următoarele relații de calcul:

a. volumul decantorului:

$$i. \text{ dimensionare: } V_d = Q_c \cdot t_{dc} \text{ (m}^3\text{)} \quad (4.40)$$

$$ii. \text{ verificare: } V_v = Q_v \cdot t_{dv} \text{ (m}^3\text{)} \quad (4.41)$$

în care: Q_c , Q_v , t_{dc} , t_{dv} sunt definiți în paragrafele anterioare;

b. secțiunea orizontală a decantorului:

$$A_o = \frac{Q_c}{u_s} \text{ (m}^2\text{)} \quad (4.42)$$

$$A_o = n \cdot b_1 \cdot L \text{ (m}^2\text{)} \quad (4.43)$$

în care:

u_s – definită în paragraful anterior (Tabelul 4.7);

n – numărul de compartimente de decantare;

L , b_1 – conform Figura 4.3;

c. secțiunea transversală a decantorului:

$$S = \frac{Q_c}{v_o} \text{ (m}^2\text{)} \quad (4.44)$$

$$S = \frac{V_d}{L} \text{ (m}^2\text{)} \quad (4.45)$$

$$S = n \cdot b_1 \cdot h_u \text{ (m}^2\text{)} \quad (4.46)$$

în care:

v_o – viteza orizontală a apei definită în paragraful anterior;

L , b_1 , h_u – conform Figura 4.3;

d. lungimea decantorului:

$$L = v_o \cdot t_{dc} \text{ (m)} \quad (4.47)$$

e. lățimea decantorului (valori recomandate: 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0m):

$$b_1 = \frac{A_o}{n \cdot L} \text{ (m)} \quad (4.48)$$

f. raportul:

$$4 \leq \frac{L}{b_1} \leq 10 \quad (4.49)$$

g. adâncimea utilă a spațiului de decantare:

$$h_u = u \cdot t_{dc} \text{ (m)} \quad (4.50)$$

$$\frac{L}{25} \leq h_u \leq \frac{L}{10} \quad (4.51)$$

h. debitul specific al deversorului (evacuare apă decantată):

$$q_d^c = \frac{Q_c}{n \cdot b_1} \leq 60 \text{ (m}^3\text{/h, m)} \quad (4.52)$$

$$q_d^v = \frac{Q_v}{n \cdot b_1} \leq 180 \text{ (m}^3\text{/h, m)} \quad (4.53)$$

- dacă aceste condiții nu sunt respectate, se prevăd lungimi de deversare suplimentare.

i. cantitatea zilnică de materii solide, exprimată în substanță uscată, în greutate, din nămolul primar este:

$$N_p = e_s \cdot c_{uz} \cdot Q_{uz,zi,med} \text{ (kg/zi)} \quad (4.54)$$

în care: e_s , c_{uz} – definite în Tabelul 4.8.

j. volumul de nămol primar:

$$V_{np} = \frac{N_p}{\gamma_n} \cdot \frac{100}{100 - w_p} \text{ (m}^3\text{/zi)} \quad (4.55)$$

în care:

$\gamma_n = 9,88 \dots 11,76 \text{ (kN/m}^3\text{)}$ - greutatea specifică a nămolului cu umiditatea $w_p = 95 \dots 96 \%$.

- (2) Volumele de nămol reținute în decantorul primar se măresc în schemele de epurare în care se folosește coagulant sau când se trimite în decantor nămol biologic din decantoarele secundare.
- (3) Volumul pâlniilor de nămol se stabilește astfel încât volumul geometric care se realizează (V_{pg}) să fie mai mare sau cel puțin egal cu volumul de nămol dintre două evacuări; evacuarea poate fi realizată continuu dacă nămolul rezultă în cantități mari, sau intermitent, la maxim $4 \div 6$ h spre a se evita intrarea în fermentare a nămolului.
- (4) Notând cu t_{ev} (h) timpul dintre două evacuări, rezultă numărul de evacuări (șarje):

$$n_{ev} = \frac{24}{t_{ev}} \quad (4.56)$$

- (5) Volumul de nămol dintre 2 evacuări aferent unui compartiment de decantare:

$$V_{ev} = \frac{V_{np}}{n_{ev} \cdot n} \quad (\text{m}^3 / \text{evacuare}) \quad (4.57)$$

în care: V_{np} , n_{ev} – definiți anterior; n – numărul de compartimente de decantare;

- (6) Se verifică dacă: $V_{pg} \geq V_{ev}$ (4.58)
- (7) În schemele tehnologice unde în decantorul primar se trimite nămol în exces din decantoarele secundare (în schemele cu bazine cu nămol activat) sau nămol biologic (în schemele cu filtre biologice), atunci volumul pâlniei de nămol V_{pg} se majorează corespunzător.
- (8) Adâncimea totală a decantorului, măsurată în secțiunea mijlocie (la distanța $L/2$ de intrarea apei în decantor) este:

$$H = h_s + h_u + h_n + h_d \quad (\text{m}) \quad (4.59)$$

în care:

h_s – înălțimea zonei de siguranță care se adoptă $0,30 \div 1,00$ m, în funcție de înălțimea lamei racloare, în cazul în care aceasta, în cursa pasivă, este deasupra nivelului apei și de influența valurilor funcție de intensitatea vânturilor, conform SR EN 1991-1-4 Eurocod 1;

h_u – adâncimea utilă a decantorului stabilită cu relația (4.50);

h_n – înălțimea stratului neutru, care desparte spațiul de sedimentare de cel de depunere a nămolului și care se ia de obicei de $0,30$ m;

h_d – înălțimea stratului de depunere, considerat în calcule de $0,20 \dots 0,30$ m;

- (9) Rigolele de colectare a apei limpezite se dimensionează la debitul de verificare Q_v astfel încât în secțiunea cea mai solicitată, viteza să fie de minimum $0,7$ m/s. Sistemul de colectare a apei limpezite trebuie să asigure o colectare uniformă prin deversare în regim neînneecat. În Figura 4.3 sunt prezentate dimensiunile recomandate pentru proiectarea decantoarelor longitudinale orizontale.

Tabelul 4.10. Dimensiuni caracteristice ale decantoarelor orizontale longitudinale.

Nr. crt.	b ₁ (m)	L (m)	A ₀₁ *=b ₁ L (m ²)	b ₂ (m)	b ₃ (m)	b ₄ (m)	h _u (m)	h _s (m)	h _n (m)	h _d (m)	H (m)	E _c (m)	S=b ₁ h (m ²)	V ₀₁ =A ₀₁ *h _u (m ³)	a ₁ (m)
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	3,0	20...30	60...90	2,3	1,10	0,20	1,80	0,40	0,20	0,20	2,60	2,90	5,40	108...162	0,27
2	4,0	25...40	100...160	3,3	1,60	0,45	2,00	0,40	0,20	0,20	2,80	3,90	8,00	195...312	0,27
3	5,0	30...50	150...250	4,3	2,10	0,70	2,20	0,40	0,20	0,20	3,00	4,90	11,00	322...537	0,27
4	6,0	40...55	240...330	5,3	2,60	0,85	2,50	0,40	0,20	0,30	3,40	5,90	15,00	540...835	0,26
5	7,0	45...60	315...420	6,3	3,10	1,20	2,65	0,40	0,20	0,35	3,60	6,90	18,55	835...1130	0,25
6	8,0	50...65	400...520	7,3	3,60	1,45	2,80	0,40	0,20	0,40	3,80	7,90	22,40	1120...1456	0,23
7	9,0	55...70	495...630	8,3	4,10	1,70	2,95	0,40	0,20	0,45	4,00	8,90	26,55	1460...1860	0,23

*A₀₁ – aria orizontală utilă a unui compartiment de decantare;

Notă: Semnificații notații tabel vezi Figura 4.3

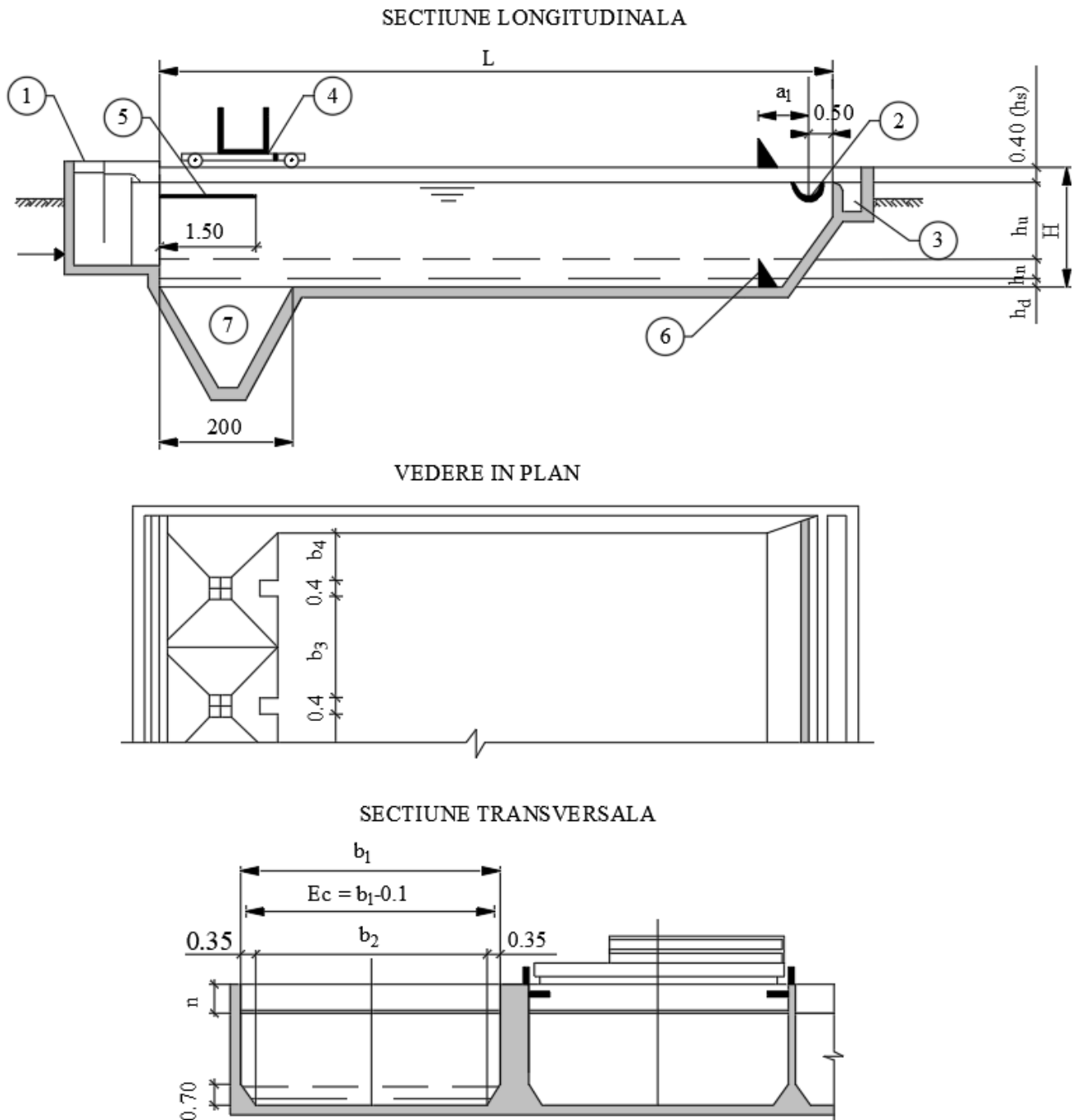


Figura 4.3. Decantor orizontal – longitudinal.

Notații: 1. Sistem de distribuție a apei; 2. Jgheab pentru colectarea materiilor plutitoare; 3. Rigolă pentru colectarea apei decantate cu deversor triunghiular; 4. Pod raclor; 5. Tampon amonte pod raclor; 6. Tampon aval pod raclor; 7. Pâlnie colectoare pentru nămol.

4.6.8.4 Decantare orizontale radiale

- (1) Bazine cu forma circulară în plan, în care apa este admisă central prin intermediul unei conducte prevăzută la debușare cu o pâlnie (difuzor) a cărei muchie superioară este situată la $20 \div 30$ cm sub planul de apă. Apa limpezită este evacuată printr-o rigolă perimetrală sau prin conductă submersată cu fante.

- (2) Curgerea apei se face orizontal după direcție radială, de la centru spre periferie; din conducta de acces, apa iese pe sub un cilindru central semiscufundat, cu muchia inferioară situată la o adâncime sub planul de apă egală cu $2/3$ din înălțimea zonei de sedimentare h_u . În alte variante, apa iese din cilindrul central prin intermediul unor orificii cu deflectoare practicate în peretele acestuia, sau printr-un grătar de uniformizare cu bare verticale. Distribuția uniformă a apei de la centru spre periferie se poate realiza și prin intermediul unui dispozitiv de tip lelea Coandă.
- (3) Cilindrul central, al cărui diametru este de $10 \div 20\%$ din diametrul decantorului, sprijină pe radierul bazinului prin intermediul unor stâlpi.
- (4) La partea superioară a cilindrului central se prevede o structură de rezistență capabilă să preia forțele generate de podul raclor al cărui pivot este amplasat pe structura de rezistență respectivă. Celălalt capăt al podului raclor sprijină pe peretele exterior al bazinului pe roți.
- (5) Podul raclor de suprafață este alcătuit dintr-o grindă cu montanți articulați prevăzuți la partea inferioară cu lame racloare. Acestea curăță nămolul de pe radier și îl conduc către conul central care constituie pâlnia de colectare a nămolului. De aici, nămolul este evacuat prin diferență de presiune hidrostatică, prin sifonare sau prin pompare, spre treapta de prelucrare ulterioară a nămolului. De podul raclor este prins un braț metalic prevăzut cu o lamă racloare de suprafață care împinge grăsimile și spuma de la suprafața apei spre periferie, către un cămin de colectare.
- (6) Prevederile de mai sus nu exclud posibilitatea utilizării de poduri racloare submersate antrenate cu mecanisme speciale.
- (7) Rigola de colectare a apei decantate se amplasează la exteriorul/interiorul peretelui exterior. În primul caz, în peretele exterior al decantorului se practică ferestre prevăzute pe muchia interioară cu deversoare metalice cu dinți triunghiulari, reglabile pe verticală. În fața acestor deversoare, la cca. $30 \div 50$ cm distanță se prevede un perete semiscufundat, de formă circulară în plan, a cărui muchie inferioară este la minim $25 \div 30$ cm sub planul de apă. În cel de-al doilea caz, peretele rigolei dinspre centrul bazinului are coronamentul deasupra nivelului apei, el servind drept perete obstacol pentru spuma și grăsimile de la suprafața apei. Apa decantată trece pe sub rigolă și deversează peste peretele circular exterior al rigolei, prevăzut și el cu deversori triunghiulari amovibili.
- (8) Colectarea în rigolă a apei limpezite se face prin deversare neînecată. Colectarea apei limpezite se poate face și prin conductă submersată cu fante (curgerea apei se face cu nivel liber).
- (9) Radierul decantorului are o pantă de $6 \div 8 \%$ spre centru, iar radierul pâlniei de nămol o pantă de $2:1$. Diametrul decantoarelor radiale este cuprins între 16 și 50 m, iar adâncimea utilă h_u între $1,2$ și $4,0$ m. Viteza periferică a podului raclor variază între 10 și 60 mm/s, realizând $1 \div 3$ rot./h.
- (10) Evacuarea nămolului se poate face continuu în cazul unor volume mari de nămol, sau la intervale de maxim $4 \div 6$ h, prin conducte cu Dn 200 mm prin care viteza nămolului să fie minim $0,7$ m/s.

4.6.8.4.1 Dimensionarea decantoarelor orizontale radiale

- (1) Dimensionarea decantoarelor orizontale radiale se face utilizând următoarele relații de calcul:

a. volumul decantorului:

$$V_d = Q_c \cdot t_{dc} \quad (\text{m}^3) \quad (4.60)$$

$$V_d = Q_v \cdot t_{dv} \quad (\text{m}^3) \quad (4.61)$$

în care: Q_c, Q_v, t_{dc}, t_{dv} sunt definiți în § 4.6.7.2.

- (2) Se adoptă valoarea cea mai mare rezultată din relațiile (4.60) și (4.61);

a. secțiunea orizontală a oglinzii apei:

$$A_0 = \frac{Q_c}{u_s} \quad (\text{m}^2) \quad (4.62)$$

b. adâncimea utilă a spațiului de decantare:

$$h_u = u \cdot t_{dc} \quad (\text{m}) \quad (4.63)$$

Cu aceste elemente, din Tabelul 4.11, se stabilesc dimensiunile efective: D , d_3 , h_u , A_0 , V_d .

Tabelul 4.11. Dimensiuni caracteristice ale decantoarelor orizontale radiale.

Nr. crt.	D (m)	D ₂ (m)	d ₁ (m)	$A_{01}^* = 0,785(D^2 - d_1^2)$ (m ²)	d ₂ (m)	d ₃ (m)	h _s (m)	h _u (m)	h _d (m)	H (m)	D ₁ (m)	B (m)	V _u = A ₀₁ *h _u (m ³)
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	16	14,7	3,0	165	2,6	3,0	0,3	1,6	0,43	1,90	16,14	0,50	264
2	18	16,7	3,0	214	2,6	3,0	0,3	1,6	0,50	1,90	18,14	0,50	343
3	20	18,5	3,0	264	2,6	3,0	0,3	1,6	0,57	1,90	20,14	0,50	423
4	22	20,5	4,0	320	3,6	4,0	0,3	1,6	0,60	1,90	22,14	0,50	512
5	25	23,5	4,0	423	3,6	4,0	0,4	2,0	0,70	2,40	25,14	0,50	846
6	28	26,1	4,0	524	3,6	4,0	0,4	2,0	0,80	2,40	28,14	0,50	1.048
7	30	28,1	4,0	610	3,6	4,0	0,4	2,0	0,87	2,40	30,14	0,50	1.220
8	32	30,1	5,0	695	4,6	5,0	0,4	2,0	0,90	2,40	32,14	0,50	1.390
9	35	33,1	5,0	843	4,6	5,0	0,4	2,0	1,00	2,40	35,14	0,50	1.686
10	40	37,7	6,0	1.091	5,6	6,0	0,4	2,5	1,13	2,90	40,14	0,60	2.728
11	45	42,7	6,0	1.407	5,6	6,0	0,4	2,5	1,30	2,90	45,14	0,60	3.518

*A₀₁ – aria orizontală utilă a unui compartiment de decantare;

Observație:

Pentru diametre D > 45m, se impun întocmite studii prealabile privind regimul de curgere și sistemele de colectare.

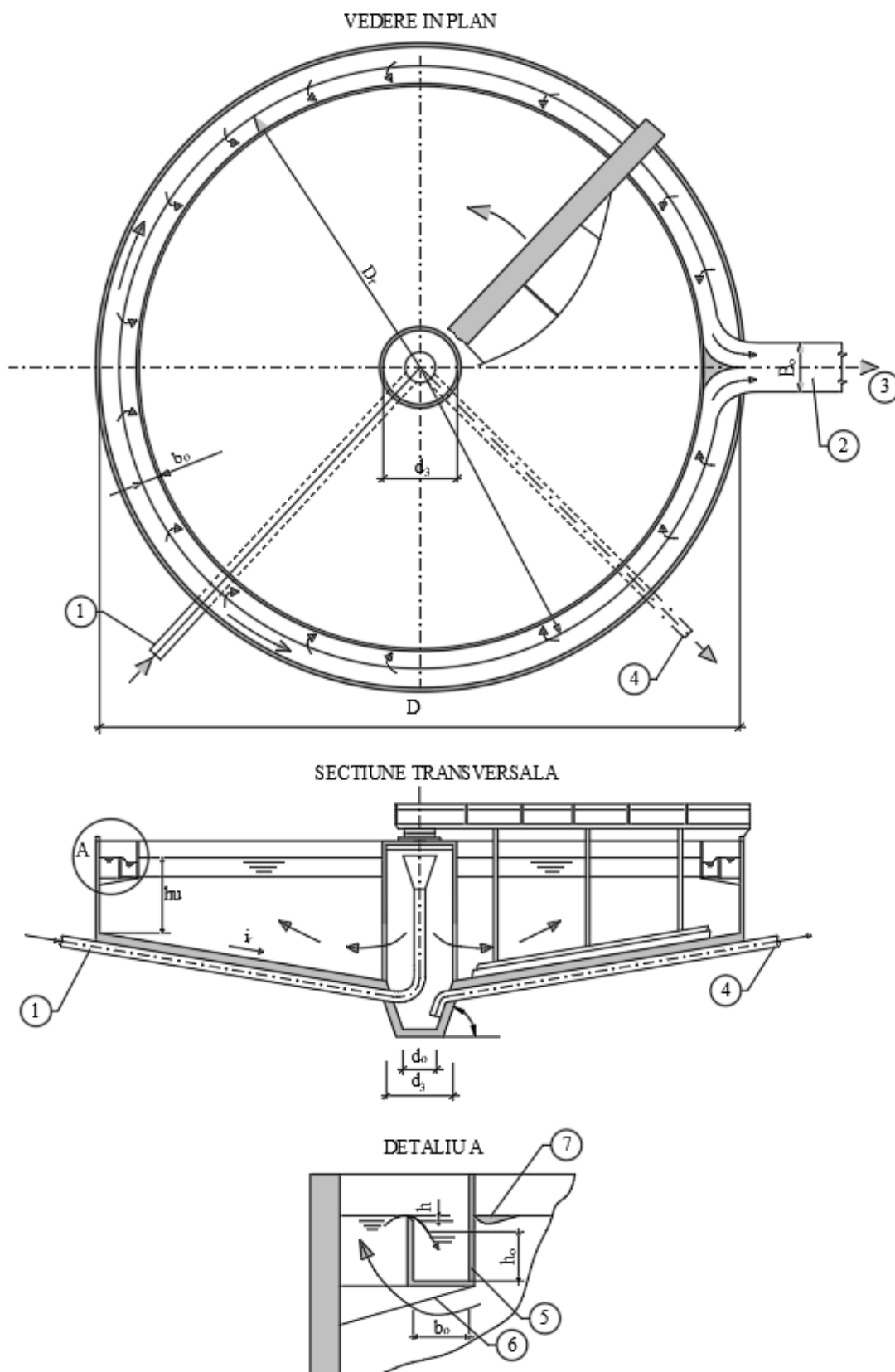


Figura 4.4. Decantor orizontal radial. Vedere în plan și secțiuni caracteristice.

Notații: 1. Apă uzată; 2. Apă decantată; 3. Spre treapta biologică; 4. Evacuare nămol; 5. Rigolă de colectare a apei limpezite; 6. Console de susținere a rigolei de colectare a apei limpezite; 7. Strat de spumă.

(3) După stabilirea dimensiunilor geometrice se verifică respectarea condițiilor următoare:

a. pentru decantoare cu $D = 16 - 30$ m:

$$10 \leq \frac{D}{h_u} \leq 15 \quad (4.64)$$

b. pentru decantoare cu $D = 30 - 50$ m:

$$15 \leq \frac{D}{h_u} \leq 20 \quad (4.65)$$

c. debitul specific deversat trebuie să îndeplinească condițiile (4.66) și (4.67):

$$q_d^c = \frac{Q_c}{\pi \cdot D_r} \leq 60 \text{ (m}^3/\text{h, m)} \quad (4.66)$$

$$q_d^v = \frac{Q_v}{\pi \cdot D_r} \leq 180 \text{ (m}^3/\text{h, m)} \quad (4.67)$$

în care: D_r – diametrul corespunzător peretelui deversor al rigolei;

d. adâncimea decantorului la perete (H_p) și la centru (H_c):

$$H_p = h_s + h_u \text{ (m)} \quad (4.68)$$

$$H_c = h_s + h_u + h_p + h_n \text{ (m)} \quad (4.69)$$

în care:

h_s – înălțimea de siguranță, (m);

h_u – înălțimea utilă, (m);

h_p – diferența de înălțime datorită pantei, (m);

h_n – înălțimea pâlniei de nămol (2 ... 3 m).

(4) Volumul zilnic de nămol primar se determină conform relației (4.55) din § 4.6.7.3.1 și apoi se stabilesc durata dintre 2 evacuări, dimensiunile necesare pentru pâlnia de nămol, conductele și modul de evacuare a nămolului (prin diferență de presiune hidrostatică, pompare).

4.6.8.5 Decantoare cu etaj

- (1) Sunt utilizate pentru colectivități sub 10.000 locuitori sau debite $Q_{uz,max,zi} < 15 - 20 \text{ dm}^3/\text{s}$, în soluția cu epurare extensivă precedată de epurare primară.
- (2) Decantoarele cu etaj sunt construcții cu forma în plan circulară sau patrată care au rolul de decantare a apei și de fermentare a nămolului reținut.
- (3) Decantarea se realizează în jgheaburi longitudinale (asimilate decantoarelor orizontale – longitudinale) cu secțiunea transversală de forma indicată în Figura 4.5.

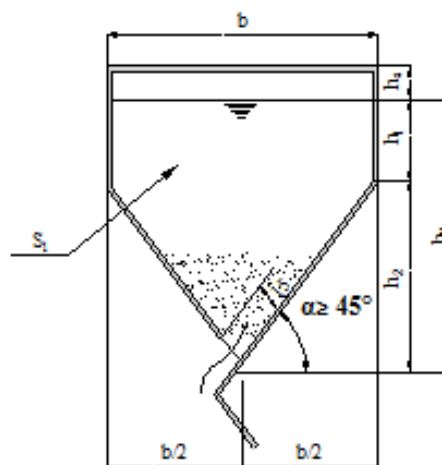


Figura 4.5. Secțiune transversală prin jgheabul de decantare al apei.

- (4) Fermentarea se realizează la partea inferioară a jgheaburilor, fermentarea este de tip anaerob în regim crioofil (la temperatura mediului ambiant).
- (5) Dimensiunile recomandate pentru jgheaburi sunt:
- $$b = 1,0 \dots 2,5 \text{ m pentru } h_u = 2,0 \dots 2,5 \text{ m}$$
- (6) Înclinarea față de orizontală a pereților jgheabului: $\alpha \geq 45^\circ$.
- (7) Dimensionarea jgheaburilor se face după metodologia și parametrii recomandați la decantoarele orizontale longitudinale (conform cap. 4.6.7.3).
- (8) Diametrul unei unități de decantare D depinde de:
- cantitatea de nămol necesar a fi acumulată și supusă unui timp determinat de fermentare (criofilă);
 - realizarea parametrilor (încărcarea hidraulică și timpul de decantare) pentru jgheabul cu $L = D$ amplasat deasupra spațiului de colectare a nămolului;
- (9) Suprafața luciului de apă neocupată de jgheaburi (aria liberă A_1) trebuie să fie mai mare de 20% din suprafața orizontală totală a unității de decantare.
- (10) În cazul stațiilor de epurare din localități rurale, prevăzute cu decantoare cu etaj, prin închiderea cu planșee a zonelor neocupate de jgheaburi, se poate capta și colecta gazul de fermentare (biogazul).
- (11) La partea inferioară a jgheaburilor, se lasă prin construcție o fantă longitudinală de 15 ... 25 cm lățime, pereții fiind petrecuți pe o distanță de 15 cm. Nămolul depus în jgheaburi curge prin această fantă în zona inferioară de colectare și fermentare.
- (12) Admisia și evacuarea apei în, și din jgheaburi, se realizează prin pereții frontali prevăzuți cu deversori metalici triunghiulari, reglabili pe verticală în scopul uniformizării curgerii.
- (13) Adâncimea totală a decantorului nu depășește 6 – 7 m. Funcție de natura terenului de fundație și de prezența apei subterane decantoarele cu etaj pot fi construite sub formă de cuvă sau cheson, utilizându-se betonul armat.
- (14) Proiectarea decantoarelor cu etaj:
- se determină volumul spațiului de fermentare:

$$V_F = \frac{m \cdot N}{1000} \quad (\text{m}^3) \quad (4.70)$$

în care:

m – capacitatea specifică de fermentare conf. Tabelul 4.12, ($\text{dm}^3/\text{loc.}, \text{an}$);

N – numărul de locuitori.

Tabelul 4.12. Capacitatea specifică și durata de fermentare funcție de temperatura medie anuală a aerului.

Nr. crt.	Temperatura medie anuală a aerului ($^\circ\text{C}$)	Capacitatea specifică m (l/loc)	Timpul de fermentare T_f (zile)
1	7	75	150
2	8	65	120
3	10	50	90

- se adoptă dimensiunile decantorului cu etaj pentru acumularea volumului de fermentare în 1,2 sau 4 unități de decantare cu etaj. Înălțimea (adâncimea) de acumulare a nămolului nu va depăși $h_n \leq 3 \dots 4 \text{ m}$;
- pe baza diametrului ales se adoptă lățimea jgheabului și se verifică relația:

$$u_s = \frac{Q_c}{n \cdot b_j \cdot L_j} \leq u \quad (4.71)$$

în care:

- u_s – încărcarea specifică , (m/h);
- Q_c – debitul de calcul, $Q_{uz,zi,max}$, (m^3/zi);
- b_j – lățimea jgheabului, (m);
- L_j – lățimea jgheabului, (m);
- u – viteza de sedimentare conform Tabelul 4.7 § 4.6.7.2.

- d. se adoptă dimensiunile jgheabului după verticală: h_1, h_2, h_u ; $h_u - 2,0 \dots 2,5m$;
- e. se verifică viteza orizontală efectivă:

$$v_o = \frac{Q_c}{n_j \cdot S_j} \leq v_o = 10 \quad (\text{mm/s}) \quad (4.72)$$

- f. se determină timpii de decantare la debitul de calcul și de verificare conform cu expresia:

$$T = \frac{V_{jgheab}}{Q} = \frac{n_j \cdot S_j \cdot L_j}{Q} \quad (\text{h}) \quad (4.73)$$

- i. $T > 1,5$ h pentru Q_c ;
- ii. $T > 0,5$ h pentru Q_v .

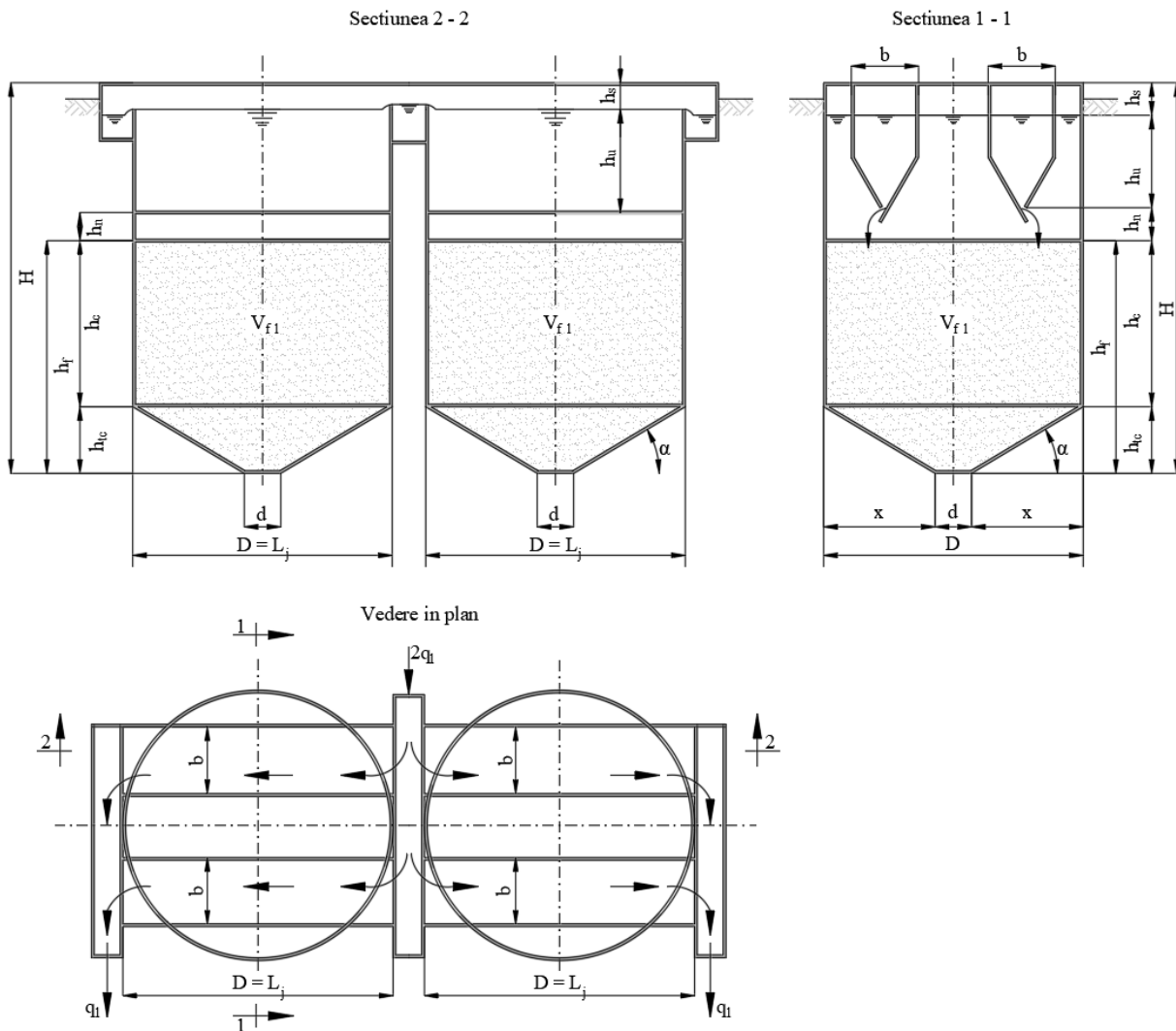


Figura 4.6. Decantare cu etaj. Dispoziție în plan și secțiuni caracteristice.

- (15) Evacuarea nămolului din zona de fermentare a decantoarelor cu etaj se realizează prin pompare; se dotează fiecare cuvă cu o electropompă submersibilă montată în partea de jos a zonei de fermentare (Figura 4.7).
- (16) Se adoptă măsuri constructive pentru a se schimba periodic sensul de curgere a apei din jgheaburi pentru a se echilibra volumul de nămol din cele două bazine.

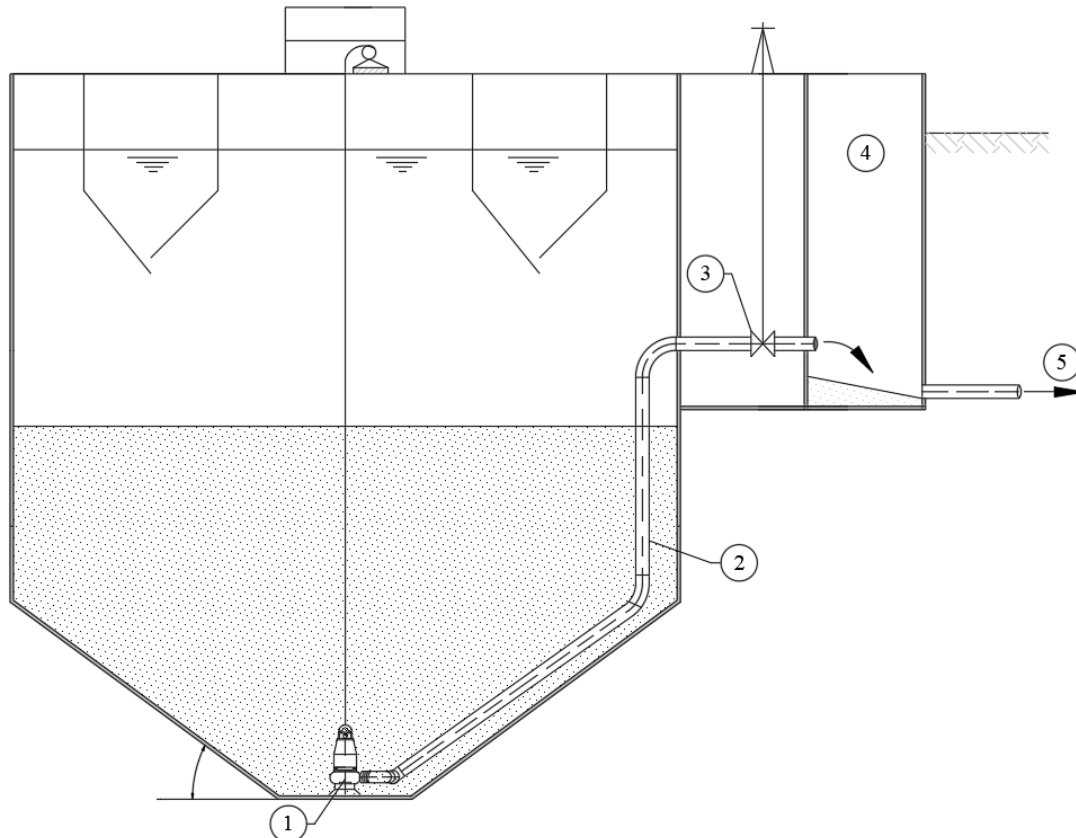


Figura 4.7. Decantor cu etaj - Sistem de evacuare nămol.

Notații: 1. Electro-pompa submersibila; 2. Conducta de refulare; 3. Vana; 4. Camera umeda; 5. Spre deshidratare.

4.6.9 Stații de pompare apă uzată din stațiile de epurare

- (1) Stațiile de pompare se folosesc în stațiile de epurare pentru ridicarea apelor uzate sau epurate la cote care să permită curgerea între obiectele tehnologice de pe linia apei sau în emisar, în situațiile când datorită fluxului tehnologic al stației de epurare sau variației nivelurilor de apă în emisar nu se dispune în permanență de diferența de nivel necesară pentru asigurarea curgerii gravitaționale.
- (2) Prescripțiile prezentului normativ se aplică pentru stațiile de pompare echipate cu pompe cu ax orizontal, cu pompe cu ax vertical, cu pompe submersibile și cu transportoare hidraulice (șnecuri).
- (3) Pentru necesitatea stației de pompare influent în stația de epurare se întocmește o evaluare tehnico – economică în care se ia în considerare:
- amplasarea primelor obiecte din stația de epurare la cote joase fără stație de pompare influent;
 - stație de pompare influent cu ridicarea obiectelor din stația de epurare.
- (4) Analiza se efectuează integral pentru linia apei astfel încât să se asigure un flux gravitațional în stația de epurare cu max. o singură stație de pompare.
- (5) Elementele componente care alcătuiesc stațiile de pompare sunt:

- a. echipamente hidromecanice de bază, constituite din grupuri de pompă și motor electric de acționare a pompei;
- b. instalație hidraulică alcătuită din conducte de aspirație și conducte de refulare aferente stației și grupurilor de pompare, armături destinate manevrelor de închidere-deschidere și de reglare a sensului de curgere a apei, dispozitive de atenuare a loviturii de berbec, instalații, instalații de golire și epuismențe;
- c. echipamente de măsurare a parametrilor hidroenergetici ai stației de pompare;
- d. echipamente electrice compuse din: circuite de forță, circuite de iluminat, instalații de protecție, instalații de măsurare, control și comandă;
- e. instalații și dispozitive de ridicat destinate manevrării pieselor grele în perioada efectuării operațiilor de mentenanță;
- f. instalații de ventilare, instalații de încălzire și instalații sanitare;
- g. instalații de telecomunicații și dispecerizare;
- h. clădirea stației de pompare care adăpostește echipamentele și instalațiile;
- i. zona de protecție sanitară.

4.6.9.1 Amplasarea stațiilor de pompare

- (1) Amplasarea stației de pompare pentru ape uzate în cadrul unei stații de epurare:
 - a. se poate face la intrarea în stație, în fluxul tehnologic;
 - b. la ieșirea din stație, înainte de evacuarea apelor epurate în emisar;
 - c. amplasamentul optim se definitivează în urma unui calcul tehnico-economic comparativ;
 - d. în interiorul stațiilor de epurare mijlocii și mari se recomandă cel mult o pompare a apelor uzate, exceptând stațiile de epurare mici și foarte mici unde pot exista soluții optime și cu mai multe pompări pe linia apei.
- (2) Când stația de pompare este impusă de nivelurile ridicate ale apei emisarului, ea trebuie concepută astfel încât să permită evacuarea gravitațională a apei epurate ori de câte ori nivelurile apei din emisar permit acest lucru; în general varianta optimă este ca stația de pompare la ieșirea din stația de epurare să funcționeze nepermanent, numai la nivele mari în emisar.
- (3) Dacă stația de pompare este amplasată la intrarea în stația de epurare și este echipată cu pompe cu ax orizontal, cu pompe cu ax vertical sau cu pompe submersibile, aceasta trebuie precedată de grătare, deznisipatoare și dacă tehnic și economic se dovedește avantajos, și de separatoare de grăsimi. Dacă stația de pompare este echipată cu transportoare hidraulice, aceasta poate fi amplasată și în amonte de grătare.
- (4) Proiectarea tehnologică a stațiilor de pompare pentru apele uzate din cadrul stației de epurare se face cu respectarea prevederilor STAS 12594 și în conformitate cu prevederile cap. 3.4.7 din prezentul volum.

4.6.9.2 Parametri de proiectare

- (1) Parametrii principali de proiectare tehnologică a stației de pompare sunt:
 - a. debitul pompat Q_p , (m^3/h);
 - b. înălțimea de pompare, H_p , reprezentând suma dintre înălțimea geodezică, pierderile de sarcină pe conductele de aspirație și refulare și diferența dintre înălțimile cinetice la ieșirea și intrarea în pompă, (m);
 - c. calitatea apei pompată (temperatura, conținutul de materii în suspensie, vâscozitatea).

- (2) Programul de funcționare automată a stației de pompare urmărește realizarea unui grafic de funcționare a pompelor propuse cât mai apropiat de graficul de variație a debitului influent, astfel încât volumul util al bazinului de recepție să rezulte minim.
- (3) Intervalul de timp dintre două porniri ale aceleiași pompe trebuie să fie de minim 10 minute. Micșorarea acestui interval se face numai dacă furnizorul pompei garantează prin fișa utilajului, acest lucru.
- (4) Timpul de acumulare a apelor uzate corespunzător $Q_{uz\ or\ max}$ în bazinul de recepție în cazul în care nu se cunoaște graficul de variație a debitului influent, se consideră după cum urmează:
- 2 ... 10 min. la stațiile de pompare automatizate;
 - 0,5 ... 1,0 h la stațiile de pompare neautomatizate.
- (5) Se recomandă ca stațiile de pompare neautomatizate să fie prevăzute pe cât posibil numai în cazuri izolate.
- (6) Numărul agregatelor de rezervă se consideră astfel:
- până la 3 pompe în funcțiune, 1 pompă de rezervă;
 - de la 4 la 7 pompe în funcțiune, două pompe de rezervă;
 - peste 7 pompe în funcțiune, trei pompe de rezervă.
- (7) În cazul pompelor submersibile glisând pe tije verticale, în funcție de greutatea pompelor, a importanței procesului tehnologic etc., pompa de rezervă poate fi montată în stația de pompare, sau păstrată ca “rezervă rece” în magazie.
- (8) Alegerea pompelor se face în funcție de debitul necesar a fi pompat, de înălțimea de pompare necesară, de domeniul de utilizare a pompelor recomandat de furnizorul acestora, de caracteristicile pompelor și de caracteristica conductei de refulare, de eventualele extinderi etc.
- (9) La stațiile de pompare echipate cu transportoare hidraulice, alegerea acestora se face din catalogul firmelor producătoare în funcție de debitul necesar a fi pompat și de înălțimea de pompare necesară.
- (10) Stațiile de pompare echipate cu pompe cu ax orizontal, cu ax vertical sau submersibile sunt, de regulă, construcții închise, cu excepția bazinului de recepție care poate fi, în unele cazuri o construcție deschisă.
- (11) La pompele submersibile sau la cele cu ax vertical, se respectă înecarea minimă prescrisă de furnizorul pompelor respective. În lipsa acestei indicații, se recomandă ca întreg corpul pompei să fie sub nivelul minim al apei din bazinul de recepție.
- (12) În cazul pompelor cu ax orizontal, cota axului pompei se stabilește sub nivelul minim al apei din bazinul de recepție.
- (13) Amplasarea agregatelor în interiorul construcției stației de pompare se face cu respectarea distanțelor minime dintre agregate, între acestea și pereți sau tablourile electrice și cu asigurarea unor spații de circulație în interiorul stației (Tabelul 4.13). Aceste distanțe permit proiectantului stabilirea gabaritelor necesare pentru clădirea stației de pompare. În același scop, se ține seama și de spațiile necesare realizării instalației hidraulice pe aspirația și refularea pompelor.

Tabelul 4.13. Distanțe minime recomandate la amplasarea echipamentelor în stațiile de pompare apă uzată

Nr. crt.	Distanța	Pompă cu ax orizontal	Pompă cu ax vertical	Pompă submersibilă
		Distanța minimă (m)		
1	Între perete și părțile proeminente ale agregatelor de pompare	0,8	0,8	0,8
2	Între perete și postamentul agregatului de pompare	1,0	-	-

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL II
SISTEME DE CANALIZARE
CAPITOLUL 4
Stații de epurare

Nr. crt.	Distanța	Pompă cu ax orizontal	Pompă cu ax vertical	Pompă submersibilă
		Distanța minimă (m)		
3	Între postamentele agregatelor de pompare așezate paralel	Lățimea postamentului agregatului de pompare, dar min. 1 m	-	-
4	Între agregatul de pompare și tabloul electric, în cazul alimentării: - pe tensiune de 380 V - pe tensiune de 6 kV	1,5	1,5	-
		2,0	2,0	-
5	Lățimea spațiului de circulație la stațiile de pompare cu debite: - sub 1 m ³ /s - peste 1 m ³ /s	1,5	1,5	-
		2,5	2,5	-

- (14) La proiectarea construcției stațiilor de pompare se prevăd golurile necesare în planșee și pereți având laturile cu cel puțin 20 cm mai mari decât dimensiunile agregatului sau subansamblului care se introduce sau se scoate din stație în scop de montaj, reparații sau înlocuire.
- (15) Dacă stația de pompare este prevăzută cu instalații de ridicat, înălțimea sălii pompelor sau sălii motoarelor se determină astfel încât între piesa ridicată și celelalte agregate să existe în timpul transportului sau manevrării o distanță de siguranță de minim 0,50 m.
- (16) Înălțimea sălii pompelor sau sălii motoarelor de la stațiile de pompare echipate cu pompe cu ax orizontal sau ax vertical, unde nu există instalații de ridicat, este de minimum 3,0 m.
- (17) La stațiile de pompare echipate cu pompe submersibile, suprastructura (sala pompelor sau sala motoarelor) poate lipsi.
- (18) În cazurile în care greutatea G a celui mai greu agregat sau subansamblu component depășește 0,1t, instalațiile de ridicat se prevăd după cum urmează:
- dispozitiv mobil demontabil, pentru $0,1 t < G \leq 0,3 t$;
 - monoșină cu palan manual, pentru $0,3 t < G \leq 2,0 t$;
 - grindă rulantă cu cărucior și palan manual, pentru $G > 2,0 t$.
- (19) Distanțele instalațiilor de ridicat față de pereți, planșeu și agregatele de pompare trebuie să respecte prescripțiile I.S.C.I.R.
- (20) Postamentul pompelor cu ax orizontal are înălțimea de min. 25 cm peste pardoseală, în scopul protecției motorului electric de eventualele scurgeri de apă datorate neetanșeității îmbinărilor sau trecerilor conductelor prin pereți.
- (21) Pentru colectarea pierderilor de apă din instalații, pardoseala se amenajează cu pantele și rigolele de scurgere necesare. Apa este condusă spre o bașă de unde, o pompă de epuismet refulează apa în bazinul de recepție, în conducta de preaplin sau în conducta de golire a bazinului de recepție în caz de avarii.
- (22) La proiectarea instalațiilor hidraulice aferente stațiilor de pompare trebuie avute în vedere următoarele:
- conductele de aspirație și refulare să fie rezemate sau susținute corespunzător pentru a nu produce solicitări mecanice în flanșele de racordare a agregatelor de pompare;
 - instalația hidraulică să fie astfel concepută încât în timpul exploatarei să se permită un acces ușor la pompe, să se poată demonta un agregat fără a demonta conductele și fără a opri funcționarea celorlalte agregate;
 - pentru a înlesni demontarea pompelor se prevede cel puțin un compensator de montaj pe conducta generală de refulare. Pe refularea fiecărei pompe se montează obligatoriu, în sensul

- refulării, clapet antiretur și robinet de închidere (vană de izolare). În cazul pompelor cu funcționare independentă (având conducte de refulare individuale de înălțime și lungime redusă), clapetul antiretur și robinetul de închidere, pot lipsi;
- d. lungimea conductelor de aspirație să fie cât mai scurtă, în scopul reducerii la minimum a pierderilor de sarcină pe aspirație (se recomandă ca acestea să nu depășească 1,0 m);
- e. conductele de aspirație se realizează în pantă de cel puțin 5‰ spre pompe, racordarea cu pompele cu ax orizontal sau cu ax vertical amplasate în cameră uscată făcându-se cu reducții asimetrice în scopul evitării formării pungilor de aer;
- f. pozarea conductelor de aspirație și refulare se recomandă a se face deasupra pardoselii; în cazul pozării sub nivelul pardoselii, conductele se vor amplasa în canale acoperite cu dale sau grătare demontabile.
- (23) Dimensiunile interioare ale acestor canale cu lățimea B și adâncimea H se stabilesc funcție de diametrul conductelor, astfel:
- a. pentru $D_n \leq 400$ mm, $B = D_n + 600$ mm,
 $H = D_n + 400$ mm.
- b. pentru $D_n > 400$ mm, $B = D_n + 800$ mm,
 $H = D_n + 600$ mm.
- (24) La montarea mai multor conducte în paralel, în același canal, distanța dintre pereții conductelor este:
- a. la îmbinarea cu flanșe:
- i. minim 500 mm pentru $D_n \leq 400$ mm,
- ii. minim 700 mm pentru $D_n > 400$ mm.
- b. la îmbinarea prin sudură:
- iii. minim 600 mm pentru $D_n \leq 400$ mm,
- iv. minim 700 mm pentru $D_n > 400$ mm.
- (25) Dimensionarea hidraulică a conductelor instalației de pompare se face pentru valorile vitezei apei prin conducte prezentate în următorul tabel.

Tabelul 4.14. Viteze recomandate pe conductele de aspirație și pe conductele de refulare.

Nr. crt.	Diametrul conductei (mm)	Viteza apei (m/s)	
		Conducte de aspirație	Conducte de refulare
1	< 250	0,7 ... 0,8	1,0 ... 1,1
2	≥ 250	0,9 ... 1,0	1,2 ... 1,3

- (26) Pentru evitarea înghețării apei în conductele instalației de pompare în perioadele de întrerupere a funcționării stației, se va prevedea posibilitatea de golire a tuturor conductelor.
- (27) Alimentarea cu energie electrică a stațiilor de pompare pentru ape uzate se face din sistemul energetic național prin linii electrice și posturi de transformare comune și pentru celelalte obiecte tehnologice ale stației de epurare. Alimentarea cu energie este esențială în funcționarea stației de pompare. Când este cazul se asigură sursă de rezervă.
- (28) Instalațiile electrice aferente bazinelor de aspirație se proiectează conform reglementărilor tehnice specifice în vigoare privind protecția antiexplozivă și antideflagrantă. În spațiile cu umiditate ridicată, instalațiile electrice de iluminat se realizează pentru tensiune nepericuloasă (12 ... 24 V).

- (29) Necesitatea și gradul de automatizare a fiecărei stații de pompare se analizează pentru fiecare caz în parte, urmărindu-se aspectul calitativ al supravegherii și al conducerii procesului tehnologic, precum și cel de eficiență.
- (30) În cazul prevederii automatizării funcționării agregatelor de pompare, trebuie să se aibă în vedere corelarea regimului tehnologic de funcționare a stației de pompare cu regimul de funcționare pentru care sunt construite motoarele de antrenare a pompelor, astfel încât acestea să nu fie suprasolicitate în cazul pornirii lor la intervale scurte.
- (31) Sala pompelor se prevede, în general, fără instalații de încălzire; acestea se prevăd numai în situații speciale precizate în reglementările tehnice specifice după care se face și proiectarea lor. În aceste cazuri, încălzirea se face cu apă caldă sau cu aburi de joasă presiune. Conductele de transport a agentului termic nu trebuie să fie amplasate în zone în care se pot acumula gaze cu pericol de explozie.
- (32) În cazul stațiilor de pompare care au încăperi anexe (atelier de întreținere, grup sanitar, încăperi separate pentru instalații electrice) se asigură, prin încălzire, temperaturile normate.
- (33) Stațiile de pompare, cu excepția celor echipate cu transportoare hidraulice, se prevăd cu instalații de ventilație mecanică separate pentru sala pompelor și pentru bazinul de aspirație.
- (34) Instalația de ventilație la sala pompelor trebuie să asigure 20 ... 25 schimburi de aer pe oră, în perioada în care personalul de exploatare lucrează în stație.
- (35) Pentru evitarea accidentelor în situațiile ocazionale în care personalul de întreținere și exploatare trebuie să intervină în interiorul bazinului de aspirație deschis sau închis (acoperit), se prevede o instalație de ventilație mobilă pentru introducerea de aer proaspăt la locul de intervenție și posibilitatea de evacuare a aerului viciat în atmosferă.
- (36) Pentru bazinele de aspirație închise, pot fi prevăzute suplimentar și instalații de exhaustare fixe, în afara instalației de ventilație naturală și a instalațiilor de ventilație mobile. Ventilatoarele pentru exhaustare se amplasează numai în exterior.
- (37) Proiectarea instalațiilor de ventilație se face cu respectarea prevederilor reglementărilor tehnice specifice privind protecția antiexplozivă și antideflagrantă.
- (38) La stațiile de pompare din cadrul stațiilor de epurare nu se prevăd spații pentru depozitare și reparații, acestea prevăzându-se în cadrul depozitului și atelierului pentru întreaga stație de epurare.
- (39) Proiectul de execuție al stației de pompare conține măsurile necesare pentru protecția muncii ca:
- balustrade;
 - legarea la pământ a părților metalice care ar putea intra accidental sub tensiune;
 - instalații de iluminat la tensiune nepericuloasă;
 - instalații de ventilație mecanică;
 - prevederile din reglementările specifice de protecție a muncii pe care executantul și beneficiarul trebuie să le respecte în timpul execuției și exploatării.
- (40) Exploatarea stațiilor de pompare se face conform instrucțiunilor de exploatare, care conțin și măsurile de protecția muncii, indicându-se, în detaliu, toate operațiile pe care personalul trebuie să le efectueze în acest sens.
- (41) Pentru evidența continuă a debitelor de ape uzate sau epurate pompate și pentru indicarea nivelului apei în bazinul de recepție, se prevăd aparate de măsură și control corespunzătoare.

4.7 Proiectarea obiectelor tehnologice din treapta de epurare biologică / treapta de epurare avansată**4.7.1 Bilanțul general de substanțe pe linia apei**

(1) Bilanțul de substanțe pe linia apei se calculează la debitul de calcul $Q_c = Q_{uz\text{ zi med}}$.

4.7.1.1 Cantități de substanță influente în stația de epurare

(1) Pentru MTS:

$$N_i = \frac{c_{uz}}{1000} \cdot Q_c \quad (\text{kg s. u./zi}) \quad (4.74)$$

în care:

c_{uz} – concentrația MTS influentă în stația de epurare, (mg/l);

Q_c – debitul de calcul, (m^3/zi).

(2) Pentru CBO_5 :

$$C_i = \frac{x_{5uz}}{1000} \cdot Q_c \quad (\text{kg /zi}) \quad (4.75)$$

în care:

x_{5uz} - concentrația CBO_5 din apa uzată influentă în stația de epurare, ($\text{mg O}_2/\text{l}$);

Q_c – debitul de calcul, (m^3/zi).

(3) Pentru CCO-Cr :

$$C_{i,\text{CCO}} = \frac{x_{\text{CCO}}}{1000} \cdot Q_c \quad (\text{kg /zi}) \quad (4.76)$$

în care:

x_{CCO} - concentrația CCO-Cr din apa uzată influentă în stația de epurare, ($\text{mg O}_2/\text{l}$);

Q_c – debitul de calcul, (m^3/zi).

(4) Pentru N_T :

$$K_N^i = \frac{c_N}{1000} \cdot Q_c \quad (\text{kg /zi}) \quad (4.77)$$

în care:

c_N - concentrația de azot total din apa uzată influentă în stația de epurare, (mg/l);

Q_c – debitul de calcul, (m^3/zi).

(5) Pentru P_T :

$$K_P^i = \frac{c_P}{1000} \cdot Q_c \quad (\text{kg /zi}) \quad (4.78)$$

în care:

c_P - concentrația de fosfor din apa uzată influentă în stația de epurare, (mg/l);

Q_c – debitul de calcul, (m^3/zi).

4.7.1.2 Concentrații ale substanțelor poluante influente în treapta biologică

(1) Concentrația materiilor totale în suspensie:

$$c_{uz}^b = (1 - e_s) \cdot c_{uz} \quad (\text{mg/l}) \quad (4.79)$$

în care:

e_s – eficiența decantării primare în reținerea MTS, (%);

c_{uz} – concentrația MTS influentă în stația de epurare, (mg/l).

(2) Concentrația materiilor organice biodegradabile:

$$x_{5uz}^b = (1 - e_x) \cdot x_{5uz} \text{ (mg O}_2\text{/l)} \quad (4.80)$$

în care:

e_x – eficiența decantării primare în reținerea CBO₅, (%);

x_{5uz} – concentrația CBO₅ din apa uzată influentă în stația de epurare, (mg O₂/l).

(3) Concentrația materiilor organice:

$$X_{CCO}^b = (1 - e_{x,CCO}) \cdot X_{CCO} \text{ (mg O}_2\text{/l)} \quad (4.81)$$

în care:

$e_{x,CCO}$ – eficiența decantării primare în reținerea CCO-Cr, (%);

X_{CCO} – concentrația CCO-Cr din apa uzată influentă în stația de epurare, (mg O₂/l).

(4) Concentrația în azot total:

$$c_N^b = (1 - e_N) \cdot c_N \text{ (mg/l)} \quad (4.82)$$

în care:

e_N – eficiența decantării primare în reținerea azotului total, (%);

c_N – concentrația de azot total din apa uzată influentă în stația de epurare, (mg/l).

(5) Concentrația în fosfor total:

$$c_P^b = (1 - e_P) \cdot c_P \text{ (mg/l)} \quad (4.83)$$

în care:

e_P – eficiența decantării primare în reținerea fosforului total, (%);

c_P – concentrația de fosfor din apa uzată influentă în stația de epurare, (mg/l).

(6) Dacă schema de epurare nu cuprinde decantor primar atunci eficiențele $e_s, e_x, c_{CO}, e_P, e_N$, sunt nule iar concentrațiile influente în treapta biologică sunt egale cu cele influente în stația de epurare.

(7) Dacă schema de epurare cuprinde decantor primar se pot utiliza eficiențele ($e_s, e_x, c_{CO}, e_P, e_N$) prezentate în Tabelul 4.8 eficiențe în funcție de timpul de decantare.

(8) Concentrațiile substanțelor poluante din efluentul stației de epurare sunt cunoscute deoarece sunt impuse de normele și normativele de protecție a apelor și definitive prin acordurile sau autorizațiile de gospodărire a apelor și de mediu.

4.7.1.3 Cantități de substanță influente în treapta biologică

(1) Pentru MTS:

$$N_b = \frac{c_{uz}^b}{1000} \cdot Q_c \text{ (kg /zi)} \quad (4.84)$$

în care:

c_{uz}^b – definit la paragraful anterior;

Q_c – debitul de calcul, (m³/zi).

(2) Pentru CBO₅:

$$C_b = \frac{x_{5uz}^b}{1000} \cdot Q_c \quad (\text{kg /zi}) \quad (4.85)$$

în care:

x_{5uz}^b – definit la paragraful anterior;
 Q_c – debitul de calcul, (m³/zi).

(3) Pentru CCO-Cr:

$$C_{b,CCO} = \frac{x_{CCO}^b}{1000} \cdot Q_c \quad (\text{kg /zi}) \quad (4.86)$$

în care:

x_{CCO}^b – definit la paragraful anterior;
 Q_c – debitul de calcul, (m³/zi).

(4) Pentru N_T:

$$K_N^b = \frac{c_N^b}{1000} \cdot Q_c \quad (\text{kg/zi}) \quad (4.87)$$

în care:

c_N^b – definit la paragraful anterior;
 Q_c – debitul de calcul, (m³/zi).

(5) Pentru P_T:

$$K_P^b = \frac{c_P^b}{1000} \cdot Q_c \quad (\text{kg /zi}) \quad (4.88)$$

în care:

c_P^b – definit la paragraful anterior;
 Q_c – debitul de calcul, (m³/zi);

4.7.1.4 Cantități de substanță din efluentul stației de epurare

(1) Pentru MTS:

$$N_{ev} = \frac{c_{uz}^{adm}}{1000} \cdot Q_c \quad (\text{kg /zi}) \quad (4.89)$$

în care:

c_{uz}^{adm} – concentrația de MTS din efluentul stației de epurare, (mg/l);
 Q_c – debitul de calcul, (m³/zi).

(2) Pentru CBO₅:

$$C_{ev} = \frac{x_{5uz}^{adm}}{1000} \cdot Q_c \quad (\text{kg /zi}) \quad (4.90)$$

în care:

x_{5uz}^{adm} – concentrația de CBO₅ din efluentul stației de epurare, (mg/l);
 Q_c – debitul de calcul, (m³/zi).

(3) Pentru CCO-Cr:

$$C_{ev,CCO} = \frac{x_{CCO}^{adm}}{1000} \cdot Q_c \quad (\text{kg /zi}) \quad (4.91)$$

în care:

x_{CCO}^{adm} – concentrația de CCO-Cr din efluentul stației de epurare, (mg/l);
 Q_c – debitul de calcul, (m³/zi).

(4) Pentru N_T :

$$K_N^{ev} = \frac{c_N^{adm}}{1000} \cdot Q_c \quad (\text{kg /zi}) \quad (4.92)$$

în care:

c_N^{adm} – concentrația de N_T din efluentul stației de epurare, (mg/l);
 Q_c – debitul de calcul, (m^3/zi).

(5) Pentru P_T :

$$K_P^{ev} = \frac{c_P^{adm}}{1000} \cdot Q_c \quad (\text{kg /zi}) \quad (4.93)$$

în care:

c_P^{adm} – concentrația de P_T din efluentul stației de epurare, (mg/l);
 Q_c – debitul de calcul, (m^3/zi).

4.7.1.5 Cantități de substanță reținute în treapta biologică

(1) Pentru MTS:

$$N'_b = N_b - N_{ev} \quad (\text{kg /zi}) \quad (4.94)$$

în care: N_b, N_{ev} – definite anterior.(2) Pentru CBO_5 :

$$C'_b = C_b - C_{ev} \quad (\text{kg /zi}) \quad (4.95)$$

în care: C_b, C_{ev} – definite anterior.

(3) Pentru CCO-Cr:

$$C'_{b,CCO} = C_{b,CCO} - C_{ev,CCO} \quad (\text{kg /zi}) \quad (4.96)$$

în care: $C_{b,CCO}, C_{ev,CCO}$ – definite anterior.(4) Pentru N_T :

$$K'_N = K_N^b - K_N^{ev} \quad (\text{kg /zi}) \quad (4.97)$$

în care: K_N^b, K_N^{ev} – definite anterior.(5) Pentru P_T :

$$K'_P = K_P^b - K_P^{ev} \quad (\text{kg /zi}) \quad (4.98)$$

în care: K_P^b, K_P^{ev} – definite anterior.

4.7.2 Fraționarea consumului chimic de oxigen (CCO-Cr)

(1) Substanțele organice influente în treapta de epurare biologică pot fi împărțite într-o fracție dizolvată și o fracție aferentă particulelor [1]:

$$X_{CCO}^b = X_{CCO,diz}^b + X_{CCO,p}^b \quad (\text{mg/l}) \quad (4.99)$$

în care:

X_{CCO}^b - concentrația de CCO-Cr din influentul bazinului cu nămol activat, (mg/l);

$X_{\text{CCO,diz}}^b$ – concentrația de CCO-Cr dizolvat din influentul bazinului cu nămol activat, (mg/l);

$X_{\text{CCO,p}}^b$ - concentrația de CCO-Cr aferentă particulelor din influentul bazinului cu nămol activat, (mg/l).

(2) Fiecare din cele două fracții constă dintr-o fracție degradabilă și una inertă [1]:

$$X_{\text{CCO}}^b = X_{\text{CCO,diz,deg}}^b + X_{\text{CCO,diz,inert}}^b + X_{\text{CCO,p,deg}}^b + X_{\text{CCO,p,inert}}^b \quad \left(\frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \quad (4.100)$$

în care:

X_{CCO}^b - concentrația de CCO-Cr din influentul bazinului cu nămol activat, (mg/l);

$X_{\text{CCO,diz,deg}}^b$ - concentrația de CCO-Cr dizolvat degradabil din influentul bazinului cu nămol activat, (mg/l);

$X_{\text{CCO,diz,inert}}^b$ - concentrația de CCO-Cr dizolvat inert din influentul bazinului cu nămol activat, (mg/l);

$X_{\text{CCO,p,deg}}^b$ - concentrația de CCO-Cr aferentă particulelor degradabile din influentul bazinului cu nămol activat, (mg/l);

$X_{\text{CCO,p,inert}}^b$ - concentrația de CCO-Cr aferentă particulelor inerte din influentul bazinului cu nămol activat, (mg/l).

(3) Frația dizolvată inertă $X_{\text{CCO,diz,inert}}^b$ poate fi echivalată aproximativ cu concentrația de CCO-Cr dizolvat din efluentul decantorului secundar [1].

$$X_{\text{CCO,diz,inert}}^b = X_{\text{CCO,diz,inert}}^{\text{efDS}} = X_{\text{CCO,diz}}^{\text{efDS}} = f_s \cdot X_{\text{CCO}}^b \quad (\text{mg/l}) \quad (4.101)$$

în care:

proporția f_s a fracției dizolvate inerte din X_{CCO}^b este între 0,05 - 0,1. Se recomandă calcularea cu $f_s = 0,05$ pentru apele uzate municipale.

(4) Concentrația de CCO-Cr aferentă particulelor inerte poate fi estimată ca o fracțiune din concentrația de CCO-Cr aferentă particulelor [1].

$$X_{\text{CCO,p,inert}}^b = f_A \cdot X_{\text{CCO,p}}^b = f_A \cdot (X_{\text{CCO}}^b - X_{\text{CCO,diz}}^b) \quad (\text{mg/l}) \quad (4.102)$$

în care:

f_A poate fi între 0,2 și 0,35. Se recomandă calcularea cu $f_A=0,3$ pentru apele uzate municipale.

(5) Concentrația de CCO-Cr degradabil din influentul bazinului cu nămol activat [1]:

$$X_{\text{CCO,deg}}^b = X_{\text{CCO}}^b - X_{\text{CCO,diz,inert}}^{\text{efDS}} - X_{\text{CCO,p,inert}}^b \quad (\text{mg/l}) \quad (4.103)$$

(6) Concentrația de CCO-Cr degradabil conține o fracție ușor degradabilă care este importantă pentru denitrificare și eliminarea excesului de fosfor încorporat biologic. Concentrația de CCO-Cr ușor degradabil se calculează [1]:

$$X_{\text{CCO,Fdeg}}^b = f_{\text{CCO}} \cdot X_{\text{CCO,deg}}^b \quad (\text{mg/l}) \quad (4.104)$$

în care:

$f_{\text{CCO}} = 0,15 \dots 0,25$ pentru o apa uzată cu compoziție medie.

(7) Materiile totale în suspensie din influentul treptei biologice, c_{uz}^b , constau din fracții organice și anorganice, acestea din urmă nefiind incluse în X_{CCO}^b [1].

$$c_{uz}^b = c_{uz,org}^b + c_{uz,anorg}^b \text{ (mg/l)} \quad (4.105)$$

sau

$$c_{uz,anorg}^b = f_B \cdot c_{uz}^b \text{ (mg/l)} \quad (4.106)$$

în care:

$f_B = 0,2$ și $0,3$. Se recomandă să se calculeze cu $f_B = 0,3$ pentru apele uzate brute și cu $f_B = 0,2$ pentru apele pretratate.

- (8) Concentrația de CCO-Cr aferentă particulelor din influentul bazinului cu nămol activat nu este de obicei determinat analitic, ci se calculează astfel [1]:

$$X_{CCO,p}^b = X_{CCO}^b - X_{CCO,diz}^b \text{ (mg/l)} \quad (4.107)$$

- (9) Dacă $X_{CCO,diz}^b$ nu este cunoscut, dar a fost măsurat c_{uz}^b , concentrația de CCO-Cr aferentă particulelor din substanța uscată organică poate fi estimată la 1,6 g CCO/g de s.u. Acest lucru permite stabilirea următoarelor relații [1]:

$$X_{CCO,p}^b = X_{CCO}^b - X_{CCO,diz}^b = c_{uz}^b \cdot 1,6 \cdot (1 - f_B) \text{ (mg/l)} \quad (4.108)$$

4.7.3 Epurarea biologică naturală

4.7.3.1 Câmpuri de irigare și infiltrare

- (1) Câmpurile de irigare și infiltrare sunt suprafețe de teren folosite fie pentru epurare și irigare în scopuri agricole (cazul câmpurilor de irigare) fie numai pentru epurare (cazul câmpurilor de infiltrare). Câmpurile de irigare sunt asociate câmpurilor de infiltrare, ultimele fiind folosite în special în perioadele cu ploi abundente, când nu este nevoie de apă pentru culturi, în perioadele de strângere a recoltei, în perioadele de îngheț.
- (2) Tehnologia este aplicabilă în următoarele situații:
- existența unor zone cu precipitații reduse, sub 400 – 500 mm/an;
 - ape uzate provenite de la localități care nu depășesc 10.000 locuitori;
 - ape uzate cu un conținut de substanțe fertile (azot, fosfor, potasiu) cel puțin egal cu valorile indicate în Tabelul 4.15.

Tabelul 4.15. Conținutul apelor uzate și nămolurilor în substanțe fertilizante.

Nr. crt.	Tipul apei sau nămolului	Tip substanță (g/loc-zi)			
		Azot	Fosfat (P ₂ O ₅)	Potasiu (K ₂ O)	Materii organice
1	Ape uzate brute	12,8	5,3	7,0	55,0
2	Ape uzate epurate biologic	10,0	2,8	6,7	19,0
3	Nămoluri fermentate	1,3	0,7	0,2	20,0

- (3) Pentru preîntâmpinarea colmatării sistemelor de transport și a terenurilor irigate, concentrația de materii în suspensie trebuie să fie minimă; în acest scop se utilizează numai ape epurate mecanic. Timpul de decantare primară se recomandă: 1,5 – 2,0 h.
- (4) Răspândirea apelor uzate epurate mecanic pe câmpurile de irigare se poate utiliza numai dacă amplasamentul și solul sunt favorabile. Această caracteristică a solului depinde de: panta terenului natural, textura și permeabilitatea solului, nivelul apelor freatice, intensitatea salinizării.
- (5) Pentru cunoașterea evoluției calității solului în perioada utilizării apelor uzate ca ape de irigații, este necesară urmărirea în timp a modificărilor fizico-chimice produse asupra solului.

- (6) În perioadele ploioase apele uzate se trimit pe câmpurile de infiltrare sau sunt reținute în bazine de stocare.
- (7) În timpul iernii, pentru epurarea apelor uzate folosind procedeul cu câmpuri de infiltrare, se recomandă următoarele soluții:
- inundarea câmpurilor și înghețarea apei pe suprafața parcelelor; această apă se va infiltra lent în sol în zilele călduroase de primăvară;
 - irigarea sub gheață a câmpurilor mari de irigare pe 70 – 80% din suprafața totală a parcelelor; procedeul constă în executarea unor brazde de 25 – 30 cm peste care se trimite apă uzată într-un strat de 50 – 60 cm, urmând a se realiza pe crestele brazdelor un pod de gheață de 20 – 30 cm grosime sub care se desfășoară irigarea în mod normal pe toată perioada rece.
- (8) Câmpurile de irigare (terenuri agricole destinate irigației) se împart în parcele, având suprafețe cu lungimi de 1000 – 2000 m și lățimi de 150 – 250 m, raportul mediu dintre cele două dimensiuni fiind de 5/1. Panta longitudinală a parcelelor este recomandat să fie cuprinsă între 1 ‰ – 2 ‰ pentru terenuri argilo-nisipoase și 3 ‰ pentru terenuri nisipoase, iar panta transversală va avea valori 2 ‰ – 5 ‰.
- (9) La proiectarea câmpurilor de irigare și infiltrare se ține seama de următoarele studii preliminare:
- studiu de calitate pentru caracterizarea apelor uzate în vederea folosirii lor ca apă de irigație: stabilirea eventualei pericol de colmatare, de sărăturare, de alcalinizare, de acumulare substanțe toxice, de infectare a solului;
 - analiza tehnico-economică a aplicării irigațiilor cu ape uzate pentru compensarea deficitului de umiditate;
 - stabilirea compatibilității terenului agricol la împrăștierea apelor uzate în câmp;
 - stabilirea culturilor și asolamentelor capabile să utilizeze apele uzate;
 - studiu hidrogeologic și hidrochimic pentru stabilirea nivelului pânzei freatice și a capacității de epurare a solului;
 - studiu topografic pentru cunoașterea terenului disponibil;
 - studiu geotehnic;
 - studiu pedoclimatic pentru alegerea asolamentelor și efectuarea investițiilor pedoameliorative ale solului;
 - stabilirea parametrilor tehnico-economici ai amenajării pentru evaluarea fezabilității proiectului și alegerea variantei optime.

4.7.3.1.1 Parametri de proiectare pentru dimensionarea câmpurilor de irigare și infiltrare

(1) Calitatea apei utilizată la irigații se stabilește prin studii agro-pedologice.

(2) Necesarul de apă specific:

$$D = E_p - 10 \cdot P - F - R_i + R_f \quad (\text{m}^3/\text{lună, ha}) \quad (4.109)$$

în care:

D – necesarul de apă specific (deficit), ($\text{m}^3/\text{lună, ha}$);

E_p – evapotranspirația potențială, ($\text{m}^3/\text{lună, ha}$);

P – înălțimea precipitațiilor utile care pot fi reținute în sol, (mm/lună);

F – aportul de apă freatică, ($\text{m}^3/\text{lună, ha}$);

R_i – rezerva de apă din sol, la începutul lunii, (m^3/ha);

R_f – rezerva de apă din sol la sfârșitul lunii, (m^3/ha).

Dacă în relația (4.109) se obțin valori negative ale necesarului specific de apă, acestea se consideră zero.

(3) Hidromodulul (debitul de irigare):

$$q = \frac{D_c}{T} \quad (\text{dm}^3/\text{s}, \text{ha}) \quad (4.110)$$

în care:

D_c – debitul lunar de calcul, (dm^3/ha);

T – durata de distribuire a apei pe parcursul unei luni, (s).

(4) În lipsa datelor necesare pentru determinarea bilanțului apei în sol, dimensionarea câmpurilor de irigare și infiltrare, precum și a instalațiilor de alimentare cu apă și de desecare, se face pe baza normelor de irigare, a normelor de udare și a normelor de infiltrare (Tabelul 4.15).

(5) Suprafața câmpurilor de irigare:

$$A_{ig} = \frac{Q_{uz,med,zi}}{N_{ig}} \quad (\text{ha}) \quad (4.111)$$

în care:

$Q_{uz,med,zi}$ – debitul uzat zilnic mediu epurat mecanic, (m^3/zi);

N_{ig} – norma de irigare, ($\text{m}^3/\text{ha},\text{zi}$).

(6) Valorile normelor de irigare sunt prezentate în tabelul următor.

Tabelul 4.16. Norme de udare și de irigare cu ape uzate orientative în funcție de culturi.

Genul culturii	Cultura	Norma de udare (m^3/ha)		Norma de irigare ($\text{m}^3/\text{ha},\text{zi}$)*
		de la	până la	
Culturi principale	Cereale – toamnă	200	300	300
	Cereale – primăvară	200	450	450
	Rapiță – toamnă	250	500	1500
	Cartofi timpurii	200	400	800
	Cartofi mijlocii	200	400	600
	Cartofi târzii	200	400	600
	Sfeclă	400	500	1500
	Trifoi	500	600	3000
Culturi principale	Porumb	500	750	4000
	Fânețe	500	750	4000
	Pășuni	500	750	7000
Culturi intercalate	Secară – nutreț	200	400	1000
	Porumb – nutreț	400	600	1500
	Trifoi	400	600	1500

*se stabilesc prin determinări "in situ" valorile exacte pe baza regimului precipitațiilor.

(7) Suprafața câmpurilor de infiltrare:

$$A_{if} = \alpha \cdot \frac{Q_{uz,med,zi}}{N_{if}} = \alpha \cdot \frac{A_{ig} \cdot N_{ig}}{N_{if}} \quad (\text{ha}) \quad (4.112)$$

în care:

α – coeficient care exprimă partea din debitul uzat zilnic mediu care se distribuie pe câmpurile de infiltrare;

$Q_{uz,med,zi}$ – debitul uzat zilnic mediu epurat mecanic, (m^3/zi);

N_{ig} – norma de irigare, ($\text{m}^3/\text{ha},\text{zi}$);

N_{if} – norma de infiltrare, ($\text{m}^3/\text{ha},\text{zi}$);

A_{ig} – suprafața câmpurilor de irigare, (ha);

A_{if} – suprafața câmpurilor de infiltrare, (ha).

(8) Suprafața necesară construcțiilor auxiliare:

$$A_d = k \cdot (A_{ig} + A_{if}) \quad (\text{ha}) \quad (4.113)$$

în care:

- k – coeficient care ține seama de suplimentarea suprafețelor de teren, datorită amenajărilor de lucrări auxiliare; orientativ $k = 0,15 - 0,25$, dar poate să ajungă și la $0,50$ în cazul unui relief accidentat;
 A_{ig} – suprafața câmpurilor de irigare, (ha);
 A_{if} – suprafața câmpurilor de infiltrare, (ha).

(9) Suprafața totală necesară amenajării câmpurilor de irigare și infiltrare:

$$A_t = A_{ig} + A_{if} + A_d \quad (\text{ha}) \quad (4.114)$$

în care: A_{ig} , A_{if} , A_d definite anterior.

(10) Grosimea stratului de gheață care se formează pe timpul iernii:

$$h_g = \frac{\beta \cdot Q_{uz,med,zi} \cdot T_{ing}}{\gamma \cdot A_{ing}} + h_0 \quad (\text{m}) \quad (4.115)$$

în care:

- β – coeficient de infiltrare și evaporare iarna:
- $0,30 - 0,40$ pentru soluri argiloase;
 - $0,60 - 0,75$ pentru soluri nisipoase;
- T_{ing} – durata perioadei de îngheț, (zile);
 Γ – greutatea specifică a gheții, ($\approx 0,9 \text{ t/m}^3$);
 A_{ing} – suprafața pe care se continuă irigarea pe timpul iernii, ($\approx 0,75 A_{ig}$), (m^2);
 h_0 – grosimea stratului de zăpadă ce se depune pe suprafața gheții, ($0,10 \text{ m}$);
 $Q_{uz,zi,med}$ – debitul uzat zilnic mediu epurat mecanic, (m^3/zi).

(11) Înălțimea stratului de gheață nu trebuie să depășească $0,70 - 0,80 \text{ m}$, pentru a nu rezulta înălțimi mari necesare digurilor. Dacă această condiție nu este respectată se aplică procedeul de infiltrație sub gheață.

(12) Debitul de calcul a canalului principal de distribuție a apei uzate:

$$Q_c = Q_{uz,or,max} \quad (\text{dm}^3/\text{s}) \quad (4.116)$$

în care:

- $Q_{uz,or,max}$ – debitul uzat orar maxim epurat mecanic, (dm^3/s).

(13) Debitul de calcul ce revine unei parcele de 1 ha , valoare pentru care se dimensionează canalele de distribuție și irigație a apei pe parcele:

$$q_{ig} = \frac{1000 \cdot N_{ig} \cdot t}{3600 \cdot t_u} \quad (\text{dm}^3/\text{s, ha}) \quad (4.117)$$

în care:

- q_{ig} – debitul de irigare (hidromodulul), ($\text{dm}^3/\text{s,ha}$);
 N_{ig} – norma de irigare ($\text{m}^3/\text{ha,zi}$);
 t – perioada dintre două udări succesive (≈ 5 zile);
 t_u – timpul de udare ($\approx 1 \text{ h}$ pentru 1 ha de parcelă udată);
 $1000, 3600$ – coeficienți de transformare.

Dacă debitul calculat cu relația (4.117) rezultă mai mare decât $Q_{uz,or,max}$, în calcule se ia în considerare ultimul.

(14) Debitul apelor evacuate de pe parcela cu suprafața de 1 ha :

$$q_{des} = \frac{1000 \cdot \alpha \cdot N_{ig} \cdot t \cdot n}{86400 \cdot t_{des}} \quad (\text{dm}^3/\text{s}, \text{ha}) \quad (4.118)$$

în care:

- q_{des} – debitul de desecare colectat de pe suprafața unui ha de parcelă (modulul de scurgere) ($\text{dm}^3/\text{s}, \text{ha}$);
 α – coeficient de infiltrație în sol ($\approx 0,5$);
 N_{ig} – norma de irigare ($\text{m}^3/\text{ha} \cdot \text{zi}$);
 t – perioada dintre două udări succesive (≈ 5 zile);
 n – coeficient care ține seama de pătrunderea neuniformă a apei în rețeaua de drenaj, are valoarea 1,5;
 t_{des} – timpul în care trebuie să se producă desecarea, are valori: $(0,4 - 0,5) \cdot t$ (zile);
1000, 86400 – coeficienți de transformare.

(15) Debitul de calcul a unui dren:

$$Q_{dren} = q_{des} \cdot A_{des} \quad (\text{dm}^3/\text{s}) \quad (4.119)$$

în care:

- q_{des} – definit de (4.104);
 A_{des} – suprafața deservită de un singur dren (ha):

$$A_{des} = \frac{L \cdot b}{10000} \quad (\text{ha}) \quad (4.120)$$

în care:

- L – lungimea drenului (≤ 120 m);
 b – distanța între drenuri definită de (4.121) (m).

(16) Distanța dintre drenurile sau șanțurile de desecare:

$$b = 632 \cdot (H - h) \cdot \sqrt{\frac{k}{q_{des}}} \quad (\text{m}) \quad (4.121)$$

în care:

- H – adâncimea la care se așează drenurile:
- 1,20 – 1,50 m pentru drenajul închis;
 - 1,50 – 2,0 m pentru canalele de desecare.
- h – adâncimea de drenare:
- 0,60 m pentru fâneață;
 - 1,00 m pentru legume.
- k – coeficientul de permeabilitate:
- 1,0 – 0,1 cm/s pentru nisip;
 - 0,004 – 0,001 cm/s pentru soluri argilo-nisipoase.
- q_{des} – definit de relația (4.104).

Distanța dintre drenuri, pentru diferite pământuri și adâncimi de așezare poate fi adoptată orientativ din Tabelul 4.17.

Tabelul 4.17. Distanța dintre drenuri pentru diferite soluri și adâncimi.

Natura pământului	Distanța dintre drenuri b , (m), la adâncimi de așezare a lor de:	
	1,25 m	1,50 m
Argilă obișnuită	6,5	8,0
Argilă nisipoasă grea	8,0	10,0
Argilă nisipoasă obișnuită	9,5	12,0
Argilă nisipoasă mărunță	12,0	15,0
Teren nisipos	16,0	26,0

4.7.3.2 Iazuri biologice

- (1) Iazurile biologice sunt bazine naturale sau excavate în pământ, amenajate de cele mai multe ori în depresiuni naturale, având ca obiectiv epurarea apelor uzate brute sau epurate parțial.
- (2) Procesele de epurare care se desfășoară în iazurile biologice sunt de tip aerob sau/și anaerob, acestea bazându-se pe factori naturali.
- (3) Adâncimea iazurilor biologice poate să ajungă la 2,0 – 3,0 m și chiar mai mult, în zonele unde variațiile sezoniere de temperatură sunt mari (cazul țării noastre), iar apele uzate sunt în prealabil epurate mecanic, caz în care sunt cunoscute mai mult sub denumirea de lagune.
- (4) Iazurile biologice pot fi alcătuite din unul sau mai multe compartimente. În cazul în care iazurile sunt alcătuite din două sau mai multe compartimente, acestea sunt legate în serie sau în paralel.
- (5) Soluția frecvent aplicată este cu compartimente legate în serie întrucât, în acest mod, se obține un grad ridicat de epurare; primul compartiment este împărțit în două, cu funcționare alternativă, pentru a permite curățarea lor periodică (la intervale de 2 – 3 ani), iar ultimele compartimente sunt populate cu pește (aici cantitatea de oxigen trebuie să fie în permanență de peste 3 mg O₂/l).
- (6) La proiectarea iazurilor biologice sunt necesare următoarele date preliminare:
 - a. studii calitative și cantitative asupra apelor uzate;
 - b. studii hidrologice și meteorologice efectuate în zona de amplasare a iazurilor, din care să rezulte: temperatura medie a aerului, direcția predominantă a vântului, gradul de acoperire a cerului, luminozitatea, evaporația, precipitațiile;
 - c. studii topografice;
 - d. studii geotehnice din care să rezulte: adâncimea la care se află pânza freatică, structura, alternanța și duritatea rocilor, porozitatea pământurilor;
 - e. condițiile de evacuare, posibilitățile de reutilizare a apei epurate, combaterea mirosurilor, a muștelor, rozătoarelor;
 - f. posibilități tehnice de recirculare a apei pentru asigurarea unui mediu aerob în iaz, sau utilizarea aerării artificiale cu ajutorul aeratoarelor mecanice fixe sau plutitoare (pe flotori) amplasate în diferite puncte pe suprafața iazului;
 - g. protecția sanitară.

4.7.3.2.1 Iazuri biologice anaerobe

- (1) În iazurile anaerobe, particulele sunt reținute prin sedimentare și substanțele organice sunt reduse prin fermentare anaerobă. La temperaturi scăzute, iazul anaerob funcționează ca un iaz de decantare. Odată cu creșterea temperaturii, reducerea substanțelor organice prin fermentare anaerobă crește semnificativ. Nămolul decantat este stabilizat anaerob datorită perioadelor lungi de depozitare.
- (2) Pentru a asigura un volum suficient pentru substanțele sedimentate și pentru a limita aportul de oxigen, se creează iazuri anaerobe cu o suprafață relativ mică și adâncime mai mare decât alte tipuri de iazuri.
- (3) Iazurile anaerobe sunt folosite aproape exclusiv în combinație cu alte tipuri de iazuri sau alte procese de epurare. Reducerea substanțelor organice în iazurile anaerobe (aproximativ 30% până la 60%, în funcție de temperatură) nu este de obicei suficientă pentru a utiliza iazurile anaerobe ca etapă unică de epurare.

4.7.3.2.1.1 Parametri de proiectare pentru dimensionarea iazurilor biologice anaerobe

- (1) Temperatura de dimensionare este temperatura medie a apei din iazuri în cea mai rece lună a anului. Dacă temperaturile apei sunt necunoscute, temperatura de dimensionare se consideră cu 2 °C până la 3 °C mai mare decât temperatura medie a aerului în luna cea mai rece.
- (2) Pentru temperaturi $\leq 15^{\circ}\text{C}$ încărcarea organică se consideră $I_o \leq 0,24 \text{ kg/m}^3, \text{zi}$; eficiența iazurilor anaerobe în reținerea CCO-Cr este de aproximativ $e_{x,CCO}$ este de 30% [2]
- (3) Concentrația de CCO-Cr în efluentul iazurilor anaerobe se determină:

$$X_{CCO}^{ef} = (1 - e_{x,CCO}) \cdot X_{CCO} \quad (\text{mg/l}) \quad (4.122)$$

în care:

X_{CCO} - concentrația de CCO-Cr în efluentul iazurilor anaerobe, (mg/l);
 $e_{x,CCO}$ - eficiența iazurilor anaerobe în reținerea CCO-Cr, (%).

- (4) Volumul necesar se calculează cu relația:

$$V = \frac{C_{i,CCO}}{I_o} \quad (\text{m}^3) \quad (4.123)$$

în care:

$C_{i,CCO}$ – cantitatea de substanță organică influentă în iazul anaerob, (kg/zi);
 I_o – încărcarea organică, (kg/m³,zi).

- (5) Dacă se dorește o mineralizare extinsă a nămolului sedimentat volumul specific nu trebuie să fie mai mic de 0,5 m³/l.e [2].
- (6) Adâncimea iazului anaerob: $h \geq 3 \text{ m}$.
- (7) Se recomandă valori ale raportului lungime:lățime între 1,5:1 și 3:1 [2].
- (8) Timpul de retenție hidraulică este:

$$T_r = \frac{V}{Q_{uz,zi,med}} \quad (\text{zile}) \quad (4.124)$$

în care:

V – volumul util al iazului, (m³);
 $Q_{uz,zi,med}$ - debitul uzat zilnic mediu, (m³/zi).

- (9) Acumularea specifică de nămol variază între 0,05 – 0,2 m³/l.e.,an [2].

4.7.3.2.2 Iazuri biologice facultative

- (1) Iazurile facultative sunt iazuri cu o adâncime maximă a apei de 2,0 m. Procesele aerobe sunt întreținute de oxigenul care difuzează prin suprafața liberă și de oxigenul furnizat în urma procesului de fotosinteză realizat de alge.
- (2) Iazurile facultative sunt stratificate astfel: un strat aerob aproape de suprafață cu o proporție mare de alge și bacterii aerobe, o zonă de tranziție facultativă în care încă pătrunde o parte din lumina soarelui și oxigenul dizolvat este încă detectabil și o zonă anaerobă în apropierea sedimentului.
- (3) Iazurile facultative sunt utilizate în principal pentru reducerea substanțelor organice, dar pot contribui și la reducerea nutrienților în anumite condiții (de exemplu, temperatura $T > 15^{\circ}\text{C}$, timp de retenție hidraulică suficient de lung pentru descompunerea C și N).
- (4) Dacă în amonte nu există un iaz anaerob, primul iaz facultativ pe direcția curgerii trebuie prevăzut cu o bașă de nămol cu un volum comparabil cu cel al iazurilor anaerobe pentru colectarea și descompunerea sedimentelor și nămolului.

4.7.3.2.2.1 Parametri de proiectare pentru dimensionarea iazurilor biologice facultative

- (1) Încărcare organică pe suprafață este determinată în funcție de temperatura medie a apei uzate în luna cea mai rece a anului și de radiația solară în luna cu cel mai puțin soare [2]:

$$I_{oA} = 61,5 \cdot (1,125 - 0,0023 \cdot T)^{(T-25)} \cdot f_{RS} \quad (\text{g/m}^2, \text{zi}) \quad (4.125)$$

în care:

T - temperatura de dimensionare, (°C);
 f_{RS} - factor care ia în considerare radiația solară.

- (2) Factorul care ia în considerare radiația solară se calculează cu relația [2]:

$$f_{RS} = 1 + [0,0008 \cdot (RS - 150)] \quad (-) \quad (4.126)$$

în care:

RS – radiația solară; RS = 100 – 135 (W/m²).

- (3) Se recomandă ca valoarea încărcării organice pe suprafață considerată la dimensionare să nu fie mai mică de 12 g/(m²•d) [2].

- (4) Aria iazului se calculează cu relația [2]:

$$A_{iaz} = \frac{C_{b,CCO}}{I_{oA}} \quad (\text{m}^2) \quad (4.127)$$

în care:

$C_{b,CCO}$ - cantitatea de substanță organică influentă în iazul facultativ, (kg/zi);

I_{oA} - încărcarea organică pe suprafață, (g/m²,zi).

- (5) Adâncimea iazului facultativ: h = 1 – 2 m.

- (6) Se recomandă valori ale raportului lungime:lățime între 2:1 și 3:1 [2].

- (7) Timpul de retenție hidraulică;

$$T_r = \frac{V}{Q_{uz,zi,med}} \quad (\text{zile}) \quad (4.128)$$

în care:

V – volumul util al iazului, (m³);

$Q_{uz,zi,med}$ - debitul uzat zilnic mediu, (m³/zi).

- (8) Concentrația de CCO-Cr în efluentul iazurilor facultative se calculează cu relația [2]:

$$X_{CCO}^{ef} = X_{CCO} \cdot e^{-k_1 \cdot T \cdot T_r} \quad (\text{mg/l}) \quad (4.129)$$

în care:

T- temperatura de dimensionare, (°C);

T_r - timpul de retenție hidraulică, (zile);

k_1 - coeficientul de degradare.

Coeficientul de degradare se determină cu relația:

$$k_1 = k_{1(20)} \cdot 1,05^{(T-20)} \quad (\text{zile}^{-1}) \quad (4.130)$$

în care:

$$k_{1(20)} = 0,15 \quad (\text{zile}^{-1})$$

(9) Acumularea specifică de nămol variază între 0,03 – 0,05 m³/l.e.,an [2].

4.7.3.2.3 Iazuri biologice aerate

- (1) În iazurile aerate, aportul de oxigen și amestecul sunt asigurate prin aerare tehnică. În comparație cu iazurile opționale, cerințele de suprafață și influența factorilor de mediu precum vântul și radiația solară sunt reduse.
- (2) Iazurile aerate pot fi alimentate fie cu ape uzate epurate mecanic, fie cu efluentul iazurilor anaerobe din amonte.

4.7.3.2.3.1 Parametri de proiectare pentru dimensionarea iazurilor biologice anaerobe

- (1) Încărcare organică este determinată în funcție de temperatura medie a apei uzate în luna cea mai rece a anului [2]:

$$I_o = 33,6 \cdot 1,0353^T \cdot k_1 \cdot k_2 \quad (\text{g/m}^3 \cdot \text{zi}) \quad (4.131)$$

în care:

- k_1 – coeficient care ia în considerare numărul de trepte aerate;
 k_2 – coeficient care ia în considerare rugozitatea pantei.

- (2) Valorile recomandate pentru coeficientul k_1 sunt [2]:
- $k_1 = 0,75$ – o treaptă de aerare;
 - $k_1 = 1,0$ – două trepte de aerare;
 - $k_1 = 1,3$ – trei trepte de aerare.
- (3) Valorile recomandate pentru coeficientul k_2 sunt [2]:
- $k_2 = 0,8$ – etanșare cu geomembrană;
 - $k_2 = 1,0$ – etanșare naturală;
 - $k_2 = 1,2$ – etanșare cu pietriș.
- (4) Numărul de trepte de aerare depinde de gradul de epurare necesar privind CCO-Cr. Valorile orientative privind eficiența de reducere a concentrației de CCO-Cr în funcție de numărul treptelor de aerare sunt prezentate în Tabelul 4.18.

Tabelul 4.18. Valorile orientative ale eficienței de reducere a concentrației de CCO-Cr în funcție de numărul de trepte de aerare.

Număr trepte de aerare	Eficiența de reducere a concentrației de CCO-Cr (%)
1	75
2	82
3	90

Sursa: DWA T4 - 2016 – Bemessung von Klaranlagen in warmen und kalten Klimazonen.

- (5) Volumul necesar se calculează cu relația:

$$V = \frac{C_{i,CCO}}{I_o} \quad (\text{m}^3) \quad (4.132)$$

în care:

- $C_{i,CCO}$ – cantitatea de substanță organică influentă în iazul aerob, (kg/zi);
 I_o – încărcarea organică, (kg/m³,zi).

- (6) Adâncimea iazului aerob: $h = 2,5 - 2$ m.

4.7.3.3 Filtre cu stuf

- (1) Filtrele cu stuf sunt construcții executate prin excavare și impermeabilizare în care sunt dispuse straturi succesive de pietriș și nisip. Pe suprafața stratului granular se plantează o cultură de plante specifice (stuf - *Phragmites australis*).
- (2) La trecerea apei uzate prin stratul de nisip au loc procese fizice (filtrare), chimice (adsorbția) dar și procese biologice care conduc la degradarea aerobă a încărcării organice a apei de către biomasa atașată pe mediul granular.
- (3) Influentul filtrelor cu stuf este supus în prealabil deznisipării și reținerii obiectelor de dimensiuni mari.
- (4) Tehnologia este aplicabilă stațiilor de epurare cu până la 5000 l.e.

4.7.3.3.1 Filtre cu stuf cu flux vertical

- (1) Filtrele cu stuf cu flux vertical se prevăd să funcționeze în trepte succesive. Principalul parametru de proiectare este încărcarea de 20 – 25 g CBO₂/m²,zi, pentru întreaga suprafață cultivată, astfel [3]:
 - a. treapta I:
 - i. reprezintă 60% din întreaga suprafață cultivată;
 - ii. se dimensionează la o încărcare de 40 g CBO₅/m²,zi;
 - iii. suprafața necesară: 1,2 m²/l.e. – pentru canalizare în procedeu separativ, respectiv 1,5 m²/l.e. pentru canalizare în procedeu unitar;
 - iv. suprafața de filtrare se împarte la un număr de unități de filtrare. Numărul de filtre obținut se multiplică cu 3 pentru a asigura pentru fiecare unitate o perioadă de repaus de 2/3 din timp;
 - v. mediul de filtrare: stratul de suprafață cu grosimea de 40 cm din pietriș cu dimensiunea granulelor de 2 – 8 mm este amplasat pe un strat intermediar de pietriș cu dimensiunea granulelor de 10 – 20 mm, respectiv unul de drenaj cu dimensiunea granulelor de 20 – 40 mm;
 - vi. debitul de apă uzată cu care se alimentează prima treaptă este mai mare decât viteza de infiltrare astfel încât să permită distribuția uniformă a apei uzate pe toată suprafața filtrului. Acumularea de depuneri la suprafață conduce la reducerea permeabilității și la uniformizarea distribuției apei uzate în mediul filtrant.
 - b. treapta II:
 - i. are rol de finisare a calității apei;
 - ii. reprezintă 40% din întreaga suprafață cultivată;
 - iii. suprafața necesară: 0,8 m²/l.e.;
 - iv. în această treaptă perioada de stagnare este egală cu cea de funcționare. Numărul de unități de filtrare este multiplu de 2 și egal cu 2/3 din numărul de filtre utilizate în prima treaptă;
 - v. mediul de filtrare: stratul de suprafață cu grosimea de 30 cm din nisip este amplasat pe un strat de drenaj cu dimensiunea granulelor de 20 – 40 mm;
 - vi. apa filtrată este colectată cu ajutorul țevilor perforate conectate la conducte de aerisire.
- (2) Sistemul poate funcționa gravitațional dacă există o diferență de 3 – 4 m între cota terenului în amonte de stația de filtre, respectiv cota terenului în aval de stația de filtre. Pentru stații de 3000 – 4000 l.e. treapta de pompare devine necesară [3].
- (3) Operarea sistemului constă în [3]:
 - a. tunderea și eliminarea stufului - anual (toamna);

- b. curățarea sistemului de alimentare din prima treaptă – trimestrial;
- c. analiza concentrației de azotați din apă – săptămânal – indică starea culturii;
- d. curățarea gratarelor – săptămânal;
- e. verificarea funcționării corecte a echipamentelor electromagnetice – săptămânal.

4.7.3.3.2 Filtre cu stuf cu flux orizontal

- (1) În varianta cu flux orizontal stratul filtrant este saturat total cu apă. Sistemul este alimentat printr-un sistem de distribuție situat într-un capăt al filtrului iar efluentul este colectat la capătul opus, în partea inferioară a filtrului astfel încât curgerea este practic orizontală. Conducta de colectare este conectată la un sifon care permite reglarea înălțimii preaplinului și a nivelului apei în filtru. Nivelul apei se menține la 5 cm sub suprafața stratului filtrant pentru a evita scurtcircuitarea procesului.
- (2) Parametrii principali de proiectare [3] sunt:
 - a. pentru concentrații de CBO_5 de 150 – 300 mg O_2/l suprafața plantată este de 5 $m^2/l.e.$;
 - b. pentru concentrații de CBO_5 de 300 – 600 mg O_2/l suprafața plantată este de 10 $m^2/l.e.$;
 - c. adâncimea filtrului – 60 cm – adâncimea maximă de penetrare a rădăcinilor;
 - d. material filtrant: pietriș cu dimensiunea granulelor de: 3 – 6 mm, 5 – 10 mm, 60-12 mm.
 - e. plante: stuf (*Phragmites australis*) cu densitatea de 4 plante/ m^2 ;
 - f. pentru suprafețe mai mari de 500 m^2 se recomandă împărțirea în unități mai mici care permit operarea eficientă.
- (3) Operarea sistemului constă în [3]:
 - a. curățarea sistemului de alimentare din prima treaptă – săptămânal;
 - b. reglarea nivelului apei în filtru – săptămânal;
 - c. analiza concentrației de azotați din apă – săptămânal – indică starea culturii;
 - d. întreținerea sistemului de pre-epurare – săptămânal.

4.7.4 Epurarea biologică cu biomasă atașată

4.7.4.1 Filtre biologice percolatoare (cu picurare) de înălțime redusă

- (1) Sunt construcții în care apa uzată decantată primar este distribuită intermitent pe suprafața filtrului și străbate în sens descendent un strat de material filtrant în care are loc epurarea biologică a apelor uzate.
- (2) Nămolul biologic reținut în decantoarele secundare nu este recirculat în amonte de filtre, deoarece poate conduce la colmatarea acestora. În anumite cazuri, se recirculă apă epurată (decantată), pentru reducerea încărcării organice volumetrice a filtrului biologic.
- (3) Filtrele biologice percolatoare joase, sunt alcătuite din următoarele elemente constructive principale (Figura 4.8).
- (4) Parametrii de proiectare a filtrelor biologice percolatoare sunt:
 - a. debitele de dimensionare și verificare:
 - i. dimensionare: $Q_c = Q_{uz\ zi\ max}$;
 - ii. derificare: $Q_v = Q_{uz\ or\ max} + Q_{AR,max}$.
 în care:
 - $Q_{uz\ zi\ max}$ – debitul apelor uzate zilnic maxim, (m^3/zi);
 - $Q_{uz\ or\ max}$ – debitul apelor uzate orar maxim, (m^3/h);
 - $Q_{AR,max}$ – debitul de recirculare a apei epurate, (m^3/zi).
 - b. debitul apei epurate de recirculare se calculează cu relația:

$$Q_{AR} = R \cdot Q_c \quad (\text{m}^3/\text{zi}) \quad (4.133)$$

în care:

R – coeficient de recirculare:

$$R = \frac{Q_{AR}}{Q_c} \quad (4.134)$$

(4) Coeficientul de recirculare se determină dintr-o ecuație de bilanț de substanțe scrisă pentru intrarea în filtrul biologic:

$$x_{5,uz}^{dp} \cdot Q_c + x_{5,uz}^{adm} \cdot Q_{AR} = x_{5,uz}^b \cdot (Q_c + Q_{AR}) \quad (4.135)$$

în care:

$x_{5,uz}^{dp}$ – concentrația în CBO₅ a apelor decantate primar, (mg/l);

Q_c – debitul de calcul, (m³/zi);

Q_{AR} – debitul de recirculare, (m³/zi);

$x_{5,uz}^{adm}$ – concentrația în CBO₅ a efluentului, impusă de norma tehnică NTPA 001, (mg/l);

$x_{5,uz}^b$ – concentrația în CBO₅ a influentului în treapta biologică de epurare, (mg/l); se limitează la 150 mg/l pentru filtre de mică încărcare și la 300 mg/l pentru celelalte tipuri de filtre.

(5) Din relațiile (4.134) și (4.135) rezultă:

$$R = \frac{x_{5,uz}^{dp} - x_{5,uz}^b}{x_{5,uz}^b - x_{5,uz}^{adm}} \quad (4.136)$$

(6) Concentrația în CBO₅ a apelor decantate primar $X_{5,uz}^{dp}$ se determină cu relația:

$$x_{5,uz}^{dp} = (1 - e_{xd}) \cdot (1 - e_x) \cdot x_{5,uz} \quad (\text{mg/l}) \quad (4.137)$$

în care:

$x_{5,uz}^{dp}$ – concentrația în CBO₅ a apelor decantate primar, (mg/l);

e_{xd} – eficiența treptei de degrosare privind reținerea materiei organice biodegradabile, (%);

e_x – eficiența decantorului primar privind reținerea CBO₅, (%);

$x_{5,uz}$ – concentrația în CBO₅ a apelor uzate influente în stația de epurare, (mg/l).

(7) Cu valorile de mai sus, se determină coeficientul de recirculare R aplicând relația (4.136).

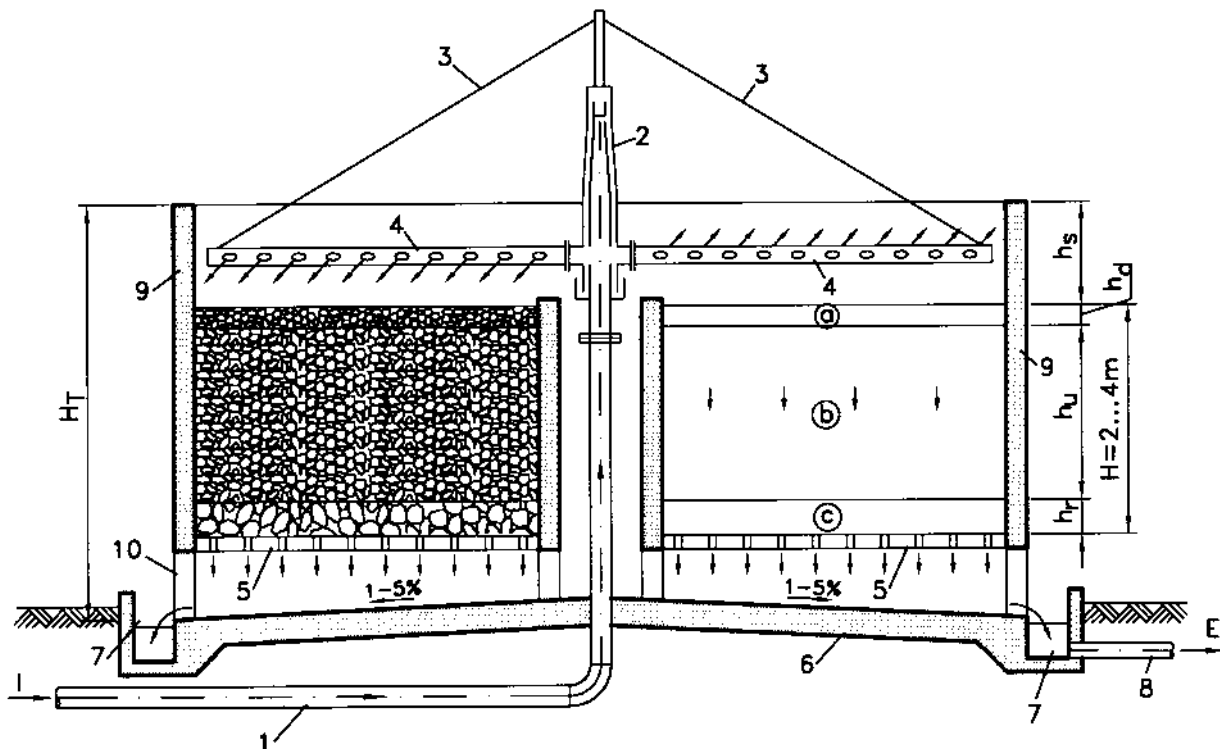


Figura 4.8. Filtru biologic percolator de înălțime redusă ("jos")

Notății: I-influent; 1-conductă de alimentare cu apă decantată a filtrului; 2-cap rotativ; 3-tirați; 4-conductă de distribuție perforată; 5-radier drenant; 6-radier compact; 7-rigolă perimetrală de colectare a apei filtrate; 8-conductă de transport a apei filtrate spre decantare; 9-pereți exteriori; 10-ferestre de acces a aerului; a-strat de repartiție; b-strat util ("de lucru"); c-strat suport (de susținere sau de rezistență).

(8) Factorul hidraulic al recirculării reprezintă raportul dintre debitul de apă uzată introdus în filtru pe timpul recirculării și debitul de calcul:

$$F_h = \frac{Q_c + Q_{AR}}{Q_c} = 1 + R \quad (4.138)$$

$$F_b = \frac{F_h}{[1 + (1-f) \cdot R]^2} \quad (4.139)$$

în care:

F_b – factorul biologic al recirculării;

f – proporția de materie organică (exprimată în CBO_5) îndepărtată la fiecare trecere a apei prin filtru; se consideră de obicei $f = 0,90$.

Tabelul 4.19. Valori ale F_h și F_b în funcție de R ($f=0,9$).

Nr. crt.	Valori ale factorilor de recirculare								
	R	0,5	1	2	3	4	5	8	15
1	$F_h = 1+R$	1,5	2	3	4	5	6	9	16
2	$F_b = \frac{F_h}{(1 + 0,1R)^2}$	1,36	1,65	2,08	2,36	2,55	2,67	2,78	2,56

(9) Deoarece factorul biologic al recirculării nu mai crește în mod sensibil pentru valori ale coeficientului de recirculare $R > 3,0$ se recomandă pentru R valori cuprinse între 0,5 și 3,0.

(10) Încărcarea organică a filtrului biologic reprezintă raportul dintre cantitatea de substanță organică (exprimată în CBO_5) și volumul de material filtrant. Se determină cu relația:

$$I_o = \frac{C_b}{V_{mf}} \quad (\text{g } CBO_5/\text{m}^3, \text{ zi}) \quad (4.140)$$

în care:

C_b – cantitatea de substanță organică exprimată în CBO_5 influentă în treapta biologică, (kg CBO_5 /zi);

V_{mf} – volumul de material filtrant, (m^3):

$$V_{mf} = \frac{C_b}{I_o} \quad (\text{m}^3) \quad (4.141)$$

(11) Încărcarea hidraulică a filtrului biologic se determină ca raport între debitul de apă uzată admis în filtru și suprafața orizontală a filtrului:

$$I_h = \frac{Q_c + Q_{AR}}{A_o} \quad (\text{m}^3/\text{m}^2, \text{ h}) \quad (4.142)$$

în care:

A_o – aria orizontală a filtrului, (m^2):

$$A_o = \frac{Q_c + Q_{AR}}{I_h} \quad (\text{m}^2) \quad (4.143)$$

Valorile I_o și I_h se adoptă conform Tabelul 4.20.

Tabelul 4.20. Parametri de proiectare ai filtrelor biologice.

Nr. crt	Parametru	U.M.	Tipul filtrului biologic			
			Încărcare mică	Încărcare medie	Încărcare normală	Încărcare mare
1	I_o	g $CBO_5/\text{m}^3, \text{ zi}$	≤ 200	200-450	450-750	750-1100
2	I_h	$\text{m}^3/\text{m}^2, \text{ h}$	$< 0,2$	0,4-0,8	0,6-1,2	0,7-1,5
3	d_{xb}	%	$> 85\%$ (medie 92%)	$> 80\%$ (medie 88%)	$> 75\%$ (medie 83%)	$> 70\%$ (medie 77%)
4	$x_{5,uz}^{adm}$	mg/l	≤ 20	≤ 25	≤ 30	≤ 45

în care:

I_o – încărcarea organică a filtrului, (g $CBO_5/\text{m}^3, \text{ zi}$);

I_h – încărcarea hidraulică a filtrului, ($\text{m}^3/\text{m}^2, \text{ h}$);

d_{xb} – gradul de epurare necesar pentru CBO_5 , din treapta de epurare biologică, (%);

$x_{5,uz}^{adm}$ – concentrația în CBO_5 a efluentului, impusă de norma tehnică NTPA 001, (mg/l).

(12) Înălțimea totală a stratului de material filtrant H , va avea valori cuprinse între 2,0 și 4,0 m:

$$H = \frac{V_{mf}}{A_o} = x_{5,uz}^b \cdot \frac{I_h}{I_o} \quad (\text{m}) \quad (4.144)$$

(13) Eficiența ansamblului filtru biologic-decantor secundar se poate calcula pentru schema cu o singură treaptă de epurare biologică, cu formula:

$$E = \frac{1}{1+0,014 \cdot \sqrt{\frac{I_o}{F_h}}} \quad (4.145)$$

în care:

I_o și I_h – definite anterior;

(14) Este necesar să fie îndeplinită condiția:

$$E \geq d_{xb} \quad (4.146)$$

- (15) În cazul în care există treaptă dublă de epurare cu filtre biologice, eficiența celei de-a doua trepte se calculează cu relația (4.145) în care se introduce încărcarea organică considerată pentru treapta a doua.
- (16) Soluția optimă privind eficiența de epurare, gradul de recirculare, încărcarea hidraulică și înălțimea stratului de material filtrant, se alege în urma unor calcule tehnico-economice comparative.
- (17) Forma constructivă în plan a filtrului biologic depinde de sistemul de distribuție a apei pe filtru; se adoptă forma circulară pentru distribuitorii rotative și forma dreptunghiulară pentru distribuția cu sprinklere, conducte și jgheaburi perforate sau distribuitorii cu deplasare longitudinală (tip „du-te vino”). Numărul minim al cuvelor de filtrare este $n = 2$; dacă se adoptă o singură cuvă, atunci se prevede posibilitatea de ocolire (by-pass) a cuvei.

4.7.4.2 Filtre biologice cu discuri

- (1) Filtrele biologice cu discuri (FBD) au rolul de a asigura reținerea substanțelor organice biodegradabile aflate în stare coloidală sau dizolvată din apele uzate decantate primar. Pot fi utilizate și în scheme de epurare prin care se urmărește nitrificarea.
- (2) Filtrele biologice cu discuri se amplasează în fluxul tehnologic după decantoarele primare și în amonte decantoarelor secundare. Decantorul primar și decantorul secundar nu pot lipsi din schema de epurare care conține filtre biologice cu discuri.
- (3) În schemele de epurare cu filtre biologice cu discuri se poate recircula opțional apă epurată.
- (4) Filtrele biologice cu discuri sunt instalații de epurare alcătuite din discuri din material plastic scufundate 35-40% din diametru în apa uzată decantată primar, care se rotesc lent (1-3 rot/min.). Oxigenul introdus prin rotație este suficient și nu devine un factor limitativ pentru nitrificare dacă cel puțin 40% din suprafața biodiscului este constant deasupra nivelului apei.
- (5) Discurile au diametrul cuprins între 0,60 și 3,0 m și sunt realizate din materiale ușoare de tip lupolen sau styropor (materiale asemănătoare polistirenului expandat), dar mult mai dense (compacte) și cu muchiile rezistente și stabile. Ele au grosimea $d = 10 \dots 15$ mm și se assemblează pe un ax, în pachete, distanța dintre discuri considerându-se, $w = 15 \dots 20$ mm.
- (6) Discurile se mai numesc biodiscuri, aria discului corespunde aproximativ cu suprafața biologic activă.
- (7) Din punct de vedere constructiv, o instalație de filtre biologice cu biodiscuri se compune din (Figura 4.9):
- unul sau mai multe jgheaburi în care sunt imersate biodiscurile;
 - axele pe care sunt montate pachetele din biodiscuri (fiecare ax este amplasat într-un jgheab);
 - electromotoarele de acționare a axelor și reductoarele de turație aferente;
 - conductele sau canalele de admisie a apei uzate decantate primar în jgheaburi;
 - conducta sau canalul de evacuare a apei din jgheaburi;
 - clădirea care adăpostește instalația de filtre biologice cu biodiscuri.

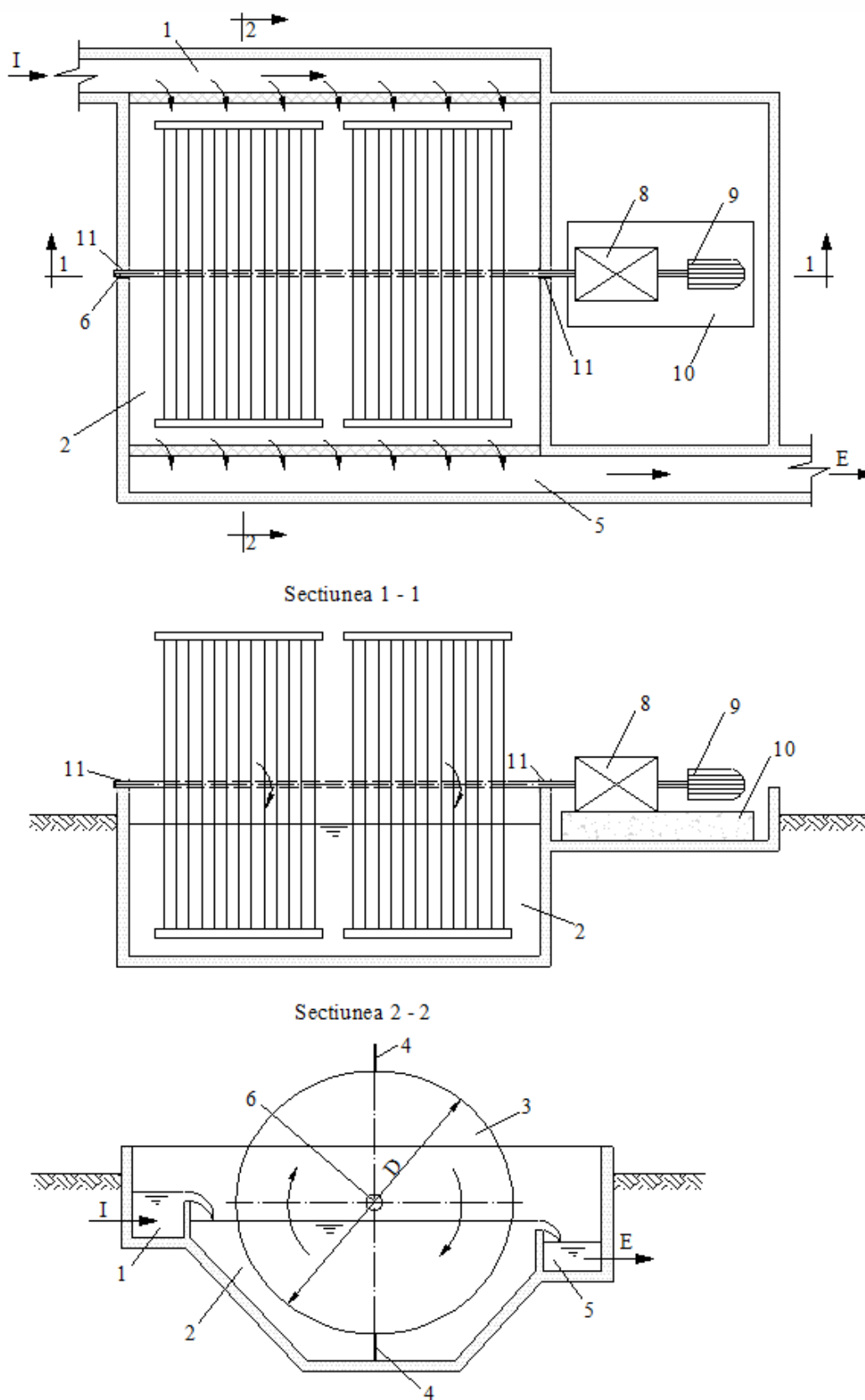


Figura 4.9. Filtru biologic cu discuri.

Notații: I – influent; E – efluent; 1 – rigolă de admisie a apei decantate primar în instalația de filtrare; 2 – jgheab în care sunt cufundate biodiscurile; 3 – biodisc; 4 – riglă pentru împiedecarea depunerilor; 5 – rigolă de colectare; 6 – ax; 7 – pachet din biodiscuri; 8 – motoreductor; 9 – motor electric; 10 – postament de beton; 11 – lagăr.

- (8) Jgheburile cu biodiscuri se montează, în general, în serie.
- (9) Instalația de filtre biologice cu biodiscuri necesită un consum redus de energie, zgomotul în timpul funcționării este neglijabil și procesul de epurare poate fi complet automatizat funcție de cantitatea și calitatea apei epurate. Instalația poate fi realizată sub forma unor instalații monobloc modulate pentru anumite valori ale debitului de ape uzate.

4.7.4.2.1 Parametri de proiectare

- (1) Debitul de calcul al filtrelor biologice cu biodiscuri este:

$$Q_c = Q_{uz\,zi\,max} \quad (m^3/zi) \quad (4.147)$$

- (2) Debitul de verificare al filtrelor biologice (fără recircularea apei epurate) este:

$$Q_v = Q_{uz\,or\,max} \quad (m^3/h) \quad (4.148)$$

- (3) Suprafața necesară a biodiscurilor pentru reducerea carbonului se calculează cu relația [4]:

$$A_{d,C}^{nec} = \frac{C_{b,CCO} \cdot 1000}{I_{sd,C}} \quad (m^2) \quad (4.149)$$

în care:

$C_{b,CCO}$ – cantitatea de CCO-Cr influentă în treapta de epurare biologică, (kg/zi);
 $I_{sd,C}$ – încărcarea organică specifică a biodiscurilor, ($g/m^2 \cdot zi$).

- (4) Suprafața necesară a biodiscurilor pentru nitrificare se calculează cu relația [4]:

$$A_{d,N}^{nec} = \frac{C_{b,KN} \cdot 1000}{I_{sd,KN}} \quad (m^2) \quad (4.150)$$

în care:

$C_{b,KN}$ – cantitatea de azot Kjeldahl influentă în treapta de epurare biologică, (kg/zi);
 $I_{sd,KN}$ – încărcarea cu azot Kjeldahl specifică a biodiscurilor, ($g/m^2 \cdot zi$).

- (5) Suprafața totală necesară a biodiscurilor se calculează cu relația [4]:

$$A_d^{nec} = A_{d,C}^{nec} + A_{d,N}^{nec} \quad (m^2) \quad (4.151)$$

în care:

$A_{d,C}^{nec}$ - suprafața necesară a biodiscurilor pentru reducerea carbonului, (m^2);
 $A_{d,N}^{nec}$ - suprafața necesară a biodiscurilor pentru nitrificare, (m^2).

- (6) Pentru epurare convențională se recomandă jgheaburi cu biodiscuri montate în serie, cu 2 până la 4 trepte. Valorile încărcării organice specifice a biodiscurilor la o temperatură a apei uzate de 12°C sunt prezentate în Tabelul 4.21.

Tabelul 4.21. Valorile încărcării organice specifice a biodiscurilor, la o temperatură a apei uzate de 12°C, pentru epurare biologică convențională

Nr. crt.	Epurare biologică convențională	$C_{i,cco} = 6 \text{ kg/zi}$	$C_{i,cco} \geq 120 \text{ kg/zi}$
1	Încărcarea organică specifică a biodiscurilor ($I_{sd,C}$)	$I_{sd,C12^\circ C} \text{ (g/m}^2 \cdot \text{zi)}$	$I_{sd,C12^\circ C} \text{ (g/m}^2 \cdot \text{zi)}$
2	Jgheaburi montate în serie cu 2 trepte	$\leq 8,0$	≤ 16
3	Jgheaburi montate în serie cu 3 sau 4 trepte	$\leq 8,0$	≤ 20

Notă: Valorile intermediare se obțin prin interpolare. Sursa: DWA 281-A - 2021- Bemessung von Tropfkörperanlagen, Anlagen mit Rotationstauchkörpern und Anlagen mit getauchten Festbetten.

- (7) Pentru epurare cu nitrificare se recomandă jgheaburi cu biodiscuri montate în serie, cu 3 până la 4 trepte. Valorile încărcării cu azot Kjeldahl specifică a biodiscurilor la o temperatură a apei uzate de 12°C sunt prezentate în Tabelul 4.22.

Tabelul 4.22. Valorile încărcării organice specifice a biodiscurilor și a încărcării cu azot Kjeldahl specifică a biodiscurilor, la o temperatură a apei uzate de 12°C, pentru epurare cu nitrificare

Nr. crt.	Epurare biologică cu nitrificare	$C_{i,CCO} = 6 \text{ kg/zi}$	$C_{i,CCO} \geq 120 \text{ kg/zi}$
1	Încărcarea organică specifică a biodiscurilor ($I_{sd,C}$)	$I_{sd,C,12^{\circ}\text{C}}$ ($\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{zi}$)	$I_{sd,C,12^{\circ}\text{C}}$ ($\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{zi}$)
2	Jgheaburi montate în serie cu 3 trepte	$\leq 8,0$	≤ 16
3	Jgheaburi montate în serie cu 4 trepte	$\leq 8,0$	≤ 20
4	Încărcarea cu azot Kjeldahl specifică a biodiscurilor ($I_{sd,KN}$)	$I_{sd,KN,12^{\circ}\text{C}}$	$I_{sd,KN,12^{\circ}\text{C}}$
5	Jgheaburi montate în serie cu 3 trepte	$\leq 1,2$	$\leq 1,6$
6	Jgheaburi montate în serie cu 4 trepte	$\leq 1,2$	$\leq 2,0$

Notă: Valorile intermediare se obțin prin interpolare. Sursa: DWA 281-A - 2021- Bemessung von Tropfkörperanlagen, Anlagen mit Rotationstauchkörpern und Anlagen mit getauchten Festbetten.

- (8) Dacă temperatura apei uzate este constant $> 12^{\circ}\text{C}$, valorile încărcărilor specifice a biodiscurilor pot fi calculate în funcție de temperatura apei uzate cu relațiile [4]:

$$a. I_{sd,C} \leq 1,06^{(T-12)} \cdot I_{sd,C,12^{\circ}\text{C}} \quad (\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{zi}) \quad (4.152)$$

$$b. I_{sd,KN} \leq 1,06^{(T-12)} \cdot I_{sd,KN,12^{\circ}\text{C}} \quad (\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{zi}) \quad (4.153)$$

în care:

T – temperatura apei uzate, ($^{\circ}\text{C}$);

$I_{sd,C}$ – încărcarea organică specifică a biodiscurilor, ($\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{zi}$);

$I_{sd,C,12^{\circ}\text{C}}$ – încărcarea organică specifică a biodiscurilor la o temperatură a apei uzate de 12°C, ($\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{zi}$);

$I_{sd,KN}$ – încărcarea cu azot Kjeldahl specifică a biodiscurilor, ($\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{zi}$);

$I_{sd,KN,12^{\circ}\text{C}}$ – încărcarea cu azot Kjeldahl specifică a biodiscurilor la o temperatură a apei uzate de 12°C, ($\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{zi}$).

- (9) Volumul jgheabului se consideră $\geq 4 \text{ l}/\text{m}^2$ suprafață necesară [4].

4.7.4.3 Bioreactoare cu medii plutitoare (MBBR)

- (1) Tehnologia de epurare a apelor uzate în bioreactoare cu medii plutitoare (MBBR – Moving Bed Biological Reactors) presupune dezvoltarea biomasei implicate în epurarea apei uzate pe medii suport realizate din materiale speciale (în mod uzual polipropilenă) cu densitate mai mică decât a apei care se deplasează în masa de apă asigurându-se astfel contactul biomasei cu substratul. Datorită suprafeței mari pe care se atașează biomasa sistemul permite o capacitate de epurare ridicată pentru o amprentă redusă.
- (2) Mișcarea continuă a mediilor suport se realizează cu ajutorul aerului în sistemele aerobe, respectiv cu ajutorul mixerelor în sistemele anoxice și anaerobe.
- (3) Atașată pe aceste medii suport biomasa este protejată, cantitatea se auto-reglează și depinde de încărcarea apei brute și de timpul de retenție. Procesul permite variații relativ ridicate ale încărcărilor.
- (4) Gradul de umplere a reactorului cu medii suport este între 10 – 60%, în funcție de aplicație.

- (5) Zona de colectare a apei din reactor este prevăzută cu site care au rolul de a menține în reactor mediile suport.
- (6) Nămolul rezultat din degradarea compușilor organici și a celor cu azot se detașează continuu de pe mediile suport, este evacuat odată cu efluentul bazinului și se reține ulterior printr-o treaptă adecvată.
- (7) Tehnologia MBBR poate fi utilizată pentru stații de epurare noi sau pentru retehnologizarea stațiilor de epurare existente. De asemenea, în cazul necesității de extindere a stațiilor de epurare, acolo unde nu există spațiu disponibil, implementarea tehnologiei MBBR în bazinele existente poate să fie o soluție care poate conduce la o creștere fie a capacității stației, fie a calității apei epurate.

4.7.5 Epurarea biologică cu biomasă în suspensie

4.7.5.1 Bazine cu nămol activat

4.7.5.1.1 Generalități

- (1) Pentru dimensionarea bazinelor cu nămol activat trebuie cunoscute:
 - a. schema de epurare cuprinzând obiectele componente de pe linia apei și linia nămolului;
 - b. concentrațiile în poluanți din influentul bazinelor cu nămol activat;
 - c. concentrațiile în poluanți din efluentul stației de epurare;
 - d. temperatura apei uzate (minimă și maximă);
 - e. temperatura maximă a aerului din zona de amplasare a stației de epurare.
- (2) Îndepărtarea azotului și a fosforului din apele uzate se realizează frecvent, în aceleași bazine în care se rețin substanțele organice biodegradabile. La instalațiile de epurare existente, dacă nu există posibilitatea de mai sus, eliminarea azotului se face într-o treaptă independentă, amplasată în aval de bazinul cu nămol activat.
- (3) Epurarea biologică cu biomasă în suspensie trebuie să cuprindă următoarele instalații tehnologice de bază:
 - a. în cazul în care este necesară numai reținerea substanțelor organice biodegradabile:
 - i. bazin biologic (se rețin substanțele pe bază de carbon);
 - ii. decantor secundar (reține biomasa dezvoltată în bazinul biologic);
 - iii. instalații de recirculare a nămolului activat și de evacuare a nămolului în exces.
 - b. în cazul în care este necesară numai nitrificarea:
 - i. bazin biologic (se rețin substanțele pe bază de carbon și se transformă azotul amoniacal în azotați);
 - ii. decantor secundar (reține biomasa dezvoltată în bazinul biologic);
 - iii. instalații de recirculare a nămolului activat și de evacuare a nămolului în exces;
 - c. în cazul în care este necesară îndepărtarea azotului:
 - i. bazin biologic (se rețin substanțele pe bază de carbon și se realizează nitrificare și denitrificare);
 - ii. decantor secundar;
 - iii. instalații pentru nămolul activat de recirculare (recirculare externă) și de evacuare a nămolului în exces; instalații de recirculare internă pentru aprovizionarea cu azotați a zonei de denitrificare;
 - iv. un bazin selector aerob amplasat în amonte de bazinul biologic, în scopul evitării dezvoltării bacteriilor filamentoase;
 - v. sursă externă de carbon organic (dacă este necesară).
 - d. în cazul în care este necesară îndepărtarea substanțelor organice biodegradabile, a azotului și a fosforului:

- i. bazin anaerob în amonte de bazinul biologic pentru reținerea fosforului; poate juca rol de selector;
 - ii. bazin biologic în care se realizează îndepărtarea substanțelor organice biodegradabile, nitrificarea și denitrificarea;
 - iii. decantor secundar;
 - iv. instalații pentru nămolul activat de recirculare (recirculare externă) și de evacuare a nămolului în exces; instalații de recirculare internă pentru aprovizionarea cu azotați a zonei de denitrificare;
 - v. sursă externă de carbon organic (dacă este necesară).
- (4) În calculele de dimensionare se ține seama că volumul total al bazinului cu nămol activat (V) nu cuprinde volumul bazinului anaerob (V_{AN}) sau volumul selectorului aerob (V_{sel}).
- (5) Vârsta nămolului (T_N) reprezintă un parametru important pentru dimensionarea bazinului cu nămol activat. Aceasta poate fi definită ca durata medie de retenție a flocoanelor de nămol activat din bazinul biologic. Tehnic, vârsta nămolului reprezintă raportul dintre cantitatea de materii solide în suspensie existentă în bazinul biologic și cantitatea de materii solide în suspensie (ca ”substanță uscată”) care părăsește zilnic sistemul bazin biologic – decantor secundar.
- (6) Dacă bazinul biologic conține atât zonă anoxică pentru denitrificare, cât și zonă aerobă pentru eliminarea substanțelor organice biodegradabile și nitrificare, vârsta nămolului pentru zona aerobă se determină cu relația:

$$T_{Naerob} = \frac{c_{na} \cdot V_N}{(Q_c - Q_{ne}) \cdot c_{uz}^{adm} + Q_{ne} \cdot c_{ne}} \quad (\text{zile}) \quad (4.154)$$

în care:

- c_{na} – concentrația nămolului activat, (kg/m^3);
- $V_N = V - V_D$, volumul zonei aerobe, (m^3);
- V_D – volumul zonei anoxice pentru denitrificare, (m^3);
- $Q_c = Q_{uz, \max, zi}$ – debitul de calcul a bazinului cu nămol activat, (m^3/zi);
- c_{uz}^{adm} – concentrația în MTS din efluentul epurat, (kg/m^3);
- Q_{ne} – debitul nămolului de recirculare, (m^3/zi);
- c_{ne} – concentrația nămolului în exces, (kg/m^3).

- (7) La proiectarea bazinului cu nămol activat se urmărește și se respectă următoarele cerințe:
- a. realizarea unei concentrații suficiente a nămolului activat din bazinele cu nămol activat (c_{na}), corespunzătoare gradului de epurare dorit;
 - b. un transfer de oxigen care să asigure desfășurarea proceselor biologice de nitrificare și de îndepărtare a substanțelor organice biodegradabile, precum și preluarea unor șocuri de încărcare cu poluanții respectivi;
 - c. circulație corespunzătoare a lichidului în bazin pentru omogenizare și evitarea producerii depunerilor de nămol pe radier; acest lucru se va realiza prin mixare, în zonele anoxice, respectiv prin aerare în zonele oxice, astfel încât viteza lichidului la nivelul radierului să fie de minimum 0,15 m/s pentru nămolurile ușoare și de minimum 0,30 m/s pentru nămolurile mai dense (vâscoase);
 - d. procesul de epurare să nu producă mirosuri neplăcute, zgomot, aerosoli și vibrații.
- (8) În zona aerobă, în care are loc și nitrificarea este necesară măsurarea și monitorizarea concentrației de oxigen dizolvat pentru conducerea automată și eficientă a procesului de aerare.
- (9) În procesul de nitrificare-denitrificare se reține și o parte din fosfor pe cale biologică. În scopul reținerii fosforului în exces, este necesară prevederea unui bazin anaerob în amonte de bazinele cu nămol activat.

- (10) Debitul de calcul ale apelor uzate influente în treapta de epurare biologică sunt determinate conform Tabelul 4.3.
- (11) Debitul de verificare este funcție de schema tehnologică de epurare (cu nitrificare, cu nitrificare-denitrificare, cu sau fără bazin anaerob pentru eliminarea pe cale biologică a fosforului), de poziția din schemă a zonei anoxice (amonte, în bioreactor, în avalul acestuia), de punctul de injecție a nămolului de recirculare externă sau/și a nămolului de recirculare internă.
- (12) Valoarea debitelor de verificare trebuie corect apreciată deoarece, pe de o parte, trebuie respectați parametrii tehnologici (timpuri de retenție), iar pe de altă parte garda hidraulică (diferența dintre cota coronamentului și nivelul maxim al apei din obiectul tehnologic) trebuie să fie suficientă pentru a evita realizarea unor niveluri de apă care să depășească coronamentul construcției.

4.7.5.1.2 Dimensionarea bazinelor cu nămol activat

4.7.5.1.2.1 Debite de dimensionare și verificare

- (1) Debitul de dimensionare și de verificare pentru bazinul cu nămol activat sunt:

- debitul de calcul: $Q_c = Q_{uz\,zi\,max}$;
- debitul de verificare: $Q_v = Q_{uz\,or\,max} + Q_{nr,max}$.

în care:

- $Q_{uz\,zi\,max}$ – debit zilnic maxim de apă uzată, (m^3/zi);
- $Q_{uz\,or\,max}$ – debit orar maxim de apă uzată, (m^3/h);
- $Q_{nr,max}$ – debitul de nămol recirculat, (m^3/zi).

4.7.5.1.2.2 Vârsta nămolului

- (1) Vârsta nămolului este un parametru de proiectare a instalațiilor de epurare biologică și depinde de:
- tipul tehnologiei de epurare biologică;
 - temperatura minimă a apei uzate brute;
 - mărimea stației de epurare (exprimată în cantitatea de substanță organică influentă).
- (2) Pentru stații de epurare convenționale fără nitrificare, în care au loc numai procese de reținere a substanțelor organice pe bază de carbon, dimensionarea bazinului cu nămol activat se face pentru vârsta nămolului cuprinsă între 4 zile ($C_{i,CCO} > 12000\text{ kg/zi}$) și 5 zile ($C_{i,CCO} \leq 2400\text{ kg/zi}$) [1].
- (3) În cazul stațiilor de epurare cu nitrificare, deci când este necesară oxidarea amoniului la azotați, vârsta nămolului pentru dimensionare aferentă zonei aere se determină cu relația [1]:

$$T_{N,aerob} = FS \cdot 3,4 \cdot 1,103^{(15-T)} \quad (\text{zile}) \quad (4.155)$$

în care:

FS – factor de siguranță ce ia în calcul:

- variația încărcărilor cu poluanți din bazinul cu nămol activat;
- variația pe termen scurt a temperaturii apei uzate;
- modificarea pH – ului.

- (4) FS se poate adopta în funcție de mărimea stației de epurare [1]:
- FS = 2,1 pentru stații de epurare cu $C_{i,CCO} \leq 2400\text{ kg/zi}$ ($\leq 20\,000\text{ LE}$);
 - FS = 1,5 pentru stații de epurare cu $C_{i,CCO} > 12000\text{ kg/zi}$ ($> 100\,000\text{ LE}$);
 - Chiar și în cazul în care se prevede un bazin de egalizare pentru echilibrarea încărcărilor zilnice, FS nu se adoptă mai mic de 1,2;
 - 3,4 – coeficient care ține seama de viteza maximă de creștere a bacteriilor nitrificatoare la 15°C ;

- e. T – temperatura de dimensionare 12°C ; la valori ale temperaturii sub $8 - 10^{\circ}\text{C}$, nitrificarea nu se mai produce și astfel pot crește concentrațiile de amoniu în efluentul bazinului cu nămol activat.
- (5) Pentru proiectare se recomandă utilizarea valorilor factorului de siguranță, în funcție de factorul de vârf al încărcării cu azot (f_N) și de valorile medii de monitorizare ale azotului amoniacal ($c_{\text{NH}_4^+}^{\text{efl}}$), valori prezentate în **Tabelul 4.23**.

Tabelul 4.23. Valorile factorului de siguranță în funcție de factorul de vârf al încărcării cu azot și valorile medii de monitorizare ale azotului amoniacal

$c_{\text{NH}_4^+}^{\text{efl}}$ ($\text{mg NH}_4^+/\text{l}$)	Factor de siguranță (FS) în funcție de factorul de vârf al încărcării cu azot (f_N)					
	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4
1,0	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4
2,0	1,2	1,2	1,2	1,3	1,4	1,6
2,5	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,5
5	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,5

Sursa: DWA T4 - 2016 – Bemessung von Klaranlagen in warmen und kalten Klimazonen.

- (6) Vârsta nămolului, pentru stații cu nitrificare – denitrificare, se definește [1]:

$$T_{N,\text{dim}} = \frac{T_{N,\text{aerob}}}{1 - \frac{V_D}{V}} \quad (\text{zile}) \quad (4.156)$$

sau

$$T_{N,\text{dim}} = \frac{FS \cdot 3,4 \cdot 1,103^{(15-T)}}{1 - \frac{V_D}{V}} \quad (\text{zile}) \quad (4.157)$$

- (7) În timpul iernii, când temperatura apei uzate este mai scăzută decât 12°C , în scopul menținerii vârstei nămolului $T_{N,\text{dim}}$, astfel încât nitrificarea să nu fie afectată, raportul V_D/V pentru aceste temperaturi mai scăzute (T_i), se calculează cu relația [1]:

$$\frac{V_D}{V} = 1 - \frac{FS \cdot 3,4 \cdot 1,103^{(15-T_i)}}{T_{N,\text{dim}}} \quad (\text{zile}) \quad (4.158)$$

- (8) Acest lucru permite ca în perioada unor temperaturi scăzute, sub temperatura de dimensionare, să poată fi redusă zona de denitrificare în favoarea zonei de nitrificare, dacă bazinul cu nămol activat este proiectat pentru această situație. În orice caz, trebuie evitată considerarea unor temperaturi prea scăzute, deoarece nu există experiență privind dimensionarea stațiilor de epurare la temperaturi sub 8°C .
- (9) Dacă, din relația (4.151) rezultă o valoare negativă pentru raportul V_D/V , atunci se consideră $V_D/V = 0$ și se calculează valoarea factorului de siguranță FS din ecuația (4.150). În această situație valoarea factorului de siguranță poate fi scăzută până la $FS = 1,2$. Sub această valoare pentru FS volumul bazinului cu nămol activat se mărește [1].
- (10) În cazul stațiilor de epurare cu stabilizarea aerobă a nămolului și nitrificare vârsta nămolului considerată la dimensionare este $T_{N,\text{dim}} \geq 20$ zile [1].
- (11) În cazul stațiilor de epurare cu nitrificare – denitrificare și stabilizarea nămolului vârsta nămolului este $T_{N,\text{dim}} \geq 25$ zile [1].
- (12) În cazul în care temperatura apei T din bioreactor (media pe două săptămâni) este constant mai mare de 12°C , vârsta nămolului se poate reduce conform relației [1]:

$$T_{N,\text{dim}} \geq 25 \cdot 1,072^{(12-T)} \quad (\text{zile}) \quad (4.159)$$

4.7.5.1.2.3 Determinarea concentrației de azot din azotatul care trebuie denitrificat

- (1) Pentru determinarea raportului dintre volumul zonei de denitrificare (V_D) și volumul total al bioreactorului (V), este necesară calcularea, mai întâi, a concentrației medii zilnice de azot din azotatul care trebuie denitrificat. Acesta poate fi determinat din ecuația de bilanț pentru azot indicată mai jos [1]:

$$c_{N-NO_3}^D = c_N^b - c_{N_{org}}^{efl} - c_{N-NH_4}^{efl} - c_{N-NO_3}^{efl} - c_{N_{org}}^{BM} - c_{N_{org, inert}} \quad (\text{mg N} - \text{NO}_3/\text{l}) \quad (4.160)$$

în care:

$c_{N-NO_3}^D$ – concentrația medie zilnică de azot din azotatul care trebuie denitrificat, (mg N- NO_3^-/l);

c_N^b – concentrația de azot total din influentul bazinului cu nămol activat, (mg N/l);

$c_{N_{org}}^{efl}$ – concentrația de azot organic din efluentul stației de epurare admisă la dimensionare, (mg N_{org}/l);

$c_{N-NH_4}^{efl}$ – concentrația de azot din NH_4^+ din efluentul stației de epurare admisă la dimensionare, (mg N- NH_4^+/l);

$c_{N-NO_3}^{efl}$ – concentrația de azot din NO_3^- din efluentul stației de epurare admisă la dimensionare, (mg N- NO_3^-/l);

$c_{N_{org}}^{BM}$ – concentrația de azot organic încorporat în biomasă care părăsește sistemul bioreactor-decantor secundar prin nămolul în exces, (mg N_{org}/l);

$c_{N_{org, inert}}$ – concentrația de azot organic legat de particule inerte (mg N_{org}/l).

- (2) În valoarea concentrației medii zilnice de azot total (c_N) din influentul stației de epurare se neglijează azotul din azotați și azotiți, care în general nu depășește 5% din c_N ; în cazul infiltrării în rețeaua de canalizare a unor ape subterane cu un conținut ridicat în azotați, sau în cazul amestecului apelor uzate urbane cu ape uzate industriale care conțin azotați, se introduce în c_N valoarea azotului aferentă acestor azotați.
- (3) Concentrația în azot se determină din concentrația în azotați, cu relația (4.161), cunoscându-se că la 1 mg de azot total corespund 4,427 mg NO_3^- :

$$c_{N-NO_3} = \frac{c_{NO_3}}{4,427} \quad (\text{mg N} - \text{NO}_3/\text{l}) \quad (4.161)$$

În cazul stațiilor de epurare care cuprind fermentare anaerobă a nămolului precum și concentrare și deshidratare mecanică a acestuia, azotul din supernatant se include în concentrația de azot din influentul stației de epurare (c_N), cu excepția cazului în care există tratare separată a supernatantului.

- (4) Concentrația în azot organic ($c_{N_{org}}^{efl}$) din efluentul stației de epurare admisă la dimensionare se calculează ca diferență între azotul total și celelalte forme de azot conform cerințelor reglementate pentru fiecare situație în parte.
- (5) Pentru a avea siguranța că în efluentul stației de epurare nu se depășește concentrația limită de azot amoniacal de 2,0 mg N - NH_4^+/l , în calculele de dimensionare se consideră $c_{N-NH_4}^{efl} = 0$.
- (6) Azotul organic încorporat în biomasă, la dimensionare se consideră [1]:

$$c_{N_{org}}^{BM} = 0,07 \cdot X_{CCO, BM} \quad (\text{mg } \text{N}_{org}/\text{l}) \quad (4.162)$$

în care:

$X_{CCO, BM}$ – concentrația în CCO-Cr din biomasa formată, (mg /l).

(7) Concentrația de azot organic legat de particule inerte, la dimensionare se consideră [1]:

$$c_{N_{org,inert}} = 0,03 \cdot (X_{CCO,inert,BM} + X_{CCO,p,inert}^b) \text{ (mg } N_{org}/\text{l)} \quad (4.163)$$

în care:

$X_{CCO,inert,BM}$ - concentrația în CCO-Cr din solidele inerte rămase din descompunerea endogenă a biomasei, (mg/l);

$X_{CCO,p,inert}^b$ - concentrația de CCO-Cr aferentă particulelor inerte din influențului bazinului cu nămol activat, (mg/l).

(8) Concentrația de azot din NO_3^- din efluentul stației de epurare ($c_{N-NO_3}^{efl}$) se stabilește conform legislației în vigoare (Tabelul 4.2).

4.7.5.1.2.4 Determinarea raportului $\left(\frac{V_D}{V}\right)$

(1) Consumul total de oxigen pentru reducerea substanțelor organice pe bază de carbon se calculează cu relația următoare [1]:

$$OC_C = X_{CCO,deg}^b + X_{CCO,ext} - X_{CCO,BM} - X_{CCO,inert,BM} \text{ (mg/l)} \quad (4.164)$$

(2) Consumul de oxigen pentru reducerea substanțele ușor degradabile și a sursei externe de carbon pentru scheme de epurare cu zonă preanoxică se poate determina cu relația [1]:

$$OC_{C,Fdeg}^{preanoxic} = f_{CCO} \cdot X_{CCO,deg}^b \cdot (1 - Y) + X_{CCO,ext} \cdot (1 - Y_{CCO,ext}) \text{ (mg/l)} \quad (4.165)$$

(3) Consumul de oxigen pentru reducerea substanțelor organice pe bază de carbon din sursă externă de carbon pentru denitrificarea intermitentă se poate determina cu relația [1]:

$$OC_{C,Fdeg}^{int} = X_{CCO,ext} \cdot (1 - Y_{CCO,ext}) \text{ (mg/l)} \quad (4.166)$$

(4) Consumul de oxigen pentru reducerea carbonului în zona de denitrificare pentru diferite procese poate fi calculat astfel [1]:

a. denitrificare în amonte:

$$OC_{C,D} = 0,75 \cdot \left[OC_{C,Fdeg}^{preanoxic} + (OC_C - OC_{C,Fdeg}^{preanoxic}) \cdot \left(\frac{V_D}{V}\right)^{0,68} \right] \text{ (mg/l)} \quad (4.167)$$

b. denitrificare simultană fără bazine anaerobe în amonte:

$$OC_{C,D} = 0,75 \cdot OC_C \cdot \left(\frac{V_D}{V}\right) \text{ (mg/l)} \quad (4.168)$$

c. denitrificare intermitentă cu dozare de substrat extern în perioada de denitrificare:

$$OC_{C,D} = 0,75 \cdot \left[OC_{C,Fdeg}^{int} + (OC_C - OC_{C,Fdeg}^{int}) \cdot \left(\frac{V_D}{V}\right) \right] \text{ (mg/l)} \quad (4.169)$$

(5) Pentru determinarea raportului V_D/V se efectuează următoarele iterații [1]:

a. se stabilește vârsta nămolului;

b. se calculează concentrația de CCO-Cr din biomasa formată $X_{CCO,BM}$ (ec. 4.180);

c. se calculează concentrația medie zilnică de azot din azotatul care trebuie denitrificat $c_{N-NO_3}^D$ (ec. 4.160);

d. se calculează consumul total de oxigen pentru reducerea substanțelor organice pe bază de carbon OC_C (ec. 4.164);

e. se calculează consumul de oxigen pentru reducerea carbonului în zona de denitrificare $OC_{C,D}$ pentru procesul aplicat (ec. 4.167, ec. 4.168 sau ec. 4.169).

- (6) Compararea consumului de oxigen $OC_{C,D}$ cu aportul de oxigen din reducerea azotatului indică reducerea concentrației de azotat. Se efectuează iterații modificând raportul V_D/V până când în formula (4.170) $x = 1$.

Dacă $x > 1$ se reduce raportul V_D/V ; dacă $x < 1$ se mărește raportul V_D/V [1].

$$x = \frac{OC_{C,D}}{2,86 \cdot c_{N-NO_3}^D} \quad (4.170)$$

- (7) Pentru proiectare nu se recomandă un raport V_D/V mai mic de 0,2 și mai mare de 0,6 [1].
- (8) Dacă din calcule rezultă $V_D/V=0,6$ nu se mărește raportul V_D/V , ci se studiază următoarele măsuri [1]:
- ocolirea parțială a decantorului primar;
 - tratate separată a supernatantului;
 - adaos (sursă) de carbon extern.
- (9) În cazul adoptării soluției cu sursă externă de carbon, se calculează surplusul de azot din azotatul care trebuie denitrificat (pentru care trebuie asigurat substrat suplimentar); concentrația de CCO suplimentară se determină [1]:

$$X_{CCO,ext} = 5 \cdot \Delta c_{N-NO_3}^D \quad (\text{mg/l}) \quad (4.171)$$

în care:

$X_{CCO,ext}$ – concentrația de CCO suplimentară, (mg /l);

$\Delta c_{N-NO_3}^D$ – surplusul de azot din azotatul care trebuie denitrificat, (mg N-NO₃ /l).

- (10) Ca surse externe de carbon, pot fi utilizate următoarele substanțe: metanol, etanol și acetați. În Tabelul 4.24 sunt prezentate caracteristicile acestor surse externe de carbon.

Tabelul 4.24. Caracteristicile surselor externe de carbon.

Nr. crt.	Parametrul	U.M.	Metanol	Etanol	Acid acetic
1	Densitate	kg / m ³	790	780	1060
2	X_{CCO}	kg / kg	1,50	2,09	1,07
3	X_{CCO}	g / l	1,185	1,630	1,135
4	$Y_{CCO,ext}$	g CCO _{BM} /g CCO _{deg}	0,45	0,42	0,42

Sursa: DWA 131 - 2016 - Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen.

- (11) Dintre aceste surse, acetații și metanolul sunt recomandați atât ca eficiență în ceea ce privește rata de dezvoltare a bacteriilor denitrificatoare, cât și ca preț.

4.7.5.1.2.5 Reținerea fosforului din apele uzate urbane

- (1) Îndepărtarea fosforului se poate realiza prin:
- procese biologice;
 - precipitare chimică;
 - procese biologice completate cu precipitarea chimică (pre-precipitare, precipitare simultană sau post- precipitare).
- (2) Reținerea biologică a fosforului se realizează în bazine de amestec anaerobe amplasate, de regulă, în amonte de bazinul cu nămol activat. Bazinele se dimensionează:
- pentru un timp minim de contact $t = 0,5 \dots 0,75$ h;
 - pentru debitul: $Q_{uz \text{ or } max} + Q_{re}$ (m³/zi).

- (3) Eficiența reținerii biologice a fosforului depinde de timpul de contact și de mărimea raportului dintre concentrația de substanță organică ușor biodegradabilă și concentrația de fosfor.
- (4) Dacă în timpul iernii volumul anaerob (V_{AN}) este folosit pentru denitrificare, atunci pentru această perioadă se stabilește o reținere mai scăzută a fosforului biologic în exces.
- (5) Determinarea concentrației de fosfor care trebuie reținută prin precipitare simultană se face din ecuația de bilanț a fosforului [1]:

$$c_{P,prec} = c_P - c_{P,efl} - c_{P,BM} - c_{P,bio,ex} \quad (\text{mg P/l}) \quad (4.172)$$

în care:

$c_{P,prec}$ – concentrația de fosfor total care trebuie reținută prin precipitare simultană, (mg P/l);

c_P – concentrația de fosfor total din influentul bazinului cu nămol activat, (mg P/l);

$c_{P,efl}$ – concentrația de fosfor total din efluentul stației de epurare, (mg P/l);

$c_{P,BM}$ – concentrația de fosfor total încorporat în biomasă, (mg P/l);

$c_{P,bio,ex}$ – concentrația de fosfor biologic în exces, (mg P/l).

- (6) Dacă concentrația $c_{P,prec} > 0$, este nevoie, pe lângă reținerea pe cale biologică a fosforului și de precipitare chimică.
- (7) Dacă $c_{P,prec} < 0$ nu este nevoie de precipitare chimică; pentru valori negative ale concentrației $c_{P,prec}$ apropiate de zero ($-1,0 \text{ mg/l} \dots -1,5 \text{ mg/l}$) se prevede, totuși, la proiectare, posibilitatea și spațiile necesare în viitor pentru tratarea chimică necesară.
- (8) Concentrația de fosfor total din efluentul stației de epurare $c_{P,efl}$ se consideră egală cu concentrația admisibilă de fosfor total din efluent:

$$c_{P,efl} = c_P^{adm} \quad (\text{mg P/l}) \quad (4.173)$$

în care:

$$c_P^{adm} = 1,0 (2,0) \text{ mg P/l.}$$

- (9) Concentrația de fosfor încorporat în biomasă [1]:

$$c_{P,BM} = 0,005 \cdot X_{CCO}^b \quad (\text{mg P/l}) \quad (4.174)$$

în care:

X_{CCO}^b – concentrația în CCO-Cr din influentul bazinului cu nămol activat, (mg O_2/l).

- (10) Dacă bazinul anaerob este situat în amonte de bazinul cu nămol activat [1]:

- a. concentrația de fosfor biologic în exces:

$$c_{P,bio,ex} = (0,005 \dots 0,007) \cdot X_{CCO}^b \quad (\text{mg P/l}) \quad (4.175)$$

- b. pentru temperaturi scăzute ale apei uzate, concentrația în azotați din efluentul stației de epurare $c_{N-NO_3}^{efl} \geq 15 \text{ mg N} - \text{NO}_3/l$:

$$c_{P,bio,ex} = (0,0025 \dots 0,005) \cdot X_{CCO}^b \quad (\text{mg P/l}) \quad (4.176)$$

- c. dacă schema de epurare este cu pre-denitrificare sau cu denitrificare cu alimentare fracționată, dar nu cuprinde bazine anaerobe, concentrația de fosfor biologic în exces:

$$c_{P,bio,ex} = 0,002 \cdot X_{CCO}^b \quad (\text{mg P/l}) \quad (4.177)$$

- (11) Dacă este nevoie de precipitare chimică, necesarul mediu de reactiv (sare metalică) poate fi calculat considerând $1,5 \text{ mol Me}^{3+} / \text{mol } C_{P,\text{bio,ex}}$. Efectuând conversia, se obțin următoarele doze de reactiv [1]:
- precipitare cu fier: $2,7 \text{ kg Fe/kg } P_{\text{prec}}$;
 - precipitare cu aluminiu: $1,3 \text{ kg Al/kg } P_{\text{prec}}$.
- (12) În soluția cu precipitare simultană, adaosul de var în influentul decantorului secundar conduce la creșterea pH-ului și la mărirea eficienței de precipitare; necesarul de var depinde de alcalinitatea din bazinul cu nămol activat.

4.7.5.1.2.6 Calculul cantității de nămol

- În bazinele anaerobe și bazinele în care se desfășoară procesele de nitrificare-denitrificare se produce nămol alcătuit din biomasa rezultată din îndepărtarea substanțelor organice biodegradabile și din eliminarea fosforului.
- Decantoarele secundare rețin biomasa produsă în bazinele cu nămol activat, precum și materiile solide în suspensie care au trecut de treapta de epurare mecanică, complex de substanțe care poartă denumirea de nămol activat.
- Nămolul activat din decantoarele secundare este dirijat către bazinele cu nămol activat în zona anoxică, aerobă sau în bazinul anaerob, după caz, ca nămol de recirculare în scopul menținerii unei anumite concentrații de biomasă în bazinele biologice (recirculare externă).
- Surplusul (excedentul) de nămol activat este denumit nămol în exces și este dirijat spre treapta de prelucrare a nămolului. Cea mai mare parte a biomasei din decantorul secundar este recirculată continuu în sistemul biologic.
- Producția de nămol în exces reprezintă suma dintre nămolul rezultat din reținerea substanțelor organice pe bază de carbon și nămolul provenit din îndepărtarea fosforului:

$$N_e = N_{eC} + N_{eP} \quad (\text{kg s. u./zi}) \quad (4.178)$$

în care:

N_e – cantitatea de materii solide, exprimată în substanță uscată din nămolul în exces, (kg s.u./zi);

N_{eC} – cantitatea de materii solide, exprimată în substanța uscată din nămolul în exces provenită din reținerea carbonului, (kg s.u./zi);

N_{eP} – cantitatea de materii solide, exprimată în substanță uscată, din nămolul în exces provenit din reținerea fosforului, (kg s.u./zi).

- Cantitatea de nămol în exces [1]:
 - cantitatea de nămol provenită din reținerea compușilor pe bază de carbon:

$$N_{eC} = Q_{uz,zi,med} \cdot \left(\frac{X_{CCO,p,inert}^b}{1,33} + \frac{X_{CCO,BM} + X_{CCO,p,inert,BM}}{0,92 \cdot 1,42} + f_B \cdot c_{uz}^b \right) \cdot \frac{1}{1000} \quad (\text{kg/zi}) \quad (4.179)$$

în care:

$Q_{uz,zi,med}$ – debitul mediu zilnic al apelor uzate, (m^3/zi);

$X_{CCO,p,inert}^b$ – concentrația de CCO-Cr aferentă particulelor inerte din influentul bazinului cu nămol activat, (mg/l);

$X_{CCO,BM}$ – concentrația în CCO-Cr din biomasa formată, (mg/l);

$X_{CCO,p,inert,BM}$ – concentrația în CCO-Cr din solidele inerte rămase din descompunerea endogenă a biomasei, (mg/l);

c_{uz}^b - concentrația MTS influentă în treapta biologică, (mg/l);

- i. concentrația în CCO-Cr din biomasa formată se determină cu relația:

$$X_{CCO,BM} = (X_{CCO,deg}^b \cdot Y + X_{CCO,ext} \cdot Y_{CCO,ext}) \cdot \frac{1}{1+b \cdot T_N \cdot F_T} \quad (\text{mg/l}) \quad (4.180)$$

în care:

$X_{CCO,deg}^b$ - concentrația de CCO-Cr degradabil din influentul bazinului cu nămol activat, (mg/l);

$X_{CCO,ext}$ - concentrația de CCO-Cr suplimentară (din sursă externă), (mg /l);

$Y = 0,67$ (g/g) - coeficientul de randament (g biomasa formată/g CCO degradat);

$Y_{CCO,ext}$ - coeficientul de randament pentru sursa externă de carbon (g biomasa formată/g CCO degradat);

$b = 0,17$ (zi^{-1}) - coeficientul descompunerii endogene la 15°C;

T_N - vârsta nămolului, (zile);

$F_T = 1,072^{(T-15)}$ - factorul de temperatură pentru respirația endogenă;

- ii. concentrația în CCO-Cr din solidele inerte rămase din descompunerea endogenă a biomasei se determină cu relația:

$$X_{CCO,inert,BM} = 0,2 \cdot X_{CCO,BM} \cdot T_N \cdot b \cdot F_T \quad (\text{mg/l}) \quad (4.181)$$

în care:

$X_{CCO,BM}$, T_N , b , F_T - definite anterior;

- b. cantitatea de nămol provenit din reținerea compușilor pe bază de fosfor:

- i. cantitatea de nămol în exces provenit din reținerea fosforului cuprinde materia solidă rezultată din îndepărtarea fosforului biologic în exces și din cea obținută din precipitarea simultană; la eliminarea fosforului biologic în exces, se admit 3 g s.u./1 g de fosfor eliminat biologic;
- ii. materiile solide rezultate din precipitarea simultană sunt funcție de tipul de coagulant și de cantitatea dozată;
- iii. în calcule se consideră o producție specifică de nămol de:
 - i. 2,5 kg s.u./kg Fe dozat;
 - ii. 4,0 kg s.u./1 kg Al dozat.
- iv. cantitatea de nămol în exces din eliminarea fosforului:

$$N_{eP} = \frac{Q_{uz,zi,med}}{1000} \cdot (3 \cdot c_{P,bio,ex} + 6,8 \cdot c_{P,prec.Fe} + 5,3 \cdot c_{P,prec.Al}) \quad (\text{kg s. u./zi}) \quad (4.182)$$

în care:

$Q_{uz,zi,med}$ - debitul mediu zilnic de apă uzată, (m^3/zi);

$c_{P,bio,ex}$ - concentrația de fosfor biologic în exces, (mg P/l);

$c_{P,prec.Fe}$ - concentrația de fosfor precipitat cu Fe, (mg P/l);

$c_{P,prec.Al}$ - concentrația de fosfor precipitat cu Al, (mg P/l);

- v. în cazul utilizării varului pentru precipitare, producția specifică de nămol este de 1 g/1g Ca (OH)₂.

(7) Indicele volumetric al nămolului sau indexul lui Mohlmann este un parametru care caracterizează procesul de sedimentare a nămolului activat în decantorul secundar. Indiferent de tipul epurării, se recomandă ca indicele volumetric să nu depășească 180 ... 200 cm³/g.

(8) Pentru calculele de dimensionare a treptei de epurare biologică se recomandă valorile din tabelul următor.

Tabelul 4.25. Valori recomandate pentru I_{VN} .

Nr. crt.	Tipul epurării	I_{VN} (cm ³ /g)	
		Influența apelor uzate industriale	
		Favorabilă	Nefavorabilă
1	Fără nitrificare	100 – 150	120 – 180
2	Cu nitrificare + denitrificare	100 – 150	120 – 180
3	Cu stabilizarea nămolului	75 – 120	120 – 150

Sursa: DWA 131 - 2016 - Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen.

(9) Valorile mai scăzute se consideră în cazurile:

- când schema de epurare nu cuprinde decantor primar;
- când schema de epurare cuprinde în amonte de bazinul biologic un bazin selector aerob sau un bazin de amestec anaerob;
- când bazinul biologic este prevăzut cu alimentare tip “piston”.

(10) Concentrația nămolului de recirculare (concentrația nămolului în exces):

$$c_{nr} = c_{ne} = \frac{1000}{I_{VN}} \quad (\text{kg/m}^3) \quad (4.183)$$

în care: I_{VN} – definit anterior.

(11) Coeficientul de recirculare externă a nămolului:

$$r = \frac{Q_{nr}}{Q_c} \cdot 100 = \frac{c_{na}}{c_{nr} - c_{na}} \cdot 100 = \frac{c_{na} \cdot I_{VN}}{1.000 - c_{na} \cdot I_{VN}} \quad (\%) \quad (4.184)$$

în care:

Q_c – debitul de calcul, definit anterior;

c_{na} , c_{nr} , I_{VN} – definiți anterior;

Q_{nr} – debitul de nămol recirculat, (m³/zi).

(12) Valori orientative ale concentrației nămolului activat din bazinul cu nămol activat sunt prezentate în Tabelul 4.26.

Tabelul 4.26. Valori ale concentrației nămolului activat.

Tipul epurării	Concentrația în substanță uscată c_{na} (kg/m ³)	
	cu decantare primară	fără decantare primară
Fără nitrificare	2,5 – 3,5	3,5 – 4,5
Cu nitrificare și denitrificare	2,5 – 3,5	3,5 – 4,5
Cu stabilizarea nămolului	–	4,5
Cu eliminarea fosforului (precipitare simultană)	3,5 – 4,5	4,5

4.7.5.1.2.7 Determinarea volumului bazinului biologic

(1) Volumul bazinului cu nămol activat se calculează în funcție de vârsta nămolului, de producția de nămol în exces, precum și de concentrația nămolului activat rezultat din dimensionarea decantorului secundar [1]:

$$V = \frac{T_N \cdot N_e}{c_{na}} \quad (\text{m}^3) \quad (4.185)$$

în care:

T_N – vârsta nămolului, (zile);

N_e – cantitatea de materii solide, exprimată în substanță uscată din nămolul în exces, (kg s.u./zi);

c_{na} – concentrația nămolului activat din bazinul biologic, (kg/m³).

- (2) Acest volum cuprinde atât volumul zonei de denitrificare (V_D) cât și volumul zonei de nitrificare (V_N) în care are loc eliminarea compușilor pe bază de carbon organic concomitent cu nitrificarea amoniului.

$$V = V_D + V_N \quad (\text{m}^3) \quad (4.186)$$

- (3) În schemele de denitrificare cu alimentare fracționată (step – feed), concentrația nămolului din bazinul cu nămol activat se înlocuiește cu $C_{na,step}$: $C_{na,step} > C_{na}$.
- (4) Calculul coeficienților de recirculare – Recircularea externă se referă la debitul de nămol activat prelevat din decantorul secundar și dirijat în funcție de soluția propusă, în amonte de bazinul anaerob, în amonte de bazinul de denitrificare sau în amonte de zona aerobă.
- (5) Dimensionarea se face pentru un coeficient de recirculare externă $r_e = 100\%$.
- (6) Debitul de nămol recirculat este:

$$Q_{re} = r_e \cdot Q_c \quad (\text{m}^3/\text{zi}) \quad (4.187)$$

în care:

Q_c – debitul de calcul a bazinului cu nămol activat, (m^3/zi);

- a. recircularea internă constă în prelevarea din avalul zonei de nitrificare a amestecului nămol – apă uzată (bogată în azotați) și dirijarea acestuia în secțiunea amonte a zonei de denitrificare.
- i. debitul de recirculare internă:

$$Q_{ri} = r_i \cdot Q_c \quad (\text{m}^3/\text{zi}) \quad (4.188)$$

în care:

Q_c - debitul de calcul a bazinului cu nămol activat, (m^3/zi);

r_i - coeficientul de recirculare internă, (%);

- ii. Coeficientul de recirculare internă se determină cu relația [1]:

$$r_i = \frac{c_{N-NO_3}^D}{c_{N-NO_3}^{efl}} - r_e \quad (4.189)$$

în care:

$c_{N-NO_3}^D$ – concentrația de azot din azotatul ce trebuie denitrificat, ($\text{mg N-NO}_3^- / \text{l}$);

$c_{N-NO_3}^{efl}$ – concentrația de azot din azotatul din efluentul stației de epurare, ($\text{mg N-NO}_3^- / \text{l}$);

r_e – coeficientul de recirculare externă.

- b. coeficientul total de recirculare [1]:

$$r_T = r_e + r_i = \frac{Q_{re}}{Q_c} + \frac{Q_{ri}}{Q_c} \quad (4.190)$$

în care:

Q_c, Q_{re} – definiți anterior;

Q_{ri} – debitul de recirculare internă, (m^3/zi).

- c. eficiența maximă a denitrificării [1]:

$$\eta_D = 1 - \frac{1}{1 + r_T} \quad (4.191)$$

- d. durata totală a unui ciclu, dacă procesul de denitrificare este intermitent [1]:

$$t_T = t_N + t_D \quad (\text{h}) \quad (4.192)$$

Se poate calcula cu relația:

$$t_T = t_r \cdot \frac{c_{N-NO_3}^{efl}}{c_{N-NO_3}^D} \quad (h) \quad (4.193)$$

în care:

$$t_r = \frac{V}{Q_{uz,max,or}} \geq 2 \quad (h) \quad (4.194)$$

4.7.5.1.2.8 Calculul Alcalinității

- (1) Deteriorarea flocoanelor de nămol și pierderea biomasei din bazinul de aerare poate să fie datorată reducerii valorii pH-ului ca urmare a reducerii alcalinității în procesul de nitrificare, respectiv în procesul de precipitare a fosforului cu săruri metalice.
- (2) Alcalinitatea medie zilnică se calculează pentru cele mai defavorabile situații:
 - a. doza maximă de reactiv de precipitare;
 - b. nitrificare extinsă;
 - c. denitrificare limitată.
- (3) Calculul valorii alcalinității la ieșirea din bazinul de aerare se face cu relația [1]:

$$Alk^{infDS} = Alk^b - \left[0,07 \left(c_{N-NH_4^+}^{inf} - c_{N-NH_4^+}^{efl} + c_{N-NO_3^-}^{efl} - c_{N-NO_3^-}^b \right) + 0,06 c_{Fe^{3+}} + 0,04 c_{Fe^{2+}} + 0,11 c_{Al^{3+}} - 0,03 c_{P,prec} \right]$$

în care:

Alk^{infDS} - alcalinitatea în efluentul bazinului de aerare [mmoli//];

Alk^b - alcalinitatea în influentul bazinului de aerare [mmoli/l];

$c_{N-NH_4^+}^{inf}$ - concentrația de azot amoniacal în influentul bazinului de aerare [mg N-NH₄⁺/l];

$c_{N-NH_4^+}^{efl}$ - concentrația de azot amoniacal în efluentul decantorului secundar [mg N-NH₄⁺/l];

$c_{N-NO_3^-}^{efl}$ - concentrația de azotați în efluentul decantorului secundar [mg N-NO₃⁻/l];

$c_{N-NO_3^-}^b$ - concentrația de azotați în influentul bazinului de aerare [mg N-NO₃⁻/l];

$c_{Fe^{3+}}$ - concentrația de fier trivalent [mg/l];

$c_{Fe^{2+}}$ - concentrația de fier bivalent [mg/l];

$c_{Al^{3+}}$ - concentrația de aluminiu [mg/l];

$c_{P,prec}$ - concentrația de fosfor precipitat [mg/l];

- (4) Valoarea alcalinității nu trebuie să scadă sub 1,5 mmoli/l [1].
- (5) Pentru menținerea acestei valori poate fi necesară dozarea de reactivi de neutralizare alcalini: lapte de var (dacă concentrația de dioxid de carbon din apă este suficientă), apă de var, bicarbonat de sodiu.
- (6) Dozarea reactivilor de neutralizare se face astfel încât să se evite creșterea valorii pH-ului peste 8,3 [1].

4.7.5.1.2.9 Calculul capacității de oxigenare

- (1) Capacitatea de oxigenare reprezintă cantitatea de oxigen necesară proceselor biochimice din bioreactor pentru: eliminarea carbonului organic (inclusiv respirația endogenă), pentru nitrificare, determinarea economiei de oxigen furnizat în procesul de denitrificare prin preluarea oxigenului necesar dezvoltării biomasei din azotați [1].
 - a. capacitatea de oxigenare necesară pentru reducerea carbonului organic se determină cu relația:

$$\overline{CO}_c = \frac{Q_{uz,zi,med} \cdot OC_c}{1000} \quad (\text{kg } O_2/\text{zi}) \quad (4.195)$$

în care:

$Q_{uz,zi,med}$ – debitul mediu zilnic de apă uzată, (m^3/zi);

OC_c - consumul total de oxigen pentru reducerea substanțelor organice pe bază de carbon (mg/l).

b. capacitatea de oxigenare necesară pentru nitrificare:

$$\overline{CO}_N = \frac{4,3 \cdot Q_{uz,zi,med}}{1000} \cdot (c_{N-NO_3}^D - c_{N-NO_3}^{infl} + c_{N-NO_3}^{efl}) \quad (\text{kg } O_2/\text{zi}) \quad (4.196)$$

în care:

4,3 - consumul specific de oxigen, ($kg O_2/kg$ azot oxidat);

$Q_{uz,zi,med}$ - debitul mediu zilnic de apă uzată, (m^3/zi);

$c_{N-NO_3}^D$ - concentrația de azot din azotatul ce trebuie denitrificat, ($mg N - NO_3^- /l$);

$c_{N-NO_3}^{infl}$ - concentrația de azot din azotatul influent în bazinul biologic, ($mg N - NO_3^- /l$);

$c_{N-NO_3}^{efl}$ - concentrația de azot din azotatul din efluentul bazinului biologic, ($mg N - NO_3^- /l$).

c. capacitatea de oxigenare necesară pentru denitrificare:

$$\overline{CO}_D = \frac{-2,86 \cdot Q_{uz,zi,med}}{1000} \cdot c_{N-NO_3}^D \quad (\text{kg } O_2/\text{zi}) \quad (4.197)$$

în care:

2,86 - consumul specific de oxigen, ($kg O_2/kg$ de azot denitrificat);

$Q_{uz,zi,med}$ - debitul mediu zilnic de apă uzată, (m^3/zi);

$c_{N-NO_3}^D$ - concentrația de azot din azotatul ce trebuie denitrificat, ($mg N - NO_3^- /l$);

Semnul minus (" - ") semnifică oxigenul ce se recuperează prin denitrificare și nu se consumă.

(2) Capacitatea de oxigenare necesară pentru eliminarea carbonului organic și pentru nitrificarea amoniului se poate calcula în ipotezele:

a. când se ține seama de aportul de oxigen din procesul de denitrificare;

b. când se neglijează aportul de oxigen din procesul de denitrificare.

(3) Ipoteza care conferă siguranță este ipoteza b, pentru care capacitatea necesară este maximă. Se ține seama de variația în decursul zilei a încărcării organice și a încărcării cu azot. Pentru calculul valorilor orare de vârf ale capacității de oxigenare necesare se introduc termenii f_c – factorul de vârf a încărcării organice și f_N – factorul de vârf a încărcării cu azot.

(4) Relațiile de calcul pentru determinarea capacității de oxigenare orare necesare sunt [1]:

a. în ipoteza luării în considerare a oxigenului furnizat prin denitrificare:

$$CO_{h,nec} = \frac{f_c \cdot (\overline{CO}_c - \overline{CO}_D) + f_N \cdot \overline{CO}_N}{24} \quad (\text{kg } O_2/\text{h}) \quad (4.198)$$

în care: toți termenii au fost definiți anterior.

b. în ipoteza în care se neglijează aportul de oxigen din procesul de denitrificare:

$$CO_{h,nec} = \frac{f_c \cdot \overline{CO}_c + f_N \cdot \overline{CO}_N}{24} \quad (\text{kg } O_2/\text{h}) \quad (4.199)$$

c. factorul de vârf f_c reprezintă raportul dintre cantitatea de oxigen necesară pentru eliminarea carbonului în 2 ore de vârf și cantitatea de oxigen medie zilnică necesară.

- (5) Factorul de vârf f_N se determină ca raport între încărcarea cu TKN în 2 ore de vârf și încărcarea în TKN medie pe 24 ore.
- (6) Deoarece valoarea de vârf a necesarului de oxigen pentru nitrificare se produce înainte de apariția necesarului de vârf pentru eliminarea carbonului, calculul capacității de oxigenare orare necesare $\overline{CO}_{h,nec}$, se face în două ipoteze [1]:
- ipoteza 1: $f_c = 1$ și o valoare admisă (apreciată) pentru f_N ;
 - ipoteza 2: f_c cu o valoare admisă (apreciată) și $f_N = 1$.
- (7) Dintre cele două ipoteze se consideră cea pentru care se obține ($\overline{CO}_{h,nec}$) maxim.

Tabelul 4.27. Valori pentru f_c și f_N

Factor de vârf	Vârsta nămolului T_N							
	2 zile	4 zile	8 zile	10 zile	15 zile	20 zile	25 zile	35 zile
f_c	1,4	1,3	1,25	1,2	1,2	1,15	1,11	1,05
f_N pentru $C_{i,CCO} \leq 2.400$ kg/zi	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,0	1,5	1,1
f_N pentru $C_{i,CCO} > 12.000$ kg/zi	2,4	2,4	2,2	2,0	1,8	1,5	1,3	1,1

Notă: Valorile intermediare se obțin prin interpolare

Sursa: DWA T4 - 2016 – Bemessung von Klaranlagen in warmen und kalten Klimazonen.

- (8) Pentru stații de epurare mici și medii, capacitatea de oxigenare orară necesară se verifică, cu relația următoare, caz în care factorii de vârf $f_c = 1$ și $f_N = 1$.

$$\overline{CO}_{h,nec} = \frac{\overline{CO}_{nec}}{\delta} \quad (\text{kg O}_2/\text{h}) \quad (4.200)$$

în care:

- $\delta = 15$ pentru $Q_{uz, max, zi} \leq 50$ l/s;
- $\delta = 20$ pentru 50 l/s $< Q_{uz, max, zi} \leq 250$ l/s;
- $\delta = 24$ pentru $Q_{uz, max, zi} > 250$ l/s.

- (9) În calculele de dimensionare se consideră ipoteza pentru care se obține valoarea maximă pentru $\overline{CO}_{h,nec}$ determinată cu una din relațiile (4.198), (4.199) și (4.200).
- (10) Determinarea debitului de aer necesar în condiții reale în scopul asigurării capacității de oxigenare orare necesare, ține seama de:
- temperatura apei uzate;
 - randamentul transferului de oxigen de la aer la apă;
 - temperatura maximă a aerului din zona de amplasare a stației de epurare;
 - adâncimea de insuflare din bazinul cu nămol activat;
 - performanțele dispozitivelor de insuflare a aerului în apă.
- (11) Capacitatea de oxigenare orară necesară în condiții standard SOTR (Standard Oxygen Transfer Rate) în apă curată (temperatura apei 20°C și presiunea atmosferică 1013hPa), pentru aerare pneumatică, se calculează cu relația [5]:

$$SOTR = \frac{f_d \cdot c_{S,20}}{\alpha \cdot (f_d \cdot c_{S,T} - c_B)^{\theta \cdot (T-20)}} \overline{CO}_{h,nec} \quad (\text{kg O}_2/\text{h}) \quad (4.201)$$

în care:

- f_d – factorul de adâncime pentru aerare pneumatică, (-);
- $c_{S,20}$ – concentrația de saturație a oxigenului în apa curată, la 20°C, (mg O₂/l);
- α - coeficient care ține seama de capacitatea de transfer a oxigenului de la apa curată la apa uzată; valoarea coeficientului este în funcție de procesul biologic și de cazurile de

încărcare considerate; valoarea minimă a coeficientului α se consideră: $\alpha = 0,5 - 0,65$ pentru procese de nitrificare și denitrificare, $\alpha = 0,3 - 0,4$ pentru epurare biologică convențională (reținerea carbonului), $\alpha = 0,7 - 0,8$ pentru procese cu stabilizare aerobă simultană a nămolului;

$c_{S,T}$ - concentrația de saturație a oxigenului în apa curată la temperatura $T(^{\circ}\text{C})$, ($\text{mg O}_2/\text{l}$);

c_B - concentrația oxigenului dizolvat în apa uzată, pentru dimensionare se adoptă $2 \text{ (mg O}_2/\text{l)}$;

$\theta = 1,024$ - coeficient din relația de tip Arrhenius, ce evidențiază efectul temperaturii asupra transferului de oxigen;

T - temperatura apelor uzate;

$\overline{\text{CO}}_{h,nec}$ - capacitatea de oxigenare orară necesară, ($\text{kg O}_2/\text{h}$).

(12) Factorul de adâncime pentru aerare pneumatică se calculează cu relația [5]:

$$f_d = 1 + \frac{H_i}{20,7} \quad (-) \quad (4.202)$$

în care:

H_i - adâncimea de insuflare a aerului, măsurată între suprafața lichidului și fața superioară a dispozitivului de insuflare în amestecul lichid din bazinul cu nămol activat, (m).

(13) Concentrația de saturație a oxigenului dizolvat în apa curată la temperatura $T(^{\circ}\text{C})$ se determină cu relația [5]:

$$c_{S,T} = \frac{2234,34}{(T+45,93)^{1,31403}} \quad (\text{mgO}_2/\text{l}) \quad (4.203)$$

(14) De la o altitudine de 600 m deasupra nivelului mării și o concentrație totală de săruri $< 2 \text{ g/l}$, se recomandă să se ia în considerare și influența altitudinii asupra concentrației de saturație a oxigenului [5]:

$$\text{SOTR} = \frac{f_d \cdot c_{S,20}}{\alpha \cdot (f_d \cdot c_{S,T} \cdot \frac{p_{atm}}{1013} - c_B) \cdot \theta^{(T-20)}} \overline{\text{CO}}_{h,nec} \quad (\text{kg O}_2/\text{h}) \quad (4.204)$$

în care:

$f_d, c_{S,20}, \alpha, c_{S,T}, c_B, \theta, T, \overline{\text{CO}}_{h,nec}$ - definiții anterior;

p_{atm} - presiunea atmosferică din zona de amplasare a bazinului cu nămol activat, (hPa).

(15) Presiunea atmosferică din zona de amplasare a bazinului cu nămol activat se determină în funcție de altitudinea geodezică a sistemului [5]:

$$p_{atm} = 1013,25 \cdot \left(\frac{288 - 0,0065 \cdot h_{geo}}{288} \right)^{5,255} \quad (4.205)$$

în care:

h_{geo} - altitudinea geodezică a sistemului, (m).

(16) Calculele se efectuează pentru perioada de vară considerând temperatura relevantă a apei uzate temperatura maximă specifică fiecărui amplasament.

(17) Debitul de aer necesar, aspirat în aer uscat la temperatura de 0°C și presiunea atmosferică 1013 hPa, considerând conținutul de oxigen dintr-un m^3 de aer de 300 g/m^3 ($0,2095 \text{ m}^3 \text{ O}_2/\text{m}^3 \text{ aer} \times 1429 \text{ g O}_2/\text{m}^3 \text{ aer}$), se determină cu relația [5]:

$$Q_{N,aer} = \frac{1000 \cdot \text{SOTR}}{3 \cdot \text{SSOTE} \cdot H_i} \quad (\text{N m}^3 \text{ aer/h}) \quad (4.206)$$

în care:

SOTR, H_i - definiții anterior;

SSOTE – eficiența specifică de transfer a oxigenului în apa curată, (Specific Standard Oxygen Transfer Efficiency), la adâncimea de insuflare H_i , (%/m); valoarea eficienței specifice este caracteristică fiecărui dispozitiv de insuflare a aerului și este furnizată de ofertantul (producătorul) dispozitivului.

(18) Debitul de aer necesar se poate determina și cu relația [5]:

$$Q_{N,aer} = \frac{1000 \cdot SOTR}{SSOTR \cdot H_i} \quad (\text{N m}^3 \text{ aer/h}) \quad (4.207)$$

în care:

SOTR, H_i – definiți anterior;

SSOTR – capacitatea specifică de oxigenare a dispozitivului de insuflare a aerului în apă curată, (Specific Standard Oxygen Transfer Rate), ($\text{g O}_2/\text{N m}^3 \text{ aer} \cdot \text{m adâncime de insuflare}$); valoarea este caracteristică fiecărui dispozitiv de insuflare a aerului și este furnizată de ofertantul (producătorul) dispozitivului.

4.7.5.2 Bazine cu nămol activat cu funcționare secvențială

(1) Procesele din bazinele cu funcționare secvențială sunt identice cu cele din bazinele cu nămol activat, cu deosebirea că și aerarea și decantarea au loc în același bazin. Dacă în bazinele cu nămol activat procesul de aerare și decantare au loc în același timp, în bazinele cu funcționare secvențială acestea au loc secvențial.

(2) Procesul care se desfășoară într-un bazin secvențial este alcătuit din următoarele 5 etape:

a. Umplere

- i. obiectiv: adăugare de substrat (apă uzată sau apă uzată decantată primar);
- ii. se realizează ridicarea nivelului apei în bazin de la 25% din capacitate (la sfârșitul etapei de stand-by) la 100%;
- iii. durata etapei este circa 25% din durata unui ciclu.

b. Reacție (aerarea apei)

- i. obiectiv: completarea reacțiilor biochimice care au fost inițiate în timpul etapei de umplere;
- ii. durata etapei este $\approx 35\%$ din durata unui ciclu.

c. Decantare:

- i. obiectiv: separarea solidelor din apă, pentru limpezirea acesteia;
- ii. durata etapei este $\approx 20\%$ din durata unui ciclu.

d. Evacuare apă limpezită

- i. obiectiv: evacuarea apei limpezite din bazin;
- ii. durata etapei de evacuare poate fi cuprinsă între 5...30% din durata unui ciclu ($0,25 \div 2,0\text{h}$), cu o valoare uzuală de 0,75h.

e. Evacuare nămol (stand-by)

- i. obiectiv: permite celei de-a doua unități să realizeze etapa de umplere;
- ii. evacuarea nămolului în exces se realizează la sfârșitul fiecărui ciclu;
- iii. durata etapei de evacuare este $\approx 5\%$ din durata unui ciclu.

(3) Procesul de epurare biologică din bazinele cu funcționare secvențială nu necesită recircularea nămolului.

(4) Epurarea biologică din bazinele cu funcționare secvențială se poate realiza în următoarele cazuri:

- a. epurare biologică convențională;
- b. epurare biologică cu nitrificare/denitrificare;
- c. epurare biologică cu nitrificare/denitrificare și stabilizarea aerobă a nămolului.

(5) Numărul minim de unități (bazine) cu funcționare secvențială este $n = 2$.

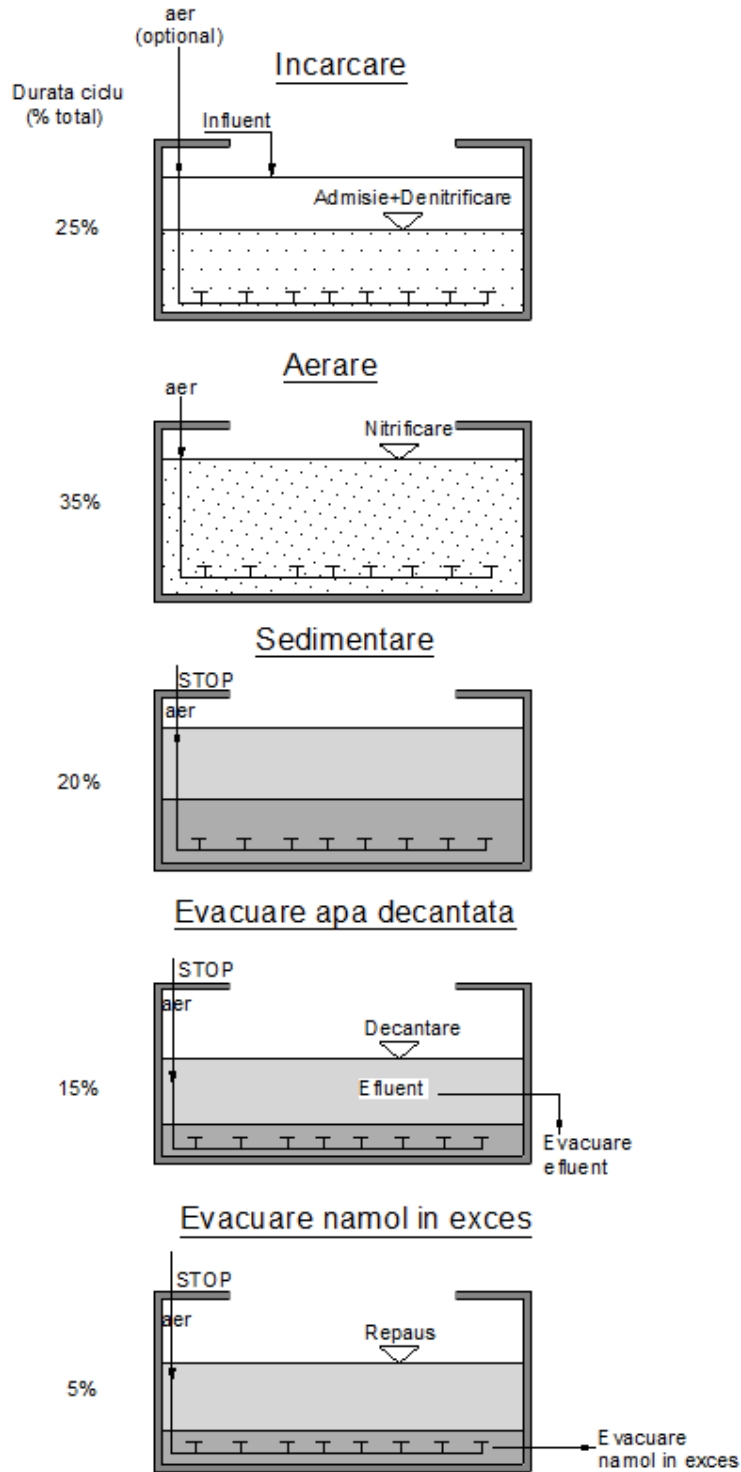


Figura 4.10. Etapele de operare pentru bazinele cu funcționare secvențială.

4.7.5.3 Bioreactoare cu membrane (MBR)

(1) Tehnologia de epurare cu bioreactoare cu membrane (MBR – Membrane Biological Reactors) combină procesul de epurare cu nămol activat cu filtrarea pe membrane și poate fi configurată în funcție de necesitatea de reținere a poluanților.

- (2) Sistemul MBR constă într-un bazin biologic în care are loc degradarea compușilor din apa uzată și un modul de membrane care are rolul de separare fizică a apei de namol (microfiltrare sau ultrafiltrare).
- (3) Sistemele MBR se pot configura:
 - a. unitatea de filtrare prin membrane amplasată în exteriorul bazinului biologic. În acest caz trecerea apei prin membrană se face ca urmare a aplicării unei presiuni;
 - b. unitatea de filtrare cu membrane amplasată în bazinul biologic, caz în care trecerea apei prin membrană este posibilă prin aplicarea de vacuum. Această configurație conduce la un consum mai redus de energie.
- (4) Pentru a evita colmatarea membranei este necesară o treaptă de pre-epurare pentru reținerea fibrelor, a părului sau a altor elemente care ar putea colmata/degrada membrana. De asemenea, sistemul este prevăzut cu spălare chimică periodică.
- (5) Colmatarea membranei este influențată de condițiile hidrodinamice, de tipul de membrană, de tipul de configurare, de prezența compușilor cu masă moleculară mare rezutați din metabolismul microbial.
- (6) În vederea evitării colmatării membranei, în cazul membranelor submersate, un flux de aer este injectat în interiorul modulului cu membrane. Pe lângă aportul de oxigen, acesta are rolul de a scutura membrane împiedicând astfel aderența nămolului la suprafața acesteia.
- (7) Parametrii de funcționare a sistemelor MBR submersate sunt [6]:
 - a. presiunea trans-membrană – 20 kPa;
 - b. concentrația nămolului activat – 12 – 15 kg/m³.
 - c. timp de retenție hidraulică – 1- 9 ore;
 - d. încărcare volumetrică – până la 20 kg CCO-Cr/m³,zi;
 - e. debit de aer – 8 – 12 Nm³/h, modul;
 - f. pH – 7 – 7,5;
 - g. consum de energie – 0,2 – 0,4 kWh/m³.
- (8) Datorită concentrației mari a biomasei în bioreactor sistemul permite o capacitate de epurare ridicată pentru o amprentă redusă.
- (9) Sistemele MBR oferă opțiunea de selectare independentă a timpului de retenție hidraulică și a timpului de retenție a nămolului, ceea ce permite un control flexibil al parametrilor de operare.
- (10) Concentrația mare a nămolului în bioreactor permite epurarea eficientă a apelor uzate cu încărcare ridicată. Un timp de retenție ridicat al nămolului permite contactul prelungit al acestuia cu poluanții din apă și dezvoltarea de microorganisme capabile să degradeze și o serie de compuși refractari.
- (11) Sistemele de bioreactoare cu membrane funcționează complet automatizat.

4.7.6 Decantoare secundare

- (1) Decantoarele secundare sunt construcții descoperite care au rolul de a reține nămolul biologic produs în bazinele cu nămol activat sau în filtrele biologice.
- (2) Decantoarele secundare sunt amplasate în aval de bazinele cu nămol activat sau de filtrele biologice, în funcție de schema de epurare adoptată.
- (3) Substanțele reținute în decantoarele secundare poartă denumirea de nămol biologic, iar în cazul în care decantoarele secundare sunt amplasate după bazinele cu nămol activat, substanțele reținute poartă denumirea de nămol activat.

- (4) Decantoarele secundare nu pot lipsi din schemele de epurare biologică, acestea funcționând în tandem cu bazinele cu nămol activat sau cu filtrele biologice.
- (5) Procesul de decantare este influențat de:
- flocularea realizată în zona de admisie a apei în decantor;
 - condițiile hidraulice din decantor (modul de repartiție al apei la admisie și modul de colectare la evacuare, curenții de densitate);
 - debitul nămolului de recirculare, modul și ritmicitatea de evacuare a nămolului.
- (6) Decantoarele secundare sunt alcătuite în principal din:
- compartimente pentru decantarea propriu-zisă;
 - sistemele de admisie și distribuție a apei din bazinele cu nămol activat sau filtrele biologice;
 - sistemele de colectare și evacuare a apei decantate;
 - echipamentele mecanice necesare colectării și evacuării nămolului, precum și dispozitivele de închidere pe accesul și evacuarea apei în și din decantor, necesare izolării fiecărui compartiment în parte în caz de necesitate (revizii, reparații, avarii);
 - conducte de evacuare a nămolului biologic și de golire a decantorului;
 - pasarelă de acces pe podul raclor.

4.7.6.1 Clasificare

- (1) Decantoarele secundare se clasifică astfel:
- după direcția de curgere a apei prin decantor:
 - decantoare orizontale longitudinale;
 - decantoare orizontale radiale;
 - decantoare verticale;
 - decantoare de tip special (cu module lamelare, cu recircularea stratului de nămol);
 - după modul de evacuare a nămolului:
 - decantoare cu evacuare hidraulică pe principiul diferenței de presiune hidrostatică;
 - decantoare cu evacuare hidraulică cu ajutorul podurilor raclor cu sucțiune.

4.7.6.2 Parametri de dimensionare

- (1) Debitul de calcul al decantoarelor secundare, în toate procedeele de canalizare, este:

$$Q_c = Q_{uz,zi,max} \quad (m^3/h) \quad (4.208)$$

- (2) Debitul de verificare în toate procedeele de canalizare se stabilește cu relația:

- a. în scheme cu filtre biologice:

$$Q_v = Q_{uz,or,max} + Q_{AR,max} \quad (m^3/h) \quad (4.209)$$

- b. în scheme cu bazine cu nămol activat:

$$Q_v = Q_{uz,or,max} + Q_{nr,max} \quad (m^3/h) \quad (4.210)$$

- (3) Numărul de decantoare va fi de minimum două unități (compartimente), ambele active, fiecare putând funcționa independent. Pentru funcționarea corectă a unităților de decantare se impune distribuția egală a debitelor între unitățile respective (se prevede în amonte de decantoarele secundare o cameră de distribuție a debitelor).
- (4) Pentru asigurarea unei bune funcționări a decantoarelor, precum și pentru realizarea unei eficiențe ridicate în ceea ce privește sedimentarea materiilor în suspensie din apă, trebuie ca accesul și evacuarea apei să se facă uniform; pentru acces se recomandă prevederea de deflectoare, orificii sau

ecrane semiscufundate, orificiile fiind îndreptate către radier pentru asigurarea uniformității curgerii în bazin. La decantoarele orizontale radiale și la cele verticale, accesul apei trebuie să se facă la o distanță de 1,50 m față de radier, pentru o bună distribuție a liniilor de curent.

- (5) Evacuarea apei din decantor este reglată prin deversoare metalice, având partea superioară realizată sub forma unor dinți triunghiulari sau trapezoidali; aceste deversoare sunt reglabile pe verticală, permițând astfel evacuarea controlată a apei decantate. Pentru a realiza o evacuare uniformă, trebuie ca deversarea să fie neînecată și perfect reglată pe verticală, astfel încât lama deversantă pentru fiecare dinte al deversorului să fie egală.
- (6) Evacuarea apei decantate se poate face și prin conducte submersate funcționând cu nivel liber, prevăzute cu fante (orificii). Conducta va fi dimensionată să funcționeze cu nivel liber.
- (7) Lungimea deversoarelor rezultă din adoptarea valorilor recomandate pentru debitul specific deversat; debitul nu va depăși $10(\text{m}^3/\text{h}, \text{m})$ pentru rigole cu evacuare pe o singură parte și $6(\text{m}^3/\text{h}, \text{m})$ pentru rigole cu evacuare pe două părți în situația cea mai dezavantajoasă (la debitul de verificare). Când valoarea este depășită, se recomandă mărirea lungimii de deversare prin realizarea de rigole paralele sau, la decantoarele radiale și verticale, prin prevederea de rigole radiale suplimentare.
- (8) Se recomandă evacuarea continuă a nămolului activat din decantoarele secundare, dar dacă nu este posibil, intervalul de timp dintre două evacuări de nămol nu trebuie să fie mai mare de 4 h (cu măsuri adecvate la recircularea nămolului).
- (9) Determinarea pierderilor de sarcină prin decantor se va face atât pentru debitul de calcul cât și pentru cel de verificare, adoptându-se pentru profilul tehnologic valorile cele mai dezavantajoase.
- (10) Înălțimea de siguranță a pereților decantorului deasupra nivelului maxim al apei va fi de minim 0,3 m.
- (11) Alegerea tipului de decantor, a numărului de compartimente și a dimensiunilor acestora se face pe baza unor calcule tehnico-economice comparative, a cantității și calității nămolului biologic efluent din bazinele cu nămol activat sau din filtrele biologice și a parametrilor de proiectare recomandați pentru fiecare caz în parte.

4.7.6.2.1. Parametri de dimensionare - decantoare secundare în scheme cu bazine cu nămol activat

- (1) La proiectarea decantoarelor secundare se iau în considerare următoarele:
 - a. separarea eficientă a nămolului;
 - b. îngroșarea și evacuarea nămolului depus pe radier.
- (2) Nămolul reținut este îngroșat în stratul depus pe radier, fenomen dependent de indicele nămolului (I_{VN}), de grosimea stratului de nămol, de timpul de îngroșare și de tipul sistemului de raclare a nămolului de pe radier.
- (3) Concentrația materiilor solide din influentul decantoarelor secundare se poate considera egală cu concentrația materiilor solide din (c_{na}) din bazinul cu nămol activat (kg/m^3).
- (4) Indicele comparativ al nămolului $I_{SN} < 600(\text{l}/\text{m}^3)$ [1].
- (5) Concentrația nămolului sedimentat pe radierul decantorului secundar se calculează cu relația [1]:

$$c_{nds} = \frac{1000}{I_{VN}} \sqrt[3]{\tau_i} \quad (\text{kg}/\text{m}^3) \quad (4.211)$$

în care:

I_{VN} - indicele volumetric al nămolului (cm^3/g);

t_i - timpului de îngroșare (concentrare) a nămolului din decantorul secundar (h).

- (6) Se recomandă stabilirea timpului de îngroșare (concentrare) a nămolului din decantorul secundar funcție de tipul epurării astfel [1]:
- pentru epurare fără nitrificare $t_i = 1,5 - 2,0$ (h);
 - pentru epurare cu nitrificare $t_i = 1,5$ (h);
 - pentru epurare cu nitrificare și denitrificare $t_i = 2,0$ (h).

- (7) Valorile concentrației nămolului de recirculare depind de tipul sistemului de raclare a nămolului din decantoarele secundare și se calculează cu relațiile [1]:

a. pentru decantoare secundare la care podul realizează raclare mecanică a nămolului spre o bașă:

$$c_{nr} \cong (0,7 - 0,8) \cdot c_{nds} \quad (\text{kg/m}^3) \quad (4.212)$$

b. pentru decantoare secundare dotate cu pod raclor cu sucțiune:

$$c_{nr} \cong (0,5 - 0,7) \cdot c_{nds} \quad (\text{kg/m}^3) \quad (4.213)$$

c. pentru decantoare fără sistem de raclare a nămolului:

$$c_{nr} \cong c_{nds} \quad (\text{kg/m}^3) \quad (4.214)$$

- (8) Concentrația nămolului activat se stabilește cu relația:

$$c_{na} = \frac{r_e \cdot c_{nr}}{1+r_e} \quad (\text{kg/m}^3) \quad (4.215)$$

în care:

r_e – coeficientul de recirculare externă (%);

c_{nr} – concentrația nămolului de recirculare (kg/m^3).

- (9) În calculele de dimensionare, coeficientul de recirculare externă se va considera [1]:

- pentru decantoare secundare cu curgere predominant orizontală $r_e = 75\%$;
- pentru decantoare secundare cu curgere predominant verticală $r_e = 100\%$;

- (10) Încărcarea hidraulică superficială la debitul de calcul se determină cu relația [1]:

$$u_{sc} = \frac{u_{vs}}{I_{SN}} = \frac{u_{vs}}{c_{na} \cdot I_{VN}} \quad (\text{m/h}) \quad (4.216)$$

în care:

u_{vs} – încărcarea volumetrică superficială cu nămol ($\text{l/m}^2 \cdot \text{h}$);

I_{SN} – indicele comparativ al nămolului (l/m^3);

c_{na} – concentrația nămolului activat (kg/m^3);

I_{VN} – indicele volumetric al nămolului (cm^3/g).

- (11) Încărcarea volumetrică superficială cu nămol se recomandă să respecte relația [1]:

- pentru decantoare secundare cu curgere predominant orizontală:

$$u_{vs} \leq 500 \quad (\text{l/m}^2 \cdot \text{h}) \quad (4.217)$$

- pentru decantoare secundare cu curgere predominant verticală:

$$u_{vs} \leq 650 \quad (\text{l/m}^2 \cdot \text{h}) \quad (4.218)$$

- (12) Decantoarele secundare cu curgere predominant orizontală sunt decantoare cu raportul dintre componenta verticală și componenta orizontală mai mic de 1:3; decantoarele secundare cu curgere predominant verticală sunt decantoare cu raportul dintre componenta verticală și componenta orizontală mai mare de 1:2 [1].

- (13) Suprafața orizontală necesară a decantoarelor secundare se calculează cu relația:

$$A_o = \frac{Q_c}{u_{sc}} \quad (\text{m}^2) \quad (4.219)$$

în care:

Q_c – debitul de calcul, (m^3/h);

u_{sc} – încărcarea superficială la debitul de calcul, (m/h);

(14) Încărcarea superficială efectivă la debitul de calcul și încărcarea superficială efectivă la debitul de verificare, se recomandă să respecte relațiile:

- a. pentru decantare secundare precedate de bazine cu nămol activat, exclusiv cele cu stabilizarea nămolului:

$$u_{sc}^{ef} \leq 1,2 \text{ (m/h)} \quad (4.220)$$

$$u_{sv}^{ef} \leq 2,2 \text{ (m/h)} \quad (4.221)$$

- b. pentru decantare secundare precedate de bazine cu nămol activat, cu stabilizarea nămolului:

$$u_{sc}^{ef} \leq 0,7 \text{ (m/h)} \quad (4.222)$$

$$u_{sv}^{ef} \leq 1,4 \text{ (m/h)} \quad (4.223)$$

(15) Adâncimea utilă necesară se calculează cu relația (figurile următoare) [1]:

$$h_u = h_1 + h_{23} + h_4 \text{ (m)} \quad (4.224)$$

în care:

h_1 - adâncimea zonei de apă limpezită (m);

h_{23} - adâncimea zonei de tranziție și separare (m);

h_4 - adâncimea zone de îngroșare (concentrare) a nămolului în decantorul secundar (m).

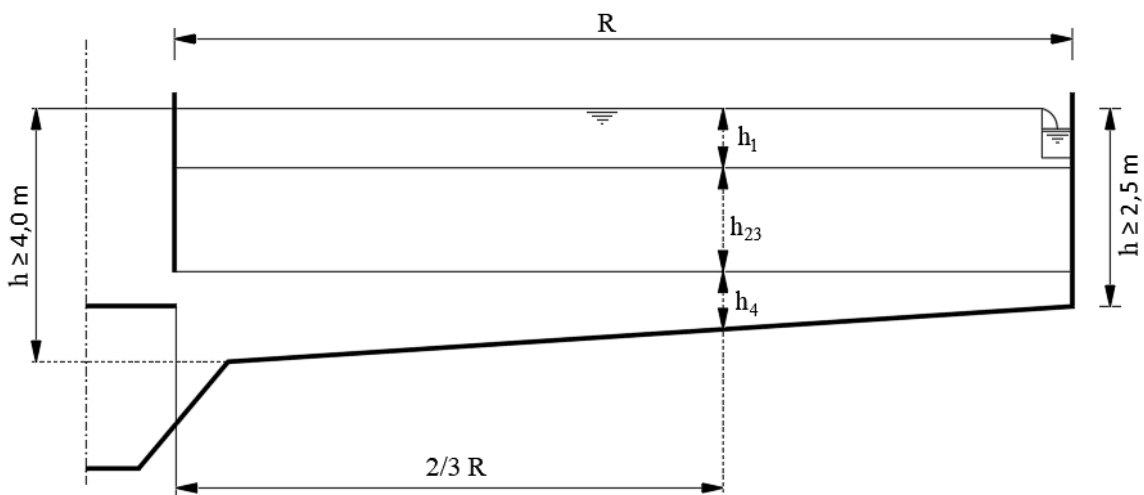


Figura 4.11. Schema de principiu a decantorului secundar orizontal radial.

Sursa: DWA 131 - 2016 - Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen.

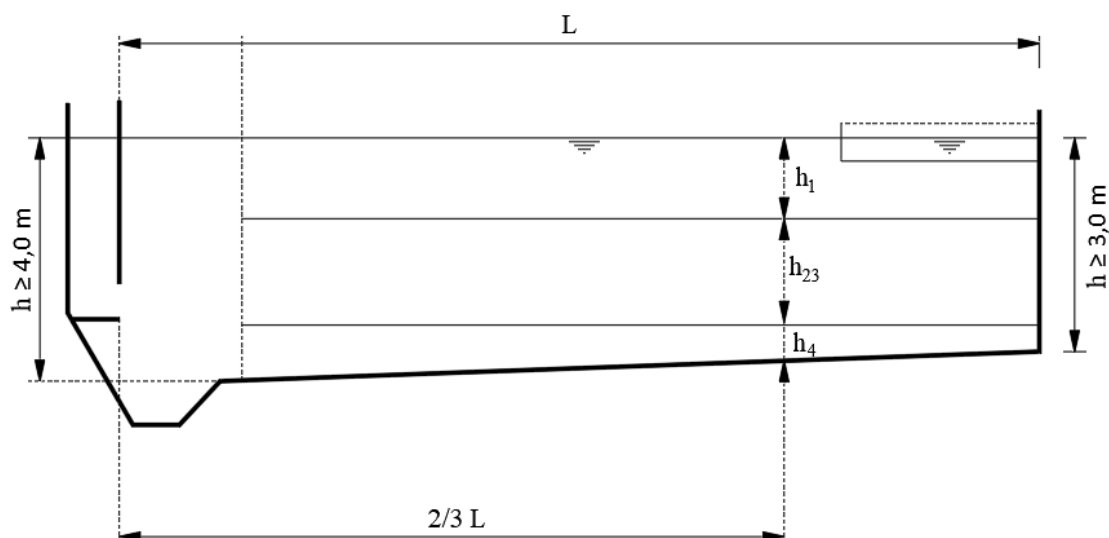


Figura 4.12. Schema de principiu a decantorului secundar orizontal longitudinal.

Sursa: DWA 131 - 2016 - Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen.

(16) Adâncimea zonei de apă limpezită se consideră: $h_1 = 0,50$ (m) [1].

(17) Adâncimea zonei de tranziție și separare se determină cu relația [1]:

$$h_{23} = u_{sc} \cdot (1 + r_e) \cdot \left(\frac{500}{1000 - c_{na} \cdot I_{VN}} + \frac{c_{na} \cdot I_{VN}}{1100} \right) \quad (\text{m}) \quad (4.225)$$

în care: u_{sc} , r_e , c_{na} , I_{VN} – definiți anterior.

(18) Adâncimea zone de îngroșare (concentrare) a nămolului în decantorul secundar [1]:

$$h_4 = \frac{c_{na} \cdot u_{sc} \cdot (1 + r_e) \cdot t_i}{c_{nds}} \quad (\text{m}) \quad (4.226)$$

în care: u_{sc} , r_e , c_{na} , t_i , c_{nds} – definiți anterior.

(19) Adâncimea totală a unității de decantare este:

$$H = h_u + h_s \quad (\text{m}) \quad (4.227)$$

în care:

$h_s = 0,30 - 0,50$ - adâncimea zonei de siguranță;
 h_u - adâncimea utilă a apei din decantor (m).

4.7.6.2.2. Parametri de dimensionare - decantoare secundare în scheme cu filtre biologice

(1) Tabelul 4.28 prezintă parametrii de dimensionare ai decantoarelor secundare în scheme cu filtre biologice.

Tabelul 4.28. Parametri de proiectare a decantoarelor secundare în scheme cu filtre biologice.

Nr. crt.	Parametru	U.M.	Valori recomandate
1	Încărcare superficială la debitul de dimensionare	m/h	0,7...1,5
2	Încărcare superficială la debitul de verificare	m/h	max. 2,7
3	Timpul de decantare la debitul de dimensionare	h	2,5
4	Timpul de decantare la debitul de verificare	h	min. 1

(2) Aria orizontală necesară se calculează cu relația:

$$A_o = \frac{Q_c}{u_{sc}} \quad (\text{m}^2) \quad (4.228)$$

în care:

Q_c – debitul de calcul, (m^3/h);

u_{sc} – încărcarea superficială la debitul de calcul, (m/h).

(3) Volumul util necesar de decantare:

$$V_u = Q_c \cdot t_{dc} \quad (\text{m}^3) \quad (4.229)$$

$$V_u = Q_v \cdot t_{dv} \quad (\text{m}^3) \quad (4.230)$$

în care:

- Q_c – debitul de calcul, (m^3/h);
 Q_v – debitul de verificare, (m^3/h);
 t_{dc} – timpul de decantare la debitul de calcul, (h);
 t_{dv} – timpul de decantare la debitul de verificare, (h).

Se adoptă valoarea maximă dintre (4.223) și (4.224).

- (4) Adâncimea utilă a spațiului de decantare:

$$h_u = u_{sc} \cdot t_{dc} \quad (m) \quad (4.231)$$

în care: u_{sc} , t_{dc} definiți anterior.

- (5) Cu aceste elemente, în situația în care se adoptă decantoare secundare orizontale radiale, se intră în Tabelul 4.29 și se stabilesc dimensiunile geometrice: D , d_3 , A_o , h_u , b și V_u , precum și numărul de unități de decantare.

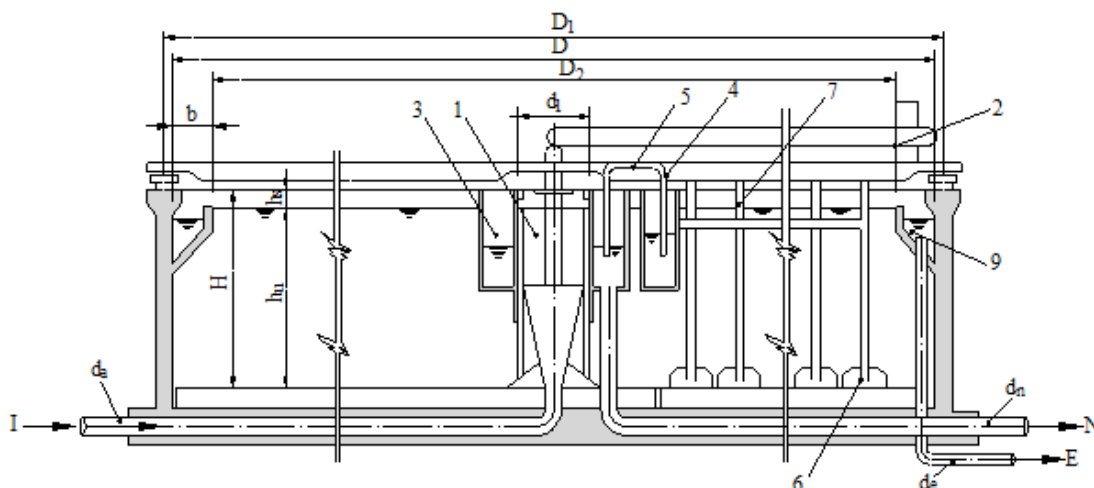
4.7.6.3 Decantoare secundare orizontale radiale

- (1) Diametrul decantoarelor secundare orizontale radiale este cuprins între 16 și 50 m. Nu se recomandă să se prevadă decantoare secundare radiale cu diametre mai mici de 16 m și nici mai mari de 60 m.
- (2) Sunt bazine cu forma circulară în plan, în care apa este admisă central prin intermediul unei conducte prevăzută la debușare cu o pâlnie (difuzor) a cărei muchie superioară este situată la 20 ÷ 30 cm sub nivelul apei. Apa limpezită este evacuată printr-o rigolă perimetrală sau prin conductă inelară submersată prevăzută cu orificii (fante).
- (3) Circulația apei se face orizontal și radial, de la centru spre periferie. Din conducta de acces, apa iese în cilindrul central și de aici se distribuie prin peretele semiscufundat, cu muchia inferioară situată la o adâncime sub nivelul apei egală cu 2/3 din înălțimea zonei de sedimentare h_u .
- (4) Se pot adopta variante în care apa iese din cilindrul central prin intermediul unor orificii cu deflectoare practicate în peretele acestuia sau printr-un grătar de uniformizare cu bare verticale.
- (5) Distribuția uniformă a apei de la centru spre periferie se poate realiza și prin intermediul altor dispozitive care prezintă avantaje hidraulice și tehnologice deosebite (de tip “Lalea Coandă”).
- (6) Cilindrul central, al cărui diametru este de 20÷35% din diametrul decantorului, sprijină pe radierul bazinului prin intermediul unor stâlpi. Disiparea energiei apei din conducta de admisie trebuie să asigure condițiile optime de floclare.
- (7) La partea superioară a cilindrului central se prevede o structură de rezistență capabilă să preia forțele generate de podul raclor, al cărui pivot este amplasat pe structura de rezistență respectivă.
- (8) Podul raclor poate fi de două tipuri: radial sau diametral. El este alcătuit dintr-o grindă ce sprijină pe structura de rezistență centrală prin intermediul unui pivot, iar extremitățile sprijină prin intermediul unor roți adecvate pe peretele exterior al bazinului. Calea de rulare poate fi realizată și din șină metalică, roțile fiind prevăzute în mod corespunzător acestui tip de rulare.
- (9) Colectarea și evacuarea nămolului reținut se face continuu în următoarele variante:
 - a. colectarea nămolului se face într-o bașă centrală de unde este evacuat fie prin diferență de presiune hidrostatică, fie prin pompare (se aplică în cazul decantoarelor cu radier înclinat). În acest caz, solidar cu grinda podului raclor sunt prevăzuți montanți de care sunt prinse lame ce raclează nămolul sedimentat pe radierul decantorului, conducându-l în bașa de evacuare; de aici, nămolul este evacuat prin diferență de presiune hidrostatică spre treapta de prelucrare Figura 4.13 b.);

- b. prin sifonare (se aplică în cazul decantoarelor cu radier orizontal). În acest caz, nămolul sedimentat pe radierul decantorului este extras printr-un sistem de conducte într-un compartiment mobil solidar cu podul raclor, prin diferență de presiune hidrostatică, de unde, prin sifonare sau pompare este trimis într-un colector inelar și evacuat spre treapta de prelucrare (Figura 4.13. a).

(10) Soluțiile indicate pentru evacuarea nămolului din decantoare nu sunt limitative.

a. Decantoare radiale cu $D = 30 \dots 50\text{m}$



b. Decantoare radiale cu $D = 15 \dots 25\text{m}$

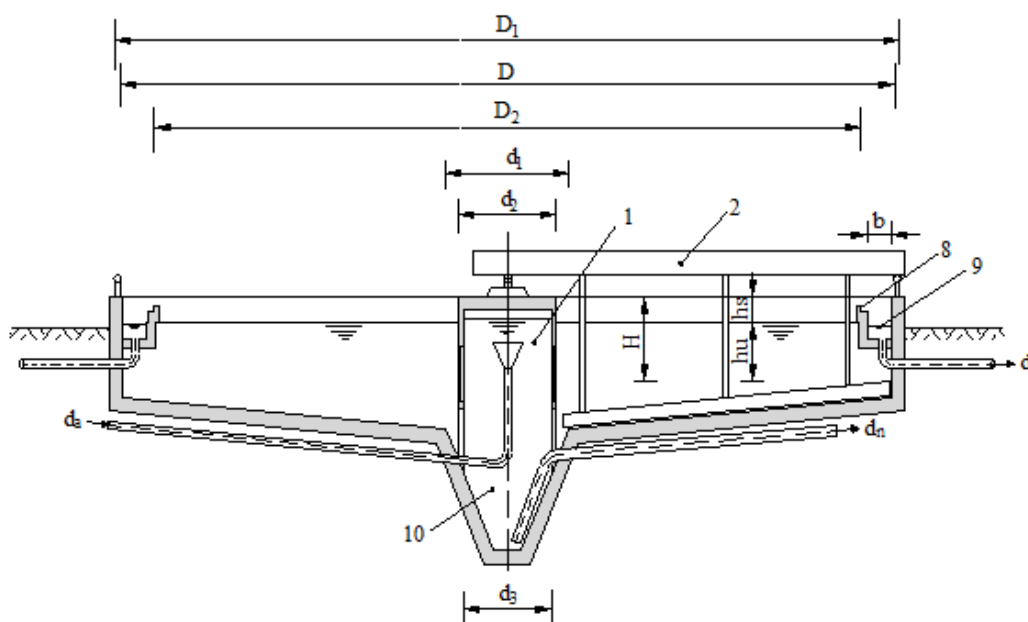


Figura 4.13. Secțiuni transversale prin decantorul secundar orizontal radial.

Notații: 1-camara de admisie și distribuție apă; 2-pod raclor; 3-jgheab colector inelar fix; 4-jgheab colector mobil; 5-instalație de sifonare a nămolului; 6-guri de aspirație; 7-conducte verticale de aspirație; 8-deversor; 9 - rigolă pentru colectarea apei decantate; 10-pâlnie pentru colectarea nămolului; d_a -conductă admisie influent; d_e - conductă evacuare efluent; d_n – conductă evacuare nămol.

Tabelul 4.29. Dimensiuni caracteristice decantoarelor secundare radiale.

Nr. crt.	D (m)	D ₁ (m)	D ₂ (m)	A ₀ * (m ²)	d ₁ (m)	d ₂ (m)	d ₃ (m)	h _s (m)	h _u (m)	h _d (m)	H (m)	b (m)	V _u ** (m ³)	d _a (mm)	d _e (mm)	d _n (mm)
1	16	16,14	14,7	165	3,0	2,6	3,0	0,3	2,5	0,43	2,90	0,50	413	250-350	200-300	150-200
2	20	20,14	18,5	264	3,0	2,6	3,0	0,3	2,5	0,57	2,90	0,60	660	300-400	250-350	200-250
3	25	25,14	23,5	423	4,0	3,6	4,0	0,4	2,5	0,70	2,90	0,60	1.058	350-500	300-400	200-300
4	30	30,14	28,1	616	2,3	-	-	0,4	3,0	-	3,40	0,80	1.848	500-700	400-600	250-350
5	35	35,14	33,1	856	2,3	-	-	0,4	3,0	-	3,40	0,80	2.568	600-800	400-600	300-400
6	40	40,14	37,7	1.109	3,0	-	-	0,4	3,5	-	3,90	1,00	3.882	700-1.000	500-700	350-500
7	45	45,14	42,7	1.424	3,0	-	-	0,4	3,5	-	3,90	1,00	4.984	700-1.000	600-800	350-500
8	50	50,14	47,7	1.779	3,0	-	-	0,4	3,5	-	3,90	1,00	6.227	1.000-1.200	700-1.000	500-700

*A₀=0,785(D₂²-d₁²) – aria orizontală utilă a unui compartiment de decantare, (m²);**V_u=A₀*h_u – volumul util de decantare, (m³);

Notă: Notațiile din Tabelul 4.29 corespund celor din Figura 4.13.

- (11) De podul raclor este prins, un braț metalic prevăzut cu o lamă racloare de suprafață care împinge nămolul plutitor, grăsimile și spuma de la suprafața apei spre periferie, către un cămin sau alt dispozitiv de colectare a acestora.
- (12) Rigola de colectare a apei decantate poate fi cu deversare pe o singură parte sau cu deversare pe două părți; poate fi așezată perimetral în afara sau în interiorul suprafeței de decantare, sau numai în interiorul acesteia la $0,50 \div 0,80$ m de perete.
- (13) În cazul rigolelor perimetrare, pe partea pe care se va face deversarea se vor prevedea deversoare metalice cu dinți triunghiulari, reglabile pe verticală. În fața acestor deversoare, la cca. $30 \div 50$ cm distanță se prevede un ecran semiscufundat, de formă circulară în plan, a cărui muchie inferioară este la minim $25 \div 30$ cm sub nivelul apei, în vederea evitării antrenării odată cu efluentul a spumei sau nămolului plutitor.
- (14) În cel de-al doilea caz, peretele rigolei dinspre centrul bazinului are coronamentul deasupra nivelului apei, el servind drept perete obstacol pentru spuma și grăsimile de la suprafața apei. Apa decantată trece pe sub rigolă și deversează peste peretele circular al rigolei dinspre peretele exterior al decantorului, prevăzut și el cu plăcuțe metalice cu dinți triunghiulari reglabili pe verticală. Acest tip de rigolă permite, ca subvariantă, posibilitatea ca deversarea să se facă pe ambele părți ale acesteia, caz în care, în fața peretelui rigolei situat spre centrul decantorului se va prevedea un ecran semiscufundat pentru evitarea antrenării spumei sau a nămolului plutitor în efluentul epurat.
- (15) Colectarea în rigolă a apei limpezite se face prin deversare neînecată, prin conductă submersată cu orificii (fante), care prezintă multiple avantaje (se elimină influența vântului precum și evacuarea odată cu apa decantată a grăsimilor și plutitorilor, se obține uniformitate în colectarea apei decantate dacă se asigură curgerea cu nivel liber prin conducta perforată).
- (16) În scopul evitării antrenării spumei sau a nămolului plutitor odată cu efluentul epurat, se recomandă ca debitul specific deversat (“încărcarea hidraulică specifică a deversorului”) să nu depășească $10,0 \text{ m}^3/\text{h},\text{m}$ (la Q_v) pentru rigolele cu evacuare pe o singură parte și $6,0 \text{ m}^3/\text{h},\text{m}$ pentru rigolele cu evacuare pe două părți.
- (17) În cazul depășirii valorilor limită pentru debitul specific de deversare, există posibilitatea prevederii mai multor rigole în interiorul suprafeței decantorului, distanța dintre rigole și peretele decantorului trebuind să fie aproximativ aceiași cu adâncimea decantorului. Aceste rigole inelare pot fi legate între ele prin rigole radiale care, permit la rândul lor reducerea debitului specific deversat.
- (18) Radierul decantorului poate fi prevăzut cu o pantă de $6 \div 8$ % spre centru, iar radierul pâlniei de nămol cu o pantă de minim $1,7:1$, în cazul decantoarelor radiale cu colectarea nămolului cu lame racloare, sau poate fi prevăzut cu radier cu pantă zero în cazul colectării nămolului cu poduri racloare cu sifonare.
- (19) Viteza periferică a podului raclor variază între 10 și 60 mm/s , realizând $1 \div 3$ rotații complete pe oră.
- (20) Evacuarea nămolului se poate face continuu, prin conducte cu $D_n 200 \text{ mm}$ sau mai mari, cu condiția ca viteza nămolului să fie cel puțin $0,7 \text{ m/s}$.
- (21) Dimensiunile rigolei de colectare a apei limpezite se stabilesc pentru debitul de verificare Q_v punând condiția ca în secțiunea cea mai solicitată viteza minimă să fie de $0,7 \text{ m/s}$.
- (22) În cazul decantoarelor radiale cu diametrul mai mare de 50 m , se vor lua măsuri specifice pentru combaterea tendinței de creștere a turbulenței din cauza vântului.

4.7.6.4 Decantare verticale tip pâlnie

- (1) Sunt construcții cu forma în plan circulară, în care mișcarea apei se face pe verticală, în sens ascendent (Figura 4.14). Se utilizează pentru debite zilnice maxime sub 1700 m³/zi [7].
- (2) Se construiesc pentru diametre până la 10 m, iar utilizarea lor este limitată din cauza dificultăților de execuție.
- (3) Apa este introdusă într-un tub central prin care curge în sens descendent. În camera exterioară tubului central, apa se ridică spre suprafață unde este colectată într-o rigolă perimetrală sau în rigole radiale care deșează în cea perimetrală în cazul în care debitul specific deversat este depășit.
- (4) Datorită pantei pâlniei de 1,7:1, nu sunt necesare dispozitive mobile de raclare a nămolului.
- (5) Din pâlnia de nămol, acesta este evacuat prin diferență de presiune hidrostatică, prin sifonare sau pompare spre instalațiile de prelucrare ulterioară.
- (6) În scopul reținerii grăsimilor, spumei și a altor substanțe plutitoare se prevăd pereți semiscufunđați în fața rigolelor de colectare a apei decantate.
- (7) Rigola de evacuare a apei limpezite se calculează din condiția respectării vitezei de minim 0,7 m/s la debitul de verificare în secțiunea cea mai sollicitată.
- (8) Dimensionarea decantoarelor verticale se face utilizând relațiile de calcul din subcapitolul 4.7.6.2.

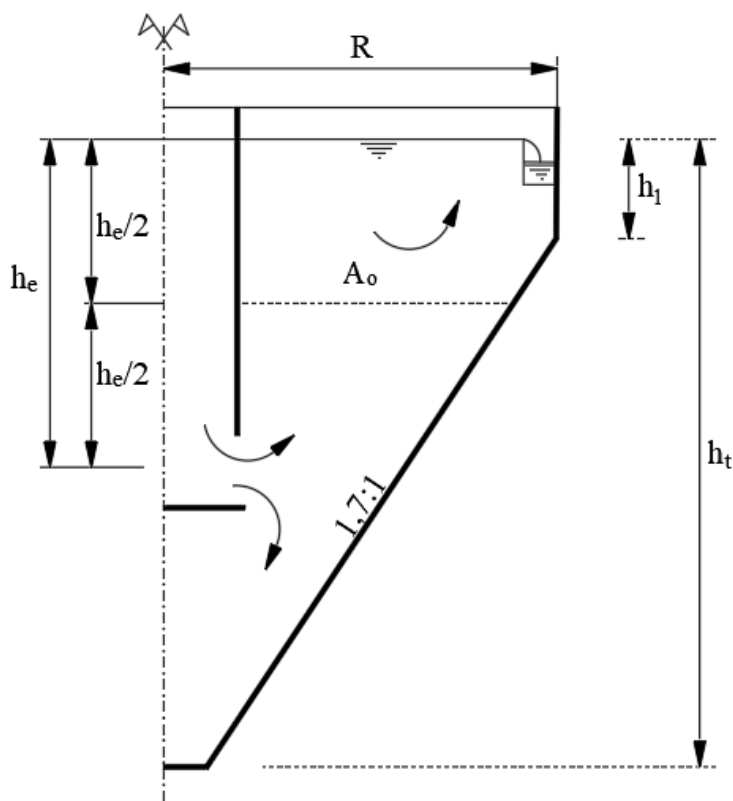


Figura 4.14. Schema de principiu a decantorului vertical – tip pâlnie.

- (9) Pentru decantoarele secundare verticale tip pâlnie în scheme cu bazine cu nămol activat, în funcție de tipul epurării, se pot utiliza și valorile parametrilor recomandați în tabelul Tabelul 4.30.

Tabelul 4.30. Valorile parametrilor recomandați pentru dimensionarea decantoarelor secundare verticale tip pâlnie în scheme cu bazine cu nămol activat.

Nr. crt.	Tip epurare	Parametru		
		r_e (%)	u_{sc} (m/h)	$h_{teor.}$ (m)
1	Epurare cu nitrificare	100	1,1	6,05
2	Epurare cu nitrificare și denitrificare	100	1	6,55

Sursa: DWA-A 226 – 2021 - Grundsätze für die Abwasserbehandlung in Belebungsanlagen mit gemeinsamer aerober Schlammstabilisierung ab 1.000 Einwohnerwerten.

(10) Aria orizontală teoretic necesară poate fi determinată cu relația:

$$A_{o,teor} = \frac{Q_c}{u_{sc}} \quad (m^2) \quad (4.232)$$

în care:

Q_c – debitul de calcul (m^3/h);

u_{sc} – încărcarea hidraulică superficială, conform Tabelul 4.30, (m/h).

(11) Adâncimea necesară spațiului cilindric deasupra pâlniei se consideră: $h_1 \leq 1$ (m) [7]

(12) Adâncimea utilă teoretic necesară se calculează cu relația [7]:

$$h_{t,nec} = \sqrt[3]{A_{o,teor} \cdot h_{teor} \cdot 3} \quad (m) \quad (4.233)$$

în care:

$A_{o,teor}$ - aria orizontală teoretic necesară, (m^2);

h_{teor} – adâncimea teoretic necesară a decantorului vertical tip pâlnie, valoare intermediară fictivă utilizată pentru dimensionare conform Tabelul 4.30, (m).

(13) Adâncimea de admisie a apei uzate [7]:

$$h_e \cong h_{t,nec} \cdot 0,3 \quad (m) \quad (4.234)$$

în care:

$h_{t,nec}$ - adâncimea utilă teoretic necesară, (m).

(14) Raza necesară se determină cu relația [7]:

$$R_{nec} = (h_{t,nec} - h_1)/1,7 \quad (m) \quad (4.235)$$

în care: $h_{t,nec}$, h_1 definiți anterior.

4.7.7 Precipitarea fosforului

- (1) În apă, fosforul se găsește în cea mai mare parte sub formă anorganică, dizolvat, sub formă de ortofosfați. O parte din fosfor este asociat suspensiilor, iar altă parte poate fi sub formă organică.
- (2) Datorită reducerii concentrației de fosfor din detergenți încărcarea specifică, provenită de la populație este de aproximativ 1,8 g P/l.e [8].
- (3) O parte din fosforul din apa uzată se elimină prin procese biologice.
- (4) În cazul în care concentrația de fosfor în efluentul stației de epurare este mai mare decât limita impusă la descarcarea în mediul natural, conform legislației în vigoare, este necesară precipitarea chimică a acestuia.

(5) Pentru precipitarea chimică a fosforului pot fi utilizați următorii ioni: Al^{3+} , Fe^{3+} , Ca^{2+} , conform reacțiilor:



(6) Se utilizează diferite produse comerciale care au ca substanță activă acești ioni. Există reactivi de precipitare care conțin în procente diferite aluminiu și fier.

(7) Alegerea reactivilor de precipitare se face prin teste de laborator.

(8) Reativii utilizați sunt reactivi destinați special utilizării în epurarea apelor uzate din punct de vedere al purității. Deoarece aceștia sunt obținuți din diverse minereuri concentrația de elemente impurificatoare poate să conducă la eliberarea în apă sau la acumularea în nămol a acestor elemente, cu consecințe asupra calității apei uzate epurate sau asupra calității nămolului obținut. În plus, impurificarea cu bariu și mangan a reactivilor de precipitare creează dificultăți operaționale prin formarea de cruste pe aeratoare.

(9) Etapele precipitării fosforului sunt:

- dozarea reactivului de precipitare și amestecarea completă cu apa uzată;
- reacția reactivului de precipitare cu fosforul din apă cu formare de compuși insolubili;
- reținerea compușilor insolubili formați.

(10) Doza de reactiv de precipitare este influențată de:

- concentrația de fosfor din apa uzată;
- concentrația de fosfor impusă la descarcare;
- cantitatea de fosfor care poate fi eliminat prin proces biologic;
- valoarea pH-ului apei uzate;
- punctul de dozare: pre-precipitare, co-precipitare, post-precipitare;
- concentrația altor substanțe din apă care pot consuma reactivii de precipitare (substanțe de natură organică care pot forma combinații complexe cu Fe și Al);
- calitatea efluentului treptei de precipitare: pH, alcalinitate. Poate fi influențat procesul de nitrificare dacă pH-ul, respectiv alcalinitatea sunt reduse în treapta de precipitare.

(11) Estimarea dozei de reactiv de precipitare se face cu ajutorul relației [8]:

$$\beta = \frac{\frac{c_{Me}}{A_{Me}}}{\frac{c_{P,prep}}{A_P}} \left(\frac{moli/l}{moli/l} \right) \quad (4.239)$$

în care:

- c_{Me} – cantitatea necesară de reactiv de precipitare (mg Me/l);
- A_{Me} – masa atomică a metalului ($A_{Fe} = 56$ g/mol, $A_{Al} = 27$ g/mol);
- $c_{P,prep}$ – cantitatea de fosfor care se precipită (mg P/l);
- A_P – masa atomică a fosforului (31 g/mol).

(12) Valoarea de referință pentru β este 1,2. În cazul în care condițiile de descărcare sunt mai stricte, concentrația de fosfor care trebuie precipitată este mai redusă, valoarea β poate ajunge la 2,5 [8].

(13) Factori care influențează procesul de precipitare a fosforului [8]:

- pH –ul. Solubilitatea fosfaților de Fe, respectiv Al depinde de pH. Valorile optime ale pH-ului sunt: 5 – 5,5 pentru FePO_4 , respectiv 6 – 7 pentru AlPO_4 . La aceste valori ale pH-ului este posibil ca reținerea compușilor insolubili să fie deficitară. De aceea precipitarea fosforului se face la pH = 6,5 – 8,5;

- b. alcalinitatea; Adaosul de reactivi de precipitare conduce la reducerea valorii pH-ului datorită consumului de bicarbonați, ceea ce poate afecta procesul de nitrificare. Amplitudinea procesului este dependentă de capacitatea de tamponare a apei (de valoarea alcalinității apei). În cazul în care apa are alcalinitate redusă poate să fie necesar adaosul de var;
 - c. consumul de reactivi de precipitare în alte procese: coagularea-flocularea coloizilor prezenți în apă, reacții concurente de complexare de către materiile organice;
 - d. factori fizici:
 - i. amestecul reactivului de precipitare cu apa uzată trebuie să se facă în mai puțin de 1 min. iar puterea disipată în faza de amestec este de $100 - 150 \text{ W/m}^3$; Puterea disipată în faza de floculare este de aproximativ 5 W/m^3 , iar timpul de floculare de 20 – 30 min.
 - ii. în cazul în care flocularea se face în mai multe etape, puterea disipată va avea valori descrescătoare pe direcția curgerii, iar timpul de floculare este același pentru fiecare etapă.
 - e. epurarea biologică – în timpul proceselor de nitrificare/denitrificare are loc un consum de fosfor care conduce la reducerea necesarului de reactiv de precipitare.
- (14) Depozitul de reactiv de precipitare se dimensionează astfel încât să asigure o autonomie de 30 zile. Rezervoarele de stocare a reactivilor se protejează anticoroziv, în conformitate cu fișa de securitate a reactivului.
- (15) Dozarea reactivilor de precipitare se face cu pompe dozatoare special destinate produselor corozive.
- (16) Reactivii de precipitare a fosforului se pot injecta în următoarele puncte [8]:
- a. amonte de decantorul primar (pre-precipitare); compușii insolubili se rețin în decantorul primar
 - b. în amonte de treapta biologică (precipitare simultană); compușii insolubili se rețin în decantorul secundar;
 - c. după decantorul secundar (post-precipitare); compușii insolubili se rețin în obiecte tehnologice independente (sedimentare, flotație, filtrare);
 - d. precipitare în mai multe etape.

4.7.7.1.1 Pre-precipitarea

- (1) În procesul de pre-precipitare reactivul de precipitare este injectat în amonte de decantorul primar sau în amonte de deznisipator.
- (2) Producții insolubili formați sunt reținuți în decantorul primar.
- (3) În acest proces sunt eliminate și o parte din substanțele organice și filtrabile cu efecte favorabile asupra procesului de nitrificare și defavorabile asupra procesului de denitrificare.
- (4) În cazul biofiltrelor pre-precipitarea este singura modalitate de precipitare a fosforului.

4.7.7.1.2 Precipitarea simultană

- (1) În cazul precipitării simultane, reactivul de precipitare poate fi adăugat:
 - a. în bazinul de aerare;
 - b. în influentul decantorului secundar;
 - c. în amonte de bazinul de aerare;
 - d. în nămolul de recirculare.
- (2) Injectarea reactivului în influentul bazinului de aerare, respectiv în nămolul de recirculare nu este indicată atunci când există un bazin anaerob pentru îndepărtarea biologică a fosforului.

- (3) Dacă se utilizează săruri de fier pentru precipitare, punctul optim de injecție a reactivului este influențat de decantorul secundar.
- (4) Precipitarea simultană poate fi utilizată și în cazul iazurilor aerate, respectiv neaerate. Pentru a evita formarea sulfurii de fier, în cazul iazurilor neaerate se recomandă utilizarea varului pentru precipitare.

4.7.7.1.3 Post-precipitarea

- (1) În cazul post-precipitării injecția reactivului se face în efluentul decantorului secundar. Se asigură amestecarea reactivului cu apa în mai puțin de 1 min. prin utilizarea mixerelor statice sau dinamice în conductă sau prin utilizarea de camere de reacție independente. Se asigură, de asemenea, condiții optime formării flocoanelor.
- (2) Reținerea flocoanelor se realizează prin sedimentare sau flotație. Dacă se utilizează reținerea prin sedimentare, recircularea nămolului poate favoriza procesul.
- (3) Ca treaptă de post-precipitare poate fi utilizată flocularea în filtru în cazul în care efluentul trebuie să îndeplinească condiții stringente de descărcare (0,5 mg P/l). Concentrația fosforului în influent nu trebuie să depășească 1 mg/l în acest caz. Dozele de reactiv de precipitare trebuie atent adaptate filtrului și nu pot depăși 4 mg Fe/l, respectiv 2,5 mg Al/l [8].

4.7.7.1.4 Influența reactivilor de precipitare asupra procesului de epurare și asupra nămolului

- (1) Reactivii de precipitare pot afecta procesele biologice de epurare astfel [8]:
 - a. pre-precipitare: modificarea raportului N:CBO₅, reducerea alcalinității, creșterea vârstei nămolului;
 - b. precipitare simultană: îmbunătățirea capacității de decantare și a proprietăților de îngroșare, creșterea conținutului mineral al nămolului activ prin creșterea cantității de nămol în exces și reducerea vârstei nămolului, modificarea alcalinității;
 - c. post-precipitare – doar dacă nămolul este recirculat în sistem.
- (2) Este important ca pentru etapele biologice ulterioare precipitării fosforului să se asigure 0,7 – 1 mg/l P pentru 100 mg/l CBO₅ [8].
- (3) Precipitarea are efecte benefice asupra nitrificării prin reducerea CBO₅ dar reduce și carbonul disponibil pentru denitrificare.
- (4) Pentru a evita inhibarea nitrificării se asigură o alcalinitate de minim 1,5 mmoli/l. În cazul în care aceasta scade sub această valoare se pot doza reactivi alcalini (var) dar astfel încât să se evite creșterea locală a pH-ului care conduce la precipitarea carbonaților, respectiv solubilizarea aluminiului dacă acesta a fost utilizat la precipitare.
- (5) Creșterea cantității de nămol datorită precipitării fosforului [8]:
 - a. 2,5 g SU/g Fe;
 - b. 4 g SU/ g Al;

4.7.7.1.5 Parametri de proiectare pentru precipitarea fosforului

- (1) Se definește un coeficient de efect al reactivului de precipitare „z” [8]:

$$z = \frac{A_P}{A_{Fe}} C_{Fe} + \frac{A_P}{A_{Al}} C_{Al} \text{ (kg metal/kg produs)} \quad (4.240)$$

în care:

- z – coeficient de efect al reactivului de precipitare;
 $A_P = 31 \text{ g/mol}$ – masa atomică a fosforului;
 $A_{Fe} = 56 \text{ g/mol}$ – masa atomică a fierului;
 $A_{Al} = 27 \text{ g/mol}$ – masa atomică a aluminiului;
 C_{Fe} – concentrația de Fe din reactivul de precipitare (kg Fe/kg produs);
 C_{Al} – concentrația de aluminiu din reactivul de precipitare (kg Al/kg produs).

(2) Cantitatea medie zilnică de reactiv de precipitare care trebuie dozată se determină cu relația [8]:

$$M_{\text{mediu,zi}} = C_{P,\text{prep}} \times \beta \times \frac{Q_{\text{uz,med,zi}}}{z} \quad (\text{g reactiv/zi}) \quad (4.241)$$

în care:

- $C_{P,\text{prep}}$ - cantitatea de fosfor care se precipită;
 β - cantitatea relativă de reactiv de precipitare ((moli/l)/(moli/l));
 $Q_{\text{uz,med,zi}}$ - debit mediu zilnic de apă uzată pe timp uscat.

(3) Pentru a acopri vârfurile de concentrație se consideră un factor de impact f_P care, în funcție de dimensiunea stației de epurare și de procesul aplicat poate să ia valori conform tabelului următor.

Tabelul 4.31. Factorul de impact pentru consumul de reactiv de precipitare (f_P).

Nr. crt.	Mărimea SE	Procedeu aplicat		
		Pre-precipitare	Precipitare simultană	Post-precipitare
1	$\leq 1200 \text{ kg CBO}_5/\text{zi}$	2,5	2	1,5
2	$\geq 6000 \text{ kg CBO}_5/\text{zi}$	2	1,8	1,5

Notă: Valorile intermediare se obțin prin interpolare. Sursa: DWA-A 202 – 2011 - Chemisch-physikalische Verfahren zur Elimination von Phosphor aus Abwasser.

(4) Rezultă doza maximă orară [8]:

$$M_{\text{max,or}} = C_{P,\text{prep}} \times \beta \times \frac{f_P \times Q_{\text{uz,med,zi}}}{24 \times z} \quad (\text{g reactiv/oră}) \quad (4.242)$$

(5) Debitul de soluție de reactiv de precipitare rezultă prin împărțirea la densitatea soluției (ρ_{reactiv}) [8]:

$$Q_{\text{zi,reactiv prec}} = \frac{M_{\text{mediu,zi}}}{\rho_{\text{reactiv}}} \quad (4.243)$$

$$Q_{\text{or,reactiv prec}} = \frac{M_{\text{max,or}}}{\rho_{\text{reactiv}}} \quad (4.244)$$

4.8 Tratarea nămolului din stațiile de epurare

4.8.1 Caracteristicile nămolului din stațiile de epurare

4.8.1.1 Caracteristici fizice

4.8.1.1.1 Umiditatea

(1) Umiditatea reprezintă conținutul de apă din nămol, exprimat procentual și care se determină cu relația:

$$w_n = \frac{G_a}{G_n} \cdot 100 \text{ (\%)} \quad (4.245)$$

în care:

G_a – greutatea apei din nămol, (kN);

G_n – greutatea nămolului, (kN).

4.8.1.1.2 Materiile solide

(1) Materiile solide din nămol cuprind:

- a. materii solide minerale;
- b. materii organice volatile.

(2) Greutatea specifică a materiilor solide din componența nămolului se determină cu relația:

$$\frac{G_s}{\gamma_s} = \frac{G_m}{\gamma_m} + \frac{G_o}{\gamma_o} \quad (4.246)$$

în care:

G_s - greutatea materiilor solide, (kN);

G_m - greutatea materiilor solide de natură minerală, (kN);

G_o - greutatea materiilor solide de natură organică, (kN);

γ_s - greutatea volumică specifică a materiilor solide, (kN/m³);

γ_m - greutatea volumică specifică a materiilor solide de natură minerală, (kN/m³);

γ_o - greutatea volumică specifică a materiilor solide de natură organică, (kN/m³).

4.8.1.1.3 Greutatea specifică

(1) Greutatea specifică a nămolului reprezintă greutatea unității de volum și are diferite valori, prezentate în Tabelul 4.32.

Tabelul 4.32. Greutăți specifice ale nămolurilor.

Nr. Crt.	Tipul de nămol	Densitate (kg/ m ³)	Greutatea volumică specifică (kN / m ³)
1	Nămol primar	1020	9,996
2	Nămol în exces de la bazinele de aerare	1005	9,849
3	Nămol biologic rezultat de la filtre biologice	1025	10,045
4	Nămol în exces de la bazinele de aerare în schema cu aerare prelungită	1015	9,947
5	Nămol primar rezultat în urma precipitării chimice a fosforului	1050	10,029
6	Nămol biologic din schemele de epurare cu nitrificare – denitrificare	1005	9,849

4.8.1.1.4 Culoarea și mirosul

(1) Culoarea și mirosul nămolurilor variază în funcție de proveniența lor:

- a. nămolul brut este cenușiu și prezintă un miros neplăcut;
- b. nămolul fermentat devine brun și cu aspect granular;
- c. nămolul provenit din epurarea mecano – chimică prezintă colorație în funcție de coagulantul utilizat.

4.8.1.1.5 Filtrabilitatea

- (1) Filtrabilitatea nămolului reprezintă proprietatea acestuia de a ceda apa prin filtrare și se exprimă prin 2 parametri: rezistența specifică la filtrare (r) și coeficientul de compresibilitate (s).
- (2) Rezistența specifică la filtrare – rezistența pe care o opune la filtrare o turtă de nămol depusă pe o suprafață filtrantă de 1 m^2 și care conține 1 kg s.u. , supusă la o diferență de presiune de $0,5 \text{ bar}$. Legea generală a procesului de filtrare pe o suprafață S , se exprimă cu relația următoare:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{\Delta P \cdot S^2}{\eta \cdot r \cdot C \cdot V} \quad (4.247)$$

în care:

- r - rezistența specifică la filtrare, (m/kg);
- t - timpul de filtrare, (s);
- V - volumul de filtrat obținut după timpul de filtrare, t , (m^3);
- η - coeficientul dinamic de vâscozitate a filtrului, la temperatura probei, ($\text{kg/s} \cdot \text{m}$);
- C - concentrația în materii în suspensie a nămolului, (kg/m^3);
- S - suprafața filtrantă, (m^2);
- ΔP - diferența de presiune aplicată probei de nămol, (Pa).

Integrând relația (4.247) pentru $\Delta P = \text{ct.}$ și $a = \text{tg } \alpha$, rezultă:

$$\frac{t}{V} = \frac{\eta \cdot r \cdot C}{2 \cdot \Delta P \cdot S^2} \cdot V = a \cdot V \quad (4.248)$$

- (3) După valorile rezistenței specifice la filtrare (r):
 - a. nămoluri greu filtrabile (nămoluri urbane brute și nămoluri fermentate):
 $r = 10^{12} \div 10^{13} \text{ (m/kg)}$
 - b. nămoluri cu filtrabilitate medie (nămoluri industriale):
 $r = 10^{10} \div 10^{12} \text{ (m/kg)}$
 - c. nămoluri ușor filtrabile (nămoluri urbane condiționate chimic, nămoluri minerale):
 $r \leq 10^{10} \text{ (m/kg)}$
- (4) Coeficientul de compresibilitate (s) se determină cu relația (4.249), care pune în evidență faptul că, odată cu creșterea presiunii se produce o micșorare a porilor turtei de nămol, care conduce la creșterea rezistenței specifice de filtrare.

$$r = r_0 \cdot P^s \quad (4.249)$$

în care:

- r - definit anterior;
- r_0 - rezistența specifică la filtrare a turtei de nămol pentru $P = 1$, (m/kg);
- s - coeficient de compresibilitate;
- P - presiunea aplicată probei de nămol, (Pa).

- (5) După valoarea coeficientului de compresibilitate (s):
 - a. nămoluri cu $s = 0,6 - 0,9$: specifice nămolurilor urbane brute și fermentate, nămolurilor industriale;
 - b. nămoluri cu $s > 1$: specifice nămolurilor industriale;
 - c. nămoluri incompresibile cu $s = 0$; rezistența specifică la filtrare este independentă de presiune.

4.8.1.1.6 Puterea calorică

- (1) Puterea calorică a nămolului variază în funcție de conținutul în substanță organică (substanțe volatile) din nămol și se poate determina orientativ cu relația:

$$PC_n = SV \cdot 44,4 \quad (\text{kJ/kg nămol}) \quad (4.250)$$

în care:

SV – conținutul în substanțe volatile al nămolului, (kg s.o./ kg nămol);

44,4 – puterea calorică pentru 1 kg de substanță organică (kJ/kg s.o).

4.8.1.2 *Caracteristici chimice*4.8.1.2.1 pH – ul

- (1) Se condiționează funcționarea optimă a diferitelor procese de asigurarea unui pH adecvat. Se impune monitorizarea permanentă a pH-ului, în special la procesele de fermentare a nămolului provenit din apele uzate urbane contaminate cu ape uzate industriale.
- (2) În cazul fermentării metanice, pH-ul trebuie să se încadreze în intervalul 7 – 7,5; procesul de fermentare este afectat atunci când pH-ul crește peste 8,5.

4.8.1.2.2 Fermentabilitatea

- (1) Reprezintă parametrul care indică cantitatea și compoziția gazului, acizilor volatili precum și valoarea pH-ului, înregistrate în urma analizei fermentării unei probe de nămol proaspăt amestecat cu nămol bine fermentat.
- (2) Producția de biogaz rezultat (q_{bg}) în urma fermentării anaerobe a substanțelor organice:
- pentru carbohidrați: $q_{bg} = 0,42 \text{ Nm}^3 \text{ biogaz/ kg s.o. redusă (50\% CH}_4; 50\% \text{ CO}_2)$;
 - pentru grăsimi: $q_{bg} = 1,25 \text{ Nm}^3 \text{ biogaz/ kg s.o. redusă (68\% CH}_4; 32\% \text{ CO}_2)$;
 - pentru proteine: $q_{bg} = 0,72 \text{ Nm}^3 \text{ biogaz/ kg s.o. redusă (71\% CH}_4; 29\% \text{ CO}_2)$.
- (3) Acizii organici reprezintă un indicator important al fermentării; concentrațiile optime trebuie să se încadreze în intervalul 300 – 2.000 mg/l ca acid acetic; la valori mai mari (> 2000 mg/l) există riscul ca fermentarea metanică să înceteze devenind predominantă fermentarea acidă.

4.8.1.2.3 Metalele grele

- (1) Compușii chimici pe bază de Cu, As, Pb, Hg prezintă un grad ridicat de toxicitate și limitează utilizarea nămolului ca îngrășământ pentru diferite culturi agricole; nămolul provenit din epurarea apelor menajere are un conținut redus de metale grele.

Tabelul 4.33. Valori caracteristice ale concentrațiilor de metale grele întâlnite în nămoluri.

Nr. Crt.	Metal	Concentrație medie (mg/ kg s.u din nămol)
1	Arsen	10
2	Cadmium	10
3	Crom	500
4	Cobalt	30
5	Cupru	800
6	Fier	17.000
7	Plumb	500

Nr. Crt.	Metal	Concentrație medie (mg/ kg s.u din nămol)
8	Mangan	260
9	Mercur	6
10	Molibden	4
11	Nichel	80
12	Seleniu	5
13	Staniu	14
14	Zinc	1.700

4.8.1.2.4 Nutrienții

(1) Reprezintă factori importanți pentru valorificarea nămolurilor în scop agricol sau de condiționare a solului. Conținutul de azot, fosfor și potasiu poate asigura condiții bune de dezvoltare a culturilor agricole, substituind uneori parțial îngrășămintele chimice.

Tabelul 4.34. Compoziția chimică a nămolurilor.

Nr. crt.	Indicatorul de calitate	U.M.	Nămol primar brut	Nămol primar fermentat	Nămol activat brut
1	Grăsimi animale și vegetale:	% din MST	6 – 35	5 – 50	5 - 12
2	Proteine	% din MST	20 – 30	15 – 20	32 – 41
3	Azot	% din MST	1,5 – 4	1,6– 3	2,4 – 5
4	Fosfor	% din MST	0,8 – 2,8	1,5 – 4	2,8 – 11
5	Potasiu	% din MST	0 – 1	0 – 3	0,5 – 0,7
6	Celuloză	% din MST	8 – 15	8 – 15	–
7	Fier	% din MST	2 – 4	3 – 8	–
8	Siliciu	% din MST	15 – 20	10 – 20	–
9	pH	Unități pH	5 – 8	6,5 – 7,5	6,5 – 8
10	Alcalinitate	mg CaCO ₃ /l	500 – 1.500	2.500 – 3.500	580 – 1.100
11	Acizi organici	mg/l	200 – 2.000	100 – 600	1.100 – 1.700
12	Capacitate energetică	kJ/kg MST	23.000 – 29.000	9.000 – 14.000	19.000 – 23.000

MST = cantitatea de materii solide obținute în urma uscării în etuvă a unei probe de nămol la temperatura 105 °C.

4.8.1.3 Caracteristici biologice și bacteriologice

(1) Nămolurile proaspete reținute în stațiile de epurare prezintă caracteristici biologice și bacteriologice similare cu cele ale apelor uzate supuse epurării. Aceste nămoluri pot conține microorganisme patogene (ouă de helmiți etc.).

4.8.2 Bilanțul de substanță pe linia nămolului

(1) Pentru fiecare obiect din filiera tehnologică de prelucrare a nămolului se realizează bilanțul de substanță.

4.8.2.1 Bazinul de amestec și omogenizare

(1) Are rolul să amestece și să omogenizeze diverse tipuri de nămoluri ce rezultă din procesele de epurare pentru a obține un amestec uniform. În aceste bazine se realizează o egalizare a debitelor de nămol în vederea asigurării unui debit constant pentru procesele de prelucrare din aval.

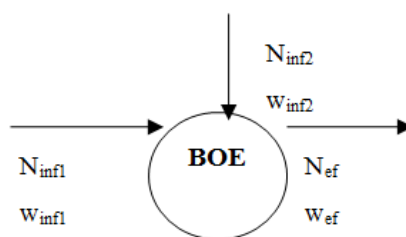


Figura 4.15. Schema unui bazin de omogenizare – egalizare (BOE).

Cantități nămol:

N_{inf1} , N_{inf2} – cantități de nămol influent
 N_{ef} – cantitatea de nămol efluent
 V_{ninf1} , V_{ninf2} – volume de nămol influent
 V_{nef} – volumul de nămol efluent

Caracteristici nămol:

w_{inf1} , w_{inf2} – umidități nămol influent
 w_{ef} – umiditatea nămolului efluent

- (2) Cantitatea de nămol efluent (exprimată în substanță uscată) constituie suma celor două cantități de nămol influent:

$$N_{ef} = N_{inf1} + N_{inf2} \quad (\text{kg s.u./zi}) \quad (4.251)$$

în care:

N_{ef} – cantitatea de nămol efluentă, (kg s.u./zi);
 N_{inf1} , N_{inf2} – cantitățile de nămol influente, (kg s.u./zi).

- (3) Volumele de nămol influente în bazinul de omogenizare – egalizare:

$$V_{ninf1} = \frac{N_{inf1}}{\rho_{ninf1}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{inf1})} \quad (\text{m}^3 / \text{zi}) \quad (4.252)$$

$$V_{ninf2} = \frac{N_{inf2}}{\rho_{ninf2}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{inf2})} \quad (\text{m}^3 / \text{zi}) \quad (4.253)$$

în care:

V_{ninf1} , V_{ninf2} – volumele zilnice de nămol influente, (m^3/zi);
 N_{inf1} , N_{inf2} – cantitățile de nămol influente, (kg s.u./zi);
 w_{inf1} , w_{inf2} – umiditățile nămolurilor influente, (%);
 ρ_{ninf1} , ρ_{ninf2} – densitățile nămolurilor influente, (kg/m^3).

- (4) Umiditatea nămolului efluent:

$$w_{ef} = \frac{(V_{ninf1} \cdot w_{inf1} + V_{ninf2} \cdot w_{inf2})}{(V_{ninf1} + V_{ninf2})} \quad (\%) \quad (4.254)$$

în care:

w_{ef} – umiditatea nămolului efluent, (%);
 w_{inf1} , w_{inf2} – umiditățile nămolurilor influente, (%);
 V_{ninf1} , V_{ninf2} – volumele zilnice de nămol influente, (m^3/zi).

- (5) Volumul de nămol efluent:

$$V_{nef} = \frac{N_{ef}}{\rho_{nef}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{ef})} \quad (\text{m}^3 / \text{zi}) \quad (4.255)$$

în care:

V_{nef} – volumul zilnic de nămol efluent, (m^3/zi);
 N_{ef} – cantitatea zilnică de nămol efluent, (kg s.u./zi);
 ρ_{nef} – densitatea nămolului efluent, (kg/m^3);
 w_{ef} – umiditatea nămolului efluent, (%).

Notă: Nămolurile influente în bazinul de omogenizare – egalizare poate fi: nămol primar, nămol în exces, nămol biologic.

4.8.3 Concentratoarele de nămol

- (1) Se reduce umiditatea nămolului (volumul de nămol) prin procese fizice de sedimentare, flotație sau centrifugare, cu producere de supernatant. Reducerea volumelor de nămol este necesară în procesele de prelucrare din aval care se dimensionează la volume mai mici de nămol.

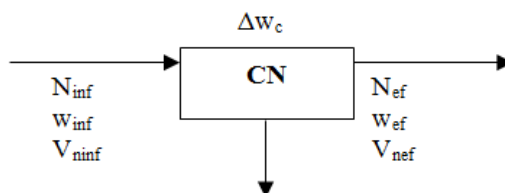


Figura 4.16. Schema unui concentrator de nămol (CN).

Cantități nămol:

N_{inf} – cantitatea de nămol influent

N_{ef} – cantitatea de nămol efluent

V_{ninf} – volumul de nămol influent

V_{nef} – volumul de nămol efluent

Caracteristici nămol:

w_{inf} – umiditatea nămolului influent

w_{ef} – umiditatea nămolului efluent

Δw_c – reducerea de umiditate prin concentrare

- (2) Cantitatea de nămol efluent:

$$N_{inf} \cong N_{ef} \quad (\text{kg s.u./zi}) \quad (4.256)$$

în care:

N_{inf} – cantitatea zilnică de nămol influent, (kg s.u./zi);

N_{ef} – cantitatea zilnică de nămol efluent, (kg s.u./zi).

- (3) Volumul de nămol influent în concentrator:

$$V_{ninf} = \frac{N_{inf}}{\rho_{ninf}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{inf})} \quad (\text{m}^3 / \text{zi}) \quad (4.257)$$

în care:

V_{ninf} – volumul zilnic de nămol influent, (m^3/zi);

N_{inf} – cantitatea de nămol influent, (kg s.u./zi);

w_{inf} – umiditatea nămolului influent, (%);

ρ_{ninf} – densitatea nămolului influent, (kg/m^3).

- (4) Umiditatea nămolului efluent:

$$w_{ef} = w_{inf} - \Delta w_c \quad (\%) \quad (4.258)$$

în care:

w_{ef} – umiditatea nămolului efluent, (%);

w_{inf} – umiditatea nămolului influent, (%);

Δw_c – reducerea de umiditate prin concentrare, (1 – 5%); reducerea de umiditate poate atinge valori de până la 10 % în cazul condiționării chimice a nămolurilor.

- (5) Volumul de nămol efluent:

$$V_{nef} = \frac{N_{ef}}{\rho_{nef}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{ef})} \quad (\text{m}^3 / \text{zi}) \quad (4.259)$$

în care:

V_{nef} – volumul zilnic de nămol efluent, (m^3/zi);

N_{ef} – cantitatea zilnică de nămol efluent, (kg s.u./zi);

ρ_{nef} – densitatea nămolului efluent, (kg/m^3);

w_{ef} – umiditatea nămolului efluent, (%).

(6) Volumul de supernatant:

$$V_s = V_{ninf} - V_{nef} \quad (\text{m}^3/\text{zi}) \quad (4.260)$$

în care:

V_{ninf} , V_{nef} – definite anterior;

Notă: Nămolul influent la concentrare poate fi: nămol primar, nămol în exces, nămol primar în amestec cu cel în exces, nămol biologic, nămol primar în amestec cu cel biologic.

4.8.3.1 Fermentarea anaerobă a nămolului într-o singură treaptă

(1) Fermentarea anaerobă a nămolului într-o singură treaptă realizează reducerea substanței organice din nămol în absența oxigenului molecular (condiții anaerobe). De regulă aceasta se utilizează la stabilizarea nămolurilor concentrate ținându-se seama de faptul că în urma concentrării rezultă volume mult mai reduse, deci un necesar de capacitate de stabilizare mai redus.

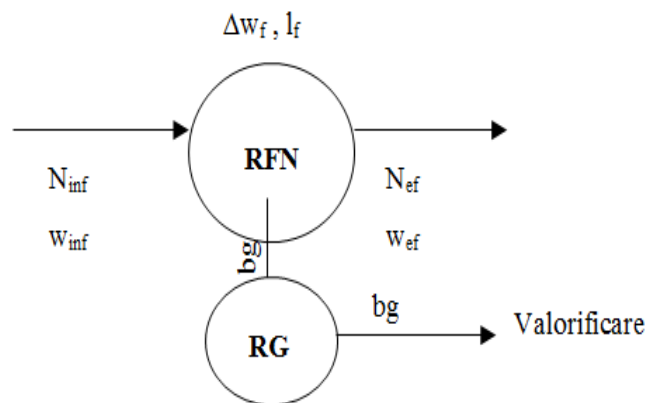


Figura 4.17. Schema unui rezervor de fermentare nămol (RFN) cu rezervor de gaz (RG).

Cantități nămol:

N_{inf} – cantitatea de nămol influentă
 N_{ef} – cantitatea de nămol efluent
 V_{ninf} – volumul de nămol influent
 V_{nef} – volumul de nămol efluent

Caracteristici nămol:

w_{inf} – umiditatea nămolului influent
 w_{ef} – umiditatea nămolului efluent
 Δw_f – creșterea umidității prin fermentare
 l_f – limita tehnică de fermentare
 bg – biogaz

(2) În urma procesului de fermentare, o parte din substanța organică este transformată în substanță minerală, biogaz și apă. Procentul de substanță organică transformată constituie limita tehnică de fermentare (l_f) a procesului considerată la calculul cantității zilnice de nămol efluent (fermentat), exprimată în substanță uscată. Cum fermentarea anaerobă are loc fără evacuare de supernatant, în urma procesului rezultă o creștere a umidității (Δw_f).

(3) Cantitatea de nămol influent:

$$N_{inf} = N_m + N_o \quad (\text{kg s. u./zi}) \quad (4.261)$$

în care:

$N_m = (1 - \varepsilon) \cdot N_{inf}$ (kg s. u./zi) – cantitatea zilnică de substanță minerală;

$N_o = \varepsilon \cdot N_{inf}$ (kg s. u./zi) – cantitatea zilnică de substanță organică;

ε – procentul de substanță organică (volatilă) din nămolul influent (60 – 75 %).

(4) Volumul de nămol influent:

$$V_{ninf} = \frac{N_{inf}}{\rho_{ninf}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{inf})} \quad (\text{m}^3 / \text{zi}) \quad (4.262)$$

în care:

V_{ninf} – volumul zilnic de nămol influent, (m^3/zi);
 N_{inf} – cantitatea de nămol influentă, (kg s.u./zi);
 w_{inf} – umiditatea nămolului influent, (%);
 ρ_{ninf} – densitatea nămolului influent, (kg/m^3).

(5) Cantitatea de nămol efluent:

$$N_{ef} = N_m + (1 - l_f) \cdot N_o \quad (\text{kg s. u./zi}) \quad (4.263)$$

în care:

N_{ef} – cantitatea de nămol efluentă, (kg s.u./zi);
 N_m, N_o – definiți anterior;
 l_f – limita tehnică de fermentare, (40 – 55 %).

(6) Umiditatea nămolului efluent

$$w_{ef} = w_{inf} + \Delta w_f \quad (\%) \quad (4.264)$$

în care:

w_{ef} – umiditatea nămolului efluent, (%);
 w_{inf} – umiditatea nămolului influent, (%);
 Δw_f – creșterea de umiditate prin fermentare, (1 – 2%).

(7) Volumul de nămol efluent:

$$V_{nef} = \frac{N_{ef}}{\rho_{nef}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{ef})} \quad (m^3/zi) \quad (4.265)$$

în care:

V_{nef} – volumul zilnic de nămol efluent, (m^3/zi);
 N_{ef} – cantitatea zilnică de nămol efluent, (kg s.u./zi);
 ρ_{nef} – densitatea nămolului efluent, (kg/m^3);
 w_{ef} – umiditatea nămolului efluent, (%).

Notă: Nămolul influent la fermentarea anaerobă poate fi: nămol primar, nămol primar concentrat, nămol în exces concentrat, nămol primar în amestec cu nămol în exces concentrat, nămol biologic concentrat, nămol primar în amestec cu nămol biologic concentrat.

4.8.3.2 Fermentarea anaerobă a nămolului în două trepte

(1) Fermentarea anaerobă în două trepte realizează reducerea substanței organice în prima treaptă, fără eliminare de supernatant și cu producție de biogaz și o concentrare a nămolului în treapta a doua. Mecanismul reducerii substanței organice din treapta I de fermentare este identic cu cel prezentat la § 4.7.8.3.1. În treapta a II-a, fără amestec și recirculare internă a nămolului, are loc o concentrare gravitațională a nămolului fermentat în prima treaptă cu eliminare de supernatant și producere de biogaz.

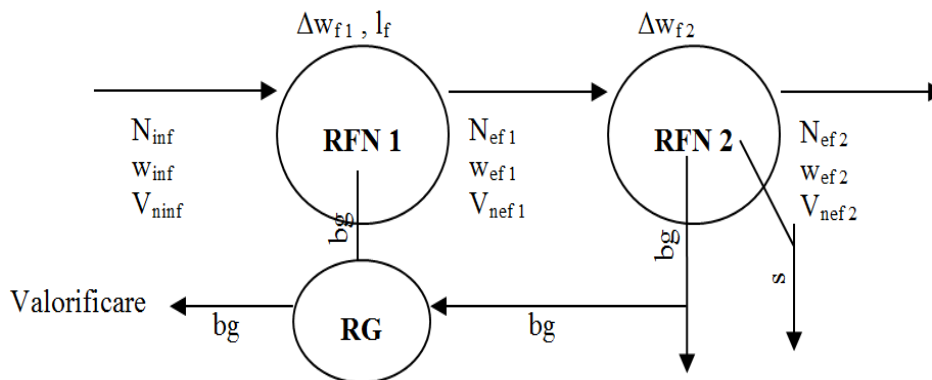


Figura 4.18. Schema unui rezervor de fermentare nămol (RFN) în 2 trepte cu rezervor de gaz (RG).

Cantități nămol:

N_{inf} – cantitatea de nămol influentă

N_{ef1} , N_{ef2} – cantitatea de nămol efluentă din treapta 1/2

V_{ninf} – volumul de nămol influent

V_{nef1} , V_{nef2} – volumul de nămol efluent din treapta 1/2

Caracteristici nămol:

w_{inf} – umiditatea nămolului influent

w_{ef1} , w_{ef2} – umiditatea nămolului efluent din treapta 1/2

Δw_{f1} , Δw_{f2} – creșterea/ reducerea umidității prin fermentare

l_f – limita tehnică de fermentare

bg – biogaz

s – supernatant

(2) Cantitatea de nămol influent:

$$N_{inf} = N_m + N_o \quad (\text{kg s. u./zi}) \quad (4.266)$$

în care:

$N_m = (1 - \varepsilon) \cdot N_{inf}$ (kg s. u./zi) – cantitatea zilnică de substanță minerală;

$N_o = \varepsilon \cdot N_{inf}$ (kg s. u./zi) – cantitatea zilnică de substanță organică;

ε – procentul de substanță organică (volatilă) din nămolul influent (60 – 75 %).

(3) Volumul de nămol influent:

$$V_{ninf} = \frac{N_{inf}}{\rho_{ninf}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{inf})} \quad (\text{m}^3 / \text{zi}) \quad (4.267)$$

în care:

V_{ninf} – volumul zilnic de nămol influent, (m^3/zi);

N_{inf} – cantitatea de nămol influent, (kg s.u./zi);

w_{inf} – umiditatea nămolului influent, (%);

ρ_{ninf} – densitatea nămolului influent, (kg/m^3).

(4) Cantitatea de nămol efluent din prima treaptă de fermentare:

$$N_{ef1} = N_m + (1 - l_f) \cdot N_o \quad (\text{kg s. u./zi}) \quad (4.268)$$

în care:

N_{ef1} – cantitatea de nămol efluentă din prima treaptă de fermentare, (kg s.u./zi);

N_m , N_o – definiți anterior;

l_f – limita tehnică de fermentare, (40 – 55 %).

(5) Umiditatea nămolului efluent din prima treaptă de fermentare:

$$w_{ef1} = w_{inf} + \Delta w_{f1} \quad (\%) \quad (4.269)$$

în care:

w_{ef1} – umiditatea nămolului efluent din prima treaptă de fermentare, (%);

w_{inf} – umiditatea nămolului influent, (%);

Δw_{f1} – creșterea de umiditate prin fermentare în treapta 1, (1 – 2%).

(6) Volumul de nămol efluent:

$$V_{nef1} = \frac{N_{ef1}}{\rho_{nef1}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{ef1})} \quad (\text{m}^3/\text{zi}) \quad (4.270)$$

în care:

- V_{nef1} – volumul zilnic de nămol efluent din prima treaptă de fermentare, (m^3/zi);
- N_{ef1} – cantitatea zilnică de nămol efluent din treapta I de fermentare, (kg s.u./zi);
- ρ_{nef1} – densitatea nămolului efluent din treapta 1 de fermentare, (kg/m^3);
- w_{ef1} – umiditatea nămolului efluent din treapta 1 de fermentare, (%).

(7) Cantitatea de nămol influentă în treapta secundară de fermentare:

$$N_{ef2} \cong N_{ef1} \quad (\text{kg s. u./zi}) \quad (4.271)$$

în care:

- N_{ef1} – cantitatea de nămol efluentă din prima treaptă de fermentare, (kg s.u./zi);
- N_{ef2} – cantitatea de nămol efluentă din treapta a doua de fermentare, (kg s.u./zi).

(8) Umiditatea nămolului efluent din treapta a doua de fermentare:

$$w_{ef2} = w_{ef1} - \Delta w_{f2} \quad (\%) \quad (4.272)$$

în care:

- w_{ef1} – umiditatea nămolului efluent din treapta 1 de fermentare, (%);
- w_{ef2} – umiditatea nămolului efluent din a doua treaptă de fermentare, (%);
- Δw_{f2} – reducerea umidității din treapta secundară de fermentare, ($1 - 2\%$).

(9) Volumul nămolului efluent din treapta a doua de fermentare

$$V_{nef2} = \frac{N_{ef2}}{\rho_{nef2}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{ef2})} \quad (\text{m}^3/\text{zi}) \quad (4.273)$$

în care:

- V_{nef2} – volumul zilnic de nămol efluent din treapta II de fermentare, (m^3/zi);
- N_{ef2} – cantitatea zilnică de nămol efluent din treapta II de fermentare, (kg s.u./zi);
- ρ_{nef2} – densitatea nămolului efluent din treapta II de fermentare, (kg/m^3);
- w_{ef2} – umiditatea nămolului efluent din treapta secundară de fermentare, (%).

(10) Volumul de supernatant:

$$V_s = V_{nef1} - V_{nef2} \quad (\text{m}^3/\text{zi}) \quad (4.274)$$

în care: V_{nef1} , V_{nef2} – definite anterior.

Notă: Nămolul influent la fermentarea anaerobă poate fi: nămol primar, nămol primar concentrat, nămol în exces concentrat, nămol primar în amestec cu nămol în exces concentrat, nămol biologic concentrat, nămol primar în amestec cu cel biologic concentrat.

4.8.3.3 Stabilizarea nămolului

(1) Stabilizarea aerobă a nămolului realizează mineralizarea substanței organice volatile prin procese biologice similare procesului de epurare biologică a apelor uzate cu nămol activat. Nămolul introdus în stabilizatorul de nămol este aerat în vederea accelerării proceselor metabolice ale bacteriilor aerobe, în vederea reducerii substanței organice. În aceste condiții, substanța organică (ϵ) este mineralizată într-un anumit procent, numit limită tehnică de stabilizare (l_s). Procesul are loc cu o reducere a umidității, astfel încât volumele de nămol efluente vor fi mai reduse.

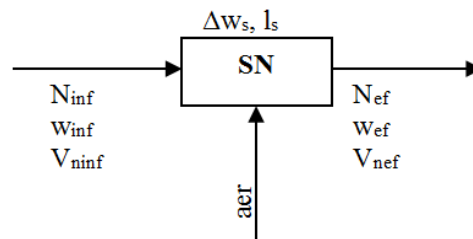


Figura 4.19. Schema unui stabilizator de nămol (SN).

Cantități nămol:

N_{inf} – cantitatea de nămol influentă
 N_{ef} – cantitatea de nămol efluent
 V_{ninf} – volumul de nămol influent
 V_{nef} – volumul de nămol efluent

Caracteristici nămol:

w_{inf} – umiditatea nămolului influent
 w_{ef} – umiditatea nămolului efluent
 Δw_s – reducerea de umiditate prin stabilizare
 l_s – limita tehnică de stabilizare

(2) Cantitatea de nămol influentă:

$$N_{inf} = N_m + N_o \quad (\text{kg s. u./zi}) \quad (4.275)$$

în care:

$N_m = (1 - \varepsilon) \cdot N_{inf}$ (kg s. u./zi) – cantitatea zilnică de substanță minerală;
 $N_o = \varepsilon \cdot N_{inf}$ (kg s. u./zi) – cantitatea zilnică de substanță organică;
 ε – procentul de substanță organică (volatilă) din nămolul influent (60 – 75 %).

(3) Volumul de nămol influent:

$$V_{ninf} = \frac{N_{inf}}{\rho_{ninf}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{inf})} \quad (\text{m}^3 / \text{zi}) \quad (4.276)$$

în care:

V_{ninf} – volumul zilnic de nămol influent, (m^3/zi);
 N_{inf} – cantitatea de nămol influentă, (kg s.u./zi);
 w_{inf} – umiditatea nămolului influent, (%);
 ρ_{ninf} – densitatea nămolului influent, (kg/m^3).

(4) Cantitatea de nămol efluent:

$$N_{ef} = N_m + (1 - l_s) \cdot N_o \quad (\text{kg s. u./zi}) \quad (4.277)$$

în care:

N_{ef} – cantitatea de nămol efluentă, (kg s.u./zi);
 N_m, N_o – definiți anterior;
 l_s – limita tehnică de stabilizare, (35 – 50%).

(5) Umiditatea nămolului efluent

$$w_{ef} = w_{inf} - \Delta w_s \quad (\%) \quad (4.278)$$

în care:

w_{ef} – umiditatea nămolului efluent, (%);
 w_{inf} – umiditatea nămolului influent, (%);
 Δw_s – reducerea umidității prin stabilizare aerobă, (1 – 2%).

(6) Volumul de nămol efluent:

$$V_{nef} = \frac{N_{ef}}{\rho_{nef}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{ef})} \quad (\text{m}^3 / \text{zi}) \quad (4.279)$$

în care:

V_{nef} – volumul zilnic de nămol efluent, (m^3/zi);
 N_{ef} – cantitatea zilnică de nămol efluent, (kg s.u./zi);
 ρ_{nef} – densitatea nămolului efluent, (kg/m^3);
 w_{ef} – umiditatea nămolului efluent, (%).

Notă: Nămolul influent la stabilizarea aerobă poate fi: nămol primar, nămol primar concentrat, nămol în exces concentrat, nămol primar în amestec cu nămol în exces concentrat, nămol biologic concentrat, nămol primar în amestec cu cel biologic concentrat.

4.8.3.4 Deshidratarea nămolului

(1) Deshidratarea este procesul prin care nămolului i se reduce umiditatea prin procedee fizice de separare a fracțiunii solide de cea lichidă (supernatant); în aceste condiții, cantitatea de substanță uscată influentă va fi egală cu cea efluentă, reducerea de volum rezultă din separarea și eliminarea unei cantități importante de supernatant.

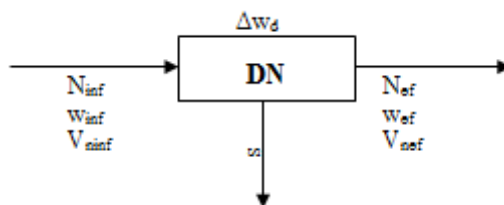


Figura 4.20. Schema deshidratare nămol (DN).

Cantități nămol:

N_{inf} – cantitatea de nămol influentă
 N_{ef} – cantitatea de nămol efluent
 V_{nef} – volumul de nămol efluent

Caracteristici nămol:

w_{inf} – umiditatea nămolului influent
 w_{ef} – umiditatea nămolului efluent
 Δw_d – reducerea de umiditate prin deshidratare

(2) Cantitatea de nămol influent:

$$N_{inf} \cong N_{ef} \quad (\text{kg s. u./zi}) \quad (4.280)$$

în care:

N_{inf} – cantitatea zilnică de nămol influent, (kg s.u./zi);
 N_{ef} – cantitatea zilnică de nămol efluent, (kg s.u./zi).

(3) Volumul de nămol influent:

$$V_{ninf} = \frac{N_{inf}}{\rho_{ninf}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{inf})} \quad (m^3 / zi) \quad (4.281)$$

în care:

V_{ninf} – volumul zilnic de nămol influent, (m^3/zi);
 N_{inf} – cantitatea de nămol influentă, (kg s.u./zi);
 w_{inf} – umiditatea nămolului influent, (%);
 ρ_{ninf} – densitatea nămolului influent, (kg/m^3).

(4) Umiditatea nămolului efluent

$$w_{ef} = w_{inf} - \Delta w_d \quad (\%) \quad (4.282)$$

în care:

w_{ef} – umiditatea nămolului efluent, (%);
 w_{inf} – umiditatea nămolului influent, (%);
 Δw_d – reducerea de umiditate prin deshidratare, (%).

(5) Volumul de nămol efluent:

$$V_{\text{nef}} = \frac{N_{\text{ef}}}{\rho_{\text{nef}}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{\text{ef}})} \quad (\text{m}^3/\text{zi}) \quad (4.283)$$

în care:

- V_{nef} – volumul zilnic de nămol efluent, (m^3/zi);
 N_{ef} – cantitatea zilnică de nămol efluent, ($\text{kg s.u.}/\text{zi}$);
 ρ_{nef} – densitatea nămolului efluent, (kg/m^3);
 w_{ef} – umiditatea nămolului efluent, (%).

(6) Volumul de supernatant:

$$V_s = V_{\text{ninf}} - V_{\text{nef}} \quad (\text{m}^3 / \text{zi}) \quad (4.284)$$

Notă: Nămolul influent la deshidratare poate fi: nămol fermentat anaerob, nămol stabilizat aerob fie în treapta biologică fie în stabilizatorul de nămol; orice alt tip de nămol stabilizat din punct de vedere biologic.

4.8.4 Cantități specifice de nămol

- (1) Cantitățile de nămol ce rezultă din epurarea apelor uzate depind de calitatea apelor uzate și de tehnologia de epurare adoptată. Cantitatea de nămol primar depinde în mare măsură de timpul de decantare în decantorul primar și influențează și cantitatea de nămol în exces. Cantitatea de nămol în exces depinde de procesul de epurare utilizat, de vârsta nămolului și de temperatura apei uzate în epurarea biologică.
- (2) Valorile orientative privind cantitățile specifice de nămol reținute în stațiile de epurare sunt prezentate în Tabelul 4.35.

Tabelul 4.35. Cantități specifice de nămol reținute în stațiile de epurare.

Nr. crt.	Tipul de nămol	Cantități specifice de nămol	
		Substanță uscată din nămol (g/l.e.,zi)	Nămol umed (l/l.e.,zi)
1	Nămol proaspăt din decantoare primare	24 – 30	0,6 – 1,0
2	Nămol în exces din decantoare secundare amplasate după bazine de aerare cu eliminarea carbonului ¹⁾	33,6 – 50	4,2 – 8,0
3	Nămol în exces din decantoare secundare amplasate după bazine de aerare cu eliminarea azotului ¹⁾	27,4 – 48,6	3,9 – 7,1
4	Nămol în exces din decantoarele secundare amplasate după bazine de aerare cu stabilizarea nămolului ²⁾	47,2 – 64,4	6,8 – 9,2
5	Nămol biologic din decantoare secundare amplasate după filtre biologice	24 - 30	2,7 – 3,3
6	Nămol fermentat din fose septice	30 – 33	0,3 – 0,33
1) Cu decantor primar 2) Fără decantor primar			

- (3) În Tabelul 4.36 sunt prezentate valori caracteristice, orientative, privind cantitățile de substanță uscată din nămolurile biologice și nămolul în exces pentru diferite scheme de epurare.

Tabelul 4.36. Încărcări specifice cu substanță uscată.

Nr. crt.	Tipul de nămol	Încărcarea specifică cu substanță uscată (kg s.u. / 10 ³ m ³ apă uzată)	
		Domeniul de variație	Valoare caracteristică
1	Nămol primar	110 – 170	150
2	Nămol în exces de la BNA	70 – 100	80
3	Nămol biologic de la filtrele biologice	60 – 100	70

4	Nămol în exces, în schemele cu aerare prelungită	80 – 120	100 ^{a)}
5	Nămol primar rezultat în urma precipitării chimice a fosforului	420 – 850	550 ^{b)}
6	Nămol rezultat din procedeele de epurare cu nitrificare – denitrificare	12 – 30	18 ^{c)}

- a) Valoarea este valabilă presupunând lipsa treptei primare de epurare;
b) Se referă la însumarea cantității de nămol rezultată în urma precipitării chimice cu cea rezultată din sedimentarea normală;
c) Încărcarea specifică cu substanță organică provenită din nitrificare are valori neglijabile.

4.8.5 Condiționarea chimică a nămolurilor

4.8.5.1 Reactivi minerali

- Reactivii minerali sunt aplicabili la condiționarea nămolurilor pentru că produc floclarea nămolului. Există o varietate mare de electroliți cationici polivalenți care pot fi utilizați. Pe baza raportului cost – eficiență se aleg săruri de aluminiu sau fier: clorura ferică, clorosulfat feric, săruri de aluminiu.
- Fe^{3+} este cel mai eficient și cel mai utilizat reactiv pentru stabilizarea chimică a nămolului organic; alegerea variantei de condiționare cu $FeCl_3$ sau cu $FeSO_4Cl$ este strict financiară.
- Injecția soluției de var după condiționarea cu electrolit ($pH > 10$) va îmbunătăți capacitatea de filtrare prin:
 - reducerea cantității de supernatant;
 - îmbunătățirea filtrării prin precipitarea sărurilor de calciu (organice sau minerale);
 - injecția unei încărcări minerale (mărirea permeabilității turtei de nămol).
- Injecția de săruri de aluminiu și de var este necesară în cazul condiționării nămolului de natură organică; în cazul unui nămol hidrofil injecția de var este suficientă pentru îmbunătățirea capacității de filtrare.
- Cantitatea de reactivi minerali utilizați depinde de natura nămolului ce trebuie condiționat și de gradul de eficiență impus. Tabelul următor prezintă orientativ cantitățile de reactivi.

Tabelul 4.37. Cantități de reactivi utilizați la deshidratarea cu filtre – presă.

Nr. crt.	Tip de nămol	$FeCl_3$ (%)*	$Ca(OH)_2$ (%)*
1	Nămol primar	2 – 3	10 – 15
2	Amestec de nămol primar + în exces	4 – 6	18 – 25
3	Nămol provenit din bazinele de aerare prelungită	6 – 8	30 – 35
4	Nămol condiționat cu hidroxizi de Al	–	30 – 50
5	Nămol condiționat cu hidroxizi de Fe	–	25 – 40
6	Nămol provenit din epurarea convențională	–	15 – 25

*procent exprimat față de materiile totale solide din nămol (s.u.).

- Se recomandă realizarea testelor de laborator pentru determinarea tipului optim de reactivi. Dozele optime de reactivi se stabilesc prin teste de laborator.
- Dacă nămolul conține material mineral dens sau fibre, acesta necesită cantități mici de reactivi. Un procent mare de materie organică în nămol are efect opus. Adăugarea de reactivi mărește cantitatea de materie ce trebuie filtrată deoarece o cantitate mare de reactivi chimici rămâne în formă solidă în nămolul deshidratat ca rezultat a precipitării cu săruri metalice. Acest lucru trebuie luat în considerare la dimensionarea unităților de deshidratare:

- a. 60 – 90 % din masa de FeCl_3 injectată rămâne în turta de nămol;
 - b. 80 – 90 % din masa de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ injectată ramâne în formă solidă.
- (8) Scopul reactivilor minerali este de a atinge un amestec optim nămol/reactiv. Adăugând apă pentru diluție (pentru soluția concentrată de FeCl_3) și utilizând 50 – 80 g/l lapte de var conduce la o difuzie mai ușoară a reactivilor în masa de nămol.
 - (9) Nămolul este flocculat în bazine succesive de amestec (mai întâi sarea metalică și apoi laptele de var). Timpul de reacție este de 5 – 10 minute pentru dezvoltarea flocoanelor. Gradientul hidraulic recomandat este de 1.500 – 3.000 W/m^3 .
 - (10) Pentru evitarea destabilizării nămolului flocculat (distrugerea flocoanelor) se evită folosirea pompelor centrifugale; în cazul nămolurilor abrazive se utilizează pompe cu piston.
 - (11) Unitatea de condiționare a nămolurilor poate fi complet automatizată.

4.8.5.2 Polielectroliți sintetici

- (1) Stabilirea tipului și cantităților - Reactivii eficienți pentru condiționarea nămolurilor sunt polielectroliții sintetici ce formează flocoane voluminoase (de ordinul milimetrilor). Polielectroliții:
 - a. realizează floccularea prin formarea de legături între particule datorită structurii de catenă lungă. Floccularea este completată de coagulare în cazul polimerilor cationici;
 - b. micșorează semnificativ rezistența specifică a nămolului, supernatantul fiind eliminat rapid. Nămolul flocculat va avea un coeficient de compresibilitate mare.
- (2) Pentru alegerea tipului de polielectrolit adecvat sunt necesare teste de flocculare, drenaj și presare; acestea constau în:
 - a. evaluarea rezistenței la rupere a floconului (centrifugare);
 - b. evaluarea performanței de drenaj a nămolului flocculat;
 - c. evaluarea compresiunii flocoanelor;
 - d. aprecierea dacă floconul poate "aluneca" din zona de presare;
 - e. evaluarea adeziunii presării flocoanelor prin filtrele – bandă. Luând acestea în considerare, se alege polimerul eficient și din considerente economice.
- (3) Polielectroliții cationici sunt eficienți în cazuri particulare, când se tratează nămolul cu un conținut ridicat de materie organică. Pentru unele aplicații (deshidratarea cu filtre presă), polielectrolitul poate fi utilizat combinat cu o sare metalică: sare ferică pentru coagularea preliminară, urmată de polielectrolit pentru a produce mai puține flocoane hidrofile.
- (4) Polielectroliții care au masă moleculară medie sunt adecvați pentru utilizare în cazul filtrelor bandă presă. Cei care au o masă moleculară mare generează flocoane mari, dense, recomandați unei deshidratări prin centrifugare.

Tabelul 4.38. Consumul mediu de polielectroliți în cazul filtrelor bandă/centrifuge.

Nr. crt.	Tip de nămol	Polielectrolit cationic (kg s.o / t substanțe solide)	
		Filtru bandă presă	Centrifugă
1	Nămol primar	2 – 3	4 – 5
2	Nămol primar + nămol în exces	3 – 5	6 – 9
3	Nămol primar + nămol în exces fermentat	4 – 5	6 – 9
4	Nămol provenit de la bazinele de aerare cu aerare prelungită	4 – 6	7 – 11

- (5) Polielectroliții anionici sunt utilizați pentru condiționarea nămolurilor cu un conținut predominant de materii minerale (nămol hidrofob); cantitățile de polimer utilizate în aceste cazuri sunt reduse: 0,3 – 2 kg/t substanțe solide.
- (6) Polielectroliții utilizați în treapta de tratare a nămolurilor sunt furnizați ca pudră sau emulsie stabilă.
- polielectroliții – pudră sunt preparați la concentrații de maxim 2 – 4 g/l; această soluție trebuie lăsată să se matureze 1 h, apoi poate fi utilizată. Soluțiile de polielectrolit preparate din pudră rămân stabile 2 – 3 zile;
 - polielectroliții – emulsie se prepară în 2 etape:
 - agitarea puternică a soluției pentru diluarea concentratului, 6 – 10 ml de emulsie/ l de apă;
 - soluția este lăsată să se matureze 20 de minute, fiind ușor agitată.
- (7) În general emulsiile conțin materie activă de 40 – 50 % pentru o densitate apropiată de 1.
- (8) Soluția adăugată (2 – 5 g polimer/l) este diluată sau nu înainte de a fi injectată în nămol: depinde de vâscozitățile nămolului și a soluției de polielectrolit; floclarea are loc aproape instantaneu:
- într-o centrifugă, polielectrolitul este injectat direct în conducta de nămol, fără utilizarea unui floclator fiind generată suficientă energie pentru amestec;
 - într-un filtru – bandă polielectrolitul este injectat într-un bazin de amestec amplasat în amonte de zona de drenare a supernatantului. Floclarea are loc în mai puțin de 1 minut;
 - metodele de injectare devin complexe la filtrele presă.

4.8.6 Concentrarea nămolurilor

- (1) Procesul de concentrare a nămolurilor constă în reducerea umidității acestora în vederea prelucrării ulterioare.
- (2) Funcție de proprietățile nămolului ce urmează a fi concentrat se pot aplica scheme cu sau fără condiționare chimică sau termică a acestuia.
- (3) Cele mai utilizate procedee de concentrare a nămolurilor provenite dintr-o stație de epurare sunt:
- concentrarea gravitațională;
 - concentrarea mecanică ce poate fi realizată cu instalații:
 - filtru bandă;
 - centrifugă;
 - flotație cu aer dizolvat;
 - instalație cu tambur rotativ;
 - instalație de concentrare cu șnec.

4.8.6.1 Concentrarea gravitațională a nămolurilor

- (1) Este procesul de reducere a umidității nămolului prin fenomenul de separare prin decantare a fazelor lichidă și solidă din componența acestuia. Se realizează în bazine de sedimentare de unde se evacuează supernatant și nămol concentrat.
- (2) Concentratoarele gravitaționale de nămol sunt construcții concepute sub forma unor bazine circulare folosite pentru prelucrarea nămolurilor.
- (3) Reducerea umidității nămolului variază funcție de caracteristicile acestuia și de prezența/absența condiționării chimice. Acest parametru este evidențiat în Tabelul 4.39.

Tabelul 4.39. Reducerea umidității nămolurilor – concentrator gravitațional.

Nr. crt.	Tipul de nămol	Umiditatea nămolului influent la concentrare (%)	Umiditatea nămolului concentrat (%)	Reducerea de umiditate la concentrare (%)
1.Nămol:				
1.1	primar	94 – 98	90 – 95	3
1.2	biologic rezultat de la filtrele percolatoare	96 – 99	94 – 97	2
1.3	biologic rezultat de la filtrele cu discuri	96,5 – 99	95 – 98	1 – 1,5
1.4	în exces de la bazinele de aerare	99,5 – 98,5	97 – 98	1,5
1.5	în exces din procedee de epurare biologică ce utilizează oxigen pur	99,5 – 98,5	97 – 98	1,5
1.6	în exces din procedeele de epurare biologică cu aerare prelungită	99,8 – 99	97 – 98	1,8 – 2
1.7	primar fermentat, provenit din treapta primară de fermentare	92	88	4
2.Amestec de nămoluri:				
2.1	primar + biologic rezultat de la filtrele percolatoare	94 – 98	91 – 95	3
2.2	primar + biologic rezultat de la filtrele biologice cu discuri	94 – 98	92 – 95	2 – 3
2.3	primar + în exces de la BNA	98,5 – 99,5 96 – 97,5	94 – 96 93 – 96	3,5 – 4,5 1,5 – 3
2.4	Amestec fermentat	96	92	4
3.Nămol condiționat chimic:				
3.1	primar cu săruri de Fe	98	96	2
0	1	2	3	4
3.2	primar + var (doze mici)	95	93	2
3.3	primar + var (doze mari)	92,5	88	4,5
3.4	primar + în exces cu săruri de Fe	98,5	97	1,5
3.5	primar + în exces cu săruri de Al	99,6 – 99,8	93,5 – 95,5	4,3 – 6,1
3.6	primar cu săruri de Fe + biologic de la filtrele percolatoare	99,4 – 99,6	91,5 – 93,5	6,1 – 7,9
3.7	primar cu săruri de Fe+ în exces	98,2	96,4	1,8
3.8	Amestec fermentat de nămol primar + nămol în exces condiționat cu Fe	96	94	2
4.Nămol rezultat din epurarea terțiară:				
4.1	cu var în doze mari	95,5 – 97	85 – 88	9 – 10,5
4.2	cu var în doze mici	95,5 – 97	88 – 90	7 – 7,5
4.3	cu săruri de Fe	98,5 – 99,5	96 – 97	2,5

- (4) Se recomandă evitarea concentrării gravitaționale a nămolului în exces provenit din bazine cu nămol activat cu eliminarea biologică a fosforului, din cauza posibilității de resolubilizare a fosforului.
- (5) La proiectarea concentratoarelor de nămol se ține seama de criteriile:
- numărul minim de unități $n = 2$;
 - încărcarea cu substanță uscată nu va depăși limita maxim admisă.

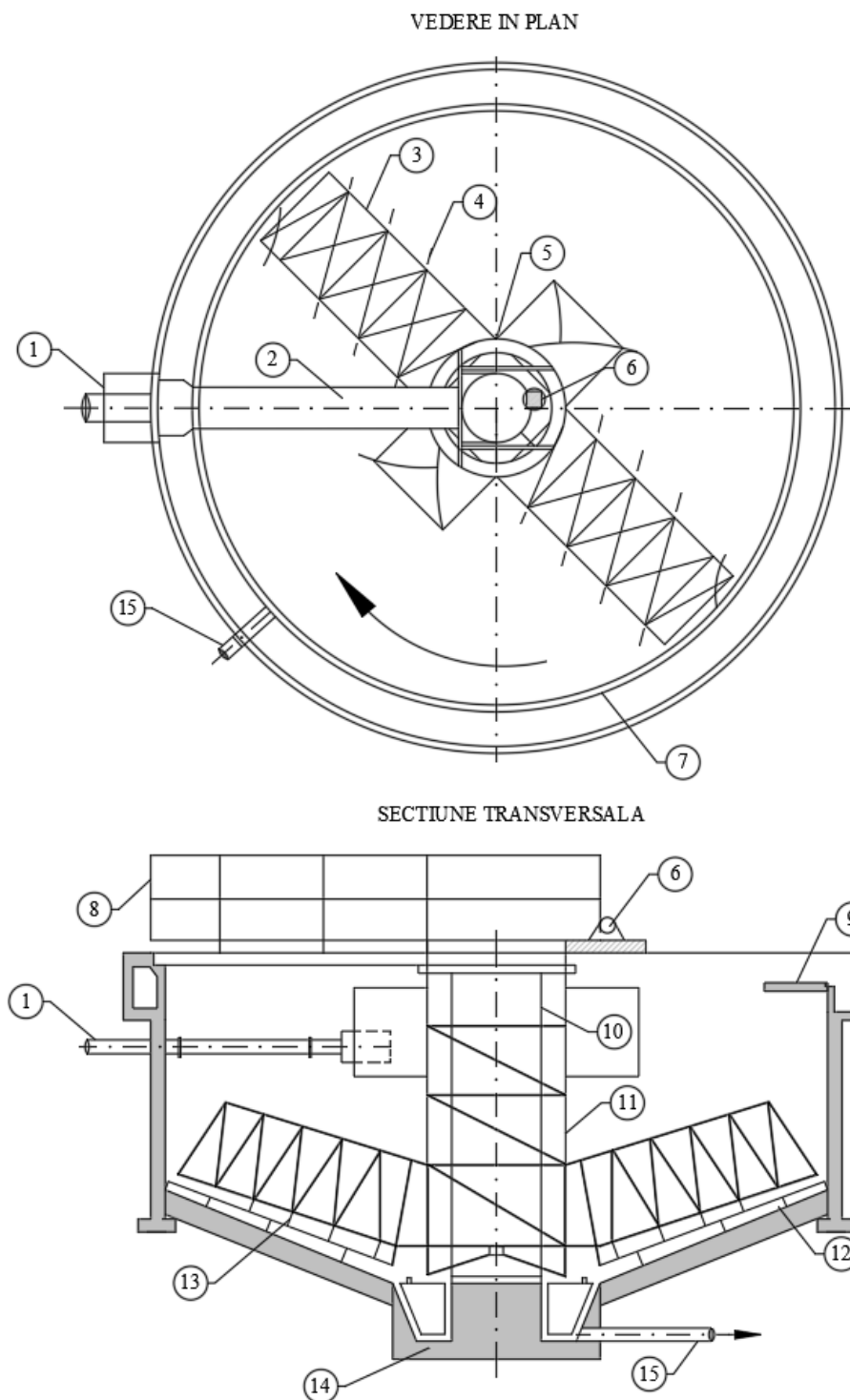


Figura 4.21. Concentrator gravitațional de nămol.

Notații: 1. Admisie nămol brut; 2. Paralelă acces; 3. Grindă racloare; 4. Lamă; 5. Structură de admisie nămol brut; 6. Motor; 7. Rigolă colectare supernatant; 8. Balustradă; 9. Deversor; 10. Stâlp central; 11. Carcasă centrală; 12. Racletă din cauciuc; 13. Piesă de fixare a lamei racloare; 14. Raclor central; 15. Evacuare nămol concentrat.

4.8.6.2 Parametri de proiectare a concentratoarelor gravitaționale de nămol

(1) Debitul de calcul al concentratorului gravitațional de nămol:

$$Q_c = V_{ninf} \quad (\text{m}^3/\text{zi}) \quad (4.285)$$

în care:

V_{ninf} – definit de relația (4.257).

(2) Încărcarea superficială cu substanță uscată:

$$I_{SU} = \frac{N_{inf}}{A_o^{CN}} \text{ (kg s. u./m}^2, \text{ zi)} \quad (4.286)$$

în care:

N_{inf} – cantitatea de nămol influent în concentrator, (kg s.u./zi);

A_o^{CN} – aria orizontală utilă a concentratorului gravitațional, (m²).

(3) Valorile recomandate la dimensionare pentru încărcarea superficială, depind de tipul nămolului și sunt indicate în Tabelul 4.40.

Tabelul 4.40. Valori recomandate pentru I_{SU} .

Nr. crt.	Tipul de nămol	Încărcarea superficială cu substanță uscată (kg s.u./ m ² , zi)
1.Nămol:		
1.1	primar	100 – 150
1.2	biologic rezultat de la filtrele percolatoare	40 – 50
1.3	biologic rezultat de la filtrele cu discuri	35 – 50
1.4	în exces de la bazinele de aerare și DS	20 – 40
1.5	în exces din procedee de epurare biologică cu aerare prelungită	25 – 40
1.6	primar fermentat	120
2.Amestec de nămoluri		
2.1	primar + biologic rezultat de la filtrele percolatoare	60 – 100
2.2	primar + biologic rezultat de la filtrele biologice cu discuri	50 – 90
2.3	primar + în exces de la BNA	25 – 70 40 – 80
2.4	Amestec fermentat	70
3.Nămol condiționat chimic		
3.1	primar cu săruri de Fe	30
3.2	primar + var (doze mici)	100
3.3	primar + var (doze mari)	120
3.4	primar + în exces cu săruri de Fe	30
3.5	primar + în exces cu săruri de Al	60 – 80
3.6	primar cu săruri de Fe + biologic de la filtrele percolatoare	70 – 100
3.7	primar cu săruri de Fe+ în exces	30
3.7	amestec fermentat de nămol primar + nămol în exces condiționat cu săruri de Fe	70
4.Nămol rezultat din epurarea terțiară		
4.1	cu var în doze mari	120 – 300
4.2	cu var în doze mici	50 – 150
4.3	cu săruri de Fe	8 – 50

(4) Încărcarea hidraulică superficială cu nămol:

$$I_h = \frac{V_{ninf}}{A_o^{CN}} \text{ (m}^3 \text{ nămol/m}^2, \text{ zi)} \quad (4.287)$$

în care:

V_{ninf} – definit de relația (4.257);

A_o^{CN} – aria orizontală utilă a concentratorului gravitațional, (m²).

Tabelul 4.41. Valori maxim recomandate pentru I_h .

Nr. crt.	Tipul nămolului	Încărcarea hidraulică cu nămol (m^3 nămol/ $m^2 \cdot zi$)
1	Nămol primar	15,5 – 31
2	Nămol în exces	4 – 8
3	Amestec de nămol primar cu nămol în exces	6 – 12

- (5) Valori mai mari ale acestui parametru pot conduce la evacuarea unui supernatant cu conținut ridicat de materii solide; valorile mici conduc la realizarea condițiilor septice, mirosuri neplăcute, precum și apariția nămolului plutitor.
- (6) Timpul de concentrare a nămolului (t_c) este definit ca durata de staționare a nămolului în concentratorul gravitațional și este parametrul care permite determinarea volumului necesar al acestuia:

$$t_c = \frac{V_{CN}}{V_{ninf}} \quad (h) \quad (4.288)$$

în care:

V_{CN} – volumul concentratorului de nămol, (m^3);

V_{ninf} – definit de relația (4.263).

Din relația (4.288) se poate determina volumul necesar al concentratorului, pentru valori: $t_c = 8 \dots 24$ h.

- (7) Adâncimea concentratorului la perete:

$$H_c = h_c + h_r + h_s + h_s \quad (m) \quad (4.289)$$

în care:

h_c – înălțimea de concentrare, (m);

$h_r = \min.0,3$ m sau o înălțime egală cu înălțimea lamei racloare, (m);

h_s – înălțimea zonei de supernatant, 1,0 (m);

h_s – înălțimea de siguranță, 0,3 – 0,5 (m).

4.8.6.3 Concentrarea nămolurilor prin procedeul de flotație cu aer dizolvat

- (1) Flotația cu aer dizolvat separă faza solidă de cea lichidă. În timpul proceselor de flotație, sunt generate microbule de aer, care se atașează de particulele în suspensie, determinând astfel ca particulele să se ridice la suprafața lichidului.
- (2) Flotația cu aer dizolvat poate funcționa cu presurizarea integrală a debitului influent sau presurizarea parțială a supernatantului.

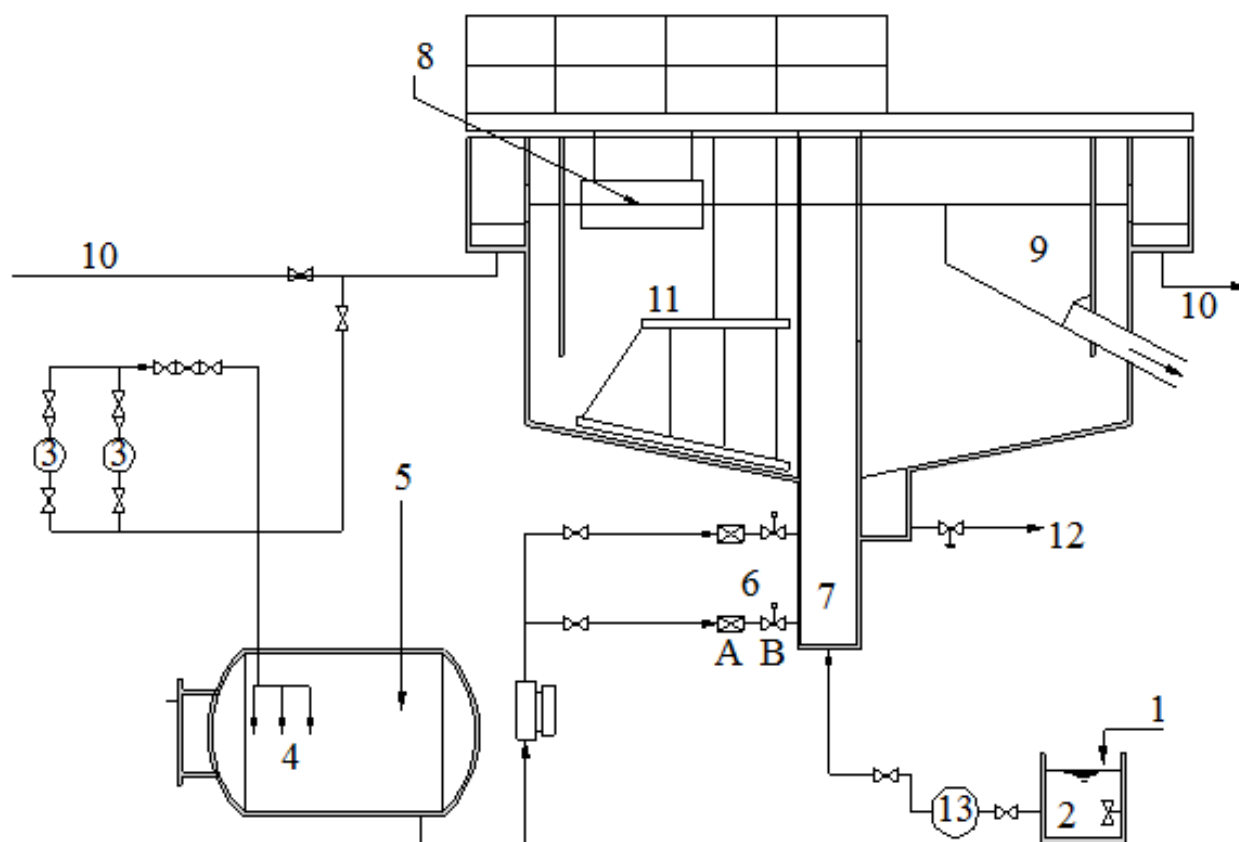


Figura 4.22. Schemă flotajie cu presurizare supernatant – bazin radial.

- | | |
|--|----------------------------------|
| 1-Nămol influent | 7-Cameră de expansiune |
| 2-Bazin amestec, compensare | 8-Colector de suprafață |
| 3-Stație de pompare | 9-Canal colector nămol |
| 4-Recipient saturare (3-5 bar) | 10-Supernatant |
| 5-Alimentare aer comprimat | 11-Raclor |
| 6-Sistem dublu de reducere presiune | 12-evacuare nămol sedimentat |
| A,B-sistem de reducere presiune și creare bule 30 - 80 μ m | 13-stație pompare nămol influent |

(3) Sistemele de flotajie cu aer dizolvat pot fi construite ca bazine cu formă circulară în plan (Figura 4.22) sau cu formă dreptunghiulară (Figura 4.23). Diametrele uzuale ale bazinelor radiale variază între 5 și 20 m. La bazinele longitudinale lungimea variază între 3 și 30 m, iar adâncimea între 0,6 și 3,5 m.

(4) Viteza raclorelor variază între 1 și 3 cm/s.

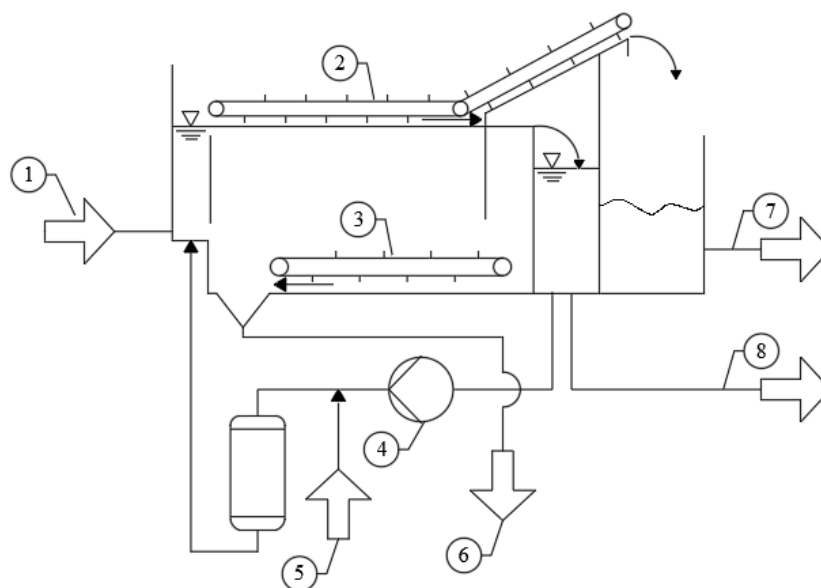


Figura 4.23. Schemă flotaj cu presurizare supernatant – bazin longitudinal.

Notații: 1 – Nămol influent; 2 – Raclor de suprafață; 3 – Raclor radier; 4 – Unitate presurizare; 5 – Aer; 6 – Evacuare nămol sedimentat; 7 – Evacuare nămol flotat; 8 – Supernatant.

- (5) Principalii parametri de proiectare a unităților de flotaj cu aer dizolvat sunt:
- încărcarea hidraulică superficială I_h ($m^3/m^2, zi$). Valoarea acestui parametru variază de obicei în intervalul 1 - 7,5 ($m^3/m^2, zi$).
 - încărcarea superficială cu materii solide I_s ($kg\ s.u./m^2, h$). Fără condiționarea chimică a nămolului acest parametru variază în intervalul 1,2 - 6 ($kg\ s.u./m^2, h$); atunci când nămolul este condiționat chimic, prin adăugarea de polimeri, încărcarea superficială cu materii solide poate crește cu 100%.
 - raportul cantitate de aer/cantitate de materii solide din nămol.
- (6) În lipsa studiilor pe stații pilot soluția FAD se adoptă pe baza unei tehnologii de firmă cu experiență în domeniu.

4.8.6.4 Centrifugarea nămolurilor

- Centrifugarea este un procedeu care se utilizează la îngroșarea și la deshidratarea nămolurilor provenite din epurarea fizico – chimică și biologică a apelor uzate.
- Centrifugarea este procedeul prin care se accelerează separarea solid – lichid prin aplicarea forțelor centrifuge.
- Utilajele de centrifugare se pot grupa în trei categorii, după cum urmează:
 - centrifuge cu rotor unic, care produc o bună deshidratare și supernatant limpede, dar nu sunt adecvate pentru materii solide fine;
 - centrifuge cu rotor cilindric, care produc supernatant limpede;
 - centrifuge cu rotor cilindro – conic, care produc și turte bine deshidratate și supernatant limpede.
- După destinația lor, centrifugele se clasifică în:
 - filtrante – cu tambur perforat, folosite la epurarea materiilor în suspensie;
 - centrifuge decantoare – cu tambur neperforat, folosite la separarea materiilor în suspensie care se filtrează greu;
 - centrifuge de separare – cu tambur neperforat, folosite pentru emulsii.

- (5) Din punct de vedere al procesului tehnologic, centrifugele pot fi cu funcționare continuă sau periodică.
- (6) Formula de calcul a centrifugei arată că viteza de limpezire a fracțiunii lichide variază cu suprafața lichidului și nivelul forței centrifugale:

$$\Sigma = \frac{\pi b \omega^2}{2g} (3r_2^2 + r_1^2) \quad (4.290)$$

în care:

- Σ – factorul de capacitate al centrifugei (m^2) (suprafața teoretică a bazinului de sedimentare gravitațional echivalent cu caracteristicile de sedimentare ale centrifugelor);
b – lungimea tamburului cilindric, (m);
 ω – viteza de rotație, (rot/min/secundă);
 r_2 – raza peretelui interior al tamburului, (m);
 r_1 – raza suprafeței lichidului reținut, (m);
g – constanta gravitațională, (m/s^2).

- (7) Utilajele de centrifugare utilizate, lucrează în intervalul de 1.000 – 6.000 ori forța gravitațională.
- (8) Performanțele centrifugelor depind de utilaje și de variabilele de proces, dintre care se menționează: debitul influent, natura solidelor, concentrația în solide a influentului, adjuvanți de coagulare și temperatura.
- (9) Cele mai utilizate sunt centrifugele care au o cuvă cilindro – conică cu un transportor intern cu șnec. Nămolul intră în centrifugă prin cuva cilindrică printr-un transportor. Forța centrifugă compactează nămolul către pereții cuvei, iar transportorul intern, care se rotește mai încet decât cuva, conduce nămolul compact de-a lungul cuvei, către secțiunea conică fiind apoi evacuat.
- (10) În cazul nămolurilor cu particule fine este necesară tratarea cu polimer pentru o reținere bună a solidelor. Centrifugele moderne sunt caracterizate prin forțe centrifugale mai mari decât 3.000 x g; raportul între lungimea și diametrul centrifugei este de 2,5 – 3,5.
- (11) Constructiv, centrifuga este alcătuită dintr-un cilindru lung, pozițional orizontal, în interiorul căruia se află montat concentric, un șnec care se rotește cu o viteză diferită de cea a cilindrului. Alimentarea cu nămol a instalației se realizează în mod continuu prin interiorul șnecului care are prevăzute orificiile ce comunică cu zona interioară a cilindrului (Figura 4.24). Datorită forțelor centrifuge generate de rotirea șnecului se produce o separare accelerată a celor două faze – solidă și lichidă – partea solidă fiind proiectată spre exterior iar supernatantul acumulându-se în centru.

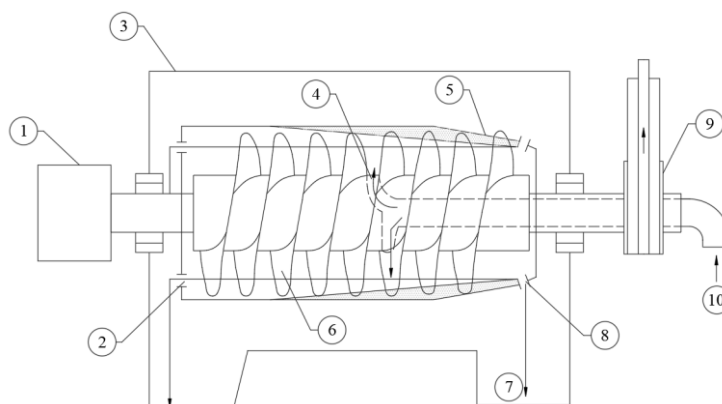


Figura 4.24. Centrifugă utilizată pentru concentrarea nămolurilor.

Notații: 1. Variator de turație; 2. Oficiu de evacuare a supernatantului (reglabil); 3. Carcasă; 4. Orificii de alimentare; 5. Recipient rotativ; 6. Cilindru prevăzut cu nervuri elicoidale; 7. Nămol concentrat; 8. Orificiu de evacuare a nămolului concentrat; 9. Disc principal de antrenare; 10. Alimentare cu nămol; 11. Carcasă centrală; 12. Racletă din cauciuc; 13. Piesă de fixare a lamei racloare; 14. Raclor central; 15. Evacuare nămol concentrat

4.8.6.4.1 Date de bază pentru proiectare(1) Elementul fundamental este factorul capacității: Σ

$$\Sigma = \frac{2k\pi\omega^2 L_c}{g} \left(\frac{3}{4} R^2 + \frac{1}{4} r^2 \right) \quad (4.291)$$

în care:

- Σ – factorul capacității, (m²);
- R – raza bazinului, (m);
- r – raza inelului, (m);
- ω – viteza de rotație, (rot/min/secundă);
- k – factor de extrapolare.

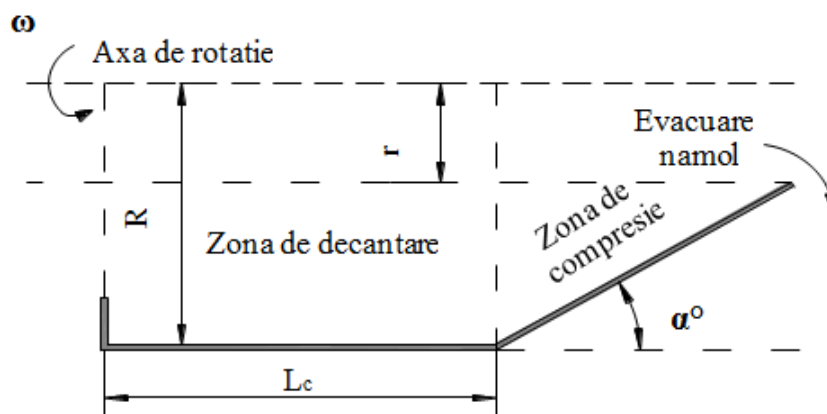


Figura 4.25. Determinarea factorului capacității “Σ”.

- (2) Alegerea tipului de centrifugă se realizează pe baza tipului de nămol referitor la proveniență și cerințele deshidratării.
- (3) Se vor lua în considerare parametrii:
 - a. viteza cuvei determinată de forța G; recomandabil (1500 – 3000) x g;
 - b. stabilirea tipului și dozelor de polimer optim pentru caracteristicile nămolului;
 - c. valoarea optimă a adâncimii bazinului; un bazin mai adânc produce o turtă mai umedă; adâncimea optimă a bazinului este adâncimea minimă la care stratul de lichid în mișcare nu interferă cu stratul solid care este împins de către șneac către punctul de evacuare; dacă adâncimea bazinului este prea mică solidele care au sedimentat pot reintra în stare de suspensie;
 - d. viteza optimă a transportorului (adică viteza diferențială între cuvă și șneacul transportorului) este cea mai mică viteză diferențială la care solidele decantate sunt îndepărtate din cuvă la fel de repede după cum au fost acumulate; o viteză mică a transportorului menține solidele sub influența forței centrifugale pentru o perioadă mai lungă și provoacă un minim efect de “amestec” al stratului de lichid în mișcare.
- (4) Performanțele centrifugării nămolurilor din stația de epurare sunt date în tabelul următor:

Tabelul 4.42. Performanțe centrifugare nămol.

Nr. crt.	Tip de nămol	Cantități de polimer (kg /t s.u.)	Conținut în substanțe solide (%)
1	Nămol din procedeul cu aerare prelungită și eliminare fosfor	9 – 11	9 – 22
2	Nămol din procedeul de aerare prelungită cu nămol în exces	10 – 12	19 – 20

Nr. crt.	Tip de nămol	Cantități de polimer (kg /t s.u.)	Conținut în substanțe solide (%)
3	Nămol din procedeul cu aerare prelungită și fermentare	9 – 11	20 – 22
4	Nămol primar	6 – 7	29 – 34
5	Nămol primar și nămol provenit din epurarea avansată	7 – 8	28 – 32
6	Amestec proaspăt de nămoluri (P/bio = 50/50)*	8 – 9	25 – 27
7	Amestec proaspăt de nămoluri (P/bio = 65/35)	7 – 9	26 – 29
8	Amestec fermentat de nămoluri (P/bio = 50/50)	8 – 9	25 – 28
9	Nămol primar fermentat	4 – 6	32 – 36

* P/bio = raportul nămol primar/ nămol biologic.

4.8.6.5 Concentrator filtru bandă

(1) Echipamentul constă dintr-o bandă filtrantă tensionată acționată de un sistem de role cu viteză variabilă. Nămolul introdus la concentrare este distribuit într-un strat uniform pe toată lățimea active a benzii. Datorită materialului filtrant din care este realizată banda, supernatantul se separă pe cale gravitațională și este evacuat într-un jgheab la partea inferioară a instalației (Figura 4.26). Pe întreg parcursul traseului de deplasare a benzii, dar și pe toată lățimea acesteia, în zona de concentrare, nămolul este brăzdat de către un sistem de greble. La capătul aval al benzii, nămolul concentrat este descărcat într-un jgheab colector. În zona inferioară de deplasare a benzii este montat un dispozitiv de spălare a acesteia.

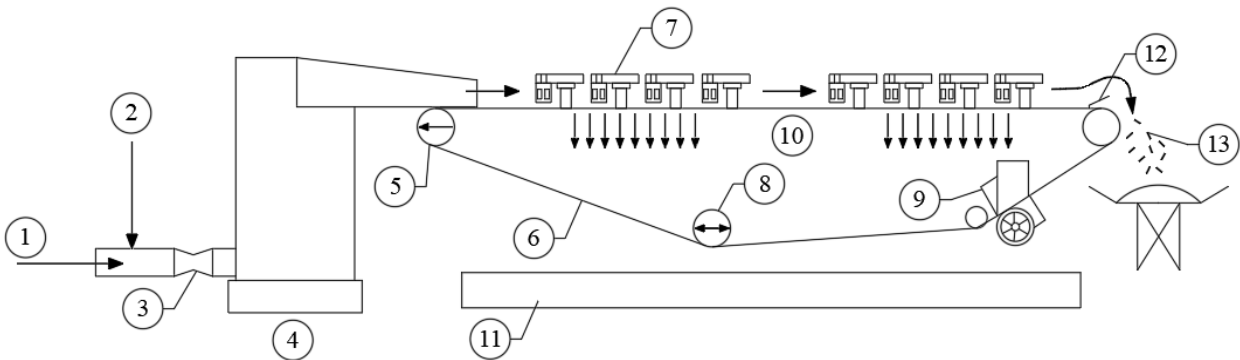


Figura 4.26. Concentrator filtru bandă.

Notații: 1 – Nămol influent; 2 – Punct de injectare a polimerului; 3 – Mixer static; 4 – Bazin de floclare; 5 – Dispozitiv de tensionare a benzii; 6 – Bandă; 7 – Sistem de brăzdat a nămolului; 8 – Ghidaj bandă; 9 – Dispozitiv de spălare a benzii; 10 – Drenare gravitațională; 11 – Jgheab colector pentru supernatant; 12 – Rampă reglabilă de descărcare a nămolului concentrat; 13 – Descărcare.

(2) Pentru toate tipurile de nămol ce se concentrează este necesară condiționarea chimică a acestora prin adaos de polimeri.

4.8.7 Stabilizarea nămolurilor din stațiile de epurare urbane/ rurale

(1) Procesul de stabilizare a nămolului se poate realiza prin metodele: stabilizare anaerobă (fermentare), stabilizare aerobă și stabilizare alcalină.

- a. stabilizarea anaerobă (fermentarea) este metoda cu cele mai numeroase aplicații în stațiile de epurare medii și mari a apelor uzate. Produce:
 - i. nămol stabil;
 - ii. biogaz care poate fi folosit pentru încălzirea nămolului influent și a nămolului de recirculare la temperatura de proces;
- b. stabilizare aerobă se întâlnește în stațiile de epurare mici și medii; necesită cantități mari de energie (pentru transferul oxigenului) și costuri mai reduse pentru investiție. Stabilizarea aerobă se poate realiza în bazine separate sau simultan în bazinele de aerare;
- c. stabilizare alcalină aplicabilă pentru amplasamente locale și având ca dezavantaj faptul că masa produsului se mărește prin adăugarea de material alcalin.

4.8.7.1 Stabilizarea (fermentarea) anaerobă

- (1) Obiectivul fermentării anaerobe este reducerea agenților patogeni, a cantității de biomasă prin distrugerea parțială a materiilor volatile și producerea de biogaz.
- (2) Fermentarea anaerobă se desfășoară pe bază de reacții chimice și biochimice complexe.
- (3) Eficiența stabilizării prin fermentare anaerobă este determinată prin cantitatea de materii volatile (organice) reduse în proces. Deoarece fermentarea anaerobă este realizată biologic și depinde de dezvoltarea microorganismelor, reducerea materiilor volatile se realizează în proporție de 40 – 50% (limita tehnică de fermentare). Eficiența scade în prezența substanțelor greu biodegradabile. Procente ridicate de descompunere a materiilor solide se obțin atunci când nămolul cuprinde materii ușor degradabile: carbohidrați simpli, carbohidrați compuși (celuloza), proteine și lipide.

4.8.7.1.1 Factorii ce influențează fermentarea anaerobă

4.8.7.1.1.1 Materiile solide și timpul de retenție hidraulic

- (1) Fermentarea anaerobă se bazează pe prevederea unui timp de retenție hidraulic care să permită stabilizarea materiilor volatile (organice).
- (2) Fiecare etapă de fermentare în parte: hidroliza, formarea de acizi și formarea de gaz metan are un timp de retenție a materiilor solide; procesul se degradează dacă bacteriile nu se pot dezvolta în condiții optime.

4.8.7.1.1.2 Temperatura

- (1) Temperatura influențează gradul de fermentare, viteza reacției de hidroliză și formarea biogazului. Temperatura determină timpul minim de retenție a materiilor solide necesar obținerii unei reduceri suficiente a materiilor volatile.
- (2) Din punct de vedere al temperaturii sistemele de fermentare anaerobă pot fi:
 - a. sisteme criofile: $t^{\circ}\text{C} = 15 - 20^{\circ}\text{C}$; necesită volume mari, timp de retenție crescut și nu utilizează încălzirea nămolului;
 - b. sisteme mezofile: $t^{\circ}\text{C} = 30 - 37^{\circ}\text{C}$; cele mai numeroase aplicații;
 - c. sisteme termofile: $t^{\circ}\text{C} = 50 - 57^{\circ}\text{C}$; asigură procente mari de neutralizare a agenților patogeni; costuri de operare ridicate.
- (3) Elementul tehnic cel mai important este menținerea unei temperaturi constante de funcționare datorită bacteriilor implicate în proces și sensibilității la variațiile de temperatură.

4.8.7.1.1.3 *pH – ul*

- (1) Bacteriile anaerobe, în special cele metanogene, sunt sensibile la pH.
- (2) Producția optimă de gaz metan are loc într-un interval de pH cuprins între 6,8 și 7,2.
- (3) Reducerea pH-ului în timpul proceselor de fermentare inhibă formarea de biogaz putând conduce în final la eșuarea proceselor de fermentare. Procesele de amestec, încălzire și modurile de alimentare – evacuare a nămolului pot minimiza perturbările procesului de fermentare.

4.8.7.1.1.4 *Substanțe toxice*

- (1) Substanțele de tip: amoniac, metale grele și sulfuri în concentrații mari pot crea condiții instabile în interiorul rezervoarelor de fermentare. Tabelul 4.43 prezintă concentrațiile unor substanțe toxice și inhibitoare.

Tabelul 4.43. Concentrațiile unor substanțe toxice și inhibitoare.

Nr. crt.	Substanțe	U.M.	Concentrații medii inhibitoare	Concentrații puternic inhibitoare
1	Na ⁺	mg/l	3.500 – 5.500	8.000
2	K ⁺		2.500 – 4.500	12.000
3	Ca ⁺⁺		2.500 – 4.500	8.000
4	Mg ⁺⁺		1.000 – 1.500	3.000
5	Azot amoniacal (dependent de pH)		1.500 – 3.000	3.000
6	Sulfuri		200	200
7	Cupru (Cu)		-	0,5 50 – 70 (total)
8	Crom VI (Cr)		-	3.0 (solubil) 200 – 250 (total)
9	Crom III		-	180 – 420 (total)
10	Nichel (Ni)		-	2.0 (solubil) 30 (total)
11	Zinc (Zn)		-	1.0 (solubil)

4.8.7.1.2 Aplicarea fermentării anaerobe

- (1) Fermentarea anaerobă este utilă și aplicabilă pentru o concentrație a substanțelor volatile mai mare sau egală cu 40 – 50% și nu sunt prezente substanțele inhibitoare.
- (2) Se recomandă un conținut în substanță uscată a nămolului influent în fermentarea anaerobă între 4% s.u. și 7% s.u.
- (3) Adoptarea soluției de fermentare anaerobe are la bază:
 - a. studii hidrochimice privind compoziția nămolurilor și efectele stabilizării acestuia asupra mediului; se iau în considerare costurile implicate și consumurile energetice pentru integrarea cantităților de nămol rezultate în mediu;

- b. studii privind estimarea producției de biogaz în funcție de compoziția nămolurilor; metoda fermentării anaerobe se adoptă în toate situațiile în care producția de biogaz și echivalentul acesteia în energie va acoperi minim 90% din consumurile energetice ale procesului: amestec, încălzire nămol, recirculare, pierderi termice în rezervorul de fermentare al nămolului.

4.8.7.1.3 Soluții pentru procesele de fermentare

- (1) Fermentarea anaerobă poate funcționa la două regimuri ale temperaturii: mezofilă (30 – 37°C) și termofilă (50 – 57°C). Configurațiile proceselor de fermentare anaerobă folosite actualmente:
- fermentarea anaerobă de mare încărcare, într-o singură treaptă;
 - fermentare anaerobă mezofilă în două trepte sau fermentare anaerobă termofilă urmată de fermentare anaerobă mezofilă.
- (2) Rezervoarele de fermentare de mare încărcare sunt caracterizate prin amestecul și încălzirea nămolului, debit de alimentare uniform și concentrarea nămolului înainte de a fi fermentat.

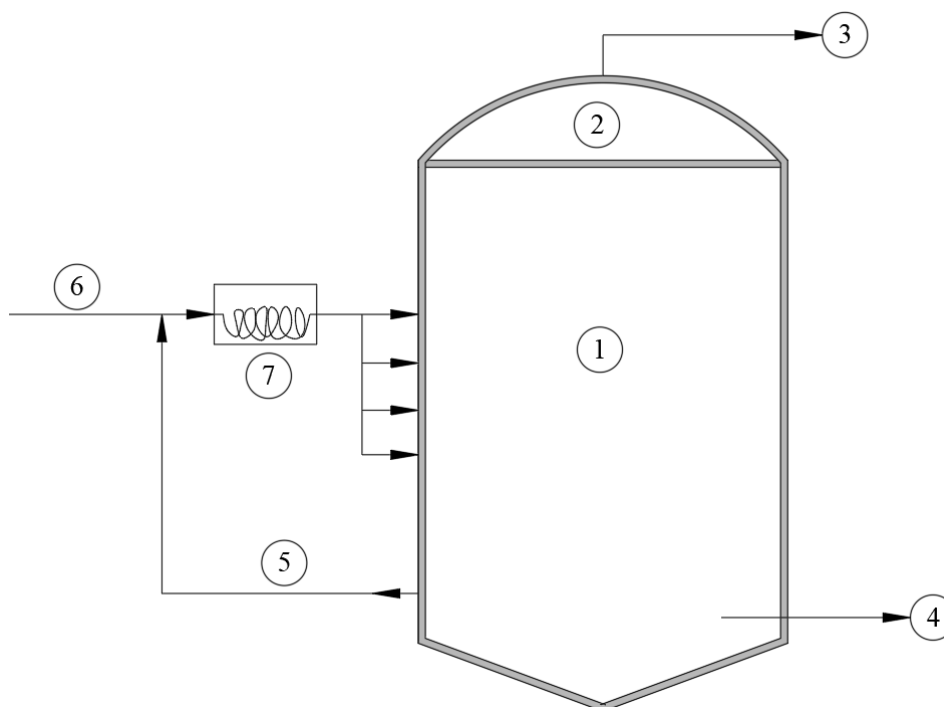
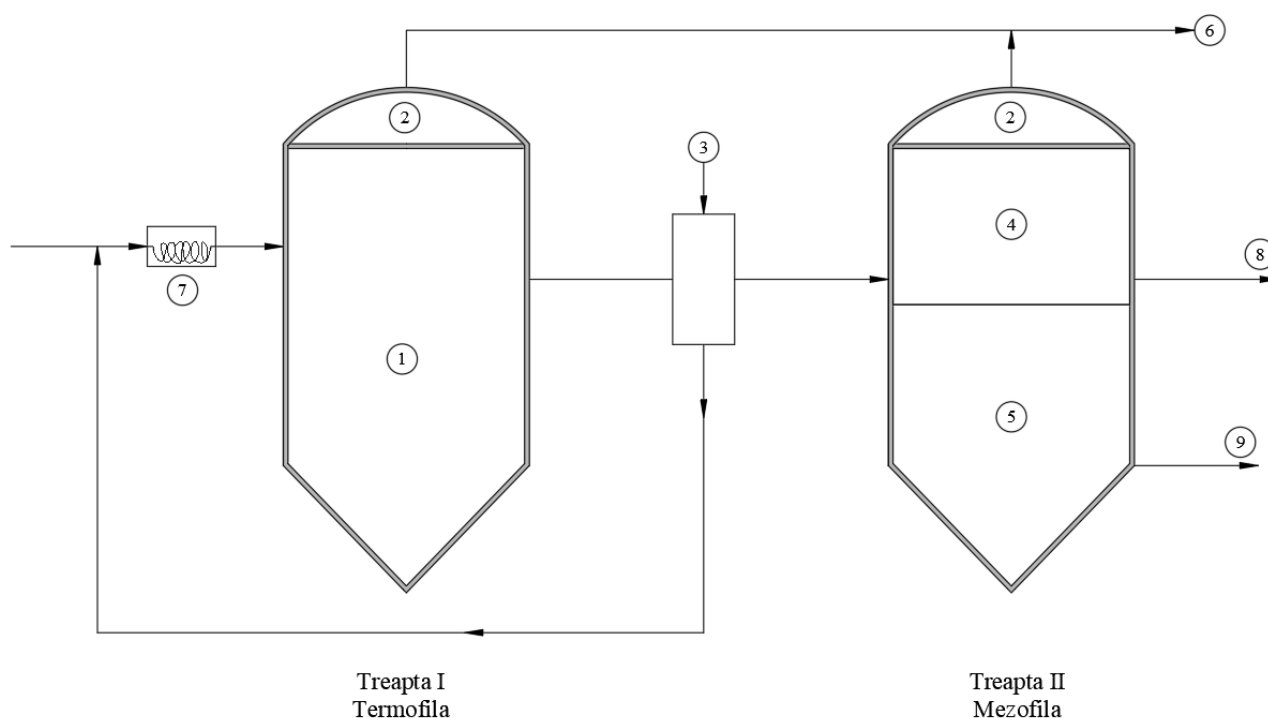


Figura 4.27. Fermentarea anaerobă de mare încărcare într-o singură treaptă.

Notații: 1. Zonă activă complet amestecată; 2. Gaz; 3. Evacuare gaz; 4. Evacuare nămol; 5. Recircularea nămolului; 6. Nămol influent; 7. Schimbător de căldură.

**Figura 4.28.** Fermentarea anaerobă în două etape.

Notații: 1. Zonă activă complet amestecată; 2. Gaz; 3. Nămol proaspăt; 4. Supernatant; 5. Materii solide fermentate; 6. Biogaz; 7. Schimbător de căldură; 8. Evacuare supernatant; 9. Nămol fermentat.

- (3) Avantajele fermentării în două faze (termofilă – mezofilă):
- preluare în condiții mai bune a variațiilor de încărcare organică;
 - pe ansamblul procesului de fermentare reducerea volumelor construite cu $\cong 30\%$;
 - nămolul procesat în faza termofilă va fi procesat în condiții mai bune în faza mezofilă (vâscozitate mai redusă, fluiditate mai mare);
 - calitatea nămolului fermentat mai bună; se reduc microorganismele patogene.
- (4) În tabelul următor se indică parametrii generali pentru dimensionarea proceselor de fermentare anaerobă conform datelor din literatura de specialitate.

Tabelul 4.44. Parametri de dimensionare ai proceselor de fermentare anaerobă.

Nr. crt.	Parametri	U.M.	Tipul procesului de fermentare			
			Mezofilă într-o singură treaptă	În două trepte		Termofilă într-o singură treaptă
				Etapa I	Etapa I: Termofilă	
1	Timpul fermentare	zile	16 – 25	1,5 – 3	8 – 12	8 – 12
2	Încărcarea organică	kg/m ³ ,zi	1,5 – 2,5*	10 – 30*	2 – 4*	2,5 – 5*

*doar pentru perioade cu încărcări de vârf.

- (5) Rezultatul fermentării anaerobe este influențat de temperatura de fermentare și de timpul de fermentare, dar și de dimensiunea stației de epurare deoarece volumul zilnic de nămol influent în fermentarea anaerobă fluctuează mai mult în cazul stațiilor de epurare de dimensiuni mici și mijlocii decât în cazul stațiilor mari. Se recomandă aplicarea fermentării anaerobe pentru stații de epurare cu peste 100 000 l.e.

- (6) Pentru a îmbunătăți rezultatele fermentării anaerobe se poate aplica pretratarea nămolului respectiv condiționarea prin hidroliză termică, ultrasonarea nămolului.

4.8.7.1.4 Dimensionarea tehnologică a rezervoarelor de fermentare a nămolului

- (1) Dimensionarea tehnologică constă în:

- determinarea volumului, a cantității, a umidității și a caracteristicilor nămolului;
- determinarea volumului rezervorului de fermentare a nămolului;
- condiționări tehnice privind: alegerea pompelor, alegerea schimbătorilor de căldură, determinarea diametrelor conductelor de nămol, a conductelor de agent termic, de gaz, determinarea volumului de gaz de fermentare, de agent termic, de supernatant. Izolația termică a RFN dispusă pe pereții exterior al cuvei trebuie corect aleasă, în special din punct de vedere al calității și bine executată în scopul păstrării acesteia în stare uscată.

- (2) Etapele de dimensionare prezentate mai sus, pot fi detaliate astfel:

- determinarea volumului, a cantității, umidității și caracteristicile nămolului se face pe baza bilanțului de substanțe pe linia nămolului;
- volumul rezervorului de fermentare a nămolului se determină pe baza următorilor parametri tehnologici de dimensionare:

$$V_{\text{RFN}} = T_f \cdot V_{n \text{ inf}} \quad (\text{m}^3/\text{zi}) \quad (4.292)$$

în care:

T_f – timpul de fermentare;

$V_{n \text{ inf}}$ – volumul de nămol influent calculat la bilanțul de substanțe pe linia nămolului, (m^3/zi).

- încărcarea organică a rezervorului de fermentare:

$$I_{\text{oRFN}} = \frac{N_o}{V_{\text{RFN}}} \quad (\text{kg s. o.}/\text{m}^3 \text{ RFN, zi}) \quad (4.293)$$

în care:

I_{oRFN} – încărcarea organică a rezervorului de fermentare a nămolului, ($\text{kg s.o.}/\text{m}^3 \text{ RFN, zi}$);

N_o – cantitatea zilnică de substanță organică conținută în nămolul influent în rezervorul de fermentare, exprimată în substanță uscată, (kg/zi).

- pompele pentru recircularea nămolului se aleg astfel încât întregul volum de fermentare să fie recirculat în 5 ... 8 h.

- debitul de recirculare:

$$Q_R = \frac{V_{\text{RFN}}}{5 \dots 8} \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (4.294)$$

- înălțimea de pompare:

$$H = H_g + \sum h_r \quad (\text{m}) \quad (4.295)$$

în care:

H_g – înălțimea geodezică de pompare, (m);

$\sum h_r$ – suma pierderilor de sarcină locale și distribuite, (m).

- schimbătoarele de căldură asigură căldura necesară încălzirii nămolului proaspăt, căldura necesară acoperirii pierderilor prin cupolă, pereți și radier:

$$C_T = C_1 + C_2 \quad (\text{kcal}/\text{zi}) \quad (4.296)$$

$$C_1 = V_{n \text{ inf}} \cdot C_n \cdot (\theta - \theta_1) \quad (\text{kcal}/\text{zi}) \quad (4.297)$$

în care:

- C_1 – căldura necesară încălzirii nămolului proaspăt, (kcal/zi);
 C_2 – căldura necesară acoperirii pierderilor prin cupolă, pereți și radier, (kcal/zi);
 V_{ninf} – volumul zilnic de nămol influent în rezervorul de fermentare, (m^3/zi);
 $C_n = 1000 \text{ kcal}/m^3,grad$ – căldura specifică (cantitatea de căldură necesară creșterii temperaturii cu $1^\circ C$);
 θ – temperatura nămolului din interiorul rezervorului (mezofil, termofil), ($^\circ C$);
 $\theta_1 = \theta_{iarnă}$ – temperatura nămolului proaspăt introdus în rezervor, ($^\circ C$).

$$C_2 = C_{2 \text{ cupolă}} + C_{2 \text{ pereți}} + C_{2 \text{ radier}} \quad (4.298)$$

$$C_2 = K \cdot A \cdot (\theta - \theta_2) \quad (4.299)$$

în care:

- K – coeficient de transfer a căldurii (natura materialului), ($kcal/^\circ C \cdot m^2 \cdot zi$);
 $C_{2 \text{ cupolă}}$ – căldura necesară acoperirii pierderilor prin cupolă, (kcal/zi);
 $C_{2 \text{ pereți}}$ – căldura necesară acoperirii pierderilor prin pereți, (kcal/zi);
 $C_{2 \text{ radier}}$ – căldura necesară acoperirii pierderilor prin radier, (kcal/zi);
 A – suprafața cupolei, pereților și radiatorului, (m^2);
 θ – temperatura nămolului din interiorul rezervorului (mezofil, termofil), ($^\circ C$);
 θ_2 – temperatura nămolului proaspăt introdus în rezervor, ($^\circ C$).

- f. dimensionarea conductelor va asigura:
- i. viteza nămolului în conducte minim 1,2 m/s iar diametrul nominal minim 200 mm;
 - ii. viteza minimă a apei de 0,7 m/s, iar diametrul nominal de 100 mm;
 - iii. viteza biogazului rezultat în urma fermentării cuprinsă între 5 și 15 m/s;
- g. volumul teoretic zilnic de biogaz se determină considerând o producție specifică q_{bg} în dm^3 biogaz/kg s.o.red.

$$Q_G = \frac{q_{bg} \cdot N_{o \text{ red}}}{1000} \quad (m^3/zi) \quad (4.300)$$

$$Q_{G \text{ ef}} = (0,8 \dots 0,85) \cdot Q_G \quad (m^3/zi) \quad (4.301)$$

în care:

- Q_G – volumul teoretic zilnic de biogaz, (m^3/zi);
 $Q_{G \text{ ef}}$ – volumul efectiv zilnic de biogaz, (m^3/zi);
 q_{bg} – se estimează pe baza unor calități de nămol similare și prin studii “in situ”;
 $q_{bg}^{\text{orientativ}} = 300 - 600 \text{ dm}^3 \text{ biogaz}/kg \text{ s. o. red.}$

- (3) Când nu se cunoaște graficul de consum al biogazului, volumul rezervorului se consideră egal cu producția de biogaz în 8 ore:

$$V_{RG} = \frac{Q_{G \text{ ef}}}{3} \quad (m^3) \quad (4.302)$$

4.8.7.1.4.1 Colectarea și stocarea biogazului

- (1) Biogazul produs prin fermentarea anaerobă a nămolului este colectat pentru a fi valorificat sau eliminat prin ardere.
- (2) Biogazul rezultat în urma fermentării anaerobe conține aproximativ 65 – 70% CH_4 , 25 – 30% CO_2 și cantități mici de N_2 , H_2 , H_2S , vapori de apă și alte gaze. Biogazul de fermentare are o greutate specifică de aproximativ 0,86 din greutatea specifică a aerului. Biogazul de fermentare conține \cong 65% metan și puterea calorică a gazului de fermentare este de 21.000 – 22.400 kJ/m^3 .

- (3) Producția de biogaz realizată este dependentă de cantitatea de substanțe volatile mineralizate și condițiile asigurate fermentării și este exprimată ca volumul de biogaz pe unitatea de masă a materiilor volatile reduse. Acest indice specific al producției de biogaz este diferit pentru fiecare substanță organică din rezervorul de fermentare.
- (4) Tabelul 4.45 indică producția de gaz a câtorva materii organice. Un rezervor de fermentare anaerob obișnuit alimentat cu nămol primar și nămol activat în exces poate produce aproximativ 0,5 – 0,8 m³ biogaz/kg de substanțe volatile reduse.

Tabelul 4.45. Producția specifică de gaz a diferitelor materii organice.

Material	Producția specifică de gaz pe unitatea de masă redusă	
	m ³ /kg	Conținut de metan (%)
Grăsimi	1,2 – 1,6	62 – 72
Spumă	0,9 – 1,0	70 – 75
Fibre	0,8	45 – 50
Proteine	0,7	73

- (5) Biogazul rezultat la fermentare are o putere calorică cuprinsă între 20 – 25 MJ/m³. O valoare medie de 22,5 MJ/m³ este de folosit pentru proiectare.
- (6) Colectarea biogazului și sistemul de distribuție se menține la o presiune pozitivă pentru a evita explozia în cazul în care gazul se amestecă cu aerul atmosferic. Amestecul de aer cu biogaz de fermentare conține metan în proporție mai mică de 5% care poate fi exploziv. Din acest motiv toate echipamentele mecanice și constructive trebuie să fie etanșe, iar echipamentele electrice trebuie să fie protejate împotriva exploziei.
- (7) Sunt folosite două tipuri de rezervoare de depozitare a gazului: rezervoare cu capac ce flotează pe gazul înmagazinat și rezervoare sub presiune:
- rezervoarele cu capac flotant sunt rezervoare cu presiune constantă și volum variabil;
 - rezervoarele sub presiune, au de obicei formă sferică și mențin o presiune cu valori medii cuprinse între 140 – 350 kN/m².

4.8.7.1.4.2 Necesarul de reactivi chimici

- (1) Sistemele de alimentare cu reactivi chimici devin necesare datorită schimbărilor calitative și cantitative ale influentului. Schimbările de alcalinitate, pH, sulfuri sau a concentrației metalelor grele face necesară adăugarea de reactivi chimici în proces. Sunt necesare prevederi pentru stocarea, prepararea și dozarea reactivilor chimici: bicarbonat de sodiu, clorură ferică, sulfat feric, var.

4.8.7.1.4.3 Construcția rezervoarelor de fermentare

- (1) Elementele fundamentale în alegerea configurației construcției sunt:
- raport aria laterală RFN la volum RFN minim; construcțiile care realizează acest raport minim sunt: sfere, forme ovoidale;
 - realizarea unei forme care să favorizeze amestecul nămolului și evitarea depunerilor în partea inferioară;
 - realizarea cuvei RFN din beton armat precomprimat pe ambele direcții pentru închiderea fisurilor și protecția armăturilor la efectul coroziv al biogazului;
 - realizarea izolației termice care să asigure pierderi reduse (max. 20% din energia necesară procesului);

- e. construcție metalică (pentru $V_{RFN} < 1000 \text{ m}^3$) executate din virole de oțel aliat izolate termic.
- (2) În Figura 4.29 se prezintă schema unui rezervor de fermentare de formă ovoidală.

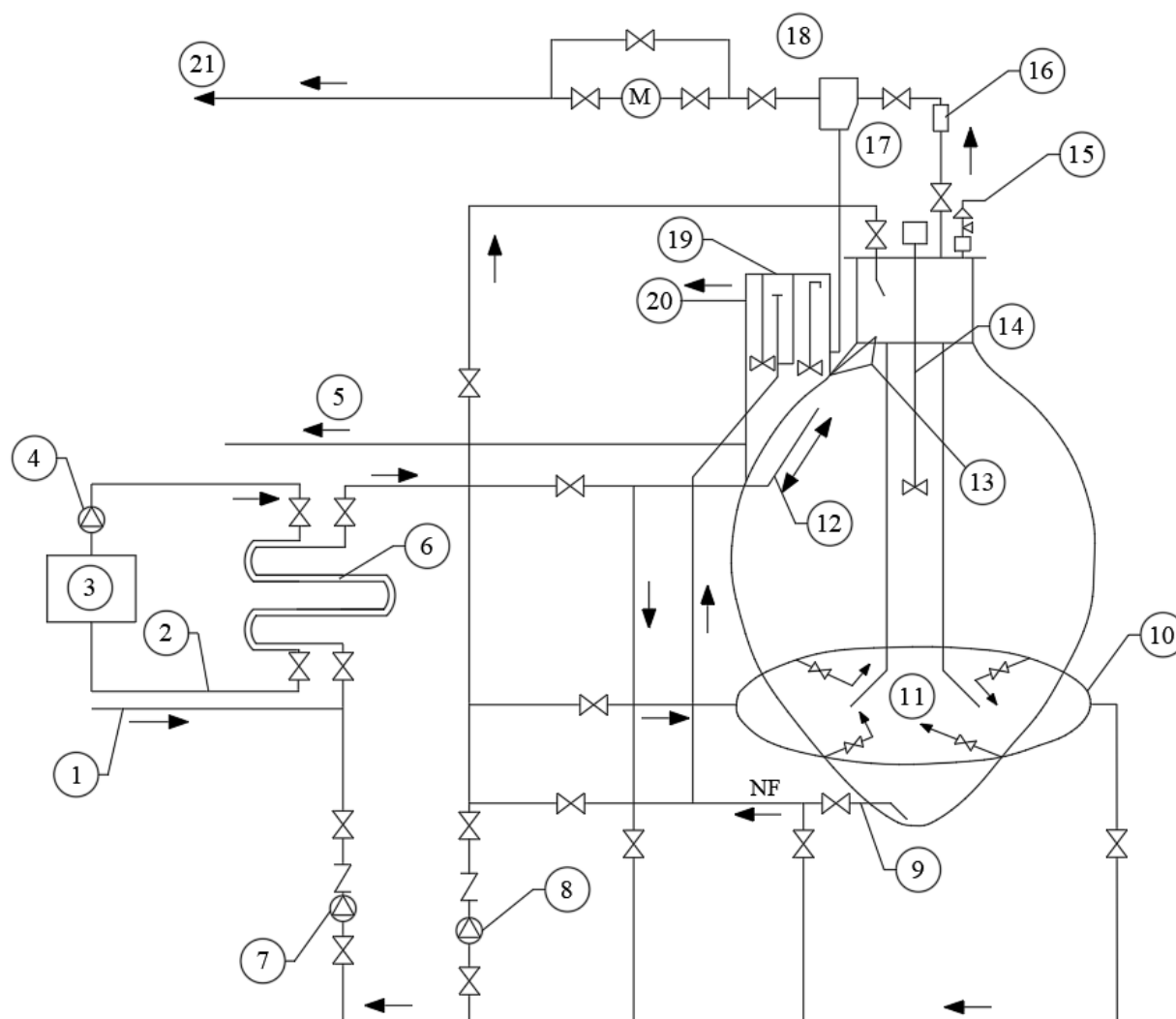


Figura 4.29. Rezervor de fermentare anaerob de formă ovoidală.

Notații: 1. Nămol brut; 2. Recirculare; 3. Boiler; 4. Pompă recirculare; 5. Nămol fermentat; 6. Schimbător de căldură; 7. Pompă de nămol; 8. Pompă de recirculare a nămolului; 9. Conductă de recirculare a nămolului; 10. Conductă inelară; 11. Duze de amestec; 12. Conductă de injectare a nămolului; 13. Evacuarea spumei; 14. Mixer; 15. Supapă hidraulică de siguranță; 16. Dispozitiv antiaprindere; 17. Biogaz; 18. Recipient de colectare a spumei; 19. Nivel de control; 20. Preaplin; 21. La gazometru.

4.8.7.1.4.4 Alte elemente tehnologice ale rezervoarelor de fermentare anaerobă

- (1) Proiectele pentru rezervoarele de fermentare anaerobă a nămolului pentru stații de epurare cu peste 100.000 l.e. iau în considerare adoptarea unor soluții tehnologice de firmă pentru:
- soluția cu RFN în două faze: termofilă – mezofilă;
 - soluția recirculării biogazului pentru asigurarea unui amestec eficient al volumului rezervorului;
 - soluția construcției RFN cuplate cu rezervor de stocare biogaz la partea superioară.
- (2) Analizele opționale se bazează pe:
- costuri de investiție: lei/kg s.u. redusă;
 - volumuri minime de nămol evacuat din stația de epurare: kg s.u./l.e. an;
 - consumuri energetice minime pentru ansamblul procesării nămolurilor în stația de epurare: kWh/kg s.u.an.

4.8.7.2 Stabilizarea aerobă separată

- (1) Stabilizarea aerobă reprezintă tehnologia de oxidare a substanțelor organice biodegradabile și reducerea organismelor patogene prin procese biologice, aerobe. Procesul de stabilizare aerobă este un proces de epurare biologică cu biomasă în suspensie.
- (2) Obiectivele proceselor de stabilizare aerobă:
 - a. producerea de nămol stabil prin oxidarea substanțelor organice biodegradabile;
 - b. reducerea masei și a volumului;
 - c. reducerea organismelor patogene și condiționarea pentru prelucrarea ulterioară.
- (3) În cazul stabilizării aerobe separate, nămolul rezultat din epurarea apei uzate este aerat în bazine deschise denumite stabilizatoare de nămol.
- (4) Procesul de stabilizare aerobă implică costuri mari pentru energie asociate cu energia necesară pentru transferul oxigenului.
- (5) Dezavantaje: eficiența redusă a proceselor în timpul perioadelor reci, incapacitatea de a produce un produs secundar folositor – biogaz.
- (6) În timpul proceselor de stabilizare, țesutul celular este oxidat aerob în dioxid de carbon, apă și amoniac sau nitrați. Deoarece procesele de oxidare aerobă sunt exoterme, în timpul reacțiilor are loc o eliberare de căldură. Deși procesele de stabilizare teoretic ar trebui realizate în totalitate, de fapt doar 75 – 80% din țesutul celular este oxidat. Ce rămâne, în proporție de 20 – 25%, este compus din componente inerte și componente organice ce nu sunt biodegradabile.
- (7) Procesul de stabilizare aerobă, implică două etape: oxidarea directă a materiei biodegradabile și oxidarea materialului celular. Aceste procese sunt descrise de ecuațiile de mai jos:

$$\text{Substanțe organice} + \text{NH}_4^+ + \text{O}_2 \rightarrow \text{material celular} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \quad (4.303)$$

$$\text{Material celular} + \text{O}_2 \rightarrow \text{nămol stabilizat} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NO}_3^- \quad (4.304)$$
- (8) Reacția din cea de a doua ecuație este un proces de respirație endogenă și este reacția predominantă ce are loc în sistemul de stabilizare aerob.
- (9) Datorită necesității menținerii procesului în faza de respirație endogenă, nămolul se stabilizează. Includerea nămolurilor primare în proces poate influența reacția totală, deoarece acestea conțin puțin material celular. Majoritatea materialului organic din nămolul primar constituie o sursă de hrană externă pentru biomasa activă conținută în nămolul biologic. Este necesar un timp de retenție mare pentru a se acomoda metabolismul și dezvoltarea celulară ce trebuie să se petreacă înainte de atingerea condițiilor de respirație endogenă.

4.8.7.2.1 Dimensionarea tehnologică a stabilizatorului de nămol

- (1) Determinarea volumului, calității, umidității și caracteristicilor nămolului se face pe baza bilanțului de substanțe pe linia nămolului.
- (2) Reducerea substanțelor volatile (organice) variază între 35 – 50% (procent numit limita tehnică de stabilizare).
- (3) Temperatura de funcționare a sistemului de stabilizare aerobă este un parametru critic din cadrul procesului. Un dezavantaj frecvent al procesului aerob este variația în eficiența procesului rezultată din schimbările temperaturii de funcționare. Schimbările temperaturii de funcționare sunt apropiate de temperatura mediului ambiant, deoarece majoritatea sistemelor de stabilizare aerobă folosesc rezervoare deschise.

- (4) Reacțiile biologice ce au loc în timpul procesului de stabilizare aerobă necesită oxigen pentru respirația materialului celular din biomasa activă iar în cazul amestecului cu nămol primar, oxigenul necesar transformării materialului organic în material celular. În plus, funcționarea corespunzătoare a sistemului necesită un amestec adecvat al conținutului pentru a asigura un contact corespunzător între oxigen, materialul celular și materialul organic ce constituie sursa de hrană
- (5) Volumul necesar sistemului de stabilizare aerobă este determinat de timpul de retenție necesar pentru reducerea dorită a substanțelor volatile (organice). Timpul de retenție necesar pentru a reduce 35 – 50% din substanțele volatile (organice), variază între 10 și 12 zile la o temperatură de funcționare de aproximativ 20°C. Timpul de retenție total necesar este dependent de temperatură și de biodegradabilitatea nămolului: crește la 15 – 16 zile când temperatura scade sub 20°C.

- (6) Volumul stabilizatorului de nămol se determină pe baza următorilor parametri tehnologici de dimensionare:

- a. încărcarea organică a bazinului:

$$I_{oSN} = \frac{N_o}{V_{SN}} = 1,5 \dots 3 \quad (\text{kg s. o./m}^3 \text{ SN, zi}) \quad (4.305)$$

în care:

I_{oSN} – încărcarea organică a stabilizatorului de nămol, (kg s.o./m³ SN, zi);
 N_o – cantitatea zilnică de substanță organică conținută în nămolul influent în stabilizatorul de nămol, exprimată în substanță uscată, (kg/zi).

- b. timpul de stabilizare:

$$T_s = \frac{V_{SN}}{V_{n\text{ inf}}} = 6 \dots 16 \quad (\text{zile}) \quad (4.306)$$

- c. volumul stabilizatorului de nămol:

$$V_{SN} = T_s \cdot V_{n\text{ inf}} \quad (\text{m}^3/\text{zi}) \quad (4.307)$$

în care:

$V_{n\text{ inf}}$ – volumul de nămol influent în stabilizatorul de nămol calculat în bilanțul de substanțe pe linia nămolului, (m³/zi).

- d. cantitatea de oxigen necesară procesului de stabilizare aerobă din formula:

$$O_N = i_{O_n} \cdot N_o \quad (\text{kgO}_2/\text{zi}) \quad (4.308)$$

$$i_{O_n} = (0,15 \dots 0,3) \quad (\text{kgO}_2/\text{kg s. o.}) \quad (4.309)$$

în care:

N_o – definit anterior;

i_{O_n} – consumul de oxigen în faza endogenă, în (kg O₂/kg s.o.).

- e. capacitatea de oxigen necesară:

$$\overline{CO}_{nec} = 2 \cdot O_N \quad (\text{kg O}_2/\text{zi}) \quad (4.310)$$

$$Q_{Naer}^{nec} = \frac{\overline{CO}_{nec} \cdot 10^3}{24 \cdot c'_o \cdot H_i} \quad (\text{N m}^3 \text{ aer/h}) \quad (4.311)$$

în care:

c'_o - capacitatea specifică de oxigenare, (g O₂/N m³ aer, m adâncime insuflare);

Q_{Naer}^{nec} - debitul de aer necesar în condiții standard, (N m³ aer/h).

- (7) Suflantele necesare procesului se aleg în funcție de debitul necesar de aer în condiții normale și înălțimea de insuflare, ținându-se cont de pierderile de sarcină:

$$H_t = H_i + \sum h_{ri} \quad (\text{m}) \quad (4.312)$$

în care:

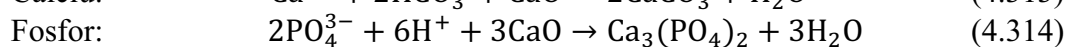
H_i – adâncimea de insuflare, (m);
 Σh_{ri} – suma pierderilor de sarcină liniare și locale, (m).

4.8.7.3 Stabilizarea cu var

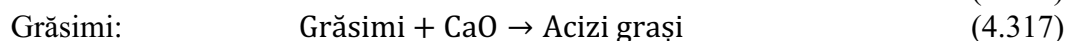
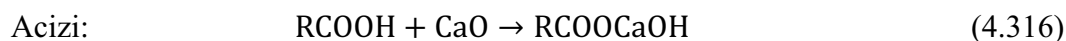
(1) Stabilizarea cu var se asigură prin menținerea unui pH la un nivel ridicat pentru o perioadă suficientă de timp pentru inactivarea populației de microorganisme a nămolului. Procesul poate face ca virusurile, bacteriile și alte microorganisme să devină inactiv.

(2) Procesul de stabilizare cu var implică o gamă largă de reacții chimice ce transformă compoziția chimică a nămolului. Următoarele ecuații indică tipurile de reacții care au loc:

a. reacțiile cu constituenții anorganici includ:



b. reacțiile cu constituenții organici includ:



(3) Adăugarea de var crește pH-ul nămolului. Dacă este adăugat prea puțin var, pH-ul scade și reacțiile nu au loc. Este necesar var în exces.

(4) Activitatea biologică produce compuși ca dioxidul de carbon și acizi organici care reacționează cu varul. Dacă activitatea biologică din nămolul ce urmează a fi stabilizat nu este inhibată suficient, vor fi produse aceste componente, reducând pH-ul și rezultând o stabilizare inadecvată.

(5) Adăugarea varului în nămol, în reacțiile inițiale cu apa conduce la formarea varului hidratat. Această reacție este exotermă și eliberează aproximativ 15.300 cal/g,mol. Reacția dintre varul stins și dioxidul de carbon este, de asemenea, exotermă, eliberând aproximativ 43.300 cal/g,mol.

(6) Aceste reacții pot avea ca rezultat o creștere substanțială a temperaturii; aceste temperaturi pot fi suficiente pentru a contribui la reducerea agenților patogeni din timpul stabilizării cu var. Se impune efectuarea de teste “in situ” pentru stabilirea dozelor de var.

4.8.8 Deshidratarea nămolurilor

(1) Deshidratarea este procedeul prin care nămolul își reduce umiditatea și corespunzător volumul astfel încât să poată fi manipulat cu ușurință și valorificat sau reintrodus în mediu.

(2) În practică se utilizează două tipuri de procedee de deshidratare:

- a. naturale;
- b. mecanice.

4.8.8.1 Deshidratarea naturală

(1) Materiile solide conținute în nămol sunt separate de faza lichidă (supernatant) prin procedee fizice: filtrarea (drenarea) și evaporația. Deshidratarea naturală se realizează, de regulă pe platforme (paturi) de uscare.

(2) Constructiv platformele de uscare se clasifică în:

- a. platforme de uscare convenționale, cu pat de nisip;

- b. platforme de uscare cu radier pavat;
c. platforme de uscare cu radier din materiale artificiale;
d. platforme de uscare cu vacuumare;
e. platforme de uscare cu energie solară.
- (3) Încărcarea cu substanță uscată a platformelor de uscare (I_{SU}), reprezintă cantitatea de materii solide din nămol care încarcă o suprafață de 1 m² de platformă, în timp de un an conform relației:

$$I_{SU} = \frac{N_{inf} \cdot 365}{A_o^{PU}} \quad (\text{kg s.u./m}^2, \text{an}) \quad (4.318)$$

în care:

N_{inf} – cantitatea zilnică de nămol influent deshidratat, exprimat în substanță uscată, (kg s.u./zi);
 A_o^{PU} – aria orizontală a platformelor de uscare, (m²).

- (4) Valorile I_{SU} sunt date în funcție de tipul nămolului ce trebuie deshidratat în tabelul următor.

Tabelul 4.46. Valori ale I_{SU} .

Nr. crt.	Tip de nămol	Suprafața (m ² /l.e.)	Încărcarea anulă cu substanță uscată (kg s.u./m ² ,an)
1	Nămol primar fermentat	0,1	120 – 150
2	Nămol fermentat din nămol primar cu nămol biologic de la filtrele percolatoare	0,12 – 0,16	90 – 120
3	Nămol fermentat din nămol primar cu nămol în exces	0,16 – 0,23	60 – 100
4	Nămol fermentat din nămol primar cu nămol rezultat în urma precipitării chimice	0,19 – 0,23	100 – 160

4.8.8.2 *Deshidratarea mecanică*

- (1) La deshidratarea mecanică se folosesc utilaje proiectate pentru a separa partea solidă de partea lichidă a nămolului. Procesele fizice prin deshidratarea mecanică sunt: filtrarea, stoarcerea, acțiunea capilară, separarea prin centrifugare și compactarea. Utilajele folosite sunt: centrifugele, filtrele cu bandă presă, filtrele presă, filtrele cu vacuum, filtru presă cu șnec (șurub).
- (2) Gradul de separare (η_{DM}) a materiilor solidelor pentru deshidratarea mecanică a nămolului se calculează după cum urmează:

$$\eta_{DM} = \frac{(SU_{inf} - SU_s) \cdot SU_{ef}}{(SU_{ef} - SU_s) \cdot SU_{inf}} \cdot 100 \quad (\%) \quad (4.319)$$

în care:

η_{DM} - gradul de separare a materiilor solidelor (%)
 SU_{inf} – materii solide din nămolul influent (% s.u.);
 SU_s - materii solide din supernatant, simplificat se consideră că 10 g MTS/l reprezintă aproximativ 1% s.u. (% s.u.);
 SU_{ef} – materii solide din nămolul efluent (% s.u.).

4.8.8.2.1 Deshidratarea prin centrifugare

- (1) În centrifuge, forțele aplicate pot fi de la 500 până la 3.000 de ori forța gravitațională. Rezultatele separării prin forțele centrifuge conduc la migrarea materiilor solide în suspensie prin lichid spre sau în afara axei de rotație a centrifugei, migrare ce depinde de diferența de densitate dintre faza lichidă și cea solidă.

- (2) Valori orientative privind gradul de separare a materiilor solide pentru diferite tipuri de nămol utilizând centrifuge în procesul de deshidratare sunt prezentate în tabelul următor.

Tabelul 4.47. Gradul de separare a materiilor solide

Tip de nămol	Materii solide din turta de nămol (%)	Grad de separare a materiilor solide (%)	
		Fără reactivi chimici	Cu reactivi chimici
NETRATAT			
Primar	25 – 35	75 – 90	> 95
Primar și biologic rezultat de la filtrele percolatoare	20 – 25	60 – 80	> 95
Primar și nămol în exces	12 – 20	55 – 65	> 92
NĂMOL ÎN EXCES			
Rezultat de la filtrele de precolatoare	10 – 20	60 – 80	> 92
Rezultat din procese biologice cu nămol activat	5 – 15	60 – 80	> 92
FERMENTAT PE CALE ANAEROBĂ			
Primar	25 – 35	65 – 80	> 92
Primar și biologic rezultat de la filtrele percolatoare	18 – 25	60 – 75	> 90
Primar și nămol în exces	15 – 20	50 – 65	> 90
STABILIZAT PE CALE AEROBĂ			
În exces	8 – 10	60 – 75	> 90

4.8.8.2.2 Deshidratarea cu filtre bandă presă

- (1) Nămolul este deshidratat în etape urmărind trei faze de funcționare: condiționarea chimică, drenarea gravitațională până la atingerea unei consistențe determinate și compactarea în zona de presare. Figura 4.30 prezintă schema unui filtru cu bandă presă.
- (2) Condiționarea chimică cu polimeri organici este des utilizată, pentru deshidratarea gravitațională și deshidratarea sub presiune de către filtrele cu bandă presă. Polimerul este adăugat într-un bazin separat, localizat în amonte de presă sau este injectat direct în conducta de alimentare. Amestecarea corespunzătoare a nămolului influent cu polimerul este esențială în funcționarea filtrelor cu bandă.
- (3) Exercițarea forțelor de presiune și comprimare se realizează între două benzi filtrante.
- (4) Variabila care influențează eficiența filtrelor cu bandă presă: caracteristici nămol, metoda și tipul condiționării chimice, presiunea aplicată, configurația utilajelor, sistemele de drenare gravitaționale și viteza benzilor.
- (5) Eficiențele presării cu filtre cu bandă presă indică variații semnificative în capacitatea de deshidratare a diferitelor tipuri de nămoluri, presarea, în mod normal, este capabilă să producă deshidratarea turtelor la un conținut al materiilor solide de 18 – 25% pentru amestecul de nămol primar cu cel biologic. În Tabelul 4.48 sunt indicate performanțele filtrelor cu bandă presă.
- (6) Evaluarea corectă a eficienței filtrului cu bandă presă la un tip de nămol se efectuează pe o unitate pilot. Datele din testele pilot, includ încărcarea hidraulică și încărcarea cu materii solide, tipul polimerului și dozele, procentul de materii solide și reținerea materiilor solide.
- (7) Evaluarea performanțelor filtrelor cu bandă presă se realizează luând în considerare cantitatea și calitatea filtratului și efectul lor asupra sistemului de epurare a apelor uzate.

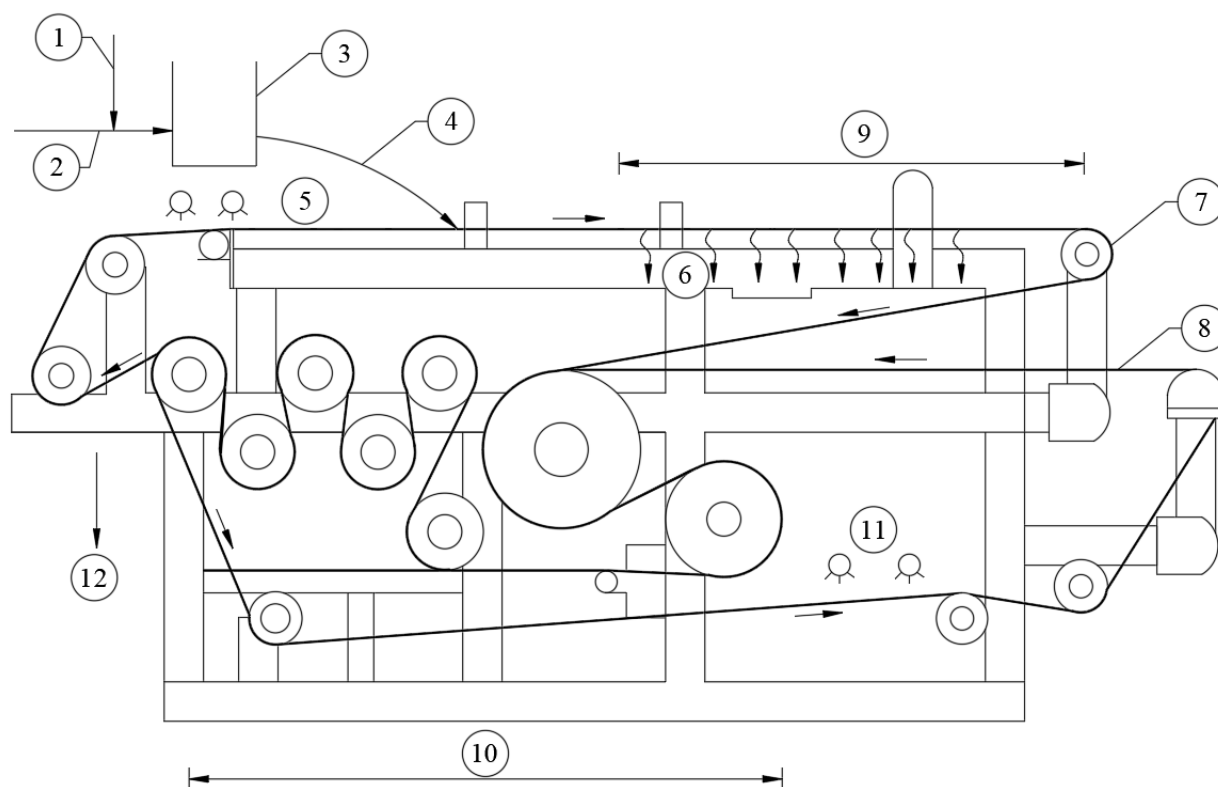


Figura 4.30. Filtru bandă presă.

Notații: 1. Polimer; 2. Nămol; 3. Bazin de floclare; 4. Nămol influent; 5. Spălarea benzii superioare; 6. Filtrat; 7. Bandă superioară; 8. Bandă inferioară; 9. Zonă de filtrare; 10. Zonă de deshidratare; 11. Spălarea benzii inferioare; 12. Turte de nămol deshidratate.

Tabelul 4.48. Încărcări, doze polimer - filtre bandă presă.

Tip de nămol	Materii solide (%)	Încărcarea pe m de lățime de bandă (%)		Doze polimer la materii solide din nămol (g/kg)	Materii solide (%)	
		dm ³ /s,m	kg/h,m		Uzual	Domeniul de variație
Primar brut	3 – 7	1,8 – 3,2	360 – 550	1 – 4	28	26 – 32
Activat în exces	1 – 4	0,7 – 2,5	45 – 180	3 – 10	15	12 – 20
Primar + Activ în exces (50 : 50)	3 – 6	1,3 – 3,2	180 – 320	2 – 8	23	20 – 28
Primar + în exces (40:60)	3 – 6	1,3 – 3,2	180 – 320	2 – 10	20	18 – 25
Primar + nămol de la filtrele precolatoare	3 – 6	1,3 – 3,2	180 – 320	2 – 8	25	23 – 30
Fermentat anaerob						
Primar	3 – 7	1,3 – 3,2	360 – 550	2 – 5	28	24 – 30
Activat în exces	3 – 4	0,7 – 2,5	45 – 135	4 – 10	15	12 – 20
Primar + Activ în exces	3 – 6	1,3 – 3,2	180 – 320	3 – 8	22	20 – 25
Fermentat aerob						
Primar + Activ în exces, neconcentrat	1 – 2	0,7 – 3,2	135 – 225	2 – 8	16	12 – 20
Primar + Activ în exces, concentrat	4 – 8	0,7 – 3,2	135 -225	2 – 8	18	12 – 25
Nămol activ în exces cu însuflare de oxigen	1 – 3	0,7 – 2,5	90 – 180	4 – 10	18	15 – 23

4.8.8.2.3 Deshidratarea cu filtre presă

- (1) Sistemul de filtre presă produce turte care sunt mult mai bine deshidratate până la 65% umiditate. Filtrele presă se pot adapta la caracteristicile variabile ale materiilor solide, au o fiabilitate bună, necesar de energie comparabil cu alte tipuri de sisteme.
- (2) Dezavantajele filtrelor presă sunt costurile de investiție ridicate, aderența turtelor pe filtru, necesitatea îndepărtării manual și costuri relativ ridicate de funcționare și întreținere.
- (3) Filtrele presă sunt eficiente din punct de vedere al costurilor când turtelile trebuie incinerate. Având în vedere conținutul ridicat de substanță uscată a turtelor rezultate de la filtrele presă, aceste turte sunt combustibile la incinerare și se reduce necesarul de combustibil.
- (4) Filtrul presă conține un număr de panouri fixate pe un cadru ce asigură aliniamentul; aceste sunt presate între capătul fix și cel mobil (Figura 4.31). Un dispozitiv presează și menține închise panourile, în timp ce influentul este pompat în interiorul preseii printr-un orificiu de admisie la o presiune cuprinsă între 7 bar și 15 bari.

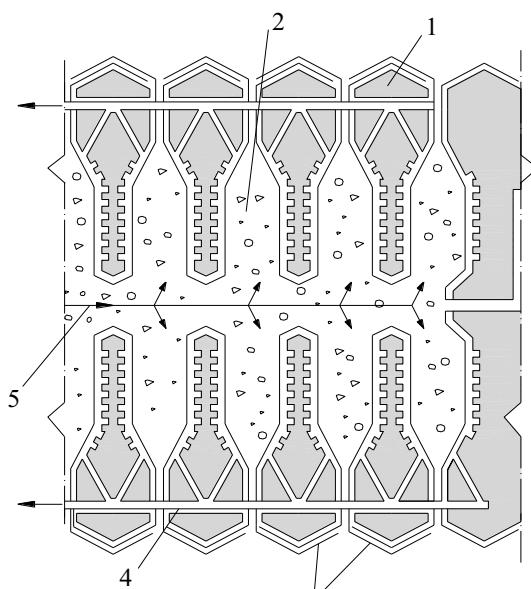


Figura 4.31. Schema filtrului presă.

Notații: 1 – plăci încastrate; 2 – cameră de filtru; 3 – filtru de pânză; 4 – conducte interne de evacuare nămol; 5 – orificii.

- (5) Etapele filtrării - Filtrul presă lucrează utilizând mai multe tipuri de procedee de presare. Fiecare procedeu cuprinde etapele:
 - a. **închiderea preseii:** atunci când filtrul este gol, capătul mobil acționat de un cilindru, fixează plăcile una peste alta; presiunea de închidere este ajustată automat pe durata perioadei de presare pentru asigurarea încastrării plăcilor;
 - b. **admisia nămolului:** este o etapă scurtă (max 10 minute); o pompă dozatoare umple camerele de filtrare cu nămol; timpul de admisie selectat depinde de filtrabilitatea nămolului (dacă acesta este ușor filtrabil timpul de admisie va fi mai scurt);
 - c. **filtrarea:** o dată ce au fost umplute camerele cu nămol, debitul de nămol influent (ce continuă să alimenteze filtrul) impune o creștere a presiunii datorată formării unui strat de nămol pe plăcile filtrului; presiunea maximă de filtrare este atinsă într-o perioadă de 30 – 45 minute; procesul de filtrare poate dura între 1 – 5 ore, depinde de înălțimea camerei și de filtrabilitatea nămolului. Când pompa este oprită, aerul comprimat este utilizat pentru drenarea supernatantului. Etapa de filtrare este oprită de un cronometru (programat pentru perioada de

presiune maximă) și atunci când filtratul îndeplinește o încărcare pe suprafața de filtrare după cum urmează:

- i. condiționat cu polimer: 5 – 10 l/m²,h;
- ii. condiționat cu reactivi minerali: 10 – 20 l/m²,h;

- d. **deschiderea ramei:** capătul mobil este retras astfel ca prima cameră de filtrare să se deschidă; turta de nămol alunecă sub greutate proprie; un sistem mecanizat trage fiecare turtă individual; pentru un filtru cu 100 de camere, perioada de descărcare a turtelor de nămol este între 15 – 45 minute; această etapă trebuie supravegheată deoarece, datorită condiționării chimice a nămolurilor, turtele de nămol pot fi lipicioase și greu de îndepărtat de pe plăcile filtrului;
- e. **etapa de curățare:** curățarea plăcilor filtrului; spălarea se face la fiecare 10 – 15 cicluri de filtrare în cazul nămolurilor condiționate cu polimeri și la fiecare 30 – 40 de cicluri în cazul condiționării cu reactivi minerali; instalațiile de spălare pot funcționa nesupravegheate în cazul unităților de deshidratare de capacitate mare; perioada de spălare este de 2 – 3 ore; în cazul utilizării unei cantități mari de var pentru condiționare, plăcile filtrului trebuie curățate la fiecare 500 de cicluri cu soluție HCl 5 – 7 %.

(6) Consumul energetic al unui filtru – presă este redus: 25 – 35 kWh/t s.u.

(7) În tabelul următor sunt prezentate valori privind consumul de polimer și conținutul de substanță uscată al nămolurilor deshidratate cu filtre presă.

Tabelul 4.49. Consum polimer, conținut substanță uscată - filtre presă.

Nr. crt.	Tipul de nămol	Conținut de s.u. nămol influent (% s.u.)	Raportul FeCl ₃ /s.u. (%)	Consum polimer (kg / t s.u)	Conținutul de s.u. nămol efluent (%)	Durata ciclului* (h)
1	Nămol de la stabilizare aerobă	4 – 5	2 – 5	5 – 7	25 – 29	3 – 4
2	Nămol proaspăt de la SE cu raportul np/nb = 70/30	4,5 – 6	2 – 3	3 – 4	33 – 36	2 – 3
3	Nămol proaspăt de la SE cu raportul np/nb = 50/50	4 – 5	3 – 4	5 – 6	30 – 34	2,5 – 3,5
4	Nămol fermentat de la SE cu raportul np/nb = 50/50	3 – 4	4 – 5	3 – 4	30 – 34	3 – 4

*Pentru o turtă de 30 mm grosime; np – nămol primar; nb – nămol biologic;

(8) Dimensionarea filtrelor presă constă în parcurgerea pașilor următori. Datele de bază sunt:

- a. Cantitatea de suspensii solide (nămol și reactivi de condiționare): M = kg s.u./zi;
- b. Ciclul de funcționare (T) necesar pentru a decide numărul de cicluri K care să pot fi utilizate zilnic;
- c. Substanță uscată medie în conținutul turtei; S_F (% s.u.).

(9) Capacitatea totală a camerelor de filtrare:

$$V_T = \frac{M}{K \cdot S_F \cdot \rho_d} \quad (\text{dm}^3) \quad (4.320)$$

în care:

- M, S_F, K – definite anterior;
 ρ_d – densitatea turtei, (kg/dm³);

(10) Schema tehnologică pentru deshidratarea cu filtre presă se prezintă în Figura 4.32.

(11) Tehnologia deshidratării nămolului din stația de epurare cu filtre presă se adoptă:

- a. în condițiile impuse pentru umiditatea nămolului livrat de stația de epurare la w = 65 – 70%;

- b. cantități de nămol care să permită obținerea unor indicatori economici/energetici favorabili; 25 – 35 kWh/ t ss.
- (12) În operarea filtrelor presă se impune asigurarea spălării la 10 – 15 cicluri în cazul condiționării cu polimer, 30 – 40 cicluri în cazul condiționării cu substanțe minerale. Durata unei spălări 3 – 4 h.

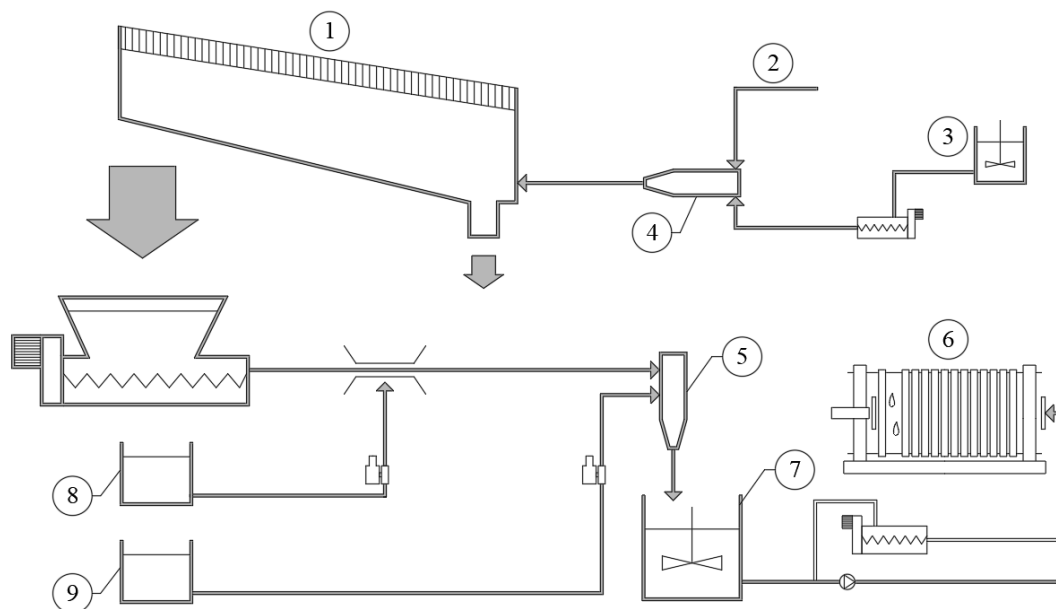


Figura 4.32. Tehnologia deshidratării cu filtre presă.

Notații: 1. Îngroșare; 2. De la BNA; 3. Polimer; 4. Mixer; 5. MSC mixer; 6. Filtru presă; 7. Rezervor tampon; 8. FeCl₃; 9. Var sau polimer.

4.8.9 Pomparea nămolurilor în stațiile de epurare

- (1) Pomparea nămolurilor rezultate din epurarea apelor uzate este determinată de realizarea proceselor tehnologice și/sau de diferența cotelor geodezice din teren. Pentru situațiile în care curgerea nu poate fi realizată gravitațional, transportul nămolurilor se face prin pompare.
- (2) Deoarece nămolurile pompate sunt amestecuri polifazice (sisteme apoase până la paste și materiale păstoase), pompele folosite sunt de diferite tipuri, iar pentru alegerea lor trebuie să se țină seama atât de caracteristicile pompelor cât și de cele ale nămolurilor pompate.
- (3) Tipurile de nămoluri pompate, întâlnite în cadrul proceselor tehnologice din stațiile de epurare ape uzate sunt: nămol primar, nămol activat de recirculare și în exces, nămol biologic, nămol activat de recirculare în amestec cu cel în exces, nămol primar în amestec cu cel biologic, nămol concentrat, nămol fermentat.
- (4) Dacă din punct de vedere al exploatării ideal ar fi să se folosească același tip de pompe, caracteristicile nămolurilor și capabilitatea pompelor impun utilizarea a diverse pompe funcție de cerințele proceselor tehnologice. Existența unei game variate de pompe cu rotoare având o hidraulică adecvată caracteristicilor diferite ale nămolurilor, permit proiectanților alegerea unor pompe optime atât din punct de vedere tehnologic cât și economic.

4.8.9.1 Stațiile de pompare a nămolurilor

- (1) Destinate să vehiculeze nămolurile rezultate în urma epurării apelor uzate, stațiile de pompare sunt alcătuite din sala pompelor, conductele și grupurile de pompare propriu-zise, precum și facilitățile pentru întreținere și exploatare pentru personalul de operare.

- (2) Sala pompelor adăpostește echipamentele hidromecanice, instalațiile hidraulice, instalațiile auxiliare electrice precum și aparatura de măsură și control. Sala pompelor se construiește cu o înălțime minimă de 3 m, iar amplasarea grupurilor de pompare va fi realizată astfel încât distanța între grupuri să fie de minimum 0,7 m iar între perete și grupurile de pompare să fie minimum 1 m, pentru a permite accesul personalului de exploatare și întreținere al stației.
- (3) Proiectarea stației de pompare implică dimensionarea structurii care să corespundă din punct de vedere arhitectural și să se încadreze ambientului zonei astfel încât amplasamentul să fie în apropierea unei surse de energie, a drumurilor de acces.
- (4) Având în vedere că funcționarea stațiilor de pompare presupune alimentarea continuă cu energie electrică; la proiectarea acestora trebuie prevăzută și o a doua sursă alternativă de energie independentă de sursa principală (un generator tip diesel care să asigure o sursă de energie continuă în caz de avarie).
- (5) Mirosurile prezente în stațiile de pompare sunt o mare problemă mai ales în cazul în care stația de pompare este poziționată în locuri publice, de aceea sistemele de control a mirosului precum aerarea corespunzătoare, clorinarea sau tratarea cu apă oxigenată sau sistemele de epurare a aerului și a gazelor emanate, trebuie să fie unele din facilitățile cu care se pot echipa sistemele minimizându-se astfel impactul negativ asupra mediului.
- (6) Stațiile de pompare pot fi clasificate după poziționarea echipamentului de pompare ca fiind stații de pompare cu cameră umedă sau stații de pompare cu cameră uscată. În stațiile de pompare cu cameră uscată, pompele sunt localizate într-un spațiu închis, separat de camera de aspirație.
- (7) Selectarea stației de pompare cu cameră uscată sau a celei cu cameră umedă se bazează de obicei pe condițiile specifice aplicației și pe alegerea echipamentului de pompare. De exemplu, pompele submersibile și cele verticale necesită o structură cu cameră umedă, în timp ce pompele orizontale necesită o structură cu cameră uscată.

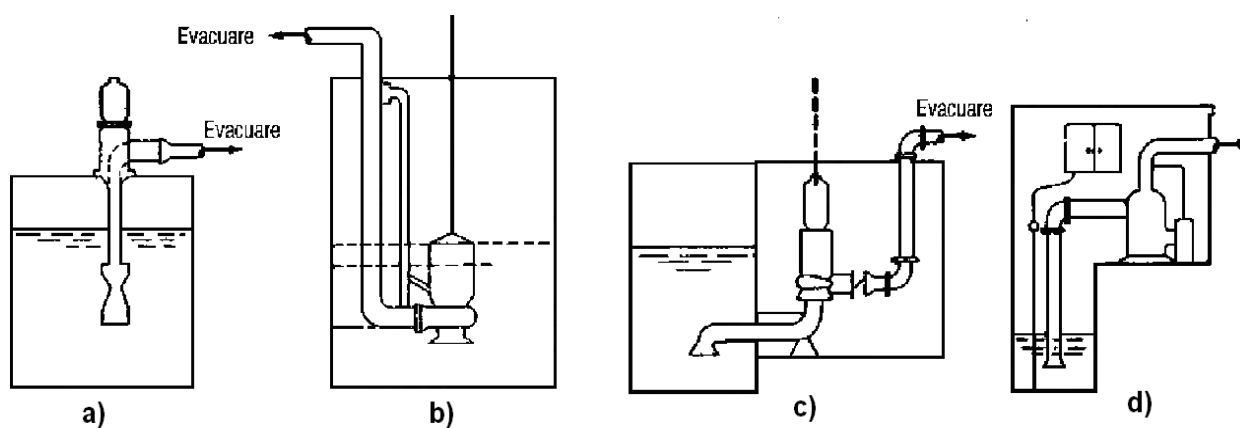


Figura 4.33. Tipuri de pompe și stații de pompare.

Notații: a) pompă verticală poziționată în cameră umedă; b) pompă submersibilă poziționată în cameră umedă; c) pompă centrifugă poziționată în cameră uscată; d) pompă poziționată în cameră uscată.

4.8.9.2 Elemente de proiectare a stațiilor de pompare nămol

- (1) Alegerea pompelor pentru echiparea stației de pompare nămol presupune cunoașterea următoarelor elemente:
 - a. caracteristicile nămolului: tipul de nămol, proveniența acestuia, consistența, vâscozitatea;
 - b. debitele vehiculate;
 - c. înălțimile de pompare, calculate ținând seama de diferențele de nivel între bazinele de aspirație și refulare și pierderile de sarcină pe conducte.

- (2) Numărul pompelor instalate în stația de pompare se stabilește funcție de numărul de pompe necesar în funcționare plus pompele de rezervă. Numărul pompelor de rezervă se ia orientativ, la trei pompe în funcțiune se ia una de rezervă. Numărul minim de pompe instalate în stația de pompare este de cel puțin două pompe, una în funcțiune și una de rezervă.
- (3) Dimensiunile și numărul de unități de pompare pentru marile stații trebuiesc selectate astfel încât variațiile debitului influent să nu ducă la opriri și porniri frecvente ale pompelor, dar să se și evite prevederea unor capacități mari de depozitare.
- (4) Conductele de nămol, de regulă, au pierderi de sarcină cu $50 \div 100$ % mai mari decât conductele ce transportă apă uzată. Riscul de subevaluare a pierderilor de sarcină crește odată cu creșterea lungimii de pompare și cu creșterea concentrației în materii solide.
- (5) În stațiile de epurare nămolul se transportă pe conducte cu $DN > 150$ mm.
- (6) Viteza nămolului în conducte trebuie să fie de $1,4 - 1,6$ m/s. Se va avea în vedere faptul ca vitezele mari duc la creșterea pierderilor de sarcină, iar vitezele mici la depuneri și colmatări.
- (7) Conductele de nămol trebuie prevăzute cu posibilitatea de spălare pentru a se curăța blocajele de pe conducte. Grăsimile au tendința de a se lipi pe conductele de transport a nămolului sau a grăsimilor iar efectul care apare este reducerea diametrului și deci creșterea presiunii pe conductă.

4.8.9.2.1 Tipuri de pompe utilizate în vehicularea nămolului

- (1) Din gama pompelor utilizate pentru transportul nămolurilor fac parte pompele centrifuge, pompele cu piston, pompele cu rotor elicoidal, pompele cu diafragmă, pompele centrifuge cu cupla, pompele air-lift, pompele cu șnec, pompele cu lobi, pompele cu tocător și pompele peristaltice.
- (2) Alte echipamente folosite pentru vehicularea nămolurilor într-o stație de epurare, folosite mai ales pentru transportul nămolurilor a căror concentrație este mare și nu pot fi pompate sunt transportoarele. Acestea pot fi transportoare cu bandă, transportoare pneumatice, elevatoare cu cupe, transportoare cu șnec.
- (3) În tabelul următor sunt prezentate avantajele și dezavantajele utilizării diverselor tipuri de pompe.

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL II
SISTEME DE CANALIZARE
CAPITOLUL 4
Stații de epurare
Tabelul 4.50. Alegere tipuri de pompe pentru nămoluri.

Nr. crt.	Tipul pompei	Tipul de nămol	Avantaje	Dezavantaje
1	Pompe centrifuge	-Nămol activat de recirculare, -Nămol primar în concentrație redusă, -Nămol biologic	-Pompe larg răspândite, -Eficiență sporită mai ales la pompele cu debite mari($\eta > 75\%$); -Prezintă o construcție robustă, -Întreținere relativ ușoară -Acoperă întreaga gamă de debite	Necesită funcționare înecată Nerecomandate pentru nămoluri concentrate
2	Pompe cu piston	- Nămoluri cu concentrații mari în materii solide (>15%)	-Destinate obținerii presiunilor ridicate (100...750 bari) la valori relativ reduse ale debitului vehiculat (6...60 mc/h).	-Eficiență redusă, -Necesită întreținere sporită dacă funcționează continuu, -Debit pulsatoriu
3	Pompe cu rotor elicoidal	-Nămol activat de recirculare și în exces -Nămol concentrat, -Nămol fermentat	-Asigură debite constante; -Pentru debite mai mari de 3 l/s pot fi pompate materii solide de aproximativ 20 mm; -Statorul/rotorul tinde să acționeze ca un clapet antiretur, împiedicând curgerea inversă prin pompă	-Necesită protecție împotriva funcționării în uscat -Pompele mici necesită echipament de mărunțire pentru prevenirea colmatării -Costuri energetice ridicate în cazul vehiculării unui nămol mai concentrat -Necesită etanșări și etanșare împotriva apei
4	Pompe cu diafragmă sau membrană	-Nămol activat de recirculare și în exces -Nămol concentrat, -Nămol fermentat -Nămoluri încărcate cu particule solide de diametru maxim 10 mm	-Sunt pompe autoamorsante - Acțiunea pulsatorie poate ajuta la concentrarea nămolului în bașele din amonte de pompe și repun în suspensie materiile solide în conducte când se pompează la viteze mici -Exploatare simplă	-Depind de procesele aval, debitul pulsatoriu poate să nu fie acceptat. -Necesită o sursă de aer comprimat. -În timpul funcționării produc mult zgomot. -Înălțimi de pompare și eficiențe scăzute
5	Pompe centrifuge cu cupla	-Nămol primar	-Au un volum mare și o eficiență excelentă pentru aplicațiile de la sistemele pompare nămol activ. -Costuri relativ mici.	-Nu sunt recomandate pentru pomparea altor nămoluri deoarece se pot colmata cu cârpe și particule grosiere.
6	Pompe air-lift	-Nămol activat recirculat	-Utilizate pentru vehicularea unor cantități însemnate de nămol și înălțimi mici de pompare -Construcția simplă a pompei, nu are părți mobile	-Debitul pompat dependent de variația debitului de aer comprimat introdus; -randament scăzut;
7	Pompe cu șnec	-Nămol activat recirculat	-Autoreglare debitului funcție de adâncimea apei din camera de admisie	-Necesită spațiu mare pentru montaj și amplasare -Pierderi de sarcină mari -Întreținere judicioasă a lagărelor și șnecului
8	Pompe cu lobi	-Nămol primar -Nămol concentrat -Nămol fermentat	-Asigură un debit constant -Nu necesită clapet antiretur pe refulare -Viteze mici și nu necesită întrețineri frecvente	-Datorită unei toleranțe mici între lobi rotativi, nisipul va cauza o uzură mare, aceasta făcând ca eficiența pompei să fie redusă. -Fluidul pompat trebuie să se comporte ca un lubrifiant. -Costurile pentru pompare cresc odată cu volumul de pompat.
9	Pompe cu tocător	-Nămol primar -Nămol fermentat	-rotoarele speciale permit mărunțirea obiectelor solide care ajung în pompă -reducerea posibilităților de colmatare	-Eficiență relativ scăzută ce variază între 40 și 60%. -Necesită întreținere periodică
10	Pompe peristaltice	-Nămol primar	-Pompe simple de exploatat, întreținut și reparat -Autoamorsante -Debite cuprinse între 36 și 1250 l/min și o înălțime de pompare de până la 152 m.	-Debit pulsatoriu -Funcționare alternativă, prin comprimarea urmată de decomprimarea unui furtun -Folosirea unui lubrifiant pentru a se reduce încălzirea și uzura furtunului

(4) În figurile următoare sunt prezentate tipurile de pompe utilizate pentru pomparea nămolurilor.

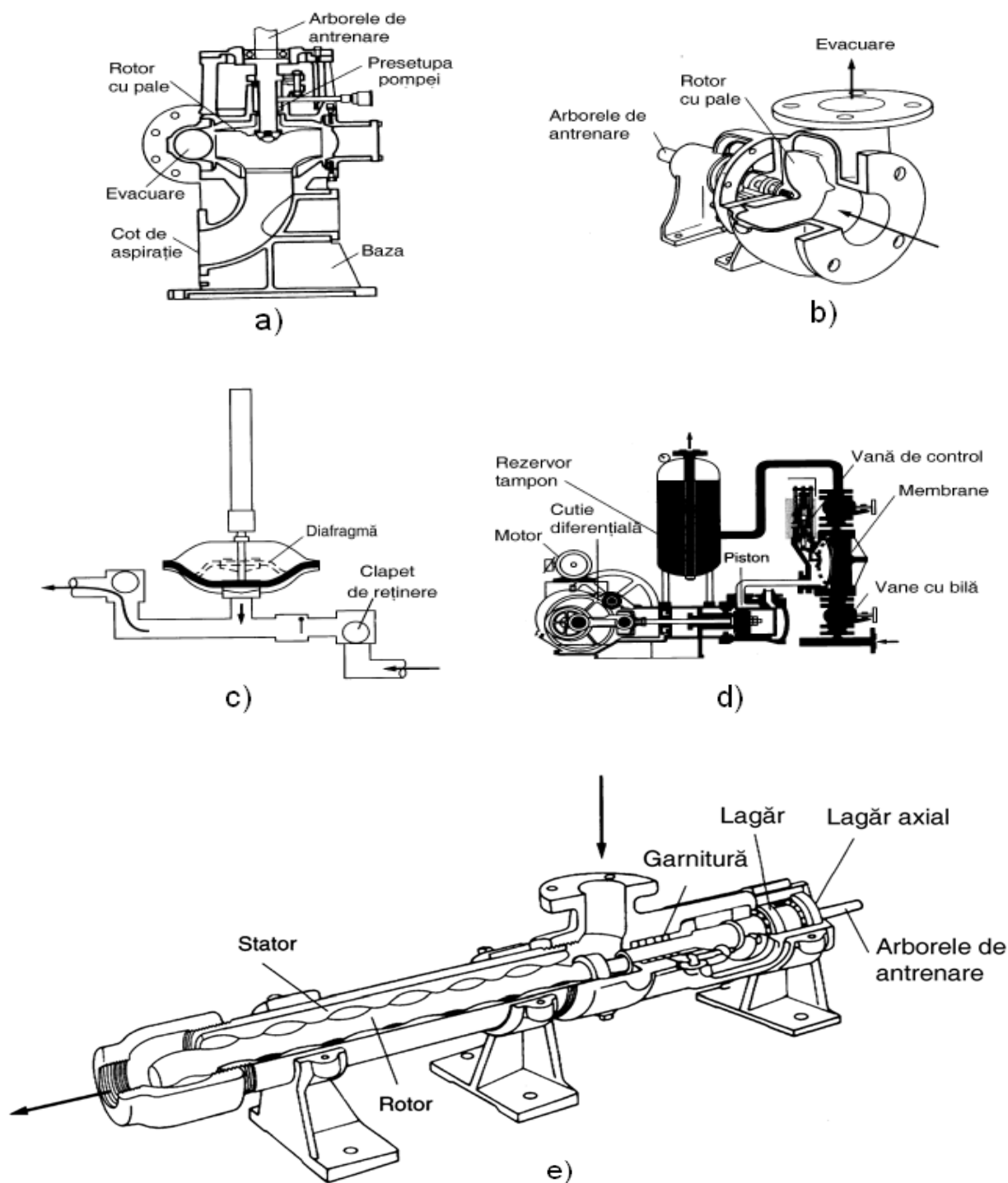


Figura 4.34. Tipuri de pompe utilizate pentru pomparea nămolului.

Notații: a) pompă centrifugă; b) pompă centrifugă cu cuplă; c) pompă centrifugă cu diafragmă; d) pompă cu piston de înaltă presiune; e) pompă cu rotor elicoidal;

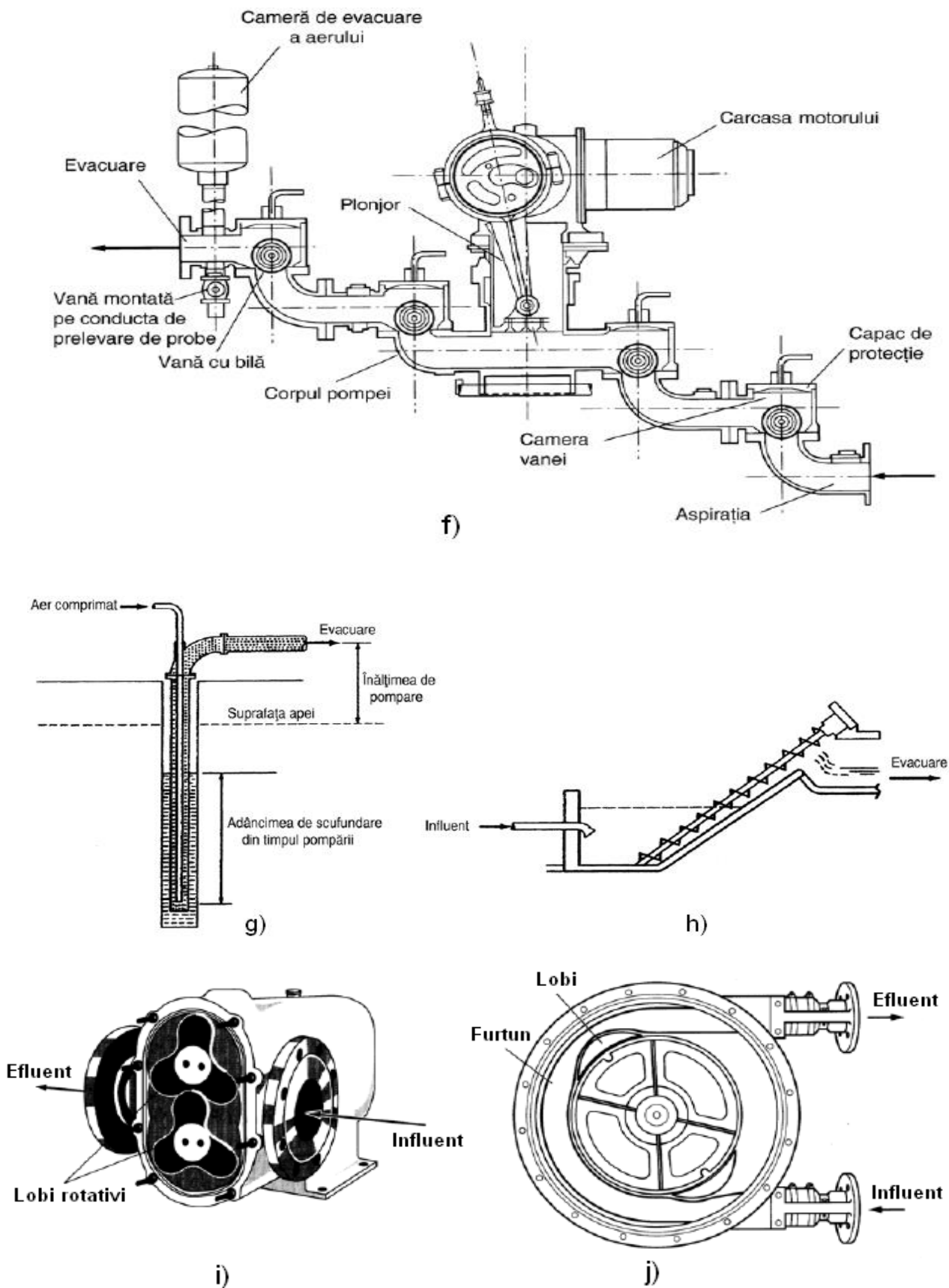


Figura 4.35. Tipuri de pompe utilizate pentru pomparea nămolului.

Notații: f) pompă cu piston plonjor; g) pompă air-lift; h) pompă cu șurub; i) pompă cu lobi rotativi; j) pompă cu furtun.

4.8.10 Uscarea nămolurilor

- (1) Uscarea nămolului se realizează prin evaporarea apei și reducerea umidității la un conținut de substanță uscată superior celei obținute prin deshidratare mecanică. Prin uscarea nămolului se reduc costurile de transport și depozitare prin obținerea unor volume de nămol reduse, se distrug agenții patogeni și se extinde aria de utilizare.
- (2) Turtele uscate de nămol pot fi utilizate ca material fertilizator sau pentru îmbunătățirea calității solului sau pentru incinerare.
- (3) Tehnologia uscării realizează eliminarea prin evaporare a apei interstițiale prezentă în nămoluri.
- (4) Factorii care influențează transferul caldurii de la agentul termic la nămolul sunt: temperatura, umiditatea, suprafața expusă proprietățile fizice ale nămolului, mixarea, timpul de uscare.
- (5) Eficiența de uscare depinde de:
 - a. suprafața expusă mediului de uscare;
 - b. coeficientul de transfer termic;
 - c. diferența de temperatură și umiditate dintre mediul uscat și suprafața umedă a nămolului.
- (6) Uscarea poate fi:
 - a. parțială: 10-30% umiditate;
 - b. totală: 5-10% umiditate.
- (7) Uscarea este aplicată nămolurilor deshidratate.
- (8) Uscarea poate fi:
 - a. prin convecție (directă); nămolul se află în contact cu gazul fierbinte;
 - b. prin conducție (indirectă); aportul caloric se realizează prin suprafețe de schimb încălzite de vapori;
 - c. prin radieră (lămpi cu infraroșu, rezistențe electrice).
- (9) În toate cazurile coeficienții de transfer termic, respectiv puterea de emisie a suprafeței de uscare sunt date de producătorii utilajelor respective.
- (10) Utilajele de uscare a nămolului sunt grupate după cum urmează:
 - a. utilaje directe – produc nămol cu conținut de 90 – 95% SU:
 - i. prin pulverizare;
 - ii. rotative;
 - iii. cu pat fluidizat.
 - b. utilaje indirecte produc nămol cu 65 – 95% SU:
 - i. utilaje cu palete;
 - ii. utilaje cu discuri;
 - iii. utilaje tip evaporator.
 - c. utilaje de uscare combinate.
- (11) Alegerea tipului de utilaj de uscare și capacitatea acestuia se face pe baza calității nămolului influent în treapta de uscare și a cerințelor privind nămolul uscat.

4.8.11 Incinerarea nămolurilor

- (1) Incinerarea nămolului este o transformare parțială sau totală a substanțelor organice în produși oxidați (dioxid de carbon, apă și cenușă) sau oxidare parțială și volatilizarea substanțelor organice prin arderea în prezența oxigenului.
- (2) Termenul de incinerare se referă la reducerea concentrației de substanței organice la temperatură ridicată în prezența excesului de aer. Nămolul deshidratat cu 20-30 % SU, poate fi incinerat cu combustibili auxiliari. Turtele uscate cu 30-50 % SU sau chiar mai mult pot întreține arderea.

- (3) Incinerarea nămolurilor provenite de la stațiile de epurare permite:
- recuperarea/valorificarea puterii calorice a acestora;
 - recuperarea la o calitate la care să poată fi valorificat (cu concentrații cât mai reduse de metale grele și micropoluanți organici).
- (4) Producții arderii complete sunt dioxidul de carbon, vaporii de apă, dioxidul de sulf și cenușa.
- (5) Valoarea puterii calorice a nămolului influent reprezintă cantitatea de căldură ce poate fi utilizată pe unitatea de masă de s.u. Valoarea puterii calorice depinde de procentul în care se găsesc hidrogenul, carbonul, oxigenul și sulful. Carbonul transformat în dioxid de carbon are o putere calorică de $3,4 \times 10^4$ kJ/kg s.u., hidrogenul are o putere calorică mai mare de $14,4 \times 10^4$ kJ/kg s.u, iar sulful are o putere calorică de $1,0 \times 10^4$ kJ/kg s.u.
- (6) Există mai multe tipuri de incineratoare:
- cuptoare cu vetre multiple care are trei zone (uscare, incinerare, răcire) și care permite:
 - concentrație nămol influent $> 15\%$ s.u.;
 - cantitate medie nămol influent: $40 \text{ kg/m}^2, \text{h}$;
 - necesar combustibil suplimentar dacă nămolul are între 15% și 30% s.u.
 - incineratoare cu pat fluidizat care conțin un strat de nisip de aproximativ $0,8 \text{ m}$ care se amestecă cu nămolul și formează patul fluidizat. Datorită suprafeței de contact ridicate, eficiența termică este ridicată;
 - condiționare termică cu radiație infraroșu;
 - incineratoare cu pat fluidizat și proces de zgurificare.
- (7) Alegerea soluției de uscare/incinerare a nămolurilor din stațiile de epurare se face în cadrul strategiei nămolului pe baza criteriilor:
- fiabilitate economică: costuri de investiție, energie încorporată;
 - criterii tehnice: adoptarea celor mai bune soluții;
 - criterii ecologice: influențe minime asupra mediului, recuperarea produșilor de interes (fosfor).

4.8.12 Alte procese termice de tratare a nămolurilor

- (1) Pentru tratarea termică a nămolurilor se pot aplica și alte procese printre care se menționează:
- piroliza – tratarea termică a nămolului la temperaturi uzuale în domeniul ($650 - 700 \text{ }^\circ\text{C}$) în absența oxigenului;
 - processe combinate care presupun trepte succesive de tratare la temperaturi similare pirolizei sau mai mari, până la $1100 \text{ }^\circ\text{C}$.
- (2) Scopul acestor procese este recuperarea pe de o parte a energiei înglobate în nămol dar și recuperarea fosforului în scopul reutilizării acestuia.
- (3) Criteriile de dimensionare și condițiile de aplicare ale acestor procese se stabilesc de la caz la caz, în funcțiile de caracteristicile nămolului și de rutele de valorificare ale subprodusilor rezultați din proces.

4.8.13 Compostarea nămolurilor împreună cu deșeurile menajere

- (1) Compostarea este o metoda biochimică de stabilizare a nămolurilor din apele uzate pentru a putea fi folosite ca produse de îmbunătățire a calității solurilor. Este un proces autoterm ($50 - 70 \text{ }^\circ\text{C}$), ce reduce agenții patogeni și produce material similar cu pământul natural. Un produs bine stabilizat prin compostare poate fi depozitat și are un miros aproape insesizabil. Compostarea este recomandată pentru utilizarea finală a produsului. Se poate folosi în agricultură, pentru controlul eroziunii solului, pentru îmbunătățirea proprietăților pământului și pentru recultivarea pământului și

aceste obiective sunt atinse doar după ce se realizează reducerea agenților patogeni, maturarea și uscarea materialului compostat. Aproximativ 20–30 % din materiile volatile sunt transformate în dioxid de carbon și apă.

- (2) Procesul de compostare se poate desfășura în medii aerate sau în medii neaerate. Compostarea aerobă accelerează descompunerea materialului având ca rezultat creșterea temperaturii necesare reducerii agenților patogeni și reduce cantitatea de gaze mirositoare ce rezultă în timpul procesului.
- (3) Pot fi compostate nămoluri brute, fermentate sau stabilizate pe cale chimică. Nămolurile stabilizate prin fermentarea aerobă sau anaerobă înainte de a fi compostate, pot duce la reducerea suprafeței de compostare cu 40%.
- (4) Factorii care stabilesc alegerea procesului de compostare sunt:
 - a. producția zilnică de nămol;
 - b. suprafața necesară desfășurării procesului;
 - c. proprietățile nămolului, tipul proceselor și echipamentelor de prelucrare a nămolului utilizate în amonte.
- (5) Etapele procesului de compostare:
 - a. amestecul nămolului cu materialul de umplură;
 - b. descompunerea, aerarea amestecului prin mijloace mecanice, prin însuflare de aer sau ambele;
 - c. maturarea și depozitarea care permite desfășurarea fenomenului de stabilizare a nămolului și răcirea compostului;
 - d. post-procesarea (sitarea pentru îndepărtarea materialului nebiodegradabil și mărunțirea acestuia);
 - e. valorificarea.
- (6) O parte din produsul final este recirculat pentru o condiționare mai bună a amestecului format din nămol și material de umplură.

4.8.14 Depozitarea nămolurilor

- (1) Nămolul lichid este depozitat în rezervoare pentru nămol sau lagune de nămol. Rezervoarele de depozitare pentru nămolurile lichide se prevăd cu:
 - a. dispozitive de amestec sau de raclare pentru radierele ușor înclinate;
 - b. mijloace pentru îndepărtarea supernatantului și a eventualelor depuneri.
- (2) Depozitarea nămolului deshidratat se face pe platforme prevăzute cu:
 - a. platformă impermeabilă;
 - b. învelitoare;
 - c. colectarea supernatantului.
- (3) Se recomandă un timp de depozitare pe platformele de nămol de 6 luni.

4.8.15 Valorificarea nămolurilor

- (1) Rutele de valorificare a nămolurilor din stația de epurare sunt:
 - a. utilizarea în agricultură/silvicultură (conform legislației în vigoare);
 - b. depozitarea în depozite ecologice de deșeuri;
 - c. uscare/incinerare cu recuperarea energiei și a compușilor de interes (fosfor).
- (2) În Tabelul 4.51 se prezintă în sinteză elementele care stau la baza alegerii scenariilor de valorificare a nămolurilor, precum și avantajele și dezavantajele celor 3 opțiuni.

Tabelul 4.51. Scenarii de valorificare a nămolurilor provenite de la stațiile de epurare.

Nr. crt.	Scenariu	Aspecte operaționale	Costuri	Avantaje	Dezavantaje/Restricții
1.	Agricultură/sivi cultură direct sau biocompost	<ul style="list-style-type: none"> - transport - împrăștiere nămol - verificarea calității nămolului - verificarea calității solului - tehnologia de împrăștiere nămol - depozitare temporară 	<ul style="list-style-type: none"> - transport - împrăștiere nămol - testare nămol-sol - investiții privind tehnologia de împrăștiere 	<ul style="list-style-type: none"> - Investiții reduce - Depozitarea unor volume mari de nămol - Conduce la creșterea valorii terenurilor - Refacerea terenurilor degradate - Reducerea utilizării îngrășămintelor chimice - Soluție pe termen mediu 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilitatea terenului - Siguranța redusă - Restricții date de compoziția solurilor (nutrienți, metale) - Monitorizarea continuă a calității solurilor, nămolurilor și produselor obținute - Dependența sezonieră și climatică - Efecte pe termen lung asupra solului și apelor subterane - Dependența de tipul culturilor
2.	Depozitarea nămolului de epurare la depozite ecologice	<ul style="list-style-type: none"> - transportul la unul sau mai multe depozite de deșeuri 	<ul style="list-style-type: none"> - deshidratare \geq 35% SU - costuri operare instalație deshidratare - transport - depozitare 	<ul style="list-style-type: none"> - Costuri de investiție scăzute - Depozitarea unor volume mari de nămol - Costuri relativ scăzute de operare - Posibilitatea utilizării imediate 	<ul style="list-style-type: none"> - Directive viitoare de depozitare a deșeurilor - Dependența de capacitatea de depozitare - Reevaluare anuală - Reduce durata de operare a depozitului
3.	Uscare/incinerare	<ul style="list-style-type: none"> - utilaje complexe și sisteme de evitare risc poluare atmosferică - energie suplimentară 	<ul style="list-style-type: none"> - cost instalație deshidratare/uscare - cost instalație de incinerare 	<ul style="list-style-type: none"> - Soluție pe termen lung - Siguranța în proces - Reducerea cantităților de nămol - Recuperare energie - Reutilizarea cenușii - Se pot elimina procesele de fermentare - Recomandat managementul integrat cu deșeuri urbane 	<ul style="list-style-type: none"> - Costuri de investiție mari - Emisii în atmosferă: necesare tehnologii performante - Necesitate evaluare regională - Eficiența energetică depinde de calitatea nămolului

4.9 Elemente tehnologice de legătură între obiectele stației de epurare

- (1) Elementele tehnologice de legătură între obiectele stației de epurare cuprind:
 - a. canale (jgheaburi) și conducte de apă, nămol, aer, gaze de fermentare;
 - b. camere de distribuție egală sau inegală a debitelor de apă și de nămol;
 - c. cămine de vane pe canalele și conductele de apă uzată și nămol;
 - d. cămine de vizitare pe conductele de apă uzată și nămol.
- (2) Jgheaburile (canalele) servesc la curgerea apelor uzate, a nămolului precum și a apelor epurate. Prin jgheaburi se realizează curgere cu nivel liber.
- (3) Conductele servesc la transportul apelor uzate în cazul pompărilor, a nămolului proaspăt sau fermentat și lucrează sub presiune.
- (4) Jgheaburile sau canalele deschise se construiesc din beton armat, monolit sau prefabricat, având secțiunea dreptunghiulară; la stațiile de epurare cu debite mici canalele pot avea radierul de formă circulară fie din construcție, fie prin prelucrarea ulterioară cu beton de umplutură. La proiectarea canalelor deschise sau a jgheaburilor de ape uzate brute sau nămol, în funcție de dimensiunile acestora, se vor alege astfel pantele încât să se asigure o viteză minimă de autocurățire de 0,7 m/s.
- (5) Pe jgheaburi sau canale deschise, în punctele de ramificație sau în zonele de acces în obiecte, se vor prevedea stavile de închidere, dimensionate corespunzător, care vor asigura curgerea apelor și a nămolurilor conform nevoilor proceselor tehnologice, precum și posibilitatea de curățire și revizuire a diferitelor obiecte ale stației de epurare.
- (6) Când adâncimea jgheaburilor (canalelor) este mai mare de 80 cm lățimea liberă între pereții laterali trebuie să fie minimum 60 cm pentru a rămâne vizitabile.
- (7) Când obiectele stației de epurare sunt supraterane, conductele și canalele vor fi sprijinite pe stâlpi sau diafragme cu fundații izolate amplasate în teren sănătos.
- (8) La schimbările de direcție ale jgheaburilor sau canalelor deschise, se vor prevedea curbe executate monolit, care vor avea o rază de curbura de minimum 3...5 ori lățimea acestora.
- (9) Conductele de legătură, pentru apă și nămol, se pot executa din tuburi de beton armat, mase plastice și numai în cazuri speciale din oțel sau fontă.
- (10) La ramificații sau la tronsoane mai lungi de 200 m ale conductelor de nămol precum și la curbele la 90° pe conducte de diametre mici ($D_n 100 \dots D_n 200$ mm) se prevăd piese de curățire amplasate într-un cămin de vizitare.
- (11) Camerele de distribuție sunt construcții, de preferință circulare, care se amplasează pe canalele și conductele de legătură din incinta stațiilor de epurare în scopul repartizării egale sau inegale a apei sau nămolului spre diferite obiecte ale stației de epurare.
- (12) Camerele de distribuție se prevăd cu dispozitive de închidere care pot fi de tipul stavilelor plane (în cazul canalelor deschise) sau de tipul vanelor (în cazul conductelor).
- (13) La dimensionarea camerelor de distribuție se va considera deversarea neînecată peste pereți de lungime egală (sau inegală, după caz).
- (14) Amplasarea camerelor de distribuție în profilul tehnologic se va face astfel încât să fie asigurată, la orice debit, deversarea neînecată. Garda de neînecare se va considera de minim 5-10 cm.
- (15) Se recomandă ca la stațiile mari de epurare, camerele de distribuție să fie definitivate în urma unor încercări pe model.

- (16) Funcție de amplasarea lor pe verticală, camerele de distribuție trebuie prevăzute cu balustrade de protecție în scopul evitării accidentelor.

4.10 Exploatarea stațiilor de epurare

4.10.1 Elaborarea manualului de operare

- (1) Exploatarea stației de epurare cuprinde totalitatea operațiunilor și activităților efectuate de către personalul angajat în vederea funcționării corecte a stației de epurare în scopul obținerii, în final, a unui efluent epurat care să respecte indicatorii de calitate impuși de normele legale în vigoare.
- (2) Ținând seama de mărimea stației de epurare (debit), tehnologia adoptată, componentă (construcții, instalații, obiecte tehnologice), gradul de automatizare a proceselor și dotarea cu aparatură automată de măsură și control a unor indicatori de calitate și proces ai apei uzate, pentru exploatarea și întreținerea corespunzătoare a stației de epurare la nivelul parametrilor de funcționare prevăzuți în proiect este necesară elaborarea unui Manual de operare care să conțină principalele reguli, prevederi și proceduri necesare funcționării corecte a acesteia.
- (3) Manualul de operare se elaborează de antreprenor și se completează pe parcursul funcționării stației de epurare de către beneficiar (primărie, regie de gospodărie comunală, societate privată etc.) sau de operatorii de servicii.
- (4) După definitivare, Manualul de operare se probă de către Consiliul de administrație al unității care exploatează Stația de epurare și de către autoritățile locale (primărie, consiliul local, consiliul județean etc.).
- (5) Manualul de operare se completează și reprobă de fiecare dată când în Stația de epurare se produc modificări constructive și funcționale, reabilitări ale unor obiecte tehnologice, schimbarea unor utilaje și/sau echipamente sau alte operațiuni care ar putea afecta procesele tehnologice. Manualul de operare poate fi reactualizat ținând seama de experiența acumulată în decursul perioadei de exploatare anterioară.
- (6) Prevederile Manualului de operare se aplică integral și în mod permanent de către personalul de operare și întreținere. Personalul va fi examinat periodic, la intervale de cel mult un an sau ori de câte ori se constată o insuficientă cunoaștere a procedurilor de operare, situație care ar putea conduce la o exploatare sau o întreținere necorespunzătoare a construcțiilor și echipamentelor din Stația de epurare.
- (7) Manualul de operare cuprinde în mod detaliat descrierea construcțiilor și instalațiilor, modul în care sunt organizate activitățile de operare și întreținere, responsabilitățile pentru fiecare formație de lucru și loc de muncă, măsurile igienico - sanitare și de protecția muncii, de apărare împotriva incendiilor, sistemul informațional adoptat, evidențele ce trebuie ținute de către personalul de exploatare, modul de conlucrare cu alte societăți colaboratoare, cu beneficiarul etc.
- (8) Manualul de operare conține următoarele capitole și anexe:
- I. Introducere
 - a. Generalități privind investiția.
 - b. Scopul manualului.
 - c. Tabel de abrevieri.
 - II. Descrierea procesului
 - a. Descrierea soluției tehnice implementată pentru stația de epurare (fluxul tehnologic, debite influente în stația de epurare, parametri de calitate influent, parametri de calitate efluent, încărcarea organică, cerințe privind tratarea nămolului).

- b. Descrierea procesului tehnologic pe trepte de epurare și a obiectelor tehnologice; precizarea parametrilor de proiectare.
- III. Activități generale de punere în funcțiune
- a. Pregătirea pentru pornirea stației de epurare (instruirea personalului de exploatare și operare la birou și pe stația de epurare).
 - b. Verificarea stației de epurare (verificarea constructivă, verificarea mecanică, verificarea hidraulică, verificarea instrumentației).
 - c. Pornirea stației de epurare cu apă curată (verificarea etanșeității construcțiilor, verificarea funcționării echipamentelor, testul de oxigenare).
 - d. Pornirea stației de epurare cu apă uzată (pornirea treptei mecanice, pornirea treptei biologice, pornirea treptei de tratare a nămolului)
- IV. Condițiile de operare și control: modurile de operare și succesiunile operaționale ale echipamentelor și sistemului în funcțiune:
- a. Filozofia de control.
 - b. Modurile de operare și succesiunea operațională a echipamentelor.
 - c. Controlul procesului/asigurarea calității/controlul calității:
 - i. Considerații privind parametri specifici.
 - ii. Parametri de proces și controlul calității.
 - iii. Program de determinare a parametrilor de calitate online și în laborator.
- V. Proceduri pentru remedierea defecțiunilor care apar în stațiile de epurare, pe baza manualelor de operare și întreținere a echipamentelor.
- VI. Închiderea normală și de urgență
- a. Închiderea normală a fiecărui obiect tehnologic în vederea executării reviziilor tehnice.
 - b. Închideri când apar urgențe (vane de siguranță, praguri deversoare – comutatoare de presiune, dispozitive de alarmă).
- VII. Scenarii de avarii și operabilitate (Studiu Hazop):
- a. Obiectul tehnologic/echipamentul.
 - b. Abaterea.
 - c. Cauza posibilă.
 - d. Consecința (considerată fără măsuri de siguranță).
 - e. Măsuri de siguranță.
 - f. Acțiuni suplimentare.
- VIII. Baza legală de identificare, de evaluare și de prevenire a incidentelor și accidentelor de muncă în exploatarea stațiilor de epurare urbane
- a. Simboluri de siguranță folosite.
 - b. Riscuri privind securitatea și sănătatea în muncă (SSM) specifice în exploatare:
 - i. Factori de risc identificați pentru fiecare funcție.
 - ii. În ceea ce privește mediul de muncă.
 - iii. În ceea ce privește sarcina de muncă.
 - iv. În ceea ce privește executantul.
 - c. Baza legală de identificare, de evaluare și de prevenire a incidentelor și a accidentelor de muncă în exploatarea stațiilor de epurare.
 - d. Semnalizarea de securitate la stațiile de epurare.
 - e. Măsuri de acordare a primului ajutor în caz de accidente.
 - f. Echipamentele individuale de protecție recomandate.
- ANEXE:
- a. Planurile de situație și schemele funcționale.
 - b. Lista pieselor de schimb.
 - c. Program de întreținere planificată a echipamentelor .
 - d. Manualele de operare și întreținere a utilajelor și echipamentelor montate în sistem.

4.10.2 Exploatarea și urmărirea funcționării stației de epurare

- (1) Exploatarea stației de epurare începe odată cu punerea în funcțiune cu apă uzată și efectuarea lucrărilor de recepție și intră în regim normal de funcționare după primirea avizului de funcționare, atunci când apa uzată epurată a atins parametrii optimi de evacuare conform Autorizației de gospodărire a apelor, emisă de Administrația Națională „Apele Române”, cu o stabilitate minimă de 14 zile consecutive, respectând normele în vigoare (norma tehnică NTPA 011).
- (2) Exploatarea stației de epurare ape uzate municipale se face pe baza Manualului de operare și a procedurilor. Procedurile de operare sunt acțiuni detaliate ale fiecărui segment al planului de control a procesului. Aceste proceduri, pot fi dezvoltate de personalul stației de epurare sau de consultanți externi, specializați în operarea stațiilor de epurare.
- (3) Procedurile sunt scrise cu instrucțiuni directe despre efectuarea fiecărei acțiuni, (acțiune care este obligatorie, nu sugerată). Procedura cuprinde:
 - a. denumirea procedurii;
 - b. numărul și data emiterii;
 - c. scopul și domeniul de aplicare;
 - d. responsabilități de punere în aplicare (department, funcție etc.);
 - e. descrierea pas cu pas a procedurii;
 - f. semnătura celui care a întocmit procedura.
- (4) Concluziile documentului de recepție provizorie a lucrărilor se înlocuiesc după un an cu concluziile finale cuprinse într-un Raport final privind funcționarea stației de epurare. Raportul final se întocmește pe baza înregistrărilor din Baza de date, pentru stațiile monitorizate prin SCADA și/sau pe baza înregistrărilor din Registrul stației de epurare la care vor fi atașate Rapoartele de încercări cu parametrii de calitate a apelor uzate influente și efluente, elaborate de un laborator acreditat.
- (5) Urmărirea stației de epurare are drept scop buna funcționare a acesteia, precum și colectarea de date (un istoric) care să ajute la optimizarea funcționării acesteia. Urmărirea funcționării stației se poate împărți în două grupe:
 - a. urmărirea generală a funcționării stației de epurare;
 - b. urmărirea funcționării fiecărui obiect tehnologic al stației de epurare.
- (6) Urmărirea generală a funcționării stației presupune:
 - a. comportarea elementelor constructive în timpul exploatării, abaterile înregistrate și modul de soluționare;
 - b. funcționarea aparaturii de măsură și control, inclusiv a senzorilor de calitate și proces;
 - c. funcționarea echipamentelor, ore de funcționare, abaterile înregistrate și modul de soluționare;
 - d. debitele de apă uzată: orare, mediile săptămânale și lunare și variațiile acestora în timp;
 - e. calitatea apelor uzate brute și epurate, variațiile parametrilor în timp, abaterile înregistrate și modul de soluționare;
 - f. verificarea măsurilor luate pentru funcționare în cazuri extreme (precipitații abundente, deversări ape industriale etc.);
 - g. controlul stocului de reactivi;
 - h. verificarea pregătirii profesionale a personalului;
 - i. modul în care sunt distribuite sarcinile personalului și modul de primire a serviciilor și de raportare a îndeplinirii;
 - j. existența materialului de protecția muncii;
 - k. controlul stării de sănătate a personalului de exploatare;
 - l. respectarea măsurilor de protecția muncii și a măsurilor de igienă;
 - m. controlul indicatorilor de performanță a stației:
 - i. calitatea apei și a nămolului (numărul de zile cu parametri depășiți);

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL II
SISTEME DE CANALIZARE
CAPITOLUL 4
Stații de epurare

- ii. cauzele producerii depășirilor (măsurile luate, efecte);
- iii. debitul de apă epurat;
- iv. consumul de energie, kWh/m³;
- v. consumul de reactivi, g/m³;
- vi. starea reparațiilor începute în stația de epurare și compararea cu graficul de execuție;
- vii. controlul penalizărilor date pentru neconformare.

(7) Pentru urmărirea funcționării fiecărui obiect tehnologic al stației de epurare se respectă prevederile din Manualul de operare.

(8) Recomandările privind analizele uzuale efectuate pentru urmărirea funcționării obiectelor tehnologice din stația de epurare și menținerea în parametrii optimi a proceselor tehnologice din stația de epurare sunt prezentate în tabelul următor.

Tabelul 4.52. Recomandări privind punctele de recoltare, analize uzuale efectuate, frecvențele de prelevare și tipul de eșantion necesar pentru procesele din stațiile de epurare a apelor uzate.

Obiect tehnologic	Locul prelevării	Parametri	Probă		
			Laborator		Senzori ¹
			Frecvența	Tip	Frecvența
Deznisipator – separator de grăsimi aerat	nisip	s.u	1/săptămână	compozită ² /24h	
		S.V.	1/săptămână	compozită ² /24h	
Decantor primar	influent	CBO ₅	1/zi	compozită ² /24h	
		CCO-Cr	1/zi	compozită ² /24h	
		MTS	1/zi	compozită ² /24h	
		pH	1/zi	compozită ² /24h	
		NH ₄ ⁺	1/zi	compozită ² /24h	
		N _T sau NTK	1/zi	compozită ² /24h	
	efluent	CBO ₅	1/zi	compozită ² /24h	Sensor substanțe organice (CCO-Cr sau CBO ₅) -la 2 ore-
		CCO-Cr	1/zi	compozită ² /24h	
		MTS	1/zi	compozită ² /24h	Sensor MTS -la 2 ore-
		pH	1/zi	compozită ² /24h	Sensor pH -continuu-
		NH ₄ ⁺	1/zi	compozită ² /24h	Sensor azot (N-NH ₄ ; N _T) -la 2 ore-
		N _T sau NTK	1/săptămână	compozită ² /24h	
		P _T	1/zi	compozită ² /24h	Sensor fosfor -la 12 ore-
	Conductivitate	1/zi	compozită ² /24h	Sensor conductivitate -continuu-	
nămol primar	s.u	1/săptămână	compozită ² /24h		
	S.V.	1/săptămână	compozită ² /24h		
Bazine cu nămol activat	influent	CCO-Cr	1/zi	compozită ² /24h	
		CBO ₅	1/zi	compozită ² /24h	
		MTS	1/zi	compozită ² /24h	
		pH	1/zi	compozită ² /24h	
		NH ₄ ⁺	1/zi	compozită ² /24h	
		N _T sau NTK	1/zi	compozită ² /24h	
	conținut BNA (amestec nămol activat și apă uzată)	O.D.			Sensor O ₂ dizolvat -continuu-
		temperatură			Sensor temperatură -continuu-
		MTS			Sensor MTS -continuu-

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL II
SISTEME DE CANALIZARE
CAPITOLUL 4
Stații de epurare

		sediment la 30 min	1/săptămână	momentană		
		IVN	1/săptămână	momentană		
		s.u.	1/săptămână	momentană		
		S.V.	1/săptămână	momentană		
		Analiza la microscop a nămolului activat	1/săptămână	momentană		
Filtru biologic/ contactori biologici	influent	CBO ₅	1/zi	compozită ² /24h	Sensor substanțe organice (CCO-Cr sau CBO ₅) -la 2 ore-	
		CCO-Cr	1/zi	compozită ² /24h		
		MTS	1/zi	compozită ² /24h	Sensor MTS -la 2 ore-	
		pH	1/zi	compozită ² /24h	Sensor pH -continuu-	
		NH ₄ ⁺	1/zi	compozită ² /24h	Sensor azot (N-NH ₄ ; N _T) -la 2 ore-	
		N _T sau NTK	1/săptămână	compozită ² /24h		
	efluent	P _T	1/zi	compozită ² /24h	Sensor fosfor -la 12 ore-	
		OD	1/zi	momentană		
		temperatura	1/zi	momentană		
		NH ₄ ⁺	1/săptămână	compozită ² /24h		
Decantor secundar	efluent	NO ₃	1/săptămână	compozită ² /24h		
		CBO ₅	1/zi	compozită ² /24h	Sensor substanțe organice (CCO-Cr sau CBO ₅) -la 2 ore-	
		CCO-Cr	1/zi	compozită ² /24h		
		MTS	1/zi	compozită ² /24h	Sensor MTS -la 2 ore-	
		N _T sau NTK	1/zi	compozită ² /24h	Sensor azot (N-NH ₄ ⁺ ; NO ₃ ⁻ ; N _T) -la 2 ore-	
		NH ₄ ⁺	1/zi	compozită ² /24h		
	P _T	1/zi	compozită ² /24h	Sensor fosfor -la 12 ore-		
Stabilizator de nămol	influent	s.u.	1/zi	momentană		
		S.V.	1/zi	momentană		
		pH	1/zi	momentană		
	conținut SN	pH				Sensor pH -continuu-
		temperatura				Sensor temperatură -continuu-
		O.D.				Sensor O ₂ dizolvat -continuu-
		s.u.	1/zi	momentană		
	nămol stabilizat	S.V.	1/zi	momentană		
		s.u.	1/zi	momentană		
		S.V.	1/zi	momentană		
		pH	1/zi	momentană		
Rezervor de fermentare a nămolului	influent	s.u.	1/zi	momentană		
		S.V.	1/zi	momentană		
		pH	1/zi	momentană		
		alcalinitate	1/săptămână	momentană		
	conținut RFN	temperatura				Sensor temperatură -continuu-
		acizi volatili	1/săptămână	momentană		
		alcalinitate	1/săptămână	momentană		
		pH				Sensor pH -continuu-
		metale grele	1/lună	momentană		
		acizi volatili	1/săptămână	momentană		

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL II
SISTEME DE CANALIZARE
CAPITOLUL 4
Stații de epurare

	nămol fermentat	s.u.	1/zi	momentană	
		S.V.	1/zi	momentană	
	supernatant ³	CCO-Cr	1/zi	momentană	
		MTS	1/zi	momentană	
		CBO ₅	1/zi	momentană	
		N _T	1/săptămână	momentană	
		P _T	1/săptămână	momentană	
biogaz	CH ₄ sau CO ₂	1/zi	momentană		
Concentrator de nămol gravitațional	influent	s.u.	1/zi	momentană	
	nămol concentrat	s.u.	1/zi	momentană	
	supernatant	CCO-Cr	1/zi	momentană	
		MTS	1/zi	momentană	
		CBO ₅	1/zi	momentană	
		N _T	1/săptămână	momentană	
		P _T	1/săptămână	momentană	
Flotație cu aer dizolvat/filtru bandă/centrifugă/ instalație de concentrare cu tambur rotativ	influent	s.u.	1/zi	momentană	
		pH	1/zi	momentană	
	nămol concentrat	s.u.	1/zi	momentană	
		pH	1/zi	momentană	
	supernatant	CBO ₅	1/zi	momentană	
		CCO-Cr	1/zi	momentană	
		MTS	1/zi	momentană	
		N _T	1/zi	momentană	
		P _T	1/zi	momentană	
		pH	1/zi	momentană	
Filtru bandă presă/ Filtru presă/ Centrifugă/	influent	s.u.	1/zi	compozită ² /24h	
	nămol deshidratat	s.u.	1/zi	compozită ⁴	
		S.V.	1/zi	compozită ⁴	
	supernatant	MTS	1/zi	momentană	
		CBO ₅	1/zi	momentană	
		CCO-Cr	1/zi	momentană	
		N _T	1/zi	momentană	
P _T	1/zi	momentană			

¹Stațiile de epurare dotate cu senzori pot monitoriza parametrii de calitate cu senzori de calitate și verifica prin analize de laborator la interval mai mari.

²Probă compozită - O combinație de probe individuale de apă sau de apă uzată prelevate la intervale prestabilite pentru a minimiza efectul variabilității probei individuale. Probele individuale pot fi de volum egal sau pot fi proporționale cu debitul în momentul prelevării.

³În cazul RFN cu evacuare de supernatant.

⁴Probă compozită formată din 3 probe momentante, din nămolul deshidratat într-o zi.

(9) Pentru efectuarea analizelor uzuale de laborator recomandate în tabelul anterior, laboratorul stației de epurare necesită o dotare minimă cu aparatură de laborator și accesorii de laborator conform tabelului următor.

Tabelul 4.53. Dotarea mfigurinimă cu aparatură de laborator și accesorii de laborator necesare pentru efectuarea analizelor uzuale.

Nr. crt.	Denumire aparat / accesorii de laborator	Scop / Necesitate
1	Spectrofotometru UV-VIS	Necesar în determinarea diferiților indicatori la lungimi de undă variate. Se pot determina indicatorii: azot amoniacal, fosfor total / fosfați, azoțiți, azotați, detergenți sintetici anionici etc.
2	Balanță analitică	Utilizată pentru cântăriri de precizie. Cântărirea cu mare precizie a cantităților de reactivi necesare preparării de soluții cu anumite concentrații. Este un instrument indispensabil în determinarea următorilor indicatori: -materii totale în suspensie (105°C); -reziduu total filtrabil, uscat la 105°C; -reziduu total filtrabil fix, calcinat la 550°C;

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL II
SISTEME DE CANALIZARE**
**CAPITOLUL 4
Stații de epurare**

Nr. crt.	Denumire aparat / accesorii de laborator	Scop / Necesitate
		-indicatori specifici nămolului activat.
3	Balanță tehnică	Utilizată pentru cântăriri grosiere, care nu necesită precizie foarte mare.
4	Distilator	Produce apa distilată necesară în cadrul determinărilor de laborator.
5	Etuvă termoreglabilă	Utilizată pentru tratamente termice (uscare, evaporare) aplicate probelor de apă uzată și nămol în vederea determinării unor indicatori și pentru pregătirea probelor pentru alte determinări și analize. Utilizată și pentru aducerea la greutate constantă a filtrelor, fiolelor de cântărire, creuzetelor, capsulelor etc.
6	Cuptor electric de calcinare	Utilizat la determinarea următorilor indicatori: -mineral; -volatil;
7	Termobalanță	Utilizată pentru determinarea substanței uscate din nămoluri.
8	Baie de nisip electrică	Utilizată pentru uscarea la sec și mineralizarea probelor, ca etapă intermediară în desfășurarea analizelor pentru indicatorii: reziduu filtrabil, azot total Kjeldahl etc.
9	Multiparametru: pH-metru și conductometru	Utilizat pentru determinarea pH-ului și conductivității.
10	Aparat pentru determinarea consumului chimic de oxigen	Utilizat pentru determinarea CCO-Cr.
11	Aparat pentru determinarea consumului biochimic de oxigen	Utilizat pentru determinarea CBO ₅ .
12	Incubator cu termostatare	Utilizat pentru asigurarea constantă a temperaturii de 20°C necesară la determinarea CBO ₅ .
13	Sistem de filtrare cu vid, cu pompa de vid aferentă	Utilizat pentru analiza suspensiilor totale și a reziduuului filtrat.
14	Aparat Soxhlet	Utilizat pentru determinarea substanțelor extractibile în solvenți organici.
15	Microscop binocular	Observarea la microscop a biocenozei nămolului activat și a biofilmului.
16	Frigider de laborator	Păstrarea probelor de apă uzată
17	Nișă chimică	Exhaustarea vaporilor toxici rezultați de la prepararea unor reactivi.
18	Masă specială pentru balanță	Poziționarea balanței pe masă cu antivibrații.
19	Conuri gradate Imhoff cu suportii aferenți	Utilizați pentru determinarea sedimentului la 30 de minute.
20	Prelevatoare manuale de probe	Prelevare probe momentane de apă uzată, apă epurată.
23	Sticlărie de laborator aferentă (cilindri gradați, sticle de ceas, creuzet, pahare Erlenmayer și Berzelius, pipete automate, biurete automate etc.)	Necesare pentru efectuarea analizelor.

4.10.3 Măsuri de protecție a muncii și a sănătății populației

4.10.3.1 Măsuri de protecția și securitatea muncii pentru stațiile de epurare

- (1) În exploatarea și întreținerea construcțiilor și instalațiilor din stația de epurare se vor respecta și aplica toate regulile de protecția muncii cuprinse în materialele cu caracter normativ ca și în actele care conțin prevederi ce au contingență cu specificul lucrărilor și activităților care se desfășoară într-o stație de epurare.
- (2) În cadrul Manualului de operare se va insista în mod deosebit asupra regulilor și măsurilor privind:
 - a. accesul în diferite cămine și camere de inspecție a armăturilor sau aparaturii, în canale deschise, bazinele de aspirație a pompelor sau în bazinele obiectelor tehnologice etc., a personalului de exploatare din punct de vedere al coborârii, circulației în spațiile respective, manevrării capacelor și dispozitivelor respective etc.;

- b. circulația în lungul bazinelor deschise, pe platforma de manevră a robinetilor de introducere a reactivilor în bazine etc.;
 - c. folosirea echipamentului de protecție și de lucru;
 - d. efectuarea unor operațiuni la lumină artificială, în medii cu un grad ridicat de umiditate;
 - e. marcarea cu panouri și plăcuțe avertizoare a locurilor periculoase (înalță tensiune, pericol de cădere, acumulări de gaze inflamabile etc.);
 - f. manevrarea panourilor de aerare, a electropompelor, vanelor, electrosuflantelor, mixerelor etc.;
 - g. activitatea pe șantier ce se desfășoară cu ocazia remedierii avariilor (sprijinirea malurilor, coborârea în tranșee, folosirea utilajelor de intervenție ca motopompe, pickamere, electropompe, compresoare, macarale, aparate de sudură etc.);
 - h. activitatea pe timp friguros care comportă măsuri deosebite privind echipele de lucru (în cazul instalațiilor în aer liber), circulația spre obiectele tehnologice și pe pasarelele aferente unde accesul poate deveni periculos prin alunecare pe gheață, utilizarea sculelor și dispozitivelor pentru îndepărtarea gheții, ș.a.m.d.
 - i. asigurarea ventilării corespunzătoare a camerelor și a bazinelor înainte de accesul personalului de exploatare pentru prevenirea asfixierilor din lipsă de oxigen sau inhalării unor gaze letale;
 - j. folosirea echipamentului electric antiexploziv;
 - k. controlul periodic al atmosferei din spațiile închise pentru a determina prezența gazelor toxice și inflamabile;
 - l. interdicțiile privind utilizarea surselor de aprindere în apropierea instalațiilor, construcțiilor, canalelor și căminelor de vizitare unde s-ar putea produce și acumula gaze inflamabile;
 - m. circulația în jurul electropompelor, electrosuflantelor, a tablourilor electrice și a mixerelor din bazinul de epurare fizico-chimică și din stabilizatorul de nămol, nefiind admis ca în spațiile dintre agregate, dintre acestea și pereți, etc. Să se depoziteze materiale, scule, piese ș.a. care să stingherească operațiunile de manevrare și control, de demontare-montare, revizii etc.;
 - n. protejarea golurilor din planșee și pasarele cu parapete de protecție în cazul în care acestea nu au capace;
 - o. pasarelele de acces la diferitele părți ale instalațiilor să fie confecționate din tablă striată sau din panouri cu împletitură metalică și bordaj din cornier, în scopul reducerii pericolului de alunecare;
 - p. ungerea pieselor în mișcare să se facă numai după oprirea agregatelor respective;
 - q. manipularea agregatelor să se facă numai cu mijloace de ridicare adecvate, nefiind admisă folosirea de mijloace de ridicare improvizate;
 - r. asigurarea, în spațiile în care este necesar acest lucru, a microclimatului și a ventilației;
 - s. sistemele pentru livrarea, acumularea, depozitarea, amestecul și adaugarea substanțelor chimice și a substanțelor periculoase trebuie să fie proiectate astfel încât să nu existe riscul datorat lichidelor, gazelor, vaporilor și prafului, pentru persoane și mediu.
- (3) În Manualul de operare se va preciza modul în care se face instructajul personalului de specialitate, îmborspătarea periodică a cunoștințelor acestuia, afișarea la locurile de muncă a principalelor reguli de protecția muncii, acordarea primului ajutor în caz de accidentare etc.

4.10.3.2 Protecția sanitară

- (1) Manualul de operare al stației de epurare va cuprinde și prevederi referitoare la aspectele igienico-sanitare, prevederi stabilite în mod obligatoriu în colaborare cu organele locale ale inspecției sanitare de stat.
- (2) Privitor la personalul de exploatare, conducerea administrativă va preciza felul controlului medical, periodicitatea acestuia, modul de utilizare a personalului găsit cu anumite contraindicații medicale, temporare sau permanente, minimum de noțiuni igienico-sanitare care trebuie cunoscute de anumite categorii de muncitori etc.

- (3) Privitor la protecția sanitară a stațiilor de epurare se va stabili (cu respectarea prevederilor cuprinse de legislația în vigoare), modul în care se reglementează, îndeosebi următoarele:
- delimitarea și marcarea zonei de protecție (în cazul stațiilor de epurare izolate);
 - modul de utilizare a terenului care constituie zona de protecție;
 - execuția săpăturilor, depozitarea de materiale, realizarea de conducte, puțuri sau alte categorii de construcții în interiorul zonei de protecție.
- (4) Societatea care exploatează și întreține stațiile de epurare este obligată să acorde îngrijirea necesară personalului de exploatare, în care scop:
- va angaja personalul de exploatare numai după un examen clinic, radiologic și de laborator făcut fiecărei persoane;
 - va asigura echipamentul necesar de lucru pentru personal (cizme, mănuși de cauciuc, ochelari de protecție, măști de gaze, centură de salvare cu frânghie etc.) conform prevederilor legale în vigoare;
 - dotările pentru igienă se stabilesc în funcție de capacitatea și amplasamentul stației de epurare. Acestea trebuie să includă:
 - spălarea și curățarea hainelor de protecție, inclusiv pantofii și cizmele;
 - igiena personalului (chiuvete și dușuri);
 - servirea meselor și prepararea băuturilor;
 - spații pentru efectele personale;
 - materiale de prim ajutor.
 - va face instructajul periodic de protecție sanitară (igienă) conform prevederilor legale în vigoare;
 - în stația de epurare va exista o trusă farmaceutică de prim ajutor, eventual un aparat de respirat oxigen cu accesoriile necesare pentru munca de salvare;
 - se vor asigura muncitorilor condiții decente în care să se spele, să se încălzească și să servească masa (o încăpere încălzită și vestiar cu dușuri cu apă rece și apă caldă);
 - medicul societății care exploatează și întreține sistemul de canalizare este obligat să urmărească periodic (lunar) starea de sănătate a personalului de exploatare;
 - personalul stației de epurare se va supune vaccinării contra tuturor bolilor transmisibile din apa uzată, impuse de Ministerul Sănătății, la intervalele prevăzute de instrucțiunile emise de către acesta.
- (5) Funcție de mărimea și importanța stației de epurare, beneficiarul va lua măsurile de protecție și securitate a muncii, precum și de protecție sanitară care se impun pentru cazul respectiv.

4.10.3.3 Măsuri de apărare împotriva incendiilor

- (1) În general, în stațiile de epurare pericolul de incendiu poate apare în locurile și în situațiile în care se pot produce gaze de fermentare sau degajări de vapori în canale datorate prezenței unor substanțe inflamabile (eter, dicloretan, benzină etc.) în apa uzată provenită de la unele industrii sau societăți comerciale care nu respectă, la evacuarea în rețeaua de canalizare, prevederile tehnice legale în vigoare.
- (2) Incendiul poate apare și în locurile unde există substanțe inflamabile (laboratoare de analiză a apei și nămolului, magazine, depozit de carburanți, centrală termică, sobe care utilizează drept carburant gazele naturale etc.).
- (3) În toate spațiile cu risc mare de incendiu se respectă prevederile atât a ornelor generale de apărarea împotriva incendiilor, a normelor de apărare împotriva incendiilor specifice diverselor domenii de activitate, cât a dispozițiilor generale de apărare împotriva incendiilor adoptate pentru anumite domenii de activitate (unități sanitare, clădiri de birouri, spații și construcții pentru comerț).

- (4) Dintre măsurile suplimentare care trebuie luate, se menționează mai jos câteva, specifice construcțiilor și instalațiilor din sistemul de canalizare:
- asigurarea ventilării corespunzătoare a camerelor și a bazinelor înainte de accesul personalului de exploatare pentru prevenirea asfixierilor din lipsă de oxigen, inhalării unor gaze letale sau aprinderii unor vapori inflamabili;
 - folosirea echipamentului electric antiexploziv;
 - controlul periodic al atmosferei din spațiile închise pentru a determina prezența gazelor toxice și inflamabile;
 - interdicțiile privind utilizarea surselor de aprindere în apropierea instalațiilor, rezervoarelor de fermentare a nămolului, construcțiilor, canalelor și căminelor de vizitare unde s-ar putea produce și acumula gaze inflamabile;
 - spațiile, încăperile ori clădirile încadrate ca fiind locuri periculoase (tablouri electrice, zone cu instalații electrice de înaltă tensiune, zonele unde există pericolul de cădere/accidentare a utilizatorilor, spațiile unde se pot acumula gaze inflamabile etc.) se marchează cu indicatoarele de securitate prevăzute în Hotărârea Guvernului nr. 971/2006 privind cerințele minime pentru semnalizarea de securitate și/sau de sănătate la locul de muncă.
- (5) Echiparea construcțiilor și instalațiilor aferente clădirilor specifice sistemelor de canalizare se realizează în conformitate cu prevederile normativului P 118/2.
- (6) Se asigură echiparea construcțiilor/spațiilor și instalațiilor aferente stațiilor de epurare cu stingătoare de incendiu în conformitate cu prevederile Normelor generale de apărare împotriva incendiilor, aprobate prin Ordinul ministrului administrației și internelor nr. 163/2007 și a Normelor tehnice privind utilizarea, verificarea, reîncărcarea, repararea și scoaterea din uz a stingătoarelor de incendiu, aprobate prin Ordinul ministrului afacerilor interne nr. 138/2015.
- (7) Pe durata exploatării spațiilor și construcțiilor aferente rețelelor de canalizare, stingătoarele de incendiu precizate la alin. 6 se utilizează, verifică, reîncărcă, repară și se scot din uz, în conformitate cu prevederile Normelor tehnice privind utilizarea, verificarea, reîncărcarea, repararea și scoaterea din uz a stingătoarelor de incendiu, aprobate prin Ordinul ministrului afacerilor interne nr. 138/2015 și de către persoanele autorizate potrivit legislației specifice.
- (8) Echiparea cu instalații de detectare, semnalizare, alarmare și stingere a incendiilor se realizează în conformitate cu prevederile normativului P118/3.

4.11 Execuția lucrărilor stației de epurare

- Execuția stației de epurare se face în conformitate cu proiectul elaborat pentru stația de epurare respectivă.
- Realizarea efectivă a obiectelor stației de epurare ține cont de complexitatea acestora și de specificul fiecărui obiect în parte.
- În cazul stațiilor de epurare monobloc, lucrările de execuție se rezumă la amenajarea platformei de amplasare, la racordarea la sursa de apă pentru apa brută și, la rezervor pentru apa tratată, la racordarea la instalația electrică, asigurarea sursei de încălzire pentru funcționarea stației.
- Funcție de dimensiunea și greutatea obiectului, amplasamentul se alege astfel încât să nu fie nevoie de un drum special de acces sau gabarit deosebit pentru utilajul de descărcare/așezare pe amplasament. Va fi preferat echipamentul livrabil din părți componente.

4.11.1 Elemente privind execuția construcțiilor din cadrul stațiilor de epurare

- Pentru realizarea lucrărilor din beton, beton armat, vor fi consultate normativele de specialitate. Se respectă condițiile:

- a. realizarea unui beton etanș;
- b. respectarea cotelor de amplasare (fundatie, conducte etc.).

(2) Elemente privind execuția construcțiilor din beton sunt date în normativul NP 133 volumul III.

4.11.2 Elemente privind execuția instalațiilor hidraulice aferente obiectelor tehnologice

- (1) Pentru execuția instalațiilor hidraulice se respectă următoarele reguli:
 - a. se realizează elemente prefabricate ce se montează pe amplasamen. Înainte de montaj se verifică încă o dată cota de amplasare. În caz de neconcordanță, proiectantul va lua o decizie;
 - b. la montarea pompelor se verifică orizontalitatea postamentului, cotele de racordare a conductelor și poziția normală pe ax a flanșelor de legătură cu instalația hidraulică. Nu se forțează aducerea la normalitate prin "strângerea în șuruburi" deoarece consecințele pot fi mari: vibrații, ruperea flanșelor, deteriorarea rapidă a rulmenților etc.;
 - c. instalația hidraulică se montează pentru a fi accesibilă (minimum 20 cm între orice piesă, conductă și un perete de construcție/installație), vanele se montează în poziție accesibilă pentru manevrarea manuală, chiar dacă instalația are comandă automată. Se verifică modul de acțiune în caz de avarie la instalația de automatizare. Concluziile fac parte din regulamentul de exploatare;
 - d. pentru instalația electrică (iluminat și forța) se respectă prescripțiile normelor tehnice în vigoare;
 - e. instalația de automatizare se realizează de personal specializat, în conformitate cu cerințele proiectului.
- (2) După terminarea lucrărilor se procedează la verificarea acestora. Verificarea se referă atât la elementele de construcții, cât și la instalațiile hidraulice, mecanice, electrice, efectuându-se cu respectarea standardelor în vigoare și a actelor cu caracter normativ.
- (3) Se are în vedere, în special condițiile tehnice privind:
 - a. echiparea cu aparate corespunzătoare;
 - b. folosirea echipamentelor prevăzute în proiect;
 - c. respectarea traseelor conductelor, a diametrelor și tipurilor de materiale stabilite în proiect;
 - d. montarea și funcționarea corespunzătoare a armăturilor aferente stației de epurare și a tuturor echipamentelor auxiliare;
 - e. rigiditatea fixării elementelor de instalații de elementele de construcții;
 - f. aspectul estetic general al instalațiilor.
- (4) Printre condițiile obligatorii de efectuare a recepției se numără întocmirea Cărții tehnice a Construcției care conține cel puțin:
 - a. documentele de calitate și de garanție a materialelor, utilajelor, aparatelor și echipamentelor folosite în execuție;
 - b. cărțile tehnice de punere în funcțiune și exploatare a utilajelor, aparatelor, echipamentelor mecanice și electrice;
 - c. planurile conforme cu execuția pentru toate obiectivele investiției.
- (5) Scopul recepției este să verifice:
 - a. realizarea lucrărilor de construcții-montaj în conformitate cu documentația tehnico-economică și cu prescripțiile tehnice;
 - b. îndeplinirea condițiilor pentru exploatarea normală.
- (6) După terminarea lucrărilor de montaj tehnologic se face proba tehnologică a fiecărui obiect și a stației în ansamblu, la care este obligatoriu să participe și personalul de exploatare al stației de epurare. Se verifică:
 - a. amplasamentul obiectelor (cotele pe verticală sunt foarte importante);

- b. funcționalitatea elementelor componente (vane, pompe, instalația de semnalizare);
 - c. etanșeitarea fiecărei părți componente, conform caietului de sarcini sau cerințelor furnizorului;
 - d. capacitatea de transport;
 - e. indicatorii de performanță;
 - f. eficiența tehnologică a fiecărui subansamblu și a ansamblului în totalitate și anume: capacitatea de epurare (debit), eficiența reală de epurare, consumul de apă, consumul de reactivi, energie pentru funcționarea normală, durate de operare obiecte etc.
- (7) Toate elementele principale rezultate constituie puncte de reper pentru concretizarea regulamentului de exploatare.
- (8) Se verifică modul de realizare a perimetrului de regim sever și a protecției stației contra vandalismului.
- (9) Se verifică racordarea stației de epurare la ansamblul sistemului de canalizare și se procedează la punerea în funcțiune pentru o exploatare normală.
- (10) Se pune în funcțiune și se verifică calitatea apei epurate. Stația intră în funcțiune numai după obținerea autorizației de funcționare, în conformitate cu reglementările tehnice în vigoare.
- (11) Parametrii finali de exploatare se stabilesc prin măsurarea performanței și constituie valori de referință pentru exploatare.
- (12) Personalul de exploatare prezintă periodic rapoarte asupra modului de funcționare, comportării în perioadele grele (iarna, pe durata secetei, după viitură etc.).
- (13) La execuția obiectelor, se urmăresc, în mod special, următoarele elemente:
- a. realizarea unor cuve etanșe (cu atenție specială la trecerea conductelor prin pereți);
 - b. realizarea sistemelor de aerare care să asigure o distribuție uniformă a aerului în bazinele de aerare;
 - c. muchiile jgheburilor de colectare a apei să fie orizontale (orizontalitatea fiind obținută din beton și nu din tencuiala aplicată pe beton).
- (14) În cazul în care există mai multe obiecte similare, se verifică modul de repartiție a debitului între acestea.
- (15) Se verifică capacitatea sistemului de preaplin și capacitatea de transport a rețelelor de incintă.
- (16) Recepția lucrărilor executate se face după normele tehnice în vigoare. Recepția privește două aspecte fundamentale ale lucrării:
- a. aspectul cantitativ: sunt realizate toate lucrările prevăzute în proiect;
 - b. aspectul calitativ: calitatea lucrărilor este conformă, pe obiecte și în ansamblu, realizează parametrii tehnologici pentru care a fost executată (cantitate și calitate apă epurată).
- (17) În urma recepției, beneficiarul preia lucrarea și Cartea tehnică a construcției întocmită de constructor pe baza documentației prezentate. Prin cunoașterea performanțelor de care este capabilă instalația, se poate elabora regulamentul de exploatare a lucrării.

Bibliografie

- [1] DWA 131 - 2016 - Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen.
- [2] DWA T4 - 2016 – Bemessung von Klaranlagen in warmen und kalten Klimazonen.
- [3] European Commision – Extensive wastewater treatment processes adapted to small and medium sized comunities (500 to 5000 l.e).
- [4] DWA 281-A - 2021- Bemessung von Tropfkörperanlagen, Anlagen mit Rotationstauchkörpern und Anlagen mit getauchten Festbetten.
- [5] DWA 229 - 2017 - Systeme zur Belüftung und Durchmischung von Belebungsanlagen – Teil 1: Planung, Ausschreibung und Ausführung.
- [6] T. Melina, B. Jeffersonb, D. Bixioc, C. Thoeyec, W. De Wildec, J. De Koningd, J. van der Graaf d and T. Wintgens - Membrane bioreactor technology for wastewater treatment and reuse - Desalination 187 (2006) 271–282.
- [7] DWA-A 226 – 2021 - Grundsätze für die Abwasserbehandlung in Belebungsanlagen mit gemeinsamer aerober Schlammstabilisierung ab 1.000 Einwohnerwerten.
- [8] DWA-A 202 – 2011 - Chemisch-physikalische Verfahren zur Elimination von Phosphor aus Abwasser.

EDITOR: PARLAMENTUL ROMÂNIEI — CAMERA DEPUTAȚILOR



„Monitorul Oficial” R.A., Str. Parcului nr. 65, sectorul 1, București; 012329
C.I.F. RO427282, IBAN: RO55RNCB0082006711100001 BCR
și IBAN: RO12TREZ7005069XXX000531 DTCPMB (alocat numai persoanelor juridice bugetare)
Tel. 021.318.51.29/150, fax 021.318.51.15, e-mail: marketing@ramo.ro, www.monitoruloficial.ro
Adresa Centrului pentru relații cu publicul este: șos. Panduri nr. 1, bloc P33, sectorul 5, București; 050651.
Tel. 021.401.00.73, 021.401.00.78, e-mail: concursurifp@ramo.ro, convocariaga@ramo.ro
Pentru publicări, încărcați actele pe site, la: <https://www.monitoruloficial.ro/brp/>





MONITORUL OFICIAL

AL

ROMÂNIEI

Anul 191 (XXXV) — Nr. 44 bis

PARTEA I
LEGI, DECRETE, HOTĂRĂRI ȘI ALTE ACTE

Luni, 16 ianuarie 2023

SUMAR

Pagina

Anexa la Ordinul ministrului dezvoltării, lucrărilor publice și administrației nr. 19/2023 pentru aprobarea reglementării tehnice „Normativ privind proiectarea, execuția și exploatarea sistemelor de alimentare cu apă și canalizare ale localităților, indicativ NP 133-2022, volumul III — Structuri hidroedilitare din beton armat și beton precomprimat”	3-192
--	-------

ACTE ALE ORGANELOR DE SPECIALITATE ALE ADMINISTRAȚIEI PUBLICE CENTRALE

MINISTERUL DEZVOLTĂRII, LUCRĂRILOR PUBLICE ȘI ADMINISTRAȚIEI

ORDIN

pentru aprobarea reglementării tehnice „Normativ privind proiectarea, execuția și exploatarea sistemelor de alimentare cu apă și canalizare ale localităților, indicativ NP 133-2022, volumul III — Structuri hidroedilitare din beton armat și beton precomprimat”*)

În conformitate cu prevederile art. 10 din Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții, republicată, cu modificările și completările ulterioare, ale art. 2 din Regulamentul privind activitatea de reglementare în construcții și categoriile de cheltuieli aferente, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 203/2003, cu modificările și completările ulterioare, ale art. 5 pct. 31) din Hotărârea Guvernului nr. 477/2020 privind organizarea și funcționarea Ministerului Dezvoltării, Lucrărilor Publice și Administrației, cu modificările și completările ulterioare, precum și ale Hotărârii Guvernului nr. 1.016/2004 privind măsurile pentru organizarea și realizarea schimbului de informații în domeniul standardelor și reglementărilor tehnice, precum și al regulilor referitoare la serviciile societății informaționale între România și statele membre ale Uniunii Europene, precum și Comisia Europeană, cu modificările și completările ulterioare,

având în vedere Procesul-verbal de avizare nr. 1 din 19.04.2022 al Comitetului tehnic de specialitate A — Rezistență mecanică și stabilitate, Subcomitetul construcții aferente rețelelor edilitare și de gospodărie comunală, Procesul-verbal de avizare nr. 2 din 10.05.2022 al Comitetului tehnic de specialitate A — Rezistență mecanică și stabilitate, Subcomitetul construcții aferente rețelelor edilitare și de gospodărie comunală și Procesul-verbal de avizare nr. 18 din 27.09.2022 al Comitetului tehnic de coordonare generală al Ministerului Dezvoltării, Lucrărilor Publice și Administrației, precum și faptul că reglementarea tehnică a fost adoptată cu respectarea procedurii de notificare prevăzute de Directiva (UE) 2015/1.535 a Parlamentului European și a Consiliului din 9 septembrie 2015 referitoare la procedura de furnizare de informații în domeniul reglementărilor tehnice și al normelor privind serviciile societății informaționale, publicată în Jurnalul Oficial al Uniunii Europene, seria L, nr. 241 din 17.09.2015,

în temeiul art. 12 alin. (6) din Hotărârea Guvernului nr. 477/2020 privind organizarea și funcționarea Ministerului Dezvoltării, Lucrărilor Publice și Administrației, cu modificările și completările ulterioare,

ministrul dezvoltării, lucrărilor publice și administrației emite prezentul ordin.

Art. 1. — Se aprobă reglementarea tehnică „Normativ privind proiectarea, execuția și exploatarea sistemelor de alimentare cu apă și canalizare ale localităților, indicativ NP 133-2022, volumul III — Structuri hidroedilitare din beton și beton precomprimat”, prevăzută în anexa care face parte integrantă din prezentul ordin.

Art. 2. — Prezentul ordin se publică în Monitorul Oficial al României, Partea I, și intră în vigoare în 30 de zile de la data publicării.

Art. 3. — Prezentul ordin nu se aplică obiectivelor/proiectelor de investiții privind structurile hidroedilitare din beton armat și beton precomprimat aferente sistemelor de alimentare cu apă și de canalizare ale localităților:

a) ale căror lucrări sunt în curs de execuție la data intrării în vigoare a prezentului ordin;

b) pentru ale căror proiecte tehnice/studii de fezabilitate/documentații de avizare a lucrărilor de intervenții au fost inițiate

procedurile de achiziție publică până la data intrării în vigoare a prezentului ordin, prin transmiterea spre publicare a anunțului de participare/emiterea invitației de participare, respectiv ale căror proiecte tehnice/studii de fezabilitate/documentații de avizare a lucrărilor de intervenții au fost recepționate de investitor/beneficiar ori au fost depuse spre aprobare/avizare;

c) ale căror proiecte tehnice sunt elaborate în baza studiilor de fezabilitate/documentațiilor de avizare a lucrărilor de intervenții menționate la lit. b);

d) ale căror proiecte tehnice/studii de fezabilitate/documentații de avizare a lucrărilor de intervenții necesită actualizare, în conformitate cu actele normative în vigoare, dacă au fost elaborate și recepționate de investitor/beneficiar până la data intrării în vigoare a prezentului ordin, ori sunt depuse spre reaprobare/reavizare;

e) pentru care a fost aprobată finanțarea.

Ministrul dezvoltării, lucrărilor publice și administrației,
Cseke Attila-Zoltán

București, 5 ianuarie 2023.
Nr. 19.

*) Ordinul nr. 19/2023 a fost publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 44 din 16 ianuarie 2023 și este reprodus și în acest număr bis.

ANEXĂ

**NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA, EXECUȚIA
ȘI EXPLOATAREA SISTEMELOR DE ALIMENTARE
CU APĂ ȘI CANALIZARE ALE LOCALITĂȚILOR**

Indicativ NP 133-2022

**VOLUMUL III – STRUCTURI HIDROEDILITARE
DIN BETON ARMAT ȘI BETON PRECOMPRESAT**

CUPRINS

- 1 Generalități
 - 1.1 Obiect și domeniu de aplicare
 - 1.2 Structura normativului
 - 1.3 Definiții generale
 - 1.4 Unități de măsură
 - 1.5 Simboluri
 - 1.6 Documente de referință
- 2 Cerințe fundamentale și prevederi generale
 - 2.1 Cerințe fundamentale
 - 2.2 Prevederi privind amplasarea și fundarea structurii construcțiilor hidroedilitare
 - 2.3 Prevederi privind concepția și alcătuirea structurilor construcțiilor hidroedilitare din beton armat și beton precomprimat
 - 2.3.1 Prevederi privind alegerea formei structurale
 - 2.3.2 Prevederi privind alcătuirea structurilor de rezistență
 - 2.4 Prevederi privind caracteristicile materialelor folosite pentru realizarea structurii de rezistență a construcțiilor hidroedilitare
 - 2.4.1 Prevederi privind caracteristicile betoanelor armate sau precomprimate
 - 2.4.2 Prevederi privind impermeabilizările și protecțiile anticorozive
- 3 Analiza răspunsului structurilor din beton armat și beton precomprimat aplicate în domeniul tratării și epurării apelor
 - 3.1 Generalități. Ipoteze de calcul
 - 3.2 Acțiuni. Gruparea acțiunilor
 - 3.2.1 Acțiunea seismică
 - 3.2.1.1 Expresiile generale de calcul pentru presiunile hidrodinamice la recipientii de formă cilindrică 27
 - 3.2.1.2 Expresiile generale de calcul pentru presiunile hidrodinamice la recipientii de formă paralelipipedică
 - 3.2.2 Definierea presiunilor pământului asupra construcțiilor hidroedilitare
 - 3.2.3 Definierea acțiunii din precomprimare
 - 3.2.4 Combinarea efectelor (gruparea) acțiunilor
 - 3.2.4.1 Gruparea efectelor acțiunilor pentru structuri de beton armat
 - 3.2.4.1.1 Grupări fundamentale
 - 3.2.4.1.2 Grupări caracteristice
 - 3.2.4.1.3 Grupări seismice
 - 3.2.4.2 Gruparea efectelor acțiunilor pentru structuri de beton precomprimat
 - 3.2.4.2.1 Grupări fundamentale

- 3.2.4.2.2 Grupări caracteristice
- 3.2.4.2.3 Grupări seismice
- 3.3 Calculul stării de eforturi și de deformații în structura construcțiilor hidroedilitare
 - 3.3.1 Ipoteze de calcul
 - 3.3.2 Modele de calcul pentru exprimarea interacțiunii dintre structuri și terenul de fundare
 - 3.3.3 Metode de calcul a stării de eforturi și de deformații
 - 3.3.3.1 Metode analitice de calcul
 - 3.3.3.1.1 Plăci curbe cilindrice. Ecuația de sinteză și soluția acesteia, expresiile generale de calcul pentru eforturi secționale
 - 3.3.3.1.2 Plăci plane circulare rezemate pe mediu elastic, acționate axial-simetric cu forțe normale pe placă, utilizând modelul Winkler pentru definirea presiunilor de contact
 - 3.3.3.1.3 Calculul stării de eforturi și de deformații în inele circulare, acționate axial-simetric
 - 3.3.4 Calculul de ansamblu al unei structuri cilindrice acționată axial-simetric, utilizând metoda generală a eforturilor
 - 3.3.5 Metode numerice de calcul
- 4 Verificarea și dimensionarea structurilor construcțiilor hidroedilitare
 - 4.1 Verificarea stabilității structurilor hidroedilitare
 - 4.1.1 Verificarea stabilității la plutire a structurilor hidroedilitare
 - 4.1.2 Verificarea în grupările speciale ce includ și acțiunea seismică
 - 4.1.3 Verificarea stabilității echilibrului plăcilor curbe ce formează pereții exteriori ai cuvelor de formă cilindrică ce înmagazinează fluide
 - 4.2 Dimensionarea structurii construcțiilor hidroedilitare
- 5 Execuția structurilor hidroedilitare
 - 5.1 Prevederi privind execuția lucrărilor din beton armat și beton precomprimat
 - 5.1.1 Generalități
 - 5.1.2 Cofraje și susțineri
 - 5.1.3 Armături
 - 5.1.4 Betoane
 - 5.1.5 Elemente prefabricate
 - 5.1.6 Pereți precomprimați cu fascicule înglobate
 - 5.1.7 Toleranțe în execuție
 - 5.1.8 Instalații
 - 5.1.9 Tencuieli, șape pentru pante
 - 5.1.10 Izolații termice
 - 5.1.11 Izolarea hidrofugă
 - 5.1.12 Protecția anticorozivă

5.1.13 Prevederi privind calitatea execuției**6 Exploatarea și mentenanța structurilor hidroedilitare**

Anexa A. Calculul presiunilor hidrodinamice și a rezultatelor acestora în structuri de formă cilindrică și paralelipipedică

Anexa B. Stări de eforturi și de deformații axial-simetrice în plăcile curbe cilindrice

Anexa C. Stări de eforturi și de deformații în plăcile plane circulare rezemate pe mediu elastic utilizând modelul Winkler pentru definirea presiunilor de contact structură - teren de fundare

Anexa D. Stări de eforturi și de deformații axial-simetrice, în teoria de membrană, din acțiunile curente de exploatare, pentru plăci curbe cilindrice simplu rezemate pe conturul inferior

Anexa E. Starea de eforturi și de deformații în teoria de membrană din acțiunea unor presiuni antisimetrice cu variație liniară pe înălțimea plăcilor curbe cilindrice

Anexa F. Stări de eforturi și de deformații axial-simetrice în plăci plane circulare acționate cu sisteme de forțe aplicate în planul plăcii și variații de temperatură uniforme pe grosimea plăcii T_0

Anexa G. Stări de eforturi și de deformații în plăci plane circulare, acționate de sisteme de forțe aplicate normal pe planul plăcilor, în diverse condiții de rezemare

TABELE

Tabelul 1.1. Standarde române de referință

Tabelul 1.2. Reglementări tehnice de referință

Tabelul 2.1. Caracteristicile betoanelor din construcțiile hidroedilitare

Tabelul 2.2. Condiții tehnice pentru betoanele din construcțiile hidroedilitare

Tabelul 2.3. Oțeluri recomandate pentru structurile din beton armat

Tabelul 2.4. Oțeluri recomandate pentru structurile din beton precomprimat

Tabelul 3.1. Valorile proprii de oscilație a masei de fluid

Tabelul 3.2. Valorile coeficientului de pat k_0 [kN/m^3]

Tabelul 3.3. Valorile modului de deformație transversală G_0 în [kN/m^2]

Tabelul 5.1. Valorile recomandabile ale abaterilor de la poziția în plan, de la dimensiunile rosturilor și de la verticalitate

Tabelul 5.2. Valorile recomandabile ale abaterilor și toleranțelor admise față de proiect la executarea construcțiilor hidroedilitare din beton armat și beton precomprimat, purtătoare de apă

FIGURI

Figura 2.1. Alcătuirea legăturii perete cilindric - radier cu cordoane de cauciuc în cazul structurilor precomprimate

Figura 3.1. Descompunerea câmpului de temperaturi în cele două câmpuri elementare la un rezervor cilindric

Figura 3.2. Variația în sens inelar a celor două câmpuri în cazul însuleierii

Figura 3.3. Variația presiunilor hidrodinamice impulsive într-o cuvă cilindrică

Figura 3.4. Variația presiunilor hidrodinamice convective într-o cuvă cilindrică

Figura 3.5. Variația presiunilor hidrodinamice într-o cuvă paralelipipedică

Figura 3.6. Variația presiunilor hidrodinamice într-o cuvă paralelipipedică

Figura 3.7. Descompunerea presiunii active în componenta axial-simetrică și antisimetrică

Figura 3.8. Încărcarea din precomprimare având o lege de variație liniară pe înălțime

Figura 3.9. Caracteristici geometrice și de încărcare la plăci curbe cilindrice

Figura 3.10. Eforturi secționale pozitive pe un element infinitezimal de placă curbă cilindrică

Figura 3.11. Componentele deformației unui punct din suprafața mediană

Figura 3.12. Caracteristici geometrice și de încărcare

Figura 3.13. Eforturi secționale pozitive și deformații $w(r)$ pozitive după direcția normalei la suprafața plăcii

Figura 3.14. Inel circular acționat axial-simetric

Figura 3.15. Rezultanta forțelor orizontale și momentul resultant al sistemului de forțe ce acționează asupra unui inel circular

Figura 3.16. Eforturi secționale pozitive în inel

Figura 3.17. Structură cilindrică

Figura 3.18. Sistem de bază

Figura 4.1. Grosimea radierului din condiția stabilității la plutire

Figura 4.2. Distribuție simplificată a presiunilor pe teren din acțiunea seismică pentru întregul ansamblu structural

Figura 4.3. Distribuție simplificată a presiunilor pe teren din acțiunea seismică pentru subasamblul structural perete – radier

Figura 4.4. Desfășurata fasciculelor dispuse într-un perete cilindric cu patru nervuri de ancorare

1 Generalități

1.1 *Obiect și domeniu de aplicare*

- (1) Prevederile din prezentul normativ se referă la proiectarea, executarea și mentenanța construcțiilor hidroedilitare din sistemele de alimentare cu apă și canalizare a căror structură de rezistență se realizează din beton armat și beton precomprimat.
- (2) Construcțiile hidroedilitare din sistemele de alimentare cu apă și canalizare se caracterizează printr-o mare diversitate de forme și alcătuirii structurale determinate de varietatea cerințelor funcționale pe care acestea trebuie să le îndeplinescă, precum și de volumele mari de fluide înmagazinate.
- (3) Principalele construcții hidroedilitare realizate din beton armat și beton precomprimat sunt:
 - a. rezervoarele pentru apă potabilă și industrială cu capacitatea de înmagazinare de ordinul a 500 – 20.000 m³;
 - b. stații de filtrare și de reactivi din cadrul stațiilor de tratare;
 - c. decantoare radiale, decantoare suspensionale sau lamelare din stațiile de tratare;
 - d. decantoare primare și secundare din stațiile de epurare a apelor uzate;
 - e. bazine de aerare și rezervoare pentru fermentarea anaerobă a nămolurilor din stațiile de epurare;
 - f. stațiile de pompare ape brute sau ape uzate;
 - g. deznisipatoare, separatoare de grăsimi, îngroșătoare de nămol etc.
- (4) Pentru asigurarea cerințelor și exigențelor specifice acestui gen de lucrări, proiectarea și execuția acestor construcții vor fi încredințate unor companii care pot asigura nivelul de tehnicitate și calitate pe care îl reclamă asemenea lucrări, având în vedere importanța deosebită atât din ceea ce privește asigurarea debitelor de apă potabilă pentru localități, precum și pentru protecția mediului.
- (5) În vederea proiectării și realizării construcțiilor hidroedilitare trebuie efectuate ample studii care să stea la baza elaborării unor soluții corespunzătoare și sigure, atât din punct de vedere funcțional, cât și structural după cum urmează:
 - a. studii privind calitatea apei brute sau a apelor uzate care să stea la baza stabilirii tehnologiilor pe fiecare treaptă de tratare sau epurare a apelor;
 - b. studii privind agresivitatea apelor subterane;
 - c. studii topografice în amplasament;
 - d. studii hidrogeologice și geotehnice care să furnizeze toate informațiile necesare privind fundarea acestui tip de construcții.
- (6) Prevederile prezentului normativ se adaugă la prevederile standardelor și normativelor în vigoare, în măsura în care acestea nu conțin prevederi care contravin prevederilor tehnice cuprinse în prezentul normativ.

1.2 *Structura normativului*

- (1) Structura normativului privind proiectarea, execuția și exploatarea sistemelor de alimentare cu apă și canalizare ale localităților, Indicativ NP 133-2022, Volumul III – Structuri hidroedilitare din beton armat și beton precomprimat este următoarea:
 1. Generalități
 2. Cerințe fundamentale și prevederi generale
 3. Analiza răspunsului structurilor din beton armat și beton precomprimat aplicate în domeniul tratării și epurării apelor
 4. Verificarea și dimensionarea structurilor construcțiilor hidroedilitare

5. Execuția structurilor hidroedilitare
6. Exploatarea și mentenanța structurilor hidroedilitare
- Anexa A: Calculul presiunilor hidrodinamice și a rezultatelor acestora în structuri de formă cilindrică și paralelipipedică
- Anexa B: Stări de eforturi și de deformații axial-simetrice în plăci curbe cilindrice
- Anexa C: Stări de eforturi și de deformații în plăcile plane circulare rezemate pe mediu elastic utilizând modelul Winkler pentru definirea presiunilor de contact structură - teren de fundare
- Anexa D: Stări de eforturi și de deformații axial-simetrice, în teoria de membrană, din acțiunile curente de exploatare, pentru plăci curbe cilindrice simplu rezemate pe conturul inferior
- Anexa E: Starea de eforturi și de deformații în teoria de membrană din acțiunea unor presiuni antisimetrice cu variație liniară pe înălțimea plăcilor curbe cilindrice
- Anexa F: Stări de eforturi și de deformații axial-simetrice în plăci plane circulare acționate cu sisteme de forțe aplicate în planul plăcii și variații de temperatură uniforme pe grosimea plăcii T_0
- Anexa G: Stări de eforturi și de deformații în plăci plane circulare, acționate de sisteme de forțe aplicate normal pe planul plăcilor, în diverse condiții de rezemare
- (2) Capitolele 1-6 și anexa A au caracter normativ, iar anexele B-G au caracter informativ.

1.3 Definiții generale

- (1) **Construcție hidroedilitară:** construcție care înmagazinează sau transportă fluide, utilizată în tehnica tratării și epurării apelor.
- (2) **Presiune hidrodinamică:** suprapresiune indusă de acțiunea seismică ca urmare a intrării masei de fluid înmagazinate în regim dinamic.
- (3) **Răspuns structural:** orice mărime caracteristică a structurii (eforturi unitare, eforturi secționale și deformații) care reprezintă o consecință directă a aplicării statice sau dinamice a acțiunilor.

1.4 Unități de măsură

- (1) Se utilizează unitățile din Sistemul Internațional.
- (2) Pentru calcule sunt recomandate următoarele unități de măsură:
- Eforturi și încărcări: kN, kN/m, kN/m², MPa;
 - Masa: kg, t;
 - Lungimi: m, cm, mm;
 - Presiuni: kN/m²;
 - Greutate specifică: kN/m³;
 - Eforturi unitare și rezistențe: N/mm² (MPa), kN/m² (kPa) ;
 - Momente (încovoietoare, de torsiune etc.): kNm;
 - Accelerații: m/s²;
 - Accelerația gravitațională: g (9,81 m/s²).

1.5 Simboluri

- (1) Se utilizează următoarele simboluri:
- A/C raportul apă/ciment folosit la prepararea betonului

A_p	aria transversală a fasciculului folosit la precomprimarea betonului
B	rigiditatea la încovoiere a elementului structural
D	rigiditatea axială a elementului structural
D_{int}	diametrul interior al cuvei
E	modul de elasticitate al materialului din care este realizată construcția
E_0	modulul de deformare al terenului din amplasament
E_{cm}	modulul de elasticitate mediu al betonului
F_1	funcție adimensională corespunzătoare presiunilor hidrodinamice impulsive ce acționează pe perețele cuvei cilindrice
F_2	funcție adimensională corespunzătoare presiunilor hidrodinamice impulsive ce acționează pe radierul cuvei cilindrice
F_3	funcție adimensională corespunzătoare presiunilor hidrodinamice convective ce acționează pe perețele cuvei cilindrice
F_4	funcție adimensională corespunzătoare presiunilor hidrodinamice convective ce acționează pe radierul cuvei cilindrice
F_5	funcție adimensională corespunzătoare momentului seismic global produs de acțiunea presiunilor hidrodinamice impulsive în raport cu nivelul legăturii dintre perețele cilindric și radier
F_6	funcție adimensională corespunzătoare momentului seismic global produs de acțiunea presiunilor hidrodinamice convective în raport cu nivelul legăturii dintre perețele cilindric și radier
F_7	funcție adimensională corespunzătoare presiunilor hidrodinamice impulsive care acționează pe pereții cuvei paralelipipedice
F_8	funcție adimensională corespunzătoare presiunilor hidrodinamice impulsive care acționează pe radierul cuvei paralelipipedice
F_9	funcție adimensională corespunzătoare presiunilor hidrodinamice convective care acționează pe pereții cuvei paralelipipedice
F_{10}	funcție adimensională corespunzătoare presiunilor hidrodinamice convective care acționează pe radierul cuvei paralelipipedice
F_{11}	funcție adimensională corespunzătoare momentului seismic global produs de acțiunea rezultantei globale P_{ix} în raport cu nivelul legăturii dintre perețele cuvei paralelipipedice și radier
F_{12}	funcție adimensională corespunzătoare momentului seismic global produs de acțiunea rezultantei globale P_{iy} în raport cu nivelul legăturii dintre peretele cuvei paralelipipedice și radier
F_{13}	funcție adimensională corespunzătoare momentului seismic global produs de acțiunea rezultantei globale P_{ex} în raport cu nivelul legăturii dintre perețele cuvei paralelipipedice și radier
F_{14}	funcție adimensională corespunzătoare momentului seismic global produs de acțiunea rezultantei globale P_{ey} în raport cu nivelul legăturii dintre perețele cuvei paralelipipedice și radier
F_f	rezultanta globală a forțelor de frecare produse la interfața radier – teren
F_i	funcție adimensională corespunzătoare presiunilor hidrodinamice impulsive
F_j	funcție adimensională corespunzătoare presiunilor hidrodinamice convective

- G_0 modulul de deformație transversal al pământului din amplasament
- GP ipoteza de încărcare a greutății proprii a structurii
- G_{TOTAL} rezultanta verticală globală produsă de greutatea cuvei, inclusiv greutatea apei
- H grosimea stratului incompresibil de pământ din terenul din amplasament
- H_{as} înălțimea apei subterane din amplasament la nivelul inferior al radierului
- H_f înălțimea coloanei de fluid înmagazinată în cuva construcției hidroedilitare
- J_1 funcția lui Bessel de speța I-a de ordinul 1
- M_s momentul seismic global produs de presiunile hidrodinamice la nivelul legăturii dintre peretele cuvei și radier
- M_{si} momentul seismic produs de presiunile hidrodinamice impulsive la nivelul legăturii dintre perete și radier în cazul cuvei cilindrice
- M_{sc} momentul seismic produs de presiunile hidrodinamice convective la nivelul legăturii dintre perete și radier în cazul cuvei cilindrice
- M_x momentul încovoietor pe direcția generatoarei plăcii curbe cilindrice
- M_θ moment încovoietor inelar al elementului structural
- $M_{r\theta}, M_{\theta r}$ momentele de torsiune pentru placa plană circulară
- $M_{x\theta}, M_{\theta x}$ momentele de torsiune pentru placa curbă cilindrică
- NH_{max} nivelul maxim al apelor subterane în amplasament
- N_{pc} forța de tensionare finală a fascicului de precomprimare
- N_r efortul secțional axial pe direcția radială a plăcii plane circulare
- N_θ efortul secțional axial pe direcția inelară a elementului structural
- N_x efortul secțional axial pe direcția generatoarei pentru placa curbă cilindrică
- $N_{r\theta}, N_{\theta r}$ eforturile secționale de lunecare pentru placa plană circulară
- $N_{x\theta}, N_{\theta x}$ eforturile secționale de lunecare pentru placa curbă cilindrică
- N_x^s efortul axial de întindere – compresiune produs de acțiunea seismică în rostul dintre peretele cilindric și radier
- $N_{x\theta}^s, N_{\theta x}^s$ eforturile de lunecare produse de acțiunea seismică în rostul dintre peretele cilindric și radier
- N_x^{GP} efortul axial de compresiune produs în ipoteza de încărcare a greutății proprii, în rostul dintre peretele cilindric și radier
- P_4, P_8, P_{12} grade de impermeabilitate a betonului
- P_i rezultanta presiunilor hidrodinamice impulsive pe peretele cuvei cilindrice
- P_c rezultanta presiunilor hidrodinamice convective pe peretele cuvei cilindrice
- P_{cx} rezultanta presiunilor hidrodinamice convective de pe pereții cuvelor rectangulare, pe direcția axei (x)
- P_{cy} rezultanta presiunilor hidrodinamice convective de pe pereții cuvelor rectangulare, pe direcția axei (y)

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL III
STRUCTURI HIDROEDILITARE
CAPITOLUL 1
Generalități

P_{ix}	rezultanta presiunilor hidrodinamice impulsive de pe pereții cuvelor rectangulare, pe direcția axei (x)
P_{iy}	rezultanta presiunilor hidrodinamice impulsive de pe pereții cuvelor rectangulare, pe direcția axei (y)
Q_r, Q_x	forțe tăietoare
R	raza suprafeței mediane a plăcilor cilindrice
R_i	raza interioară a cuvei de formă cilindrică
T	funcția temperaturii
T_0	funcția componentei de temperatură uniformă pe grosimea elementului structural
T_c	perioada de colț conform codului de proiectare seismică P100-1
T_{eb}	funcția temperaturii pe fața exterioară a elementului structural
T_{ext}	funcția temperaturii mediului exterior al construcției
T_{ib}	funcția temperaturii pe fața interioară a elementului structural
T_{int}	funcția temperaturii fluidului înmagazinat
T_n	perioadele proprii de oscilație a masei de fluid pentru cuvele de formă cilindrică
T_{sim}	funcția componentei axial-simetrice a câmpului termic
$T_{x,2k+1}, T_{y,2k+1}$	perioadele proprii de oscilație a masei de fluid pentru cuvele de formă paralelipipedică
V_i	volumul de fluid înmagazinat al cuvei
a	raza conturului exterior al plăcii plane circulare
a_g	acelerația de vârf a mișcării seismice conform codului de proiectare P100-1
b	raza conturului interior al plăcii plane circulare
cF_3	funcția adimensională corespunzătoare presiunilor hidrodinamice convective care acționează pe peretele cuvei cilindrice
cF_4	funcția adimensională corespunzătoare presiunilor hidrodinamice convective care acționează pe radierul cuvei cilindrice
cF_6	funcția adimensională corespunzătoare momentului seismic global produs de acțiunea pe pereți a presiunilor hidrodinamice convective în raport cu nivelul legăturii dintre peretele cuvei cilindrice și radier
cF_{11}	funcția adimensională corespunzătoare momentului seismic global produs de acțiunea pe pereți a presiunilor hidrodinamice impulsive în raport cu nivelul legăturii dintre peretele cuvei paralelipipedice și radier
cF_{13}	funcția adimensională corespunzătoare momentului seismic global produs de acțiunea pe pereți a presiunilor hidrodinamice convective în raport cu nivelul legăturii dintre peretele cuvei paralelipipedice și radier
$c\phi_2$	funcția adimensională corespunzătoare rezultantei globale a presiunilor hidrodinamice convective ce acționează pe peretele cuvei cilindrice
$c\phi_3$	funcția adimensională corespunzătoare înălțimii valului produs de acțiunea seismică în cuvele cilindrice

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL III
STRUCTURI HIDROEDILITARE
CAPITOLUL 1
Generalități

$c\phi_4$	funcția adimensională corespunzătoare rezultantei globale a presiunilor hidrodinamice impulsive ce acționează pe pereții cuvei rectangulare
$c\phi_6$	funcția adimensională corespunzătoare rezultantei globale a presiunilor hidrodinamice convective ce acționează pe pereții cuvei rectangulare
$c\phi_8$	funcția adimensională corespunzătoare înălțimii valului produs de acțiunea seismică în cuva paralelipipedică
d_r	distanța dintre rîndurile de fascicule folosite la precomprimare
f_{cd}	valoarea de proiectare a rezistenței la compresiune a betonului
f_{ck}	valoarea caracteristică a rezistenței la compresiune a betonului măsurată pe cilindri
f_{ck}^{cub}	valoarea caracteristică a rezistenței la compresiune a betonului măsurată pe cuburi
f_{cm}	valoarea medie a rezistenței la compresiune a betonului
f_{ctd}	valoarea de proiectare a rezistenței la întindere a betonului
f_{ctm}	valoarea medie a rezistenței la întindere a betonului
$f_{ctk}^{0,05}$	valoarea caracteristică a rezistenței la întindere a betonului cu cuantil de 5%
$f_{p0,1k}$	valoarea caracteristică a limitei de elasticitate convenționale la 0,1% a armăturilor pentru beton precomprimat
f_{pk}	valoarea caracteristică a rezistenței la rupere a armăturilor pentru beton precomprimat
f_{yd}	valoarea de proiectare a rezistenței la curgere a armăturilor pentru beton precomprimat
f_{yk}	valoarea caracteristică a limitei de curgere a armăturilor pentru beton precomprimat
h	grosimea elementului structural
h_r	grosime radier
k_0	coeficientul de pat al terenului din amplasament
l	înălțimea totală a plăcii curbe cilindrice
l_x	lungimea cuvei pe direcția axei (x) la fața interioară a cuvelor rectangulare
l_y	lungimea cuvei pe direcția axei (y) la fața interioară a cuvelor rectangulare
p_1	încărcarea din precomprimare la nivelul conturului superior al plăcii curbe
p_2	încărcarea din precomprimare la nivelul conturului inferior al plăcii curbe
p	presiunea din împingerea pământului
p_a^{dynam}	presiunea din împingerea activă a pământului în regim dinamic
p_a^{static}	presiunea din împingerea activă a pământului în regim static
p_c	presiunea de contact dintre placa radierului și terenul din amplasament
p_{HDc}	presiunea hidrodinamică convectivă
p_{HDc}^{pc}	presiunea hidrodinamică convectivă care acționează pe peretele cilindric
p_{HDc}^{pd}	presiunea hidrodinamică convectivă care acționează pe peretele dreptunghiular
p_{HDI}	presiunea hidrodinamică impulsivă
p_{HDI}^{pc}	presiunea hidrodinamică impulsivă care acționează pe peretele cilindric

p_{HDI}^{pd}	presiunea hidrodinamică impulsivă care acționează pe pereții cuvei rectangulare
p_{HDI}	presiunea hidrodinamică totală
q_i	factor de comportare corespunzător presiunilor hidrodinamice impulsive
q_c	factor de comportare corespunzător presiunilor hidrodinamice convective
u	deplasarea unui punct din suprafața mediană a plăcii, în planul plăcii
w	deplasarea unui punct din suprafața mediană a plăcii pe direcția normală la suprafața plăcii
w_k	deschiderea de fisură
Z_{Gcx}	distanța dintre punctul de aplicare al rezultantei P_{cx} în raport cu nivelul legăturii dintre pereți și radierul cuvei paralelipipedice
Z_{Gcy}	distanța dintre punctul de aplicare al rezultantei P_{cy} în raport cu nivelul legăturii dintre pereți și radierul cuvei paralelipipedice
Z_{Gix}	distanța dintre punctul de aplicare al rezultantei P_{ix} în raport cu nivelul legăturii dintre pereți și radierul cuvei paralelipipedice
Z_{Giy}	distanța dintre punctul de aplicare al rezultantei P_{iy} în raport cu nivelul legăturii dintre pereți și radierul cuvei paralelipipedice
(r, θ, z)	sistemul de coordonate polar folosit pentru plăcile plane circulare
(x, y, z)	sistemul de coordonate cartezian folosit pentru construcțiile de formă paralelipipedică
(x, θ, z)	sistemul de coordonate folosit pentru plăcile de formă cilindrică sau conică
Δp^n	deplasarea pe direcția necunoscută (i), din acțiunea încărcărilor exterioare (p) pe elementul structural (n)
ΔT_0	funcția componentei de temperatură liniară pe grosime, având valoarea zero în planul median al elementului structural
ΔT_{nesim}	funcția componentei antisimetrice a câmpului termic
$\nabla(\)$	operatorul diferențial al lui Laplace de ordinul 2
α	unghiul dintre direcția cutremurului și axa (x) în cazul cuvelor de formă paralelipipedică
α_t	coeficient de dilatare termică a materialului din care este realizată construcția
β_{max}	factorul de amplificare dinamică maximă a accelerației orizontale conform codului de proiectare P100-1
γ	factor de influență pentru calculul coeficientului de pat și al modulului de deformație al terenului din amplasament în modelul Leontiev - Vlasov
$\gamma_{l,e}$	factor ce ține cont de clasa de importanță a construcției conform codului de proiectare P100-1
γ_a	greutatea specifică a apei
γ_f	greutatea specifică a fluidului înmagazinat
γ_p	greutatea specifică a pământului în stare uscată
γ_{ps}	greutatea specifică a pământului în stare submersată
δ_{cc}	funcția înălțimii valului produs de acțiunea seismică în cuva cilindrică
δ_{cp}	funcția înălțimii valului produs de acțiunea seismică în cuva paralelipipedică

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL III
STRUCTURI HIDROEDILITARE
CAPITOLUL 1
Generalități

δ_{ij}^n	deplasarea pe direcția necunoscutei (i), din acțiunea necunoscutelor unitare (j) pe elementul structural (n)
ε_z	deformația specifică în raport cu direcția normalei la suprafața mediană a plăcii
λ	factor de comportare (indice de flexibilitate) al elementului structural
λ_n	valorile proprii de oscilație a masei de fluid pentru cuvele de formă cilindrică
μ	coeficientul lui Poisson pentru beton
μ_0	coeficientul lui Poisson pentru terenul din amplasament
μ_f	coeficientul de frecare beton - teren din amplasament
ξ	mărime adimensională pe direcția generatoarei pentru plăcile curbe cilindrice
ξ_x	mărime adimensională pe direcția axei (x) pentru presiunile hidrodinamice din cuvele paralelipipedice
ξ_y	mărime adimensională pe direcția axei (y) pentru presiunile hidrodinamice din cuvele paralelipipedice
ξ_z	mărime adimensională pe direcția axei (z) pentru presiunile hidrodinamice din cuvele paralelipipedice
ρ	mărime adimensională pe direcția radială a plăcii plane circulare
σ_{pc}	efortul unitar de tensionare a fasciculului folosit la precomprimare sau efortul unitar de control
σ_x^{crt}	efortul unitar normal critic pe direcția generatoarei plăcii cilindrice
σ_x^N	efortul unitar normal pe direcția generatoarei plăcii cilindrice produs de efortul secțional axial N_x
σ_x^M	efortul unitar normal pe direcția generatoarei plăcii cilindrice produs de momentul încovoietor M_x
σ_z	efortul unitar pe direcția normalei la planul median al plăcii
$\sigma_{\theta,ef}^i$	efortul unitar inelar de întindere din grupările fundamentale de încărcări
$\sigma_{\theta,pr}^c$	efortul unitar normal de compresiune produs de precomprimare pe direcția inelară a plăcii curbe
σ_{θ}^{crt}	efortul unitar normal critic pe direcția inelară a plăcii cilindrice
σ_{θ}^N	efortul unitar normal inelar al plăcii cilindrice produs de acțiunea efortului secțional axial N_{θ}
σ_{θ}^M	efortul unitar normal inelar al plăcii cilindrice produs de acțiunea momentului încovoietor M_{θ}
σ_{θ}^{rem}	efortul unitar normal inelar de compresiune remanentă a plăcii curbe
φ	unghiul de frecare internă a pământului

- ϕ_1 funcția adimensională corespunzătoare rezultantei globale a presiunilor hidrodinamice impulsive ce acționează pe perețele cuvei cilindrice
- ϕ_2 funcția corespunzătoare rezultantei globale a presiunilor hidrodinamice convective ce acționează pe perețele cuvei cilindrice
- ϕ_3 funcția corespunzătoare înălțimii valului produs de acțiunea seismică în cuvele cilindrice
- ϕ_4 funcția adimensională corespunzătoare rezultantei globale a presiunilor hidrodinamice impulsive ce acționează pe pereții cuvei rectangulare, pe direcția (x)
- ϕ_5 funcția adimensională corespunzătoare rezultantei globale a presiunilor hidrodinamice impulsive ce acționează pe pereții cuvei rectangulare, pe direcția (y)
- ϕ_6 funcția adimensională corespunzătoare rezultantei globale a presiunilor hidrodinamice convective ce acționează pe pereții cuvei rectangulare, pe direcția (x)
- ϕ_7 funcția adimensională corespunzătoare rezultantei globale a presiunilor hidrodinamice convective ce acționează pe pereții cuvei rectangulare, pe direcția (y)
- ϕ_8 funcția corespunzătoare înălțimii valului produs de acțiunea seismică în cuva paralelipipedică
- χ_x rotirea generatoarei plăcii curbe cilindrice
- χ_r rotirea suprafeței mediane pe direcția razei pentru placa plană circulară

1.6 Documente de referință

- (1) Documentele normative de referință sunt cele din tabelele următoare.
- (2) Se utilizează cele mai recente editii ale standardelor române de referință, împreună cu, după caz, anexele naționale, amendamentele și eratele publicate de către organismul național de standardizare.

Tabelul 1.1. Standarde române de referință.

Nr. crt.	Indicativ	Titlu
1	SR EN 1991-1-5:2004/NA	Eurocod 1: Acțiuni asupra structurilor. Partea 1 – 5: Acțiuni generale – Acțiuni termice. Anexa națională
2	SR EN 1991-4	Eurocod 1: Acțiuni asupra structurilor. Partea 4 Silozuri și rezervoare
3	SR EN 1992-1-1	Eurocod 2: Proiectarea structurilor de beton. Partea 1-1: Reguli generale și reguli pentru clădiri
4	SR EN 1997-1	Eurocod 7: Proiectarea geotehnica. Partea 1: Reguli generale
5	SR EN 1997-1/NB	Eurocod 7: Proiectarea geotehnica. Partea 1: Reguli generale. Anexa Nationala
6	SR EN 13391	Încercări mecanice privind procedeele de precomprimare cu armătură postîntinsă
7	SR 438-1	Produse de oțel pentru armarea betonului. Partea 1: Oțel beton laminat la cald. Mărci și condiții tehnice de calitate
8	STAS 4165	Alimentări cu apă. Rezervoare de beton armat și beton precomprimat. Prescripții generale
9	SR EN 13670	Execuția structurilor de beton

- (3) Lista reglementărilor tehnice de referință dată în această reglementare tehnică se consultă împreună cu lista documentelor normative aflate în vigoare publicată către autoritățile de reglementare de resort.

Tabelul 1.2. Reglementări tehnice de referință.

Nr. crt.	Reglementare tehnică
1	Cod de proiectare seismică, Partea I, Prevederi de proiectare pentru clădiri, indicativ P100-1/2013, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 2465/2013, completat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 2956/2019, denumit în continuare în prezentul document cod de proiectare P100-1.
2	Cod de proiectare. Bazele proiectării construcțiilor, indicativ CR 0-2012, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și turismului nr. 1530/2012 și completat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 2411/2013, denumit în continuare în prezentul document cod de proiectare CR 0
3	Cod de proiectare. Evaluarea acțiunii zăpezii asupra construcțiilor, indicativ CR1-1-3-2012, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și turismului nr. 1655/2012, completat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 2414/2013, denumit în continuare în prezentul document cod de proiectare CR 1-1-3.
4	Cod de proiectare. Evaluarea acțiunii vântului asupra construcțiilor, indicativ CR1-1-4-2012, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și turismului nr. 1751/2012, completat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 2413/2013, denumit în continuare în prezentul document CR 1-1-4.
5	Normativ pentru producerea betonului și executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat-Partea 1: Producerea betonului, indicativ NE 012/1-2007, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării, lucrărilor publice și locuințelor nr. 577/2008, denumit în continuare în acest document normativ NE 012/1
6	Normativ pentru producerea și executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat-Partea 2: Executarea lucrărilor din beton, indicativ NE 012/2/2010, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și turismului nr. 2.514/2010, denumit în continuare în acest document normativ NE 012/2
7	Normativ privind fundarea construcțiilor pe pământuri sensibile la umezire, indicativ NP 125-2010, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și turismului nr. 2.688/2010, denumit în continuare în acest document normativ NP 125
8	Instrucțiuni tehnice pentru proiectarea și executarea recipientilor din beton armat și beton precomprimat pentru lichide, indicativ P 73-1978, aprobate prin Decizia președintelui Institutului Central de Cercetare, Proiectare și Directivare în Construcții nr. 93/19.09.1978, și îmbunătățite prin Decizia președintelui Institutului Central de Cercetare, Proiectare și Directivare în Construcții nr. 10.10.1984, denumit în continuare în acest document instrucțiuni tehnice P 73
9	Normativ pentru proiectarea și execuția lucrărilor de izolații termice de clădiri, indicativ C 107/0-2002, aprobat prin Ordinul ministrului lucrărilor publice, transporturilor și locuinței nr. 1.572/2002, denumit în continuare în acest document normativ C 107.
10	Instrucțiuni tehnice privind procedeele de remediere a defectelor pentru elementele de beton și beton armat, indicativ C 149-1987, aprobate prin Decizia președintelui Institutului Central de Cercetare, Proiectare și Directivare în Construcții nr. 38/1987, denumite în continuare în acest document instrucțiuni tehnice C 149
11	Normativ privind comportarea în timp a construcțiilor, indicativ P 130-1999, aprobat prin Ordinul ministrului lucrărilor publice și amenajării teritoriului nr. 57/N/1999, denumit în continuare în acest document normativ P 130
12	Specificație tehnică privind produse din oțel utilizate ca armături: cerințe și criterii de performanță, indicativ ST 009-2011, aprobată prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și turismului nr. 683/10.04.2012, denumit în continuare în acest document specificație tehnică ST 009
13	Normativ privind proiectarea geotehnică a fundațiilor pe piloți, indicativ NP 123-2022, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării, lucrărilor publice și administrației nr. 2405/2022, denumit în continuare în prezentul document normativ NP 123.

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL III
STRUCTURI HIDROEDILITARE****CAPITOLUL 1
Generalități**

Nr. crt.	Reglementare tehnică
14	Normativul privind proiectarea geotehnică a lucrărilor de susținere, indicativ NP 124-2010, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și turismului nr. 2689/2010, denumit în continuare în prezentul document normativ NP 124.
15	Normativ privind proiectarea fundațiilor de suprafață, indicativ NP 112-2014, aprobat prin Ordinul ministrului transporturilor, construcțiilor și turismului nr. 2352/2014, denumit în continuare în acest document normativ NP 112
16	Normativ privind documentațiile geotehnice pentru construcții, indicativ NP 074-2014, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 1330/2014, denumit în continuare în acest document normativ NP 074
17	Normativ privind fundarea construcțiilor pe pământuri cu umflări și contracții mari, indicativ NP 126 – 2010, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și turismului nr. 115/2012, denumit în continuare în acest document normativ NP 126
18	Normativ pentru proiectarea și executarea hidroizolațiilor din materiale bituminoase la lucrările de construcții, indicativ C 112-86, denumit în continuare în acest document normativ C 112

2 Cerințe fundamentale și prevederi generale

2.1 Cerințe fundamentale

- (1) Proiectarea și execuția structurii construcțiilor hidroedilitare este o problemă pluridisciplinară, date fiind cerințele fundamentale pe care aceasta trebuie să le îndeplinescă și anume:
 - a. cerințe de încadrare în mediu natural și construit;
 - b. cerințe funcționale determinate de funcțiunile tehnologice și rolul pe care trebuie să-l îndeplinescă în cadrul sistemului de alimentare cu apă și canalizare;
 - c. cerințe structurale: rezistență, stabilitate, etanșeitate, durabilitate.

2.2 Prevederi privind amplasarea și fundarea structurii construcțiilor hidroedilitare

- (1) Amplasarea construcțiilor hidroedilitare se va face pe terenuri având stabilitatea generală și locală asigurată, fie natural, fie urmărindu-se totodată încadrarea în schema tehnologică de asamblu, cu respectarea distanțelor de protecție impuse de destinația fiecărei construcții în parte. La stabilirea amplasamentului trebuie luată în considerare și natura terenului de fundare.
- (2) Studiul geotehnic trebuie să analizeze stabilitatea amplasamentului în conformitate cu prevederile normativului NP 074. Acolo unde amplasamentul este instabil, prin proiectul geotehnic specific se vor stabili și dimensiona soluțiile de consolidare adecvate.
- (3) La amplasarea construcțiilor se recomandă, pe cât posibil, să se evite versanții cu pante abrupte, terenurile cu compresibilitate mare și sensibile la umezire. Vor fi evitate, de asemenea, terenurile cu nivel ridicat al apelor subterane care prezintă agresivitate față de betoane.
- (4) În toate cazurile și în mod deosebit în cazul construcțiilor fondate pe pământuri sensibile la umezire sau pământuri cu umflări și contracții mari, se vor lua măsuri de amenajare ale amplasamentului în vederea îndepărtării apelor din precipitații, prin măsuri corespunzătoare (pante, rigole, șanțuri) care să asigure colectarea și evacuarea apelor pe durata executării lucrărilor și după darea în exploatare a construcțiilor. Se vor respecta prevederile normativului NP 125 și, respectiv, normativului NP 126.
- (5) Este interzisă amplasarea construcțiilor hidroedilitare în zone inundabile.
- (6) La alegerea dispoziției în plan a construcțiilor ce înmagazinează fluide și a construcțiilor anexă se vor avea în vedere distanțele de protecție față de construcțiile învecinate, precum și asigurarea condițiilor de control și efectuare a unor eventuale remedieri ce vor fi necesare în exploatare. La construcțiile din beton precomprimat se vor asigura spațiile necesare impuse de tehnologia de precomprimare.
- (7) În amplasamentele construcțiilor hidroedilitare, indiferent de mărimea și capacitatea de înmagazinare a fluidelor, se vor efectua studii hidrogeologice și geotehnice pe baza unor teme de investigare elaborate în conformitate cu prevederile normativului NP 074.
- (8) În urma efectuării studiilor de teren, studiilor hidrogeologice și geotehnice trebuie să se furnizeze proiectantului de structură următoarele:
 - a. natura și stratificația terenului din amplasament, nivelul apelor subterane și posibilitățile de variație ale acestora;
 - b. tipul și gradul de agresivitate al apelor subterane;
 - c. adâncimea de fundare directă recomandată;
 - d. caracteristicile fizico-mecanice ale straturilor: modulul de deformație, coeficientul de pat, coeficientul lui Poisson, rezultate din încercări in situ cu placa.

Proiectul geotehnic va cuprinde:

- a. calculul terenului de fundare al construcțiilor hidroedilitare la SLU și SLS, cu evidențierea presiunilor admisibile pe teren și a tasărilor;
 - b. măsurile ce trebuie luate în cazul existenței la cota de fundare a unor terenuri dificile de fundare;
 - c. soluțiile de fundare directă sau indirectă, conform normativelor NP 112 și NP 123.
- (9) Din punct de vedere tehnico-economic, cât și al siguranței este recomandabilă fundarea directă a construcțiilor ce înmagazinează fluide pe radier rigide sau semirigide de formă circulară, dreptunghiulară sau pătrată în funcție de tipul și alcătuirea construcției.
- (10) În cazul fundării pe terenuri de fundare dificile (cu compresibilitate mare, sensibile la umezire, cu umflări și contracții mari etc.) se vor analiza și soluții de fundare directă pe teren îmbunătățit, luând în considerare prevederile normativelor specifice.
- (11) Soluțiile de îmbunătățire ale terenului de fundare trebuie fundamentate în cadrul proiectului geotehnic, în funcție de natura și de caracteristicile fizico-mecanice ale terenului.
- (12) Proiectul geotehnic referitor la lucrările de terasamente/din pământ trebuie să specifice următoarele date referitoare la compactarea utilizată fie ca metodă de execuție, fie ca metodă de îmbunătățire a terenului:
- a. tipul utilajului de compactare și viteza de lucru;
 - b. grosimea stratului de compactare;
 - c. umiditatea optimă de compactare;
 - d. greutatea specifică în stare uscată după compactare, care trebuie să fie cel puțin 18–19 kN/m³;
 - e. gradul de compactare care trebuie să fie de peste 95%.
- La execuție se vor avea în vedere prevederile din SR EN 16907 - 1, 2, 3, 5.
- (13) În cazul fundării în terenuri cu nivel freatic ridicat având tendințe de variație în timp, este necesară prevederea următoarelor măsuri:
- a. protecția corespunzătoare a fundațiilor, radierului și pereților ce vin în contact cu apa freatică împotriva eventualului caracter coroziv al acestora;
 - b. asigurarea stabilității la plutire (ridicare hidraulică) a construcțiilor în ansamblu, precum și a subansamblurilor structurale rezultate în urma prevederii unor rosturi definitive;
 - c. execuția în uscat a lucrărilor prin prevederea măsurilor corespunzătoare de scădere a nivelului apelor subterane pe perioada de execuție.
- (14) Nu se admite fundarea directă pe nisipuri lichefiabile.

2.3 Prevederi privind concepția și alcătuirea structurilor construcțiilor hidroedilitare din beton armat și beton precomprimat

2.3.1 Prevederi privind alegerea formei structurale

- (1) În concepția și alcătuirea structurilor se vor avea în vedere atât cerințele hidraulice și tehnologice, cât și criteriile ce definesc comportarea corespunzătoare a structurilor atât la acțiuni statice, cât și la acțiuni dinamice generate de mișcarea seismică.
- (2) Ori de câte ori criteriile tehnologice și hidraulice permit, se recomandă adoptarea structurilor de forme axial-simetrice, alcătuite din plăci plane și curbe din beton armat sau beton precomprimat a căror comportare nu este afectată de direcția de manifestare a undelor seismice. Principalele construcții hidroedilitare ce pot avea o structură de formă axial-simetrică sunt:

- a. decantoarele radiale din stațiile de tratare și stațiile de epurare având pereții exteriori de forma unei plăci curbe cilindrice;
 - b. decantoarele suspensionale cu recircularea nămolului din stațiile de tratare, având pereții exteriori de forma unor plăci curbe tronconice;
 - c. rezervoarele de apă potabilă cu capacitatea între 500 și 20.000 m³ cu pereții de formă cilindrică și elemente de acoperiș de formă sferică sau tronconică;
 - d. rezervoare pentru fermentarea anaerobă a nămolurilor cu volume cuprinse între 1.000 și 8.000 m³;
 - e. îngroșătoare de nămol cu pereți de formă cilindrică.
- (3) Construcțiile hidroedilitare având cuvele ce înmagazinează fluide de formă paralelipipedică cum sunt: stațiile de filtrare, decantoarele lamelare, decantoare longitudinale, bazine de aerare, se vor concepe de preferință cu contururi regulate în plan, compacte și simetrice față de axele principale, evitându-se asimetrii pronunțate în distribuția maselor și a rigidităților, în vederea limitării efectelor nefavorabile de torsiune generală sub acțiunea seismică. Este de remarcat faptul că în cazul recipientilor de formă paralelipipedică, efortul de torsiune generală este accentuat și de distribuția asimetrică a presiunilor hidrodinamice, în cazul când direcția de propagare a undelor seismice nu corespunde cu una din axele principale ale structurii.
- (4) La construcțiile etajate: stații de filtrare, pavilioane de exploatare, stații de pompare, dacă sunt necesare restrângeri la nivelurile superioare, acestea se vor realiza pe liniile elementelor portante verticale, urmărind să nu se creeze asimetrii pronunțate pe ansamblul construcției.

2.3.2 Prevederi privind alcătuirea structurilor de rezistență

- (1) Dimensionarea hidraulică și tehnologică va lua în considerare necesitatea prevederii a două sau mai multe cuve sau compartimente separate, pentru aceeași treaptă tehnologică, fapt ce permite menținerea în funcțiune a construcțiilor în cazul unor avarii parțiale sau în cazurile de reparații dictate de mentenanța corespunzătoare a lucrărilor.
- (2) Pentru cuvele și recipientii ce înmagazinează fluide se recomandă adoptarea cu precădere a soluțiilor monolite și evitarea realizării lor în soluția prefabricată. Practica a demonstrat comportarea necorespunzătoare a rosturilor dintre elementele prefabricate, din punctul de vedere al etanșeității și a dificultăților de preluare, în bune condiții, a lunecării din rosturi.
- (3) Legătura pereților exteriori de forma unei plăci curbe cu radierul și planșeul de acoperiș este de preferat să fie o legătură de continuitate, monolită, deoarece reduce pericolul de deplasare laterală a planșeului și pericolul de lunecare pe fundație.
- (4) Se admite în cazul structurilor precomprimate ca legătura pereților cu radierul să se realizeze sub forma unei legături speciale realizată cu cordoane de cauciuc care să îndeplinească următoarele funcțiuni:
 - a. să asigure etanșeitătea la nivelul legăturii;
 - b. să permită deplasarea cvasiliberă a peretelui la precomprimare;
 - c. să se comporte ca o articulație în exploatare sau în timpul acțiunii seismice.
- (5) Modul de alcătuire a acestui tip de legătură este prezentat în figura 2.1.
- (6) Prin modul de dispunere a elementelor structurale se va asigura transmiterea cât mai directă și uniformă a încărcărilor gravitaționale la radier și teren. Se recomandă prevederea la interior de evazări locale ale radierului la legătura cu pereții și stâlpii de susținere a planșeului de acoperiș. Pentru elemente structurale de tip placă curbă sau placă plană se poate admite variația liniară a grosimii elementelor, în funcție de variația stării de eforturi și nivelul de solicitare, evitându-se creșterile bruște de grosime și rigiditate.

- (7) La recipientii de mare capacitate se vor prevedea la interior pereți șicană prelungiți până la nivelul planșeului de acoperiș (dacă procesele tehnologice și hidraulice permit) pentru a reduce amplitudinea oscilațiilor fluidului și a diminua efectele presiunilor hidrodinamice.
- (8) Dispunerea pereților șicană va fi simetrică ținând cont totodată și de satisfacerea condițiilor hidraulice de circulație a fluidului între sistemele de introducere și evacuare a lui.

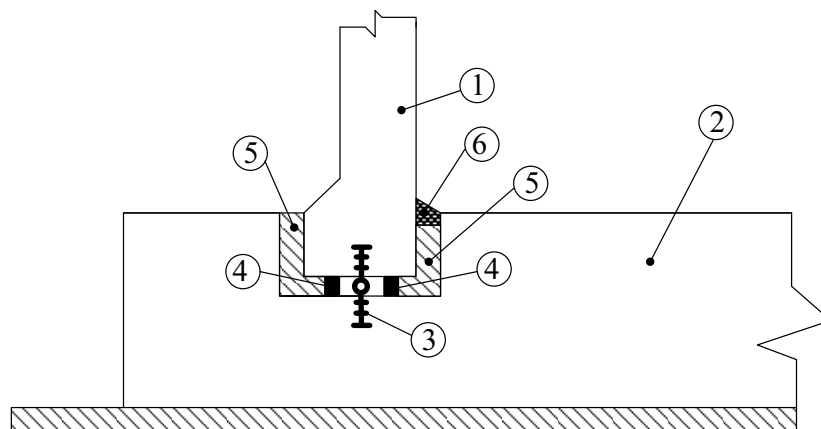


Figura 2.1. Alcătuirea legăturii perete cilindric - radier cu cordoane de cauciuc în cazul structurilor precomprimate.

Notații: 1 – placa curbă cilindrică precomprimată, 2 – radier beton armat, 3 – profil de etanșare, 4 – cordoane continue de cauciuc, 5 – mortar de înaltă rezistență aplicate după precomprimare, 6 – etanșare cu chituri.

- (9) La stațiile de filtrare a apelor a căror infrastructură este formată din cuve suprapuse (cuva rezervorului de apă filtrată și cuvele de filtrare) pereții șicană din rezervor vor fi dispuși în același plan vertical cu pereții cuvelor de filtrare.
- (10) Structura cuvelor recipientilor se va separa de camera de vane sau de alte construcții adiacente cu rosturi etanșe definitive având lățimea de minim 35 mm.
- (11) Rosturile etanșe definitive din radierul structurilor și rosturile de turnare din pereți și radier se vor dispune având în vedere necesitatea diminuării efectelor negative provocate de contracția betonului, cât și satisfacerea condițiilor de rezistență și stabilitate a subasamblurilor structurale și a structurii în asamblul ei. La radierile de formă circulară se vor prevedea rosturi etanșe definitive pe contururi radiale și circulare, astfel încât distanța maximă între rosturi să fie mai mică sau egală cu 35 m. În funcție de mărimea diametrului se vor prevedea rosturi etanșe de turnare, atât în radier cât și în pereți, care să asigure posibilitatea turnării în șah a ploturilor rezultate. Profilele verticale de tip I din rosturile de turnare din pereți se vor suda de profilele de etanșare inelare. La cuvele de formă paralelipipedică se vor prevedea rosturi etanșe definitive în radier și în pereți, la o distanță maximă de 35 m. În funcție de dimensiunile structurii rectangulare se vor prevedea rosturi etanșe definitive pe ambele direcții, profilele tip O dispuse în rosturile etanșe definitive din pereți se vor suda cu profilele de etanșare din radier.
- (12) Treckerile conductelor prin pereții recipientilor se vor realiza obligatoriu cu piese de trecere etanșe cu presetupă, iar la ieșirea din cuvă (de obicei în camera vanelor) se vor prevedea pe conducte compensatori de dilatare ce permit deplasări liniare și unghiulare.
- (13) La recipientii amplasați pe terenuri macroporice conductele de legătură dintre obiecte se vor monta în galerii și canivouri vizitabile.
- (14) Precomprimarea inelară a pereților exteriori ai recipientilor de forma unor plăci curbe se va realiza cu fascicule sau toroane postîntinse înglobate în grosimea pereților și dispuse spre fața exterioară a lor.

- (15) Oportunitatea precomprimării pe două direcții, în sens inelar și după direcția meridianului sau a generatoarei se va analiza prin calcul. În cazul în care se justifică și precomprimarea pe direcția meridianului, fasciculele sau toroanele vor fi pozate în suprafața mediană a plăcilor curbe.
- (16) În proiecte se vor prevedea măsurile necesare de susținere și pozare a fasciculelor în timpul betonării.
- (17) În scopul diminuării eforturilor produse de acțiunea variațiilor de temperatură și menținerea temperaturii apei înmagazinate în limitele necesare, se va prevedea izolarea termică a pereților și planșeelor de acoperiș la toate construcțiile supraterane: rezervoare de apă potabilă, rezervoare pentru fermentarea anaerobă a nămolului etc.
- (18) La interiorul și exteriorul pereților în contact cu fluidele înmagazinate se vor prevedea straturi de impermeabilizare și protecție anticorozivă în funcție de tipul și gradul de agresivitate al apelor înmagazinate și al apelor subterane.

2.4 Prevederi privind caracteristicile materialelor folosite pentru realizarea structurii de rezistență a construcțiilor hidroedilitare

2.4.1 Prevederi privind caracteristicile betoanelor armate sau precomprimate

- (1) Structurile construcțiilor hidroedilitare trebuie să aibă o durată de utilizare proiectată de cel puțin 50 de ani și, ca urmare, calitatea execuției și mentenanța lucrărilor se vor realiza la un nivel calitativ înalt.
- (2) Betoanele utilizate la realizarea construcțiilor hidroedilitare care înmagazinează fluide sunt betoane cu permeabilitate redusă (grad de impermeabilitate ridicat) supuse la un nivel de solicitare ridicat, datorită acțiunilor permanente, cât și a acțiunii seismice.
- (3) Caracteristicile betoanelor recomandate a fi utilizate la construcțiile hidroedilitare ce înmagazinează fluide sunt indicate în tabelul 2.1. în conformitate cu SR EN 1992-1-1.

Tabelul 2.1. Caracteristicile betoanelor din construcțiile hidroedilitare.

Domenii de utilizare	Beton armat			Beton precomprimat	
	C25/30	C30/37	C35/45	C35/45	C40/50
Clasă beton					
Caracteristică					
f_{ck} [MPa]	25	30	35	35	40
f_{ck}^{cub} [MPa]	30	37	45	45	50
f_{cm} [MPa]	33	38	43	43	48
f_{ctm} [MPa]	2,60	2,90	3,20	3,20	3,50
$f_{ctk}^{0,05}$ [MPa]	1,80	2,00	2,20	2,20	2,50
f_{cd} [MPa]	16,60	20	23,30	23,30	26,60
f_{ctd} [MPa]	1,20	1,33	1,46	1,46	1,66
E_{cm} [GPa]	31	32	34	34	35

- (4) La alegerea clasei de beton și a celorlalte caracteristici ale betoanelor se vor lua în considerare:
- nivelul și tipul de solicitare;

- b. clasele de expunere la condițiile de mediu și diverse agresivități conform normativului NE 012/1;
- c. alegerea materialului de impermeabilizare și protecție anticorozivă atât la interior cât și la exterior în concordanță cu clasele de expunere și tipul de agresivitate.
- (5) Compoziția și rețeta betoanelor se vor stabili pe bază de încercări preliminare luând în considerare condițiile prevăzute în tabelul 2.2.

Tabelul 2.2. Condiții tehnice pentru betoanele din construcțiile hidroedilitare.

Înălțimea coloanei de apă	Condiții tehnice	Condiții de agresivitate	
		Fară agresivitate/ Agresivitate slabă	Agresivitate intensă/ Agresivitate foarte intensă
≤ 4 m	Grad de impermeabilitate	P ₄	P ₈
	Raport A/C maxim	0,6	0,5
	Clasa minimă de beton	C30/37	C35/45
4 ÷ 12 m	Grad de impermeabilitate	P ₈	P ₁₂
	Raport A/C maxim	0,5	0,45
	Clasa minimă de beton	C35/45	C35/45
>12 m	Grad de impermeabilitate	P ₁₂	P ₁₂
	Raport A/C maxim	0,45	0,45
	Clasa minimă de beton	C35/45	C45/50

- (6) Oțelurile recomandate pentru structurile de beton armat sunt oțeluri profilate cu o aderență foarte bună și cu o ductilitate corespunzătoare conform lui SR EN 1992-1-1 și ST 009. În tabelul 2.3 se prezintă caracteristicile oțelurilor recomandate pentru beton armat.

Tabelul 2.3. Oțeluri recomandate pentru structurile din beton armat.

Tipul oțelului	Diametrul nominal	Limita de curgere f_{yk} [N/mm ²]	Rezistența de calcul f_{yd} [N/mm ²]
S355	6 ÷ 14	355	308
S345	16 ÷ 28	345	300
S420	6 ÷ 12	420	365
S405	14 ÷ 28	405	350
S500	6 ÷ 28	500	434

- (7) Oțelurile recomandate pentru beton precomprimat sub formă de sârme sau toroane sunt înscrise în tabelul 2.4. conform SR EN 1992-1-1 și ST 009.

Tabelul 2.4. Oțeluri recomandate pentru structurile din beton precomprimat.

Tipul oțelului	Rezistența la curgere $f_{p0,1k}$ [N/mm ²]	Limita de rupere f_{pk} [N/mm ²]	Rezistența de calcul f_{yd} [N/mm ²]	Efortul unitar de tensionare de control $\sigma_{pc}=0,7 \cdot f_{pk}$ [N/mm ²]
S1660	1494	1660	1299	1160
S1770	1593	1770	1385	1239
S1860	1679	1860	1460	1300

- (8) Precomprimarea structurilor va fi încredințată companiilor specializate și cu experiență în domeniu care trebuie să asigure calitatea la execuție (conform normativului NE 012/2) și toate datele necesare proiectării, cu privire la:
- tipul de oțel și fascicul;
 - tipul de ancoraje și plăcile de rezemare a ancorajelor;
 - tipul tecilor;
 - date cu privire la lunecările din ancoraje;
 - tehnologiile de injectare a canalelor;
 - protecția ancorajelor;
 - calculul pierderilor de tensiune din frecare și lunecarea în ancoraje.
- (9) La execuție este obligatorie tensionarea de la ambele capete a fasciculelor de pe un rând. Ordinea de tensionare va fi stabilită de proiectant.
- (10) Indiferent de forma fasciculelor din sârme sau toroane este obligatorie înglobarea acestora în grosimea plăcilor curbe, cu amplasarea lor spre fața exterioară în cazul precomprimării inelare, respectiv în suprafața mediană în cazul precomprimării pe direcția meridiană a plăcii curbe.
- (11) În vederea diminuării efectelor variațiilor de temperatură, structurile trebuie termoizolate atât pe pereți, cât și pe elementele structurale de acoperiș, sistemul de izolare hidrofugă și termică trebuind să fie alcătuit corespunzător.

2.4.2 Prevederi privind impermeabilizările și protecțiile anticorozive

- (1) Structurile care înmagazinează fluide trebuie impermeabilizate și protejate anticoroziv atât pe radier, cât și pe pereți, cu mortare aditivat care să corespundă gradului și tipului de agresivitate.
- (2) Pentru structurile ce înmagazinează fluide din stațiile de tratare, materialele utilizate trebuie să respecte următoarele cerințe:
- să fie compatibile cu apa potabilă și să aibă aviz sanitar;
 - să se asigure un efort unitar de aderență pe suprafața de beton de cel puțin 2 N/mm^2 ;
 - să prezinte o rezistență la compresiune mai mare de 40 N/mm^2 ;
 - să prezinte o rezistență la întindere mai mare de 5 N/mm^2 ;
 - adâncimea de penetrare a apei la o presiune de 500 kN/m^2 să fie de maximum $1,2 \text{ mm}$;
 - volumul total de pori după 28 de zile să fie mai mic de 9%;
 - să poată fi aplicate în cel puțin două straturi, ultimul strat trebuind să fie finisat pentru a obține o suprafață lisă, ușor de curățat cu apă sub presiune.
- (3) O atenție deosebită privind alegerea materialelor trebuie acordată următoarelor structuri și subasambluri structurale:
- camerele de amestec și de reacție ale decantoarelor unde există acțiuni agresive datorate amestecului dintre apa brută și reactivii de coagulare – floculare;
 - stațiile de reactivi și de clorinare unde există pericolul coroziunii datorate ionilor de clor.
- (4) Pentru structurile care înmagazinează fluide din stațiile de epurare a apelor uzate, materialele de impermeabilizare și protecție anticorozivă trebuie să corespundă următoarelor cerințe:
- să fie compatibile cu calitatea și agresivitatea apei uzate;
 - să asigure un efort unitar de aderență pe suprafața de beton de cel puțin 2 N/mm^2 ;
 - să prezinte o rezistență la compresiune mai mare de 40 N/mm^2 ;
 - să prezinte o rezistență la întindere mai mare de 5 N/mm^2 ;
 - adâncimea de penetrare a apei la o presiune de 500 kN/m^2 să fie de maximum $1,2 \text{ mm}$;
 - să poată fi aplicată în cel puțin două straturi, ultimul strat trebuind să fie finisat pentru a obține o suprafață lisă.

- (5) Pe suprafața radierelor decantoarelor primare și secundare, precum și pe suprafața căilor de rulare a podurilor racloare se recomandă utilizarea unor materiale aditivat și armate cu fibră, cu rezistențe la compresiune mai mari de 50 N/mm^2 și rezistențe la abraziune.
- (6) La rezervoarele de fermentare anaerobă a nămolurilor materialele trebuie să aibă o bună comportare la temperatură, întrucât nămolul este încălzit, indiferent de sezonul cald sau rece, la $+35^\circ\text{C}$. În zona superioară a rezervoarelor unde structura intră în contact cu gazele de fermentare se vor aplica suplimentar protecții cu rășini epoxidice duro-elastice în cel puțin două straturi.
- (7) La etanșarea rosturilor definitive se vor utiliza chituri polisulfidice, în cazul apelor uzate, chituri compatibile cu apa potabilă și profile de etanșare din PVC plastifiat, tip O35 cu aripile încastrate în beton.

3 Analiza răspunsului structurilor din beton armat și beton precomprimat aplicate în domeniul tratării și epurării apelor

3.1 Generalități. Ipoteze de calcul

- (1) Pentru a caracteriza efectul pe care îl produce o acțiune de orice natură asupra unui element sau sistem structural, se utilizează noțiunea de răspuns static sau dinamic.
- (2) Noțiunea de răspuns are un caracter general substituind orice mărime caracteristică a structurii (eforturi unitare, eforturi secționale, deformații etc.), care reprezintă o consecință directă a aplicării statice sau dinamice a acțiunilor.
- (3) Răspunsul unei structuri la acțiuni de orice natură poate fi determinat mai mult sau mai puțin satisfăcător, comparativ cu comportarea reală a structurii.
- (4) Astfel, dacă o structură este alcătuită din elemente structurale realizate din materiale omogene, izotrope și liniar elastice, iar deformațiile care se produc sunt mici astfel încât modificările de ordin geometric ale structurii devin ne semnificative, comportarea structurii poate fi corect modelată din punct de vedere fizico-matematic, iar caracteristicile elastice pot fi determinate cu destulă exactitate.
- (5) Dacă materialul din care se realizează structura este neomogen, anizotrop și neliniar elastic (cum ar fi betonul armat) evaluarea prin calcul a comportării reale și a răspunsului sub acțiuni statice și mai ales dinamice prezintă dificultăți imense.
- (6) În stadiul actual de cunoaștere s-au elaborat metode analitice și numerice pentru determinarea răspunsului în eforturi și deformații, indiferent de proprietățile materialului utilizat, de modul de acțiune a încărcărilor (statice sau dinamice) și indiferent de natura echilibrului.
- (7) Atât metodele analitice cât și cele numerice se bazează pe discretizarea fizică a structurii, înlocuind structura reală cu un ansamblu de elemente structurale sau elemente finite, legate între ele pe contururile de îmbinare sau într-un număr finit de noduri, calculul structurii înlocuitor necesită aplicarea metodelor matriciale din mecanica construcțiilor pentru exprimarea echilibrului și a compatibilității deformațiilor.
- (8) Indiferent de metodele de calcul utilizate, este necesar ca analiza structurală a acestui gen de structuri să ia în considerare interacțiunea dintre structură, fluidele înmagazinate și terenul de fundare.
- (9) Metoda elementelor finite este considerată astăzi ca fiind o metodă generală pentru determinarea răspunsului structural în eforturi și deformații, putându-se aplica indiferent de proprietățile materialului utilizat în structură, de modul de acțiune a încărcărilor și de natura echilibrului.
- (10) Trebuie însă semnalat că aplicarea metodei elementului finit în analiza interacțiunii structurilor hidroedilitare cu fluidele înmagazinate și terenul de fundare, poate conduce la unele deficiențe și aproximări uneori inacceptabile ce pot proveni din:
 - a. lipsa de experiență a utilizatorilor în discretizarea structurii, definirea acțiunilor și a caracteristicilor fizico-mecanice ale materialelor și ale terenului de fundare;
 - b. exprimarea inadecvată a condițiilor la limită și a condițiilor de conclucrare structură – teren de fundare;
 - c. existența unor reale dificultăți în definirea matricilor de amortizare atât pentru structură, cât și pentru terenul de fundare;
 - d. anumite instabilități ce pot apărea în rezolvarea unui număr foarte mare de ecuații;
 - e. forma neadecvată a funcțiilor de interpolare între nodurile elementelor finite.

- (11) Având în vedere posibilitatea apariției deficiențelor semnalate anterior, întotdeauna rezultatele obținute din aplicarea metodei elementului finit trebuie analizate cu atenție și comparate cu rezultatele obținute prin modele simplificate.
- (12) Indiferent de metodele de calcul adoptate, este obligatorie analiza structură – fluide înmagazinate – teren de fundare, în domeniul liniar elastic, având la bază ipotezele din teoria elasticității și teoria de încovoiere a plăcilor plane și curbe.

3.2 Acțiuni. Gruparea acțiunilor

- (1) Acțiunile luate în considerare pentru determinarea stării de eforturi și de deformații în structurile recipientilor ce înmagazinează fluide pot fi grupate astfel:
- acțiuni modelate prin sisteme de forțe de natură statică sau de natura forțelor de inerție;
 - acțiuni modelate prin deformații;
 - acțiuni termice și fizico-chimice.
- (2) Din categoria acțiunilor modelate prin sisteme de forțe vor fi luate în considerare următoarele acțiuni:
- greutatea proprie a elementelor de construcție, inclusiv greutatea izolațiilor și protecțiilor;
 - greutatea instalațiilor și echipamentelor și forțele transmise de acestea structurii;
 - greutatea și presiunea exercitată de lichidul înmagazinat, inclusiv eventuala presiune a gazelor din interior;
 - presiunea pământului considerată axial-simetrică sau nesimetrică, inclusiv eventuale încărcări aplicate la nivelul terenului, în conformitate cu normativul NP 124 și SR EN 1997-1, SR EN 1997-1/NB.
 - presiunea apelor subterane pe fața exterioară a peretelui și a radierului, în conformitate cu SR EN 1997-1 și SR EN 1997-1/NB
 - acțiunea vântului conform codului de proiectare CR 1-1-4;
 - acțiunea zăpezii conform codului de proiectare CR 1-1-3;
 - forțele de inerție datorate masei structurii și presiunile hidrodinamice induse de acțiunea seismică;
 - încărcările din precomprimare.
- (3) Din acțiunile modelate prin deformații vor fi luate în considerare contracția și curgerea lentă a betonului conform lui SR EN 1992-1-1.
- (4) Din categoria acțiunilor termice și fizico-chimice se vor lua în considerare următoarele: ⁽⁰⁾
- variațiile de temperatură climatice conform SR EN 1991-1-5/NA și variațiile de temperatură ale fluidului înmagazinat;
 - temperaturile la fața interioară T_{ib} , respectiv T_{eb} la fața exterioară a elementelor structurale vor fi definite în baza unui calcul de bilanț și transfer termic, ținând cont de gradul de termoizolare și de îngropare în pământ;
 - în funcție de calculul de transfer termic câmpul de temperaturi va fi considerat ca un câmp staționar atât în sezonul de vară, cât și în sezonul de iarnă, având o variație liniară pe grosimea elementelor structurale;
 - în vederea determinării stării de eforturi și deformații în elementele structurale, câmpul termic se va descompune în două câmpuri elementare și anume:
 - un câmp termic uniform pe grosimea elementelor $T_0 = (T_{ib} + T_{eb})/2$;
 - un câmp termic liniar pe grosimea elementelor $\Delta T_0 = (T_{ib} - T_{eb})/2$ cu valoarea zero în suprafața mediană;
 - se va stabili de asemenea legea de variație a celor două câmpuri pe cele două direcții ale elementului structural.

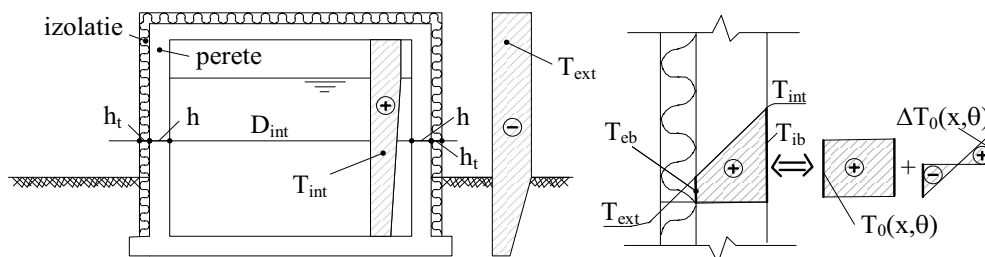


Figura 3.1. Descompunerea câmpului de temperaturi în cele două câmpuri elementare la un rezervor cilindric $T_0(x, \theta)$ și $\Delta T_0(x, \theta)$.

- e. variația celor două componente în plan orizontal poate fi considerată uniformă sau neuniformă dacă se studiază fenomenul de însolare.

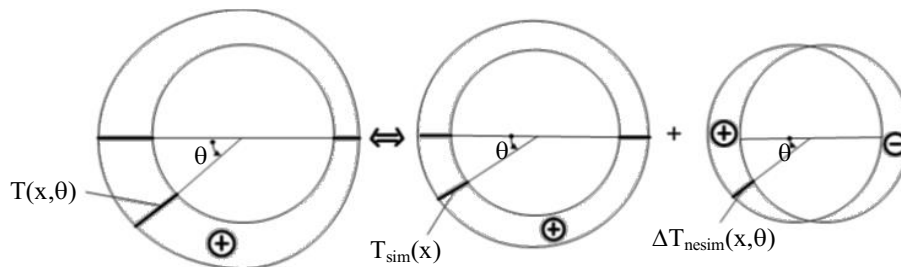


Figura 3.2. Variația în sens inelar a celor două câmpuri în cazul însolierii.

3.2.1 Acțiunea seismică

- (1) În calculele de definire a stării de eforturi și de deformații, precum și în calculele de verificare și dimensionare se vor avea în vedere următoarele moduri de manifestare a acțiunii seismice asupra recipientelor ce înmagazinează fluide:
 - a. forțe de inerție generate de oscilația masei structurii în urma acționării acesteia în mișcarea seismică, de accelerațiile interfeței radier – teren, valorile de proiectare ale accelerațiilor spectrale fiind determinate conform codului de proiectare P 100-1;
 - b. suprapresiuni generate de trecerea fluidului înmagazinat sau a pământului din jurul recipientului din starea de repaus în regim dinamic;
 - c. forțe dinamice transmise structurii de instalații și de echipamente prin intermediul tipurilor de legătură a acestora cu structura.
- (2) Pentru studiul regimului hidrodinamic al fluidului și determinarea presiunilor hidrodinamice induse de acțiunea seismică s-au luat în considerare următoarele ipoteze:
 - a. fluidul este considerat un fluid perfect, lipsit de vâscozitate și incompresibil, având greutate și omogenitate;
 - b. mișcarea fluidului s-a considerat a fi nepermanentă, irotatională și cu nivel liber;
 - c. structura recipientului este solidară cu terenul de fundare, urmărind deplasările acestuia;
 - d. structura recipientului în raport cu fluidul este rigidă și cu contur nedeformabil;
 - e. caracteristicile mișcării seismice sunt cunoscute prin intermediul unor accelerograme înregistrate sau simulate.
- (3) În limitele ipotezelor sus-menționate, integrând ecuațiile generale ale hidrodinamicii cu exprimarea condițiilor de contur, la interfața fluid – structură și la suprafața liberă, s-au obținut presiunile hidrodinamice impulsive și convective pentru formele structurale cilindrice și paralelipedice.

(4) Relațiile de calcul prezentate în continuare servesc la definirea presiunilor hidrodinamice considerate ca încărcări statice echivalente, pe baza cărora se vor determina eforturile secționale în structură și se vor efectua calculele de dimensionare și verificare:

- a. presiunile hidrodinamice totale ca funcții de spațiu și timp se calculează însumând presiunile hidrodinamice impulsive cu presiunile hidrodinamice convective:

$$p_{HDt}(x, y, z, t) = p_{HDI}(x, y, z, t) + p_{HDc}(x, y, z, t) \quad (3.1)$$

- b. presiunile hidrodinamice impulsive și convective se determină cu relații de forma:

$$p_{HDI} = \gamma_{I,e} \cdot \frac{a_g}{g} \cdot \frac{\beta_{\max}}{q_i} \cdot \gamma_f \cdot H_f \cdot F_i \quad (3.2)$$

$$p_{HDc} = \gamma_{I,e} \cdot \frac{a_g}{g} \cdot \frac{\beta_{\max}}{q_c} \cdot \gamma_f \cdot H_f \cdot F_j \quad (3.3)$$

În relațiile (3.2) și (3.3) s-au utilizat notațiile:

$\gamma_{I,e}$ coeficientul care diferențiază nivelul de protecție antiseismică pentru presiunile hidrodinamice, în funcție de clasa de importanță stabilită conform codului de proiectare CR 0, astfel:

$\gamma_{I,e}=1,2$ pentru construcții din clasa de importanță I;

$\gamma_{I,e}=1,0$ pentru construcții din clasa de importanță II, III sau IV.

a_g valoarea de proiectare a accelerației orizontale a terenului stabilită conform codului de proiectare P100-1;

g accelerația gravitațională;

β_{\max} factorul de amplificare dinamică maximă a accelerației orizontale, conform codului de proiectare P100-1, $\beta_{\max} = 2,5$;

q_i factorul de comportare a structurii corespunzătoare presiunilor hidrodinamice impulsive, $q_i = 2$;

q_c factorul de comportare a masei de fluid corespunzătoare presiunilor hidrodinamice convective. Valorile factorului de comportare se diferențiază în funcție de clasa de importanță a recipientilor: $q_c = 1,05$ pentru recipientii de apă potabilă din clasa de importanță I, respectiv $q_c = 1,15$ pentru recipientii din clasa de importanță II;

γ_f greutatea specifică a fluidelor înmagazinate;

H_f înălțimea maximă a coloanei de fluid înmagazinate;

F_i funcții adimensionale corespunzătoare presiunilor hidrodinamice impulsive;

F_j funcții adimensionale corespunzătoare presiunilor hidrodinamice convective.

3.2.1.1 Expresiile generale de calcul pentru presiunile hidrodinamice la recipientii de formă cilindrică

(1) În cazul unei cuve cilindrice relațiile de calcul ale presiunilor hidrodinamice ce acționează asupra radierului și a peretelui sunt următoarele:

- a. presiunile hidrodinamice impulsive care acționează pe pereții cilindric:

$$p_{HDI}^{pc} = \gamma_{I,e} \cdot \frac{a_g}{g} \cdot \frac{\beta_{\max}}{q_i} \cdot \gamma_f \cdot H_f \cdot F_i \left(\xi, \frac{H_f}{R_i}, \lambda_n \right) \cdot \cos(\theta) \quad (3.4)$$

b. presiunile hidrodinamice impulsive care acționează pe radierul circular:

$$p_{HDi}^{rc} = \gamma_{I,e} \cdot \frac{a_g}{g} \cdot \frac{\beta_{max}}{q_i} \cdot \gamma_f \cdot H_f \cdot F_2 \left(\rho, \frac{H_f}{R_i}, \lambda_n \right) \cdot \cos(\theta) \quad (3.5)$$

c. presiunile hidrodinamice convective care acționează pe perețele cilindric:

$$p_{HDc}^{pc} = \gamma_{I,e} \cdot \frac{a_g}{g} \cdot \frac{\beta_{max}}{q_c} \cdot \gamma_f \cdot H_f \cdot F_3 \left(\xi, \frac{H_f}{R_i}, \lambda_n, \frac{T_c}{T_n} \right) \cdot \cos(\theta) \quad (3.6)$$

d. presiunile hidrodinamice convective care acționează pe radierul circular:

$$p_{HDc}^{pc} = \gamma_{I,e} \cdot \frac{a_g}{g} \cdot \frac{\beta_{max}}{q_c} \cdot \gamma_f \cdot H_f \cdot F_4 \left(\rho, \frac{H_f}{R_i}, \lambda_n, \frac{T_c}{T_n} \right) \cdot \cos(\theta) \quad (3.7)$$

unde:

- λ_n valorile proprii de oscilație a masei de fluid, primele zece valori fiind redată în tabelul 3.1.;
- ξ mărime adimensională $\xi = x/H_f$ pe direcția generatoarei plăcii curbe cilindrice;
- x coordonata pe direcția verticală a plăcii cilindrice;
- ρ mărime adimensională $\rho = r/R_i$ pe direcția radială a plăcii plane circulare;
- r raza curentă într-un punct de pe fața superioară a radierului;
- R_i raza interioară a cuvei cilindrice;
- T_c perioada de colț conform seismicității teritoriului României și a prevederilor codului de proiectare P100-1;
- T_n perioada de oscilație a masei de fluid.

$$T_n = \frac{2\pi}{\sqrt{\lambda_n \cdot \frac{g}{R_i} \cdot \tanh\left(\lambda_n \frac{H_f}{R_i}\right)}} \quad (3.8)$$

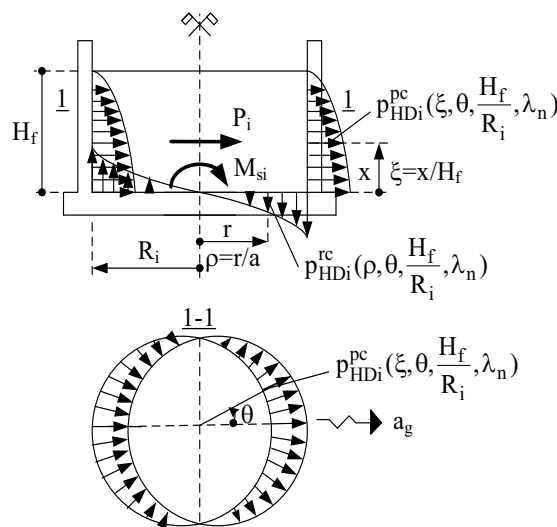


Figura 3.3. Variația presiunilor hidrodinamice impulsive într-o cuvă cilindrică:

p_{HDi}^{pc} - presiunea de pe perețele cilindric, p_{HDi}^{rc} - presiunea pe radierul circular, respectiv o variație de tip cosinusoidal în plan orizontal (1-1).

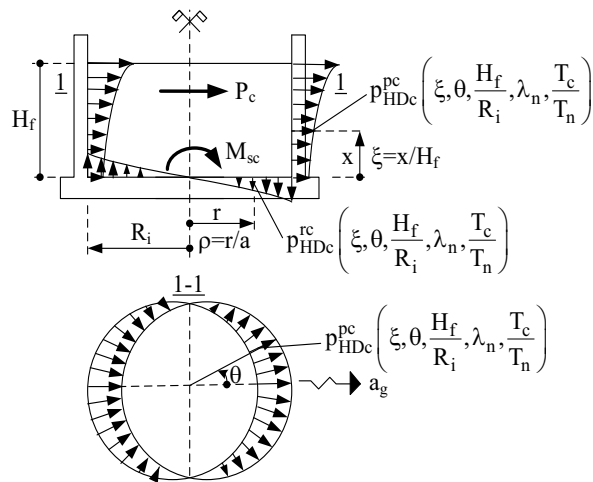


Figura 3.4. Variația presiunilor hidrodinamice convective într-o cuvă cilindrică:

p_{HDc}^{pc} - presiunea de pe peretele cilindric, p_{HDc}^{rc} - presiunea pe radierul circular, respectiv o variație de tip cosinusoidal în plan orizontal (1-1).

Tabelul 3.1. Valorile proprii de oscilație a masei de fluid.

n	λ_n
1	1,84118
2	5,33144
3	8,53632
4	11,70600
5	14,86359
6	18,01553
7	21,16437
8	24,31133
9	27,45705
10	30,60192

- (2) Relațiile de calcul pentru rezultantele presiunilor hidrodinamice și a momentelor globale produse de acțiunea seismică în cazul unei cuve cilindrice având un volum înmagazinat V_i sunt următoarele:
- rezultanta globală a presiunilor hidrodinamice impulsive pe pereți:

$$P_i = \gamma_{l,e} \cdot \frac{a_g \cdot \beta_{\max}}{g \cdot q_i} \cdot \gamma_f \cdot V_i \cdot \phi_1 \left(\frac{H_f}{R_i}, \lambda_n \right) \quad (3.9)$$

- rezultanta globală a presiunilor hidrodinamice convective pe pereți:

$$P_c = \gamma_{l,e} \cdot \frac{a_g \cdot \beta_{\max}}{g \cdot q_c} \cdot \gamma_f \cdot V_i \cdot \phi_2 \left(\frac{H_f}{R_i}, \lambda_n, \frac{T_c}{T_n} \right) \quad (3.10)$$

- momentul încovoietor global produs de presiunile hidrodinamice impulsive pe pereți, în raport cu nivelul legăturii dintre peretele cilindric și radier:

$$M_{si} = \gamma_{l,e} \cdot \frac{a_g \cdot \beta_{\max}}{g \cdot q_i} \cdot \gamma_f \cdot V_i \cdot H_f \cdot F_5 \left(\frac{H_f}{R_i}, \lambda_n \right) \quad (3.11)$$

d. momentul încovoietor global produs de presiunile hidrodinamice convective pe pereți, în raport cu nivelul legăturii dintre perețele cilindric și radier:

$$M_{sc} = \gamma_{1,e} \cdot \frac{a_g \cdot \beta_{\max}}{g \cdot q_c} \cdot \gamma_f \cdot V_i \cdot H_f \cdot F_6 \left(\frac{H_f}{R_i}, \lambda_n, \frac{T_c}{T_n} \right) \quad (3.12)$$

(3) Expresiile de calcul ale funcțiilor folosite în relațiile (3.4), ..., (3.7) și (3.9), ..., (3.12) sunt:

$$F_1 \left(\xi, \frac{H_f}{R_i}, \lambda_n \right) = \frac{R_i}{H_f} \left[1 - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2}{\lambda_n^2 - 1} \cdot \frac{\cosh \left(\lambda_n \frac{H_f}{R_i} \xi \right)}{\cosh \left(\lambda_n \frac{H_f}{R_i} \right)} \right] \quad (3.13)$$

$$F_2 \left(\rho, \frac{H_f}{R_i}, \lambda_n \right) = \frac{R_i}{H_f} \left[\rho - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2}{\lambda_n^2 - 1} \cdot \frac{J_1(\lambda_n \cdot \rho)}{J_1(\lambda_n)} \cdot \cosh^{-1} \left(\lambda_n \frac{H_f}{R_i} \right) \right] \quad (3.14)$$

$$F_3 \left(\xi, \frac{H_f}{R_i}, \lambda_n, \frac{T_c}{T_n} \right) = \frac{R_i}{H_f} \left[\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2}{\lambda_n^2 - 1} \cdot \frac{T_c}{T_n} \cdot \frac{\cosh \left(\lambda_n \frac{H_f}{R_i} \xi \right)}{\cosh \left(\lambda_n \frac{H_f}{R_i} \right)} \right] \quad (3.15)$$

$$F_4 \left(\rho, \frac{H_f}{R_i}, \lambda_n, \frac{T_c}{T_n} \right) = \frac{R_i}{H_f} \left[\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2}{\lambda_n^2 - 1} \cdot \frac{T_c}{T_n} \cdot \frac{J_1(\lambda_n \cdot \rho)}{J_1(\lambda_n)} \cosh^{-1} \left(\lambda_n \frac{H_f}{R_i} \right) \right] \quad (3.16)$$

$$F_5 \left(\frac{H_f}{R_i}, \lambda_n \right) = \frac{1}{2} - \frac{R_i}{H_f} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2}{\lambda_n (\lambda_n^2 - 1)} \cdot \left[\tanh \left(\lambda_n \frac{H_f}{R_i} \right) - \frac{R_i}{\lambda_n H_f} \left(1 - \cosh^{-1} \left(\lambda_n \frac{H_f}{R_i} \right) \right) \right] \quad (3.17)$$

$$F_6 \left(\frac{H_f}{R_i}, \lambda_n, \frac{T_c}{T_n} \right) = \frac{R_i^2}{H_f^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2}{\lambda_n^2 (\lambda_n^2 - 1)} \cdot \frac{T_c}{T_n} \cdot \left[\cosh^{-1} \left(\lambda_n \frac{H_f}{R_i} \right) - 1 + \frac{\lambda_n H_f}{R_i} \tanh \left(\lambda_n \frac{H_f}{R_i} \right) \right] \quad (3.18)$$

$$\phi_1 \left(\frac{H_f}{R_i}, \lambda_n \right) = 1 - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2}{\lambda_n (\lambda_n^2 - 1)} \cdot \frac{R_i}{H_f} \cdot \tanh \left(\lambda_n \frac{H_f}{R_i} \right) \quad (3.19)$$

$$\phi_2 \left(\frac{H_f}{R_i}, \lambda_n \right) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2}{\lambda_n (\lambda_n^2 - 1)} \cdot \frac{T_c}{T_n} \cdot \frac{R_i}{H_f} \cdot \tanh \left(\lambda_n \frac{H_f}{R_i} \right) \quad (3.20)$$

$$\phi_3 \left(\rho, \frac{H_f}{R_i}, \lambda_n, \frac{T_c}{T_n} \right) = \frac{R_i}{H_f} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2}{\lambda_n^2 - 1} \cdot \frac{T_c}{T_n} \cdot \frac{J_1(\lambda_n \cdot \rho)}{J_1(\lambda_n)} \quad (3.21)$$

(4) Pentru calcularea înălțimii valului produs de acțiunea seismică se va utiliza următoarea relație:

$$\delta_{cc} \left(\rho, \frac{H_f}{R_i}, \lambda_n, \frac{T_c}{T_n} \right) = \gamma_{1,e} \cdot \frac{a_g \cdot \beta_{\max}}{g \cdot q_c} \cdot \gamma_f \cdot H_f \cdot \phi_3 \left(\rho, \frac{H_f}{R_i}, \lambda_n, \frac{T_c}{T_n} \right) \cos(\theta) \quad (3.22)$$

(5) Pentru ușurința determinării valorilor presiunilor hidrodinamice și a eforturilor globale produse de acestea se prezintă în anexa A.1., sub formă tabelară, valorile funcțiilor $F_1, F_2, cF_3, cF_4, F_5, cF_6, \phi_1, c\phi_2$ și $c\phi_3$.

(6) Valorilor funcțiilor $F_3, F_4, F_6, \phi_2, \phi_3$ se calculează cu următoarele relații:

$$F_3 \left(\xi, \frac{H_f}{R_i}, \lambda_n, R_i, T_c \right) = \frac{T_c}{\sqrt{R_i}} \cdot cF_3 \left(\xi, \frac{H_f}{R_i}, \lambda_n \right) \quad (3.23)$$

$$F_4 \left(\xi, \frac{H_f}{R_i}, \lambda_n, R_i, T_c \right) = \frac{T_c}{\sqrt{R_i}} \cdot cF_4 \left(\xi, \frac{H_f}{R_i}, \lambda_n \right) \quad (3.24)$$

$$F_6 \left(\frac{H_f}{R_i}, \lambda_n, R_i, T_c \right) = \frac{T_c}{\sqrt{R_i}} \cdot cF_6 \left(\frac{H_f}{R_i}, \lambda_n \right) \quad (3.25)$$

$$\phi_2 \left(\frac{H_f}{R_i}, \lambda_n, R_i, T_c \right) = \frac{T_c}{\sqrt{R_i}} \cdot c\phi_2 \left(\frac{H_f}{R_i}, \lambda_n \right) \quad (3.26)$$

$$\phi_3 \left(\rho, \frac{H_f}{R_i}, \lambda_n, R_i, T_c \right) = \frac{T_c}{\sqrt{R_i}} \cdot c\phi_3 \left(\rho, \frac{H_f}{R_i}, \lambda_n \right) \quad (3.27)$$

3.2.1.2 Expresiile generale de calcul pentru presiunile hidrodinamice la recipientii de formă paralelipipedică

(1) În cazul unei cuve rectangulare, valorile presiunilor hidrodinamice ce acționează asupra peretelui și a radierului sunt următoarele:

a. presiunea hidrodinamică impulsivă pe perete:

$$p_{HDi}^{pd}(\xi_x, \xi_y, \xi_z, \alpha) = \gamma_{1,e} \cdot \frac{a_g \cdot \beta_{\max}}{g \cdot q_i} \cdot \gamma_f \cdot H_f \cdot F_7(\xi_x, \xi_y, \xi_z, l_x / H_f, l_y / H_f, \alpha) \quad (3.28)$$

b. presiunea hidrodinamică impulsivă pe radier:

$$p_{HDi}^{rd}(\xi_x, \xi_y, \alpha) = \gamma_{1,e} \cdot \frac{a_g \cdot \beta_{\max}}{g \cdot q_i} \cdot \gamma_f \cdot H_f \cdot F_8(\xi_x, \xi_y, l_x / H_f, l_y / H_f, \alpha) \quad (3.29)$$

c. presiunea hidrodinamică convectivă pe perete:

$$p_{HDc}^{pd}(\xi_x, \xi_y, \xi_z, \alpha, T_c) = \gamma_{1,e} \cdot \frac{a_g \cdot \beta_{\max}}{g \cdot q_c} \cdot \gamma_f \cdot H_a \cdot F_9(\xi_x, \xi_y, \xi_z, l_x / H_f, l_y / H_f, \alpha, T_c) \quad (3.30)$$

d. presiunea hidrodinamică convectivă pe radier:

$$p_{HDc}^{rd}(\xi_x, \xi_y, \alpha, T_c) = \gamma_{1,e} \cdot \frac{a_g \cdot \beta_{\max}}{g \cdot q_c} \cdot \gamma_f \cdot H_f \cdot F_{10}(\xi_x, \xi_y, l_x / H_f, l_y / H_f, \alpha, T_c) \quad (3.31)$$

unde:

- l_x lungimea la fața interioară a cuvei pe direcția axei (x);
- l_y lungimea la fața interioară a cuvei pe direcția axei (y);
- H_f înălțimea coloanei de fluid înmagazinate în cuvă;
- ξ_x mărimea adimensională, $\xi_x = x/l_x$ pe direcția axei (x);
- ξ_y mărimea adimensională, $\xi_y = y/l_y$ pe direcția axei (y);
- ξ_z mărimea adimensională, $\xi_z = z/H_f$ pe direcția axei (z);
- α unghiul dintre direcția de propagare a mișcării seismice și direcția axei (x)
- T_c perioada de colț conform seismicității teritoriului României și a prevederilor codului de proiectare P100-1.

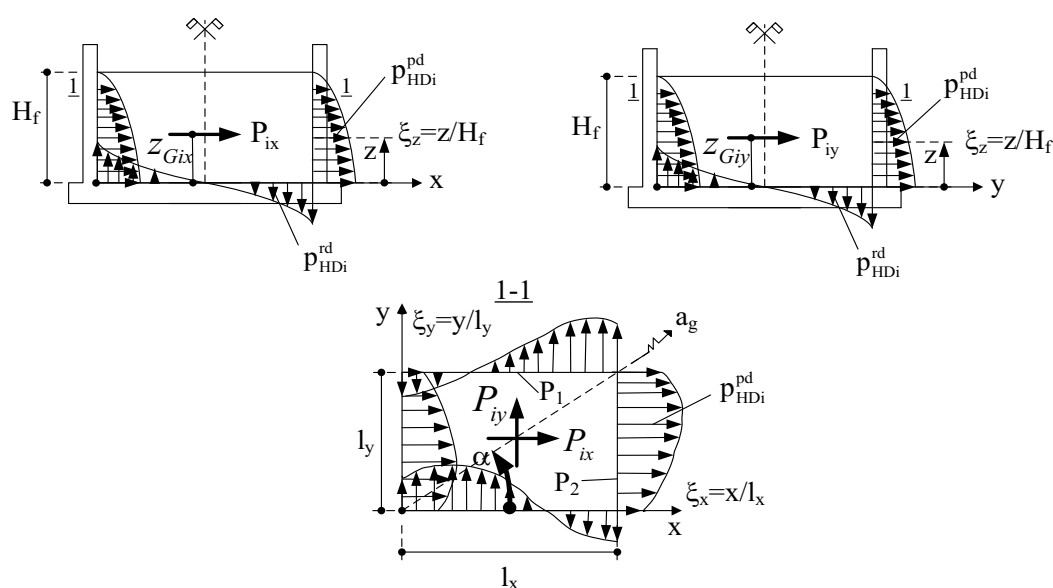


Figura 3.5. Variația presiunilor hidrodinamice într-o cuvă paralelipipedică:

p_{HDI}^{pd} – presiunea hidrodinamică impulsivă pe pereții cuvei rectangulare, p_{HDI}^{rd} – presiunea hidrodinamică impulsivă pe radierul cuvei paralelipedice.

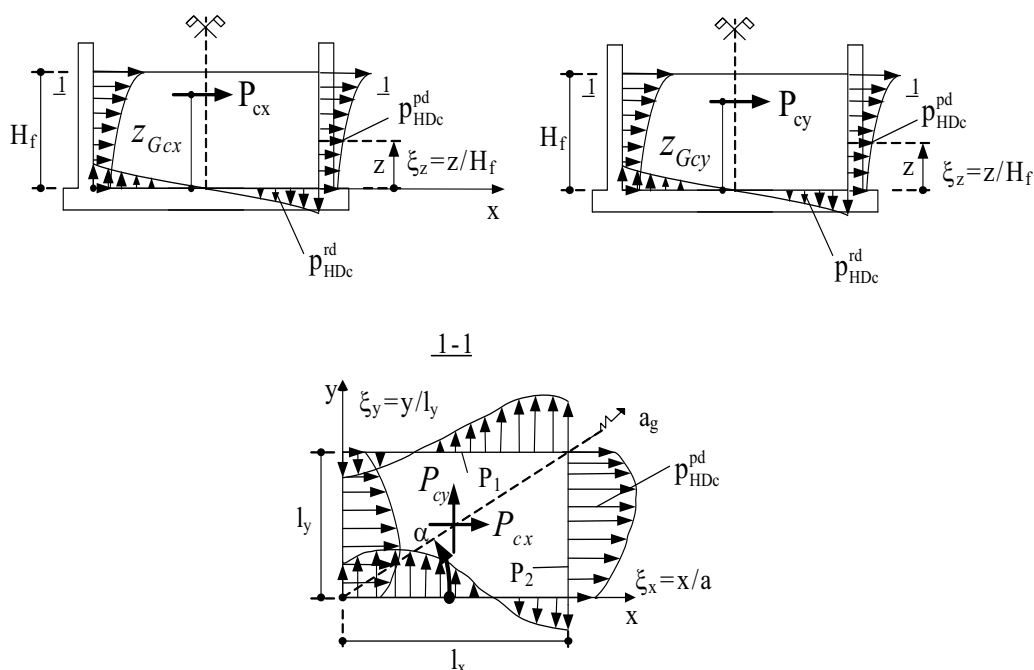


Figura 3.6. Variația presiunilor hidrodinamice într-o cuvă paralelipipedică:

p_{HDc}^{pd} – presiunea hidrodinamică convectivă pe pereții cuvei rectangulare, p_{HDc}^{rd} – presiunea hidrodinamică convectivă pe radierul cuvei paralelipipedice.

- (2) Expresiile de calcul pentru rezultantele globale ale presiunilor hidrodinamice pe pereți, în cazul unei cuve paralelipipedice cu un volum înmagazinat V_i , sunt următoarele:
- rezultanta globală a presiunilor hidrodinamice impulsive pe direcția (x):

$$P_{ix}(l_x/H_f, \alpha) = \gamma_{l,e} \cdot \frac{a_g \cdot \beta_{\max}}{g \cdot q_i} \cdot \gamma_f \cdot V_i \cdot \phi_4(l_x/H_f, \alpha) \quad (3.32)$$

- rezultanta globală a presiunilor hidrodinamice impulsive pe direcția (y):

$$P_{iy}(l_y/H_f, \alpha) = \gamma_{l,e} \cdot \frac{a_g \cdot \beta_{\max}}{g \cdot q_i} \cdot \gamma_f \cdot V_i \cdot \phi_5(l_y/H_f, \alpha) \quad (3.33)$$

- rezultanta globală a presiunilor hidrodinamice convective pe direcția (x):

$$P_{cx}(l_x/H_f, T_c, \alpha) = \gamma_{l,e} \cdot \frac{a_g \cdot \beta_{\max}}{g \cdot q_c} \cdot \gamma_f \cdot V_i \cdot \phi_6(l_x/H_f, T_c, \alpha) \quad (3.34)$$

- rezultanta globală a presiunilor hidrodinamice convective pe direcția (y):

$$P_{cy}(l_y/H_f, T_c, \alpha) = \gamma_{l,e} \cdot \frac{a_g \cdot \beta_{\max}}{g \cdot q_c} \cdot \gamma_f \cdot V_i \cdot \phi_7(l_y/H_f, T_c, \alpha) \quad (3.35)$$

- (3) Distanțele dintre punctul de aplicare al rezultatelor presiunilor hidrodinamice pe pereți și nivelul legăturii pereților cu radierul, se pot calcula cu expresiile următoare:

- pentru rezultanta globală a presiunilor hidrodinamice impulsive P_{ix} avem:

$$z_{Gix}(l_x/H_f) = H_f \cdot \frac{F_{11}(l_x/H_f, \alpha)}{\phi_4(l_x/H_f, \alpha)} \quad (3.36)$$

b. pentru rezultanta globală a presiunilor hidrodinamice impulsive P_{iy} avem:

$$z_{Giy}(l_y/H_f) = H_f \cdot \frac{F_{12}(l_y/H_f, \alpha)}{\phi_5(l_y/H_f, \alpha)} \quad (3.37)$$

c. pentru rezultanta globală a presiunilor hidrodinamice convective P_{cx} avem:

$$z_{Gcx}(l_x/H_f) = H_f \cdot \frac{F_{13}(l_x/H_f, \alpha)}{\phi_6(l_x/H_f, \alpha)} \quad (3.38)$$

d. pentru rezultanta globală a presiunilor hidrodinamice convective P_{cy} avem:

$$z_{Gcy}(l_y/H_f) = H_f \cdot \frac{F_{14}(l_y/H_f, \alpha)}{\phi_7(l_y/H_f, \alpha)} \quad (3.39)$$

(4) Perioadele de oscilație a masei de fluid înmagazinate se calculează cu:

$$T_{x,2k+1} = \frac{2\pi}{\sqrt{\pi \cdot (2k+1) \cdot \frac{g}{l_x} \cdot \tanh(\pi(2k+1) \cdot H_f / l_x)}} \quad (3.40)$$

$$T_{y,2k+1} = \frac{2\pi}{\sqrt{\pi \cdot (2k+1) \cdot \frac{g}{l_y} \cdot \tanh(\pi(2k+1)H_f / l_y)}} \quad (3.41)$$

(5) Expresiile funcțiilor F_7, F_8, F_9, F_{10} corespunzătoare presiunilor hidrodinamice, au forma următoare:

$$F_7(\xi_x, \xi_y, \xi_z, l_x / H_f, l_y / H_f, \alpha) = - \left\{ \sum_{n=0}^{\infty} \left[\frac{l_x}{H_f} \cdot \frac{4 \cdot \cos(\alpha) \cdot \cos((2k+1)\pi \cdot \xi_x)}{(2k+1)^2 \pi^2} \cdot \left(1 - \frac{\cosh((2k+1)\pi \cdot \xi_z H_f / l_x)}{\cosh((2k+1)\pi H_f / l_x)} \right) \right] + \sum_{n=0}^{\infty} \left[\frac{l_y}{H_f} \cdot \frac{4 \cdot \sin(\alpha) \cdot \cos((2k+1) \cdot \pi \cdot \xi_y)}{(2k+1)^2 \pi^2} \cdot \left(1 - \frac{\cosh((2k+1)\pi \cdot \xi_z \cdot H_f / l_y)}{\cosh((2k+1)\pi \cdot H_f / l_y)} \right) \right] \right\} \quad (3.42)$$

$$F_8(\xi_x, \xi_y, l_x / H_f, l_y / H_f, \alpha) = - \left\{ \sum_{n=0}^{\infty} \left[\frac{l_x}{H_f} \cdot \frac{4 \cos(\alpha) \cdot \cos((2k+1) \cdot \pi \cdot \xi_x)}{(2k+1)^2 \pi^2} \cdot \left(1 - \cosh^{-1}((2k+1)\pi H_f / l_x) \right) \right] + \sum_{n=0}^{\infty} \left[\frac{l_y}{H_f} \cdot \frac{4 \sin(\alpha) \cos((2k+1)\pi \xi_y)}{(2k+1)^2 \pi^2} \cdot \left(1 - \cosh^{-1}((2k+1)\pi H_f / l_y) \right) \right] \right\} \quad (3.43)$$

$$F_9(\xi_x, \xi_y, \xi_z, l_x/H_f, l_y/H_f, \alpha, T_c) = - \left\{ \sum_{n=0}^{\infty} \left[\frac{l_x}{H_f} \cdot \frac{4 \cdot \cos(\alpha) \cdot \cos((2k+1)\pi \cdot \xi_x)}{(2k+1)^2 \pi^2} \cdot \frac{\cosh((2k+1)\pi \cdot \xi_z \cdot H_f / l_x)}{\cosh((2k+1)\pi H_f / l_x)} \cdot \frac{T_c}{T_{x,2k+1}} \right] + \sum_{n=0}^{\infty} \left[\frac{l_y}{H_f} \cdot \frac{4 \cdot \sin(\alpha) \cdot \cos((2k+1)\pi \cdot \xi_y)}{(2k+1)^2 \pi^2} \cdot \frac{\cosh((2k+1)\pi \cdot \xi_z \cdot H_f / l_y)}{\cosh((2k+1)\pi \cdot H_f / l_y)} \cdot \frac{T_c}{T_{y,2k+1}} \right] \right\} \quad (3.44)$$

$$F_{10}(\xi_x, \xi_y, l_x/H_f, l_y/H_f, \alpha, T_c) = - \left\{ \sum_{n=0}^{\infty} \left[\frac{l_x}{H_f} \cdot \frac{4 \cdot \cos(\alpha)}{(2k+1)^2 \pi^2} \cdot \frac{\cos((2k+1)\pi \cdot \xi_x)}{\cosh((2k+1)\pi \cdot H_f / l_x)} \cdot \frac{T_c}{T_{x,2k+1}} \right] + \sum_{n=0}^{\infty} \left[\frac{l_y}{H_f} \cdot \frac{4 \cdot \sin(\alpha)}{(2k+1)^2 \pi^2} \cdot \frac{\cos((2k+1)\pi \cdot \xi_y)}{\cosh((2k+1)\pi \cdot H_f / l_y)} \cdot \frac{T_c}{T_{y,2k+1}} \right] \right\} \quad (3.45)$$

(6) Funcțiile adimensionale folosite pentru calculul rezultatelor globale P_{ix} , P_{iy} , P_{cx} , P_{cy} și a distanțelor Z_{Gix} , Z_{Giy} , Z_{Gcx} , Z_{Gcy} , au următoarele expresii:

$$\phi_4\left(\frac{l_x}{H_f}, \alpha\right) = - \sum_{n=0}^{\infty} \left\{ \frac{8 \cos(\alpha)}{(2k+1)^2 \pi^2} \left[1 - \frac{l_x / H_f}{(2k+1) \cdot \pi} \tanh((2k+1) \cdot \pi H_f / l_x) \right] \right\} \quad (3.46)$$

$$\phi_5\left(\frac{l_y}{H_f}, \alpha\right) = - \sum_{n=0}^{\infty} \left\{ \frac{8 \sin(\alpha)}{(2k+1)^2 \pi^2} \left[1 - \frac{l_y / H_f}{(2k+1) \cdot \pi} \tanh((2k+1) \cdot \pi H_f / l_y) \right] \right\} \quad (3.47)$$

$$\phi_6(l_x / H_f, \alpha) = - \sum_{n=0}^{\infty} \left\{ \frac{8 \cos(\alpha) \cdot l_x / H_f}{(2k+1)^3 \pi^3} \cdot \tanh((2k+1) \cdot \pi H_f / l_x) \cdot \frac{T_c}{T_{x,2k+1}} \right\} \quad (3.48)$$

$$\phi_7(l_y / H_f, \alpha) = - \sum_{n=0}^{\infty} \left\{ \frac{8 \sin(\alpha) \cdot l_y / H_f}{(2k+1)^3 \pi^3} \cdot \tanh((2k+1) \cdot \pi H_f / l_y) \cdot \frac{T_c}{T_{y,2k+1}} \right\} \quad (3.49)$$

$$F_{11}(l_x / H_f, \alpha) = - \sum_{n=0}^{\infty} \left\{ \frac{8 \cos(\alpha)}{(2k+1)^2 \pi^2} \left[0,5 - \frac{l_x^2}{H_f^2} \cdot \left[\frac{H_f}{l_x} \cdot \frac{\tanh((2k+1) \cdot \pi H_f / l_x)}{(2k+1)\pi} + \frac{\cosh^{-1}((2k+1) \cdot \pi H_f / l_x) - 1}{(2k+1)^2 \pi^2} \right] \right] \right\} \quad (3.50)$$

$$F_{12}(l_y / H_f, \alpha) = - \sum_{n=0}^{\infty} \left\{ \frac{8 \sin(\alpha)}{(2k+1)^2 \pi^2} \left[0,5 - \frac{l_y^2}{H_f^2} \cdot \left[\frac{H_f}{l_y} \cdot \frac{\tanh((2k+1) \cdot \pi H_f / l_y)}{(2k+1)\pi} + \frac{\cosh^{-1}((2k+1) \cdot \pi H_f / l_y) - 1}{(2k+1)^2 \pi^2} \right] \right] \right\} \quad (3.51)$$

$$F_{13}(l_x / H_f, \alpha) = - \sum_{n=0}^{\infty} \left\{ \frac{8 \cos(\alpha)}{(2k+1)^2 \pi^2} \frac{l_x^2}{H_f^2} \cdot \left[\frac{H_f}{l_x} \cdot \frac{\tanh((2k+1) \cdot \pi H_f / l_x)}{(2k+1)\pi} + \frac{\cosh^{-1}((2k+1) \cdot \pi H_f / l_x) - 1}{(2k+1)^2 \pi^2} \right] \cdot \frac{T_c}{T_{x,2k+1}} \right\} \quad (3.52)$$

$$F_{14}(l_y / H_f, \alpha) = - \sum_{n=0}^{\infty} \left\{ \frac{8 \sin(\alpha)}{(2k+1)^2 \pi^2} \frac{l_y^2}{H_f^2} \cdot \left[\frac{H_f}{l_y} \cdot \frac{\tanh((2k+1) \cdot \pi \cdot H_f / l_y)}{(2k+1)\pi} + \frac{\cosh^{-1}((2k+1) \cdot \pi \cdot H_f / l_y) - 1}{(2k+1)^2 \pi^2} \right] \cdot \frac{T_c}{T_{y,2k+1}} \right\} \quad (3.53)$$

- (7) Funcția adimensională corespunzătoare înălțimii valului produs de acțiunea seismică, are următoarea formă:

$$\phi_8(l_x / H_f, l_y / H_f, \alpha) = \sum_{n=0}^{\infty} \left[\frac{4 \cos(\alpha) \cdot T_c \cdot l_x / H_f}{(2k+1)^2 \pi^2 \cdot T_{x,2k+1}} \cdot \cos((2k+1) \cdot \pi \cdot \xi_x) \right] + \sum_{n=0}^{\infty} \left[\frac{4 \sin(\alpha) \cdot T_c \cdot l_y / H_f}{(2k+1)^2 \pi^2 \cdot T_{y,2k+1}} \cdot \cos((2k+1) \cdot \pi \cdot \xi_y) \right] \quad (3.54)$$

- (8) Pentru simplificarea calculelor, se prezintă în anexa A.2. relații și tabele practice de calcul în vederea determinării valorilor presiunilor hidrodinamice care acționează pe pereții cuvelor rectangulare, în cazul unui cutremur produs pe direcția (x), pe peretele P2, respectiv în cazul unui cutremur produs pe direcția (y), pe peretele P1 (vezi figurile 3.5 și 3.6).
- (9) Pentru ușurința determinării valorilor presiunilor hidrodinamice pe radier, în anexa A.2. se prezintă sub formă tabelară valorile funcțiilor adimensionale cF8 și cF10. Funcțiile F8, respectiv F10 se calculează cu relațiile:

$$F_8(\xi_x, \xi_y, l_x / H_f, l_y / H_f, \alpha) = \cos(\alpha) \cdot cF_8(\xi_x, l_x / H_f) + \sin(\alpha) \cdot cF_8(\xi_y, l_y / H_f) \quad (3.55)$$

$$F_{10}(\xi_x, \xi_y, l_x / H_f, l_y / H_f, \alpha, T_c) = T_c \cdot \left(\cos(\alpha) \cdot \frac{cF_{10}(\xi_x, l_x / H_f)}{\sqrt{l_x}} + \sin(\alpha) \cdot \frac{cF_{10}(\xi_y, l_y / H_f)}{\sqrt{l_y}} \right) \quad (3.56)$$

- (10) Funcțiile ϕ_4 , ϕ_5 , ϕ_6 , ϕ_7 folosite la calculul rezultatelor globale a presiunilor hidrodinamice, se pot determina cu ajutorul tabelelor din anexa A.2. unde se prezintă valorile funcțiilor adimensionale $c\phi_4$ și $c\phi_6$, cu ajutorul următoarelor relații:

$$\phi_4(l_x / H_f, \alpha) = \cos(\alpha) \cdot c\phi_4(l_x / H_f) \quad (3.57)$$

$$\phi_5(l_y / H_f, \alpha) = \sin(\alpha) \cdot c\phi_4(l_y / H_f) \quad (3.58)$$

$$\phi_6(l_x / H_f, \alpha, T_c) = \cos(\alpha) \cdot \frac{T_c}{\sqrt{l_x}} \cdot c\phi_6(l_x / H_f) \quad (3.59)$$

$$\phi_7(l_y / H_f, \alpha, T_c) = \sin(\alpha) \cdot \frac{T_c}{\sqrt{l_y}} \cdot c\phi_6(l_y / H_f) \quad (3.60)$$

(11) Funcțiile F_{11} , F_{12} , F_{13} , F_{14} folosite la calculul distanțelor X_{Gix} , X_{Giy} , X_{Gcx} , X_{Gcy} se pot determina cu ajutorul tabelor din anexa A.2. unde se prezintă valorile funcțiilor adimensionale cF_{11} și cF_{13} , cu ajutorul următoarelor relații:

$$F_{11}(l_x / H_f, \alpha) = \cos(\alpha) \cdot cF_{11}(l_x / H_f) \quad (3.61)$$

$$F_{12}(l_y / H_f, \alpha) = \sin(\alpha) \cdot cF_{11}(l_y / H_f) \quad (3.62)$$

$$F_{13}(l_x / H_f, T_c, \alpha) = \cos(\alpha) \cdot \frac{T_c}{\sqrt{l_x}} \cdot cF_{13}(l_x / H_f) \quad (3.63)$$

$$F_{14}(l_y / H_f, T_c, \alpha) = \sin(\alpha) \cdot \frac{T_c}{\sqrt{l_x}} \cdot cF_{13}(l_y / H_f) \quad (3.64)$$

(12) Totodată se poate determina funcția adimensională ϕ_8 corespunzătoare înălțimii valului produs de acțiunea seismică, cu ajutorul valorilor funcției $c\phi_8$ prezentate tabelar în anexa A.2., folosind următoarea relație:

$$\phi_8\left(\xi_x, \xi_y, \frac{l_x}{H_f}, \frac{l_y}{H_f}, T_c, \alpha\right) = T_c \cdot \left(\cos(\alpha) \cdot \frac{c\phi_8(\xi_x, l_x / H_f)}{\sqrt{l_x}} + \sin(\alpha) \cdot \frac{c\phi_8(\xi_y, l_y / H_f)}{\sqrt{l_y}} \right) \quad (3.65)$$

3.2.2 Definirea presiunilor pământului asupra construcțiilor hidroedilitare

(1) Pentru definirea și determinarea valorilor de calcul ale presiunilor pământului asupra construcțiilor hidroedilitare se vor aplica prevederile SR EN 1997-1 și SR EN 1997-1/NB, și ale normativului NP 124.

(2) Presiunile active în cazul acțiunii seismice pot fi calculate cu oarecare aproximare, cu relația:

$$p_a^{dinamic} = p_a^{static} \left(1 \pm 2 \cdot \frac{a_g}{g} \cdot \tan(\varphi) \cdot \cos(\theta) \right) \quad (3.66)$$

(3) Efectele presiunii în cazul acțiunii seismice pot fi analizate considerând o componentă axial-simetrică egală cu p_a^{static} și o componentă antisimetrică egală cu:

$$2 \cdot p_a^{static} \cdot \frac{a_g}{g} \tan(\varphi) \cos(\theta). \quad (3.67)$$

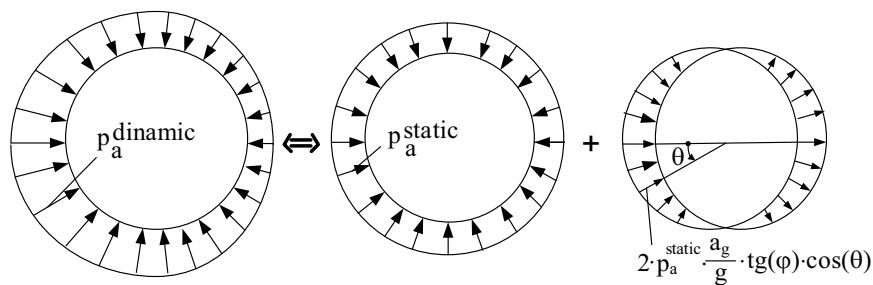


Figura 3.7. Descompunerea presiunii active în componenta axial-simetrică și antisimetrică.

3.2.3 Definirea acțiunii din precomprimare

- (1) Pentru recipientii de mare capacitate, de forme axial-simetrice cum sunt: decantoarele radiale, bazinele de aerare de formă cilindrică, decantoarele suspensionale cu pereți exteriori de formă tronconică, rezervoare de fermentare anaerobă a nămolurilor, decantoare radiale, este necesară precomprimarea inelară.
- (2) Procedul de precomprimare recomandat este cel cu fascicule post-tensionate, înglobate în grosimea pereților, amplasate spre fața exterioară a acestora.
- (3) Pentru definirea acțiunii din precomprimare trebuie luate în considerare următoarele:
 - a. eforturile produse de acțiunile din exploatare: greutate proprie, presiune hidrostatică, variațiile de temperatură;
 - b. caracteristicile procedurii de precomprimare;
 - c. variația eforturilor în armătura tensionată și a presiunilor transmise la beton, funcție de pierderile de tensiune din faza inițială și faza finală;
 - d. tipul de legătură a plăcii curbe pe conturile marginale cu alte elemente structurale: legături de continuitate, articulație, încastrări elastice sau legături elastice realizate cu cordoane de cauciuc/neopren;
 - e. categoria de comportare a plăcii curbe cilindrice.
- (4) Funcția încărcării din precomprimare trebuie aleasă astfel încât eforturile unitare inelare induse de precomprimare, $\sigma_{\theta,pr}^c$, să fie mai mari decât eforturile inelare de întindere, $\sigma_{\theta,ef}^i$, ce se produc în toate grupările fundamentale posibile.
- (5) Compresiunea remanentă, σ_{θ}^{rem} , definită ca fiind diferența dintre eforturile unitare de compresiune induse de precomprimare, $\sigma_{\theta,pr}^c$, și eforturile unitare de întindere, $\sigma_{\theta,ef}^i$, trebuie să fie de cel puțin 1 MPa:

$$\sigma_{\theta,pr}^c - \sigma_{\theta,ef}^i \geq 1 \text{ MPa} \quad (3.68)$$

- (6) În grupările speciale, efortul unitar remanent nu trebuie să scadă sub 0,3 – 0,5 MPa.
- (7) Ancorarea fasciculelor trebuie obligatoriu să fie decalată de la un rând de fascicule la altul pentru a se uniformiza încărcarea din precomprimare.
- (8) Este obligatorie tensionarea simultană a fasciculelor de pe un rând de la ambele capete.
- (9) Legea de variație cea mai simplă pentru o placă curbă cilindrică este o lege liniară de formă trapezoidală pe înălțime, ca în figura 3.18.

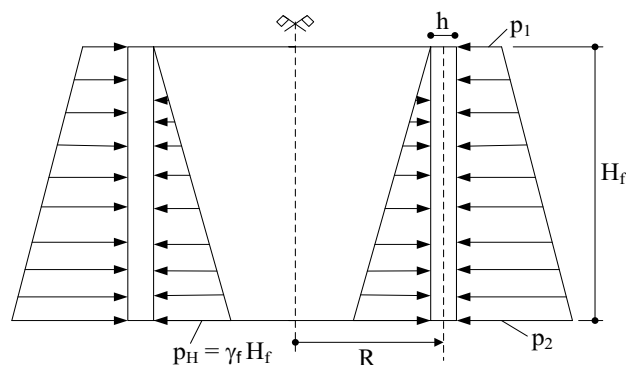


Figura 3.8. Încărcarea din precomprimare având o lege de variație liniară pe înălțime.

$$p_1 = \frac{\sigma_{\theta}^{rem} \cdot b \cdot h}{R} \quad (3.69)$$

$$p_2 = p_1 + \gamma_f \cdot H_f \quad (3.70)$$

În care:

- H_f înălțimea coloanei de fluid înmagazinată;
- R raza în suprafața mediană a plăcii curbe cilindrice;
- b lungime unitară;
- h grosimea secțiunii de beton;
- p_1 încărcarea din precomprimare la nivelul conturului superior al plăcii cilindrice;
- p_2 încărcarea din precomprimare la nivelul conturului inferior al plăcii cilindrice;
- γ_f greutatea specifică a fluidului înmagazinat;
- σ_{θ}^{rem} efortul unitar normal inelar de compresiune remanentă a plăcii cilindrice.

3.2.4 Combinarea efectelor (gruparea) acțiunilor

- (1) Pentru combinarea efectelor (gruparea) acțiunilor se aplică prevederile codului de proiectare CR 0 împreună cu prevederile suplimentare date în acest paragraf.
- (2) În calculul de dimensionare sau verificare la stări limită de serviciu și stări limită ultime trebuie luate în considerare la nivel minimal stările de eforturi și de deformații din grupările specifice structurilor de beton armat, conform 3.2.4.1, și structurilor de beton precomprimat, conform 3.2.4.2.
- (3) La calculul de dimensionare sau verificare la stări limită de serviciu și stări limită ultime, în funcție de specificul temei de proiect, pot fi considerate și alte grupări specifice, în acord cu prevederile codului de proiectare CR 0.

3.2.4.1 Gruparea efectelor acțiunilor pentru structuri de beton armat

3.2.4.1.1 Grupări fundamentale:

- a. gruparea I – corespunzătoare perioadei de exploatare cu recipientul gol, în care se suprapun efectele cauzate de:
 - i. greutatea proprie;
 - ii. încărcările date de masivul de pământ (presiunea pământului și greutatea pământului);
 - iii. presiunea hidrostatică a apelor subterane;
 - iv. vântul și zăpada;
 - v. variațiile de temperatură.

- b. gruparea a II-a – corespunzătoare perioadei de exploatare cu recipientul plin în care se suprapun efectele acțiunilor din gruparea I și efectele presiunii hidrostatice a apei înmagazinate.

3.2.4.1.2 Grupări caracteristice

- a. gruparea a III-a – corespunzătoare efectuării probei de etanșeitate, în care se suprapun efectele cauzate de:
 - vi. greutatea proprie
 - vii. presiunea hidrostatică a apei înmagazinate.
- b. gruparea a IV-a – corespunzătoare perioadei de exploatare cu recipientul gol (întreținere), în care se suprapun efectele cauzate de:
 - i. greutatea proprie;
 - ii. încărcările date de masivul de pământ (presiunea pământului și greutatea pământului);
 - iii. presiunea hidrostatică a apelor subterane;
 - iv. vântul și zăpada;
 - v. variațiile de temperatură.
- c. gruparea a V-a – corespunzătoare perioadei de exploatare cu recipientul plin (exploatare normală), în care se suprapun efectele acțiunilor din gruparea a IV-a și efectele presiunii hidrostatice a apei înmagazinate.

3.2.4.1.3 Grupări seismice :

- a. gruparea a VI-a – corespunzătoare acțiunii seismice cu recipientul gol, în care se suprapun efectele cauzate de:
 - i. greutatea proprie;
 - ii. forțele de inerție datorate masei structurii;
 - iii. încărcările date de masivul de pământ în regim dinamic.
- b. gruparea a VII-a – corespunzătoare acțiunii seismice cu recipientul plin, în care se suprapun:
 - i. greutatea proprie;
 - ii. forțele de inerție datorate masei structurii;
 - iii. încărcările date de masivul de pământ în regim dinamic;
 - iv. presiunea hidrostatică a apei înmagazinate;
 - v. presiunile hidrodinamice impulsive și convective.

3.2.4.2 *Gruparea efectelor acțiunilor pentru structuri de beton precomprimat*

3.2.4.2.1 Grupări fundamentale

- a. gruparea I – corespunzătoare fazei inițiale a introducerii forțelor de precomprimare, în care se suprapun:
 - i. greutatea proprie;
 - ii. acțiunea precomprimării, luând în considerare doar pierderile de tensiune din faza inițială;
- b. gruparea a II-a – corespunzătoare perioadei de exploatare cu recipientul gol, în care se suprapun efectele cauzate de:
 - i. greutatea proprie;
 - ii. acțiunea precomprimării, luând în considerare toate pierderile de tensiune;
 - iii. încărcările date de masivul de pământ (presiunea pământului și greutatea pământului);
 - iv. presiunea hidrostatică a apelor subterane;

- v. vântul și zăpada;
- vi. variațiile de temperatură.

- c. gruparea a III-a – corespunzătoare perioadei de exploatare cu recipientul plin în care se suprapun efectele acțiunilor din gruparea a II-a și efectele presiunii hidrostatice a apei înmagazinate.

3.2.4.2.2 Grupări caracteristice:

- a. gruparea a IV-a – corespunzătoare efectuării probei de etanșitate, în care se suprapun efectele cauzate de:
 - i. greutatea proprie;
 - ii. acțiunea precomprimării, luând în considerare toate pierderile de tensiune;
 - iii. presiunea hidrostatică a apei înmagazinate.
- b. gruparea a V-a – corespunzătoare perioadei de exploatare cu recipientul gol (întreținere), în care se suprapun efectele cauzate de:
 - i. greutatea proprie;
 - ii. acțiunea precomprimării în faza finală;
 - iii. încărcările date de masivul de pământ (presiunea pământului și greutatea pământului);
 - iv. presiunea hidrostatică a apelor subterane;
 - v. vântul și zăpada;
 - vi. variațiile de temperatură.
- c. gruparea a VI-a – corespunzătoare perioadei de exploatare cu recipientul plin (exploatare normală), în care se suprapun efectele acțiunilor din gruparea a IV-a și efectele presiunii hidrostatice a apei înmagazinate.

3.2.4.2.3 Grupări seismice :

- a. gruparea a VII-a – corespunzătoare acțiunii seismice cu recipientul gol, în care se suprapun efectele cauzate de:
 - i. greutatea proprie;
 - ii. acțiunea precomprimării în faza finală
 - iii. forțele de inerție datorate masei structurii;
 - iv. încărcările date de masivul de pământ în regim dinamic.
- b. gruparea a VIII-a – corespunzătoare acțiunii seismice cu recipientul plin, în care se suprapun:
 - i. greutatea proprie;
 - ii. acțiunea precomprimării în faza finală;
 - iii. forțele de inerție datorate masei structurii;
 - iv. încărcările date de masivul de pământ în regim dinamic;
 - v. presiunea hidrostatică a apei înmagazinate;
 - vi. presiunile hidrodinamice impulsive și convective.

- (4) La stabilirea valorilor de proiectare ale acțiunilor se vor avea în vedere prevederile reglementărilor tehnice specifice.
- (5) Coeficienții parțiali de siguranță pentru combinarea (efectelor) acțiunilor se stabilesc conform codului de proiectare CR 0 cu următoarele excepții:
 - a. coeficientul parțial de siguranță pentru combinarea efectelor cauzate de greutatea proprie a structurii în grupările caracteristice se ia egal cu 1,10 atunci când greutatea proprie are efect defavorabil asupra siguranței;

- b. coeficientul parțial de siguranță pentru combinarea efectelor cauzate de presiunea hidrostatică a apei înmagazinate în gruparea caracteristică se ia egal cu 1,0;
 - c. coeficientul parțial de siguranță pentru combinarea efectelor cauzate de presiune hidrostatică a apei înmagazinate în grupările fundamentale se ia egal cu 1,05, dar valoarea de proiectare a presiunii hidrostatice a apei înmagazinate nu poate depăși valoarea caracteristică asociată nivelului maxim al apei din structură ținând cont de schema tehnologică și de profilul hidraulic al acesteia;
 - d. coeficientul parțial de siguranță pentru combinarea efectelor cauzate de variațiile de temperatură în grupările fundamentale și în cele caracteristice se ia egal cu 1,0 pentru structuri de beton precomprimat și 0,65 pentru structuri de beton armat, pentru a ține seama de efectele fisurării betonului asupra stării de eforturi din structură;
 - e. coeficientul parțial de siguranță pentru combinarea efectelor cauzate de presiunile hidrodinamice în grupările seismice, se ia egal cu 1,0.
- (6) La gruparea efectelor acțiunilor, acțiunea precomprimării se consideră acțiune permanentă.
- (7) Coeficienții parțiali de siguranță pentru combinarea (efectelor) acțiunilor geotehnice se stabilesc conform prevederilor SR EN 1997-1.
- (8) În cazul rezervoarelor de fermentare se va lua în considerare și presiunea suplimentară dată de gazele de fermentare conform prevederilor proiectului tehnologic.
- (9) În cazul stațiilor de filtre se va lua în considerare și presiunea suplimentară de spălare a filtrelor din spațiul dintre plăcile cu crepine și radierul cuvelor de filtrare conform prevederilor proiectului tehnologic.

3.3 Calculul stării de eforturi și de deformații în structura construcțiilor hidroedilitare

3.3.1 Ipoteze de calcul

- (1) Calculul stării de eforturi și de deformații în structura construcțiilor hidroedilitare se va efectua în domeniul liniar-elastic, pe baza ipotezelor fundamentale din teoria plăcilor plane și curbe, luând în considerare interacțiunea structurilor cu terenul de fundare.
- (2) Metodele de calcul utilizate în prezent tratează problema determinării stării de eforturi și de deformații în cadrul teoriei elasticității ca o problemă plană, având la bază următoarele ipoteze:
- a. materialul din care se realizează plăcile plane sau curbe este continuu, omogen și izotrop;
 - b. solicitările materialului nu depășesc limita elastică, iar modulul de elasticitate este același pentru întindere și compresiune;
 - c. punctele situate pe o normală la suprafața mediană a plăcii înainte de deformare, rămân și după deformare pe o dreaptă care este normală la suprafața mediană deformată;
 - d. deformațiile elastice sunt mici în raport cu grosimea plăcilor și, în consecință, ecuațiile de echilibru pe un element infinitezimal de placă pot fi scrise pe starea nedeformată;
 - e. efectul eforturilor unitare normale la suprafața mediană, poate fi neglijat în relațiile dintre eforturile unitare și deformațiile specifice: $\sigma_z \approx 0$;
 - f. deplasările pe direcția normalei la suprafața mediană sunt aproximativ egale pentru toate punctele situate pe aceeași normală și egale cu deplasarea (w) a punctului din suprafața mediană. În consecință, grosimea plăcii nu se modifică și atunci deformația specifică $\varepsilon_z \approx 0,00$.

- (3) Asamblul acestor ipoteze permite aplicarea principiului suprapunerii efectelor pentru eforturi și deformații și are drept consecință admiterea variației eforturilor unitare pe grosimea plăcii după legile Rezistenței Materialelor.
- (4) Pentru a efectua analiza stării de eforturi și de deformații luând în considerare interacțiunea structurilor cu terenul de fundare este necesară alegerea modelelor adecvate pentru definirea presiunilor de contact dintre radier și terenul de fundare, precum și cunoașterea caracteristicilor principale ce caracterizează comportarea structurii, după cum urmează:
- alcătuirea și configurația geometrică a structurii, tipul legăturilor dintre elementele structurale componente;
 - caracteristicile fizico-mecanice ale materialului utilizat în realizarea structurii;
 - natura și caracteristicile fizico-mecanice ale terenului de fundare;
 - încărcările de calcul care acționează asupra structurii;
 - rigiditățile axiale și la încovoiere ale fiecărui element structural și modul lor de variație pe un element structural și pe întreaga structură.
- (5) Se recomandă evitarea creșterilor bruște de rigiditate pe un element structural.

3.3.2 Modele de calcul pentru exprimarea interacțiunii dintre structuri și terenul de fundare

- (1) Elaborarea modelelor fizico-matematice care să descrie cu bună aproximație comportarea reală a structurilor în interacțiunea cu terenul de fundare utilizând ipotezele de calcul din mecanica construcțiilor și mecanica pământurilor este departe de a fi considerată o problemă rezolvată mulțumitor, întrucât pământurile nu sunt materiale continue, omogene și izotrope, iar domeniul de comportare liniar-elastic este limitat la încărcări mici.
- (2) Numărul mare de lucrări existente în literatura de specialitate pentru exprimarea interacțiunii structură–teren este datorat încercărilor de îmbunătățire a modelelor adoptate pentru terenul de fundare, în vederea obținerii unei concordanțe mulțumitoare între rezultatele teoretice și cele experimentale pentru presiunile reactive pe suprafața de contact structură-teren de fundare.
- (3) Din multitudinea de modele existente în literatura de specialitate merită reținute ca fiind aplicabile la acest gen de structuri următoarele modele:
- modelul semispațiului elastic (modelul Boussinesq) consideră masivul de teren ca un semispațiu elastic caracterizat de un modulul de deformație sau de compresibilitate (E_0), de modulul de deformație transversal (G_0) și de coeficientul Poisson (μ_0) al terenului. Utilizarea modelului semispațiului elastic se poate folosi în metodele de calcul bazate pe teoria elementelor finite întrucât există posibilitatea discretizării masivului de pământ în adâncime cu luarea în considerare a variației caracteristicilor fizico–mecanice atât în plan vertical, cât și în plan orizontal.
 - Modelul lui Winkler (modelul coeficientului de pat) care asimilează masivul de pământ cu un mediu elastic continuu în care presiunea în orice punct este proporțională cu tasarea locală din acel punct. Ecuația fundamentală are forma:
 - în cazul grinzilor și plăcilor dreptunghiulare:

$$p_c(x, y) = k_0 \cdot w(x, y) \quad (3.71)$$

- în cazul plăcilor circulare:

$$p_c(r, \theta) = k_0 \cdot w(r, \theta) \quad (3.72)$$

în care:

- $p_c(x, y)$ presiune de contact radier-teren de fundare;
- $p_c(r, \theta)$ presiune de contact radier-teren de fundare;
- k_0 coeficient de pat;
- $w(x, y)$ tasarea plăcii într-un punct în coordonate carteziene;
- $w(r, \theta)$ tasarea plăcii într-un punct de coordonate (r și θ).

Modelul Winkler este recomandabil a fi aplicat în cazul terenurilor fără coeziune: nisipuri, nisipuri argiloase, pietrișuri.

- c. Modelul Pasternak presupune existența interacțiunii de forfecare între elementele de arc din modelul Winkler, legând capetele resoartelor la o placă incompresibilă de grosime unitară care se deformează numai prin forfecare transversală. În acest model presiunile de contact în cazul bidimensional al plăcilor dreptunghiulare sau circulare are forma:
- i. în cazul plăcilor dreptunghiulare:

$$p_c(x, y) = k_0 \cdot w(x, y) - G_0 \cdot \nabla^2(w(x, y)) \quad (3.73)$$

în care:

$$\nabla^2(w(x, y)) = \frac{\partial^2(w(x, y))}{\partial x^2} + \frac{\partial^2(w(x, y))}{\partial y^2} \quad (3.74)$$

- ii. în cazul plăcilor circulare:

$$p_c(r, \theta) = k_0 \cdot w(r, \theta) - G_0 \nabla^2(w(r, \theta)) \quad (3.75)$$

în care:

$$\nabla^2(w(r, \theta)) = \frac{\partial^2(w(r, \theta))}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial(w(r, \theta))}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2(w(r, \theta))}{\partial \theta^2} \quad (3.76)$$

în care:

G_0 modulul de deformație transversal a pământului.

- (4) Indiferent de modelul de calcul ales, pentru definirea presiunilor de contact p_c la interfața structură-teren de fundare, fundamentarea caracteristicilor fizico-mecanice și de compresibilitate ale pământului trebuie făcute prin încercări in situ având în vedere natura terenului, stratificația acestuia pe verticală și orizontală, prezența apelor subterane și toate problemele legate de prezența apei subterane.
- (5) Pentru a avea o imagine a variației coeficientului de pat (k_0) în funcție de modulul de deformație (E_0), de grosimea stratului compresibil (H) și având în vedere similitudinea presiunilor de contact din modelul Pasternak și modelul Vlasov – Leontiev, coeficientul de pat (k_0) și modulul de deformație se pot exprima cu relațiile:

$$k_0 = \frac{\gamma \cdot E_0}{2 \cdot (1 - \mu^2)} \cdot \frac{\sinh(\gamma \cdot H) \cdot \cosh(\gamma \cdot H) + \gamma \cdot H}{\sinh^2(\gamma \cdot H)} \quad (3.77)$$

$$G_0 = \frac{E_0}{4 \cdot (1 + \mu_0)} \cdot \frac{\sinh(\gamma \cdot H) \cdot \cosh(\gamma \cdot H) - \gamma \cdot H}{\sinh^2(\gamma \cdot H)} \quad (3.78)$$

în care:

- γ poate fi considerat în intervalul $1 \leq \gamma \leq 2$;
 H adâncimea stratului compresibil, exprimată în [m];
 E_0 modulul de deformație exprimat în [kN/m³].

(6) Valorile coeficientului de pat k_0 exprimat în [kN/m³] determinate cu relația (3.78) sunt prezentate în tabelul 3.3, iar valorile modulului de deformație transversală G_0 calculate cu relația (3.79) sunt prezentate în tabelul 3.4, considerând $\gamma=1$, respectiv $\mu_0=0,35$.

Tabelul 3.2. Valorile coeficientului de pat k_0 [kN/m³].

H [m]	E ₀ [kN/m ²]							
	10.000	15.000	20.000	25.000	30.000	35.000	40.000	45.000
1,0	11.607,4	17.411,1	23.214,8	29.018,5	34.822,2	40.625,9	46.429,6	52.233,3
2,0	6.777,0	10.165,5	13.553,9	16.942,4	20.330,9	23.719,4	27.107,9	30.496,4
3,0	5.896,7	8.845	11.793,3	14.741,6	17.690	20.638,3	23.586,6	26.534,9
4,0	5.732,4	8.598,7	11.464,9	14.331,1	17.197,3	20.063,5	22.929,7	25.796
5,0	5.703,7	8.555,5	11.407,4	14.259,2	17.111,1	19.962,9	22.814,8	25.666,6
6,0	5.698,9	8.548,4	11.397,8	14.247,3	17.096,7	19.946,2	22.795,7	25.645,1
7,0	5.698,1	8.547,2	11.396,3	14.245,4	17.094,4	19.943,5	22.792,6	25.641,7

Tabelul 3.3. Valorile modulului de deformație transversală G_0 în [kN/m²].

H [m]	E ₀ [kN/m ²]							
	10.000	15.000	20.000	25.000	30.000	35.000	40.000	45.000
1,0	1.090,7	1.636,0	2.181,4	2.726,7	3.272,1	3.817,4	4.362,8	4.908,1
2,0	1.639,4	2.459,1	3.278,8	4.098,5	4.918,2	5.737,9	6.557,6	7.377,3
3,0	1.805,7	2.708,5	3.611,4	4.514,2	5.417,1	6.319,9	7.222,8	8.125,6
4,0	1.843,1	2.764,7	3.686,3	4.607,9	5.529,4	6.451,0	7.372,6	8.294,2
5,0	1.850,3	2.775,5	3.700,7	4.625,8	5.551,0	6.476,2	7.401,4	8.326,5
6,0	1.851,6	2.777,4	3.703,2	4.629	5.554,8	6.480,6	7.406,4	8.332,2
7,0	1.851,8	2.777,7	3.703,6	4.629,5	5.555,4	6.481,3	7.407,2	8.333,2

3.3.3 Metode de calcul a stării de eforturi și de deformații

- (1) Metodele de calcul a stării de eforturi și de deformații în structurile construcțiilor hidroedilitare care reazemă pe mediu elastic se diferențiază pe baza uneia din cele trei probleme ale teoriei elasticității: problema cu simetrie axială, problema plană și problema spațială.
- (2) Construcțiile care se calculează pe baza rezolvării problemei axial-simetrice a teoriei elasticității sunt cele alcătuite din plăci plane circulare și plăci curbe de rotație completă, cum sunt:
 - a. decantoarele radiale din stațiile de tratare având perete exterior de formă cilindrică și radier de formă circulară;
 - b. decantoare suspensionale cu recircularea nămolului având perete exterior de forma unei plăci curbe tronconice și radiere elastice rezemate pe mediu elastic;
 - c. decantoarele radiale, primare și secundare din stațiile de epurare având pereții exteriori de forma unei plăci curbe cilindrice și radier de formă circulară;
 - d. bazine de aerare de formă cilindrică;
 - e. rezervoare pentru înmagazinarea apei potabile alcătuite din plăci curbe cilindrice, sferice, tronconice, cu radiere circulare rezemate pe mediu elastic;
 - f. rezervoare pentru fermentarea anaerobă a nămolului de formă axial-simetrică, alcătuite din plăci curbe de formă: cilindrică, tronconică, toroidală și radier de formă circulară;
 - g. îngroșătoare de nămol cu pereți exteriori de formă cilindrică, cu radier de formă circulară.

- (3) Construcțiile care se calculează pe baza problemei de deformație plană sunt construcțiile ale căror cuve au o formă dreptunghiulară în plan orizontal, la care lungimea este de cel puțin $2 \div 3$ ori mai mare ca lățimea construcției. Din această categorie fac parte:
 - a. decantoarele longitudinale;
 - b. bazinele de aerare de formă paralelipipedică.
- (4) Structurile construcțiilor care nu se încadrează în categoria celor două menționate anterior se calculează cu problema spațială a teoriei elasticității. Din această categorie fac parte structurile stațiilor de filtrare a căror infrastructură este formată din cuve suprapuse de formă paralelipipedică și suprastructură pe cadre din beton armat cu planșee monolite sau prefabricate. Cuvă inferioară reprezintă rezervorul de apă potabilă, iar cele superioare sunt reprezentate de cuvele de filtrare. Tot din această categorie fac parte și cuvele stațiilor de pompare care nu au o formă alungită în plan orizontal.
- (5) Indiferent de tipul construcțiilor, calculul stării de eforturi și de deformații se poate efectua utilizând metode analitice sau metode numerice.

3.3.3.1 Metode analitice de calcul

- (1) Metodele analitice de calcul au avantajul că starea de eforturi și de deformații poate fi definită prin funcții continue care satisfac condițiile de echilibru și compatibilitate a deformațiilor în orice punct al structurii, acestea putând fi considerate exacte în limitele ipotezelor admise în teoria de încovoiere a plăcilor plane și curbe.
- (2) Aplicarea metodelor analitice de calcul este posibilă în măsura în care se pot obține soluțiile generale ale ecuațiilor de sinteză ce caracterizează comportarea plăcilor plane și curbe, în teoria de încovoiere.
- (3) Pentru structurile axial-simetrice acționate de sisteme de forțe axial-simetrice se pot obține soluțiile ecuațiilor de sinteză, pe baza cărora se pot defini eforturile și deformațiile în elementele componente ale structurilor construcțiilor hidroedilitare.

3.3.3.1.1 Plăci curbe cilindrice. Ecuația de sinteză și soluția acesteia, expresiile generale de calcul pentru eforturi secționale

- (1) Starea de eforturi și de deformații axial-simetrică este caracterizată de eforturile secționale și componentele deplasărilor arătate în figurile 3.9 și 3.10.

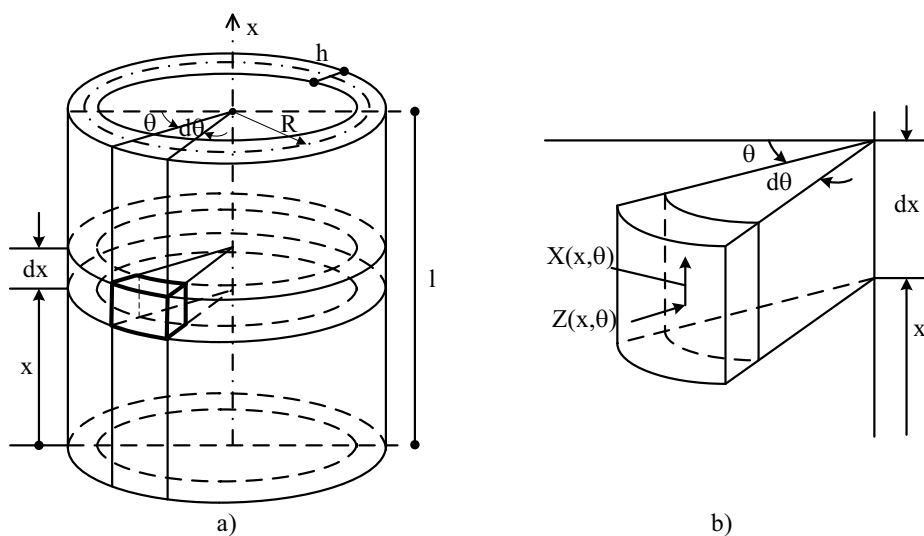


Figura 3.9. Caracteristici geometrice și de încărcare la plăci curbe cilindrice.

- a) caracteristici geometrice;
b) componentele încărcărilor pe unitatea de suprafață $X(x, \theta)$, $Z(x, \theta)$.

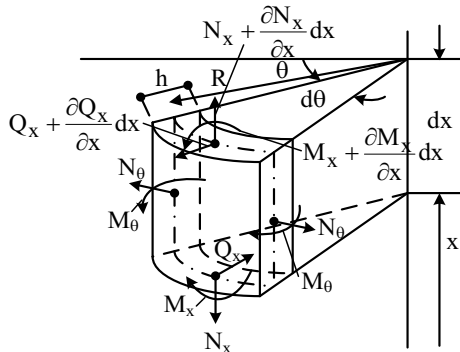


Figura 3.10. Eforturi secționale pozitive pe un element infinitesimal de placă curbă cilindrică.

în care:

- N_x efort axial pe unitatea de lungime după direcția generatoarei;
 N_θ efort axial pe unitatea de lungime după direcția tangentei la cerc;
 M_x, M_θ momente încovoietoare;
 Q_x forță tăietoare.

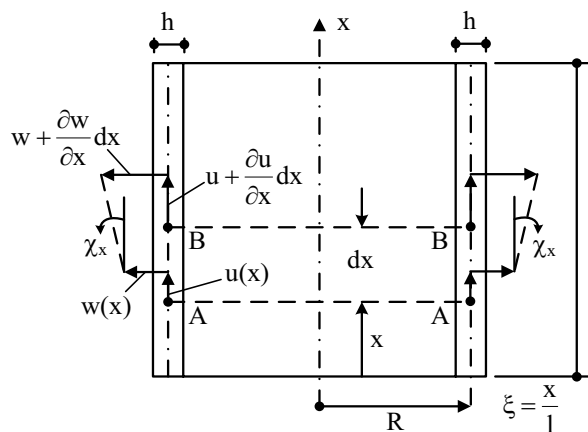


Figura 3.11. Componentele deformației unui punct din suprafața mediană.

în care:

- $u(x)$ componenta deformației după direcția generatoarei;
 $w(x)$ componenta deformației după direcția razei;
 $\chi_x(x)$ rotirea generatoarei;
 ξ coordonată adimensională.

(2) Considerând semnele pozitive ale eforturilor și deformațiilor ca în figurile 3.9, 3.10 și 3.11 ecuația de sinteză, soluția generală a acesteia și expresiile de calcul ale eforturilor, se prezintă după cum urmează:

a. ecuația de sinteză:

$$\frac{d^4 w(\xi)}{d\xi^4} + 4 \cdot \lambda^4 \cdot w(\xi) = -\frac{Z(\xi) \cdot l^4}{B} - \frac{N_x(\xi) \cdot \mu \cdot l^4}{B \cdot R} +$$

$$+ 4 \cdot \lambda^4 \cdot R \cdot \alpha_t \cdot T_0(\xi) + 2 \cdot (1 + \mu) \cdot l^2 \cdot \frac{\alpha_t}{h} \cdot \frac{d^2 \Delta T_0(\xi)}{d\xi^2} \quad (3.79)$$

b. soluția generală a ecuației de sinteză:

$$w(\xi) = w_p(\xi) + C_1 \cdot \cosh(\lambda \cdot \xi) \cdot \cos(\lambda \cdot \xi) +$$

$$+ C_2 \cdot \cosh(\lambda \cdot \xi) \cdot \sin(\lambda \cdot \xi) + C_3 \cdot \sinh(\lambda \cdot \xi) \cdot \cos(\lambda \cdot \xi) +$$

$$+ C_4 \cdot \sinh(\lambda \cdot \xi) \cdot \sin(\lambda \cdot \xi) \quad (3.80)$$

$$\chi_x(\xi) = \frac{1}{l} \cdot \frac{dw(\xi)}{d\xi}$$

c. expresiile generale de calcul ale eforturilor secționale:

$$N_x(\xi) = D \cdot \left[\left(\frac{1}{l} \cdot \frac{du(\xi)}{d\xi} + \frac{\mu}{R} \cdot w(\xi) \right) - (1 + \mu) \cdot \alpha_t \cdot T_0(\xi) \right] \quad (3.81)$$

$$N_\theta(\xi) = D \cdot \left[\left(\frac{w(\xi)}{R} + \frac{\mu}{l} \cdot \frac{du(\xi)}{d\xi} \right) - (1 + \mu) \cdot \alpha_t \cdot T_0(\xi) \right] \quad (3.82)$$

$$M_x(\xi) = \frac{B}{l^2} \cdot \left[\frac{d^2 w(\xi)}{d\xi^2} - 2 \cdot (1 + \mu) \cdot \frac{\alpha_t}{h} \cdot l^2 \cdot \Delta T_0(\xi) \right] \quad (3.83)$$

$$M_\theta(\xi) = \frac{B}{l^2} \cdot \left[\mu \cdot \frac{d^2 w(\xi)}{d\xi^2} - 2 \cdot (1 + \mu) \cdot \frac{\alpha_t}{h} \cdot l^2 \cdot \Delta T_0(\xi) \right] \quad (3.84)$$

$$Q_x(\xi) = -\frac{B}{l^3} \cdot \left[\frac{d^3 w(\xi)}{d\xi^3} - 2 \cdot (1 + \mu) \cdot \frac{\alpha_t}{h} \cdot l^2 \cdot \frac{d(\Delta T_0(\xi))}{d\xi} \right] \quad (3.85)$$

$$B = \frac{E \cdot h^3}{12 \cdot (1 - \mu^2)} \quad (3.86)$$

$$D = \frac{E \cdot h}{1 - \mu^2} \quad (3.87)$$

$$\lambda = l \cdot \frac{\sqrt[4]{3 \cdot (1 - \mu^2)}}{\sqrt{R \cdot h}} \quad (3.88)$$

în care:

- B rigiditatea la încovoiere a plăcii curbe cilindrice;
- C_i constante de integrare, $i=1...4$;
- D rigiditatea axială a plăcii curbe cilindrice;
- E modulul de elasticitate al betonului;
- h grosimea plăcii curbe cilindrice;
- l înălțimea totală a plăcii curbe cilindrice;
- R raza suprafeței mediane;
- T_0 componenta de temperatură uniformă pe grosimea plăcii;
- ΔT_0 componenta de temperatură neuniformă pe grosimea plăcii;
- α_t coeficientul de dilatare termică a betonului;
- λ factorul de comportare sau indicele de flexibilitate al plăcii curbe cilindrice;
- μ coeficientul Poisson.

d. Observații și comentarii privind aplicarea metodei de calcul:

- i. soluția generală a ecuației de sinteză se compune din soluția ecuației omogene plus o soluție particulară;
- ii. soluția ecuației omogene corespunde acționării plăcii cu forțe (Q), respectiv momente (M) aplicate numai pe contururile plăcii;
- iii. soluția particulară a ecuației depinde de forma funcției de încărcare $Z(x)$ normală pe suprafața mediană a plăcii și corespunde cu soluția de membrană;
- iv. întrucât soluțiile particulare corespund cu soluția de membrană, iar cu soluția omogenă se pot studia efectele de încovoiere a forțelor aplicate pe contur, se pot calcula într-o primă etapă eforturile în teoria de membrană și se pot însuma apoi cu efectul forțelor de pe contur;
- v. cu ajutorul soluției generale se poate defini starea de eforturi și de deformații în plăci curbe cilindrice având diverse condiții de rezemare, determinând constantele de integrare în funcție de condițiile de legătură pe contururile marginale;
- vi. factorul de comportare (λ) al plăcii curbe cilindrice poate fi privit ca un indice de flexibilitate al plăcii, el determinând două categorii de comportare ale plăcilor curbe cilindrice și anume:
 - plăci curbe cilindrice scurte, având $\lambda \leq 5$, la care efectul forțelor aplicate pe un contur nu se amortizează pe înălțimea plăcii curbe, înregistrându-se efecte și pe conturul opus;
 - plăci curbe cilindrice lungi, având $\lambda > 5$, la care efectele forțelor aplicate pe un contur se amortizează rapid pe înălțime.
- vii. din studiul stării de eforturi și de deformații cu forțe aplicate pe contur rezultă și matricea de flexibilitate a plăcilor curbe cilindrice, reprezentată de deplasările radiale și rotirile pe cele două contururi;
- viii. pentru a avea o imagine cât mai completă a variației eforturilor și deformațiilor, precum și asupra mărimii acestora, în anexele B.1., ..., B.4. se prezintă tabele de calcul în funcție de valorile (λ), din domeniul practic și de variabila (ξ), pentru următoarele cazuri de încărcare și rezemare:

- plăci curbe cilindrice încastrate pe conturul inferior și rezemate pe conturul superior, acționate de presiunea hidrostatică;
- plăci curbe cilindrice articulate pe conturul inferior și rezemate pe conturul superior, acționate de presiunea hidrostatică;
- plăci curbe cilindrice acționate pe conturul inferior cu forțe Q_i și momente M_i uniform distribuite pe contur;
- plăci curbe cilindrice încastrate pe conturul inferior și libere pe conturul superior, acționate de componenta variației de temperatură $T_0 = \frac{T_{ib} + T_{eb}}{2}$;
- plăci curbe cilindrice articulate pe conturul inferior și libere pe conturul superior, acționate de componenta variației de temperatură $T_0 = \frac{T_{ib} + T_{eb}}{2}$;
- plăci curbe cilindrice încastrate pe conturul inferior și libere pe conturul superior, acționate de componenta variației de temperatură $\Delta T_0 = \frac{T_{ib} - T_{eb}}{2}$;
- plăci curbe cilindrice articulate pe conturul inferior și libere pe conturul superior, acționate de componenta variației de temperatură $\Delta T_0 = \frac{T_{ib} - T_{eb}}{2}$.

ix. tabelele de calcul permit determinarea cu ușurință a eforturilor și deformațiilor, valorile (λ) acoperind domeniul practic. Totodată, acestea pot servi ca mijloc de verificare și calibrare a rezultatelor ce se obțin din aplicarea metodei elementului finit.

3.3.3.1.2 Plăci plane circulare rezemate pe mediu elastic, acționate axial-simetric cu forțe normale pe placă, utilizând modelul Winkler pentru definirea presiunilor de contact

(1) Caracteristicile geometrice și de încărcare, eforturile secționale și deformațiile cu semnele lor pozitive sunt arătate în figurile 3.12 și 3.13

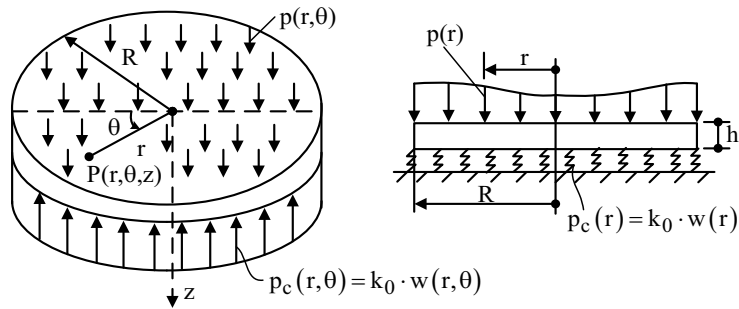


Figura 3.12. Caracteristici geometrice și de încărcare.

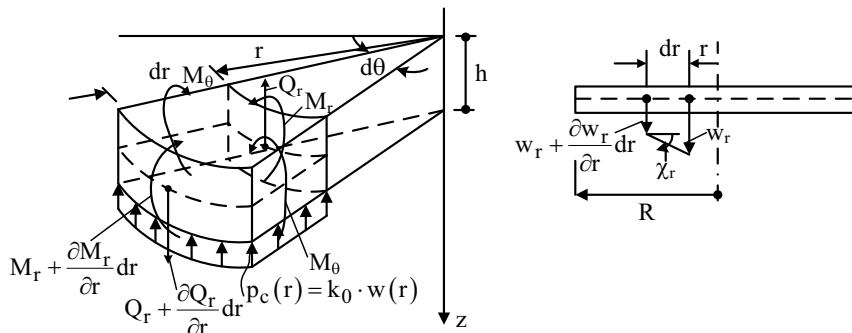


Figura 3.13. Eforturi secționale pozitive și deformații $w(r)$ pozitive după direcția normalei la suprafața plăcii.

(2) Utilizând notațiile:

$$\rho = \frac{r}{R} \quad (3.89)$$

$$\lambda = R \cdot \sqrt[4]{\frac{k_0}{B}} \quad (3.90)$$

$$B = \frac{E \cdot h^3}{12 \cdot (1 - \mu^2)} \quad (3.91)$$

$$\alpha = \rho \cdot \lambda \quad (3.92)$$

în care:

B	rigiditatea la încovoiere a plăcii circulare;
E	modulul de elasticitate al betonului;
h	grosimea plăcii circulare;
k_0	coeficientul de pat al terenului de fundare;
r	raza unui punct oarecare de pe placă;
R	raza plăcii circulare;
α	variabilă adimensională;
λ	indicele de flexibilitate al plăcii;
μ	coeficientul Poisson;
ρ	coordonată adimensională de calcul,

ecuația de sinteză, soluția acesteia și relațiile generale pentru calculul eforturilor sunt:

a. Ecuația de sinteză:

$$L_\alpha [L_\alpha (w(\alpha))] + w(\alpha) = \frac{p(\alpha) \cdot R^4}{B \cdot \lambda^4} - 2 \cdot (1 + \mu) \cdot \left(\frac{R}{\lambda}\right)^2 \cdot \frac{\alpha_t}{h} \cdot \left[\frac{d^2 \Delta T_0(\alpha)}{d\alpha^2} + \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{d\Delta T_0(\alpha)}{d\alpha} \right] \quad (3.93)$$

în care:

$$L_\alpha () = \frac{d^2 ()}{d\alpha^2} + \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{d ()}{d\alpha} \quad (3.94)$$

Ecuația de sinteză ținând cont de operatorul diferențial $L_\alpha ()$, se mai poate scrie sub forma:

$$\frac{d^4 w}{d\alpha^4} + \frac{2}{\alpha} \cdot \frac{d^3 w}{d\alpha^3} - \frac{1}{\alpha^2} \cdot \frac{d^2 w}{d\alpha^2} + \frac{1}{\alpha^3} \cdot \frac{\partial w}{\partial \alpha} + w(\alpha) = \frac{p(\alpha) \cdot R^4}{B \cdot \lambda^4} - 2 \cdot (1 + \mu) \cdot \left(\frac{R}{\lambda}\right)^2 \cdot \frac{\alpha_t}{h} \cdot \left[\frac{d^2 \Delta T_0(\alpha)}{d\alpha^2} + \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{d\Delta T_0(\alpha)}{d\alpha} \right] \quad (3.95)$$

în care:

$p(\alpha)$	încăcarea normală pe suprafața plăcii;
$w(\alpha)$	deplasarea plăcii după direcția normalei la suprafața mediană egală cu tasarea plăcii;
α_t	coeficientul de dilatare termică a betonului;
$\Delta T_0(\alpha)$	variația de temperatură neuniformă pe grosimea plăcii.

- b. Soluția generală a ecuației de sinteză poate fi exprimată folosind funcțiile Bessel de speța I și ordinul zero și de speța a II-a modificată de ordinul zero. Ținând cont de relațiile între funcțiile Bessel și funcțiile Thomson, soluția generală se poate scrie astfel:

$$w(\alpha) = w_p(\alpha) + C_1 \cdot ber(\alpha) + C_2 \cdot bei(\alpha) + C_3 \cdot ker(\alpha) + C_4 \cdot kei(\alpha) \quad (3.96)$$

în care:

$w_p(\alpha)$ este soluția particulară a ecuației;
 C_i constante de integrare, $i=1..4$.

Funcțiile Thomson sunt funcții de argument real și se pot calcula cu relațiile:

$$ber(\alpha) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-1)^k \cdot \alpha^{4k}}{2^{4k} \cdot [(2 \cdot k)!]^2} \quad (3.97)$$

$$bei(\alpha) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-1)^k \cdot \alpha^{4k+2}}{2^{4k+2} \cdot [(2 \cdot k + 1)!]^2} \quad (3.98)$$

$$\begin{aligned} ker(\alpha) = & \left(\ln \frac{2}{\alpha} - C \right) \cdot ber(\alpha) + \frac{\pi}{4} \cdot bei(\alpha) + \\ & + \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^k \cdot \frac{\alpha^{4k}}{2^{4k} \cdot [(2 \cdot k)!]^2} \cdot \sum_{m=1}^{2 \cdot k} \frac{1}{m} \end{aligned} \quad (3.99)$$

$$\begin{aligned} kei(\alpha) = & \left(\ln \frac{2}{\alpha} - C \right) \cdot bei(\alpha) - \frac{\pi}{4} \cdot ber(\alpha) + \\ & + \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^k \cdot \frac{\alpha^{4k+2}}{2^{4k+2} \cdot [(2 \cdot k + 1)!]^2} \cdot \sum_{m=1}^{2 \cdot k + 1} \frac{1}{m} \end{aligned} \quad (3.100)$$

în care:

C constanta lui Euler, $C=0,577216$.

- c. Expresiile generale de calcul ale eforturilor secționale:

$$M_r(\alpha) = -B \cdot \frac{\lambda^2}{R^2} \cdot \left[\left(\frac{\partial^2 w}{\partial \alpha^2} + \frac{\mu}{\alpha} \cdot \frac{\partial w}{\partial \alpha} \right) + 2 \cdot (1 + \mu) \cdot \frac{R^2}{\lambda^2} \cdot \frac{\alpha_t}{h} \cdot \Delta T(\alpha) \right] \quad (3.101)$$

$$\begin{aligned} M_\theta(\alpha) = & -B \cdot \frac{\lambda^2}{R^2} \cdot \left[\left(\frac{1}{\alpha} \cdot \frac{\partial w}{\partial \alpha} + \mu \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial \alpha^2} \right) + \right. \\ & \left. + 2 \cdot (1 + \mu) \cdot \frac{R^2}{\lambda^2} \cdot \frac{\alpha_t}{h} \cdot \Delta T(\alpha) \right] \end{aligned} \quad (3.102)$$

$$Q_r(\alpha) = -B \cdot \frac{\lambda^3}{R^3} \cdot \left[\frac{\partial^3 w}{\partial \alpha^3} + \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{d^2 w}{d\alpha^2} - \frac{1}{\alpha^2} \cdot \frac{dw}{d\alpha} \right] \quad (3.103)$$

Exprimând în relațiile generale derivatele funcțiilor și notând $\frac{d}{d\alpha}(\) = ()'$, expresiile finale de calcul pentru starea de eforturi și de deformații sunt:

$$w(\alpha) = w_p(\alpha) + C_1 \cdot ber(\alpha) + C_2 \cdot bei(\alpha) + C_3 \cdot ker(\alpha) + C_4 \cdot kei(\alpha) \quad (3.104)$$

$$\chi_r(\alpha) = -\frac{\lambda}{R} \cdot \left[\frac{dw_p}{d\alpha} + C_1 \cdot \dot{ber}(\alpha) + C_2 \cdot \dot{bei}(\alpha) + C_3 \cdot \dot{ker}(\alpha) + C_4 \cdot \dot{kei}(\alpha) \right] \quad (3.105)$$

$$M_r(\alpha) = -B \cdot \frac{\lambda^2}{R^2} \cdot \left[\left(\frac{d^2 w_p}{d\alpha^2} + \frac{\mu}{\alpha} \cdot \frac{dw_p}{d\alpha} \right) - C_1 \cdot (bei(\alpha) + \frac{1-\mu}{\alpha} \cdot \dot{ber}(\alpha)) + C_2 \cdot \left(ber(\alpha) - \frac{1-\mu}{\alpha} \cdot \dot{bei}(\alpha) \right) - C_3 \cdot \left(kei(\alpha) + \frac{1+\mu}{\alpha} \cdot \dot{ker}(\alpha) \right) + C_4 \cdot \left(ker(\alpha) - \frac{1-\mu}{\alpha} \cdot \dot{kei}(\alpha) \right) + 2 \cdot (1+\mu) \cdot \frac{R^2}{\lambda^2} \cdot \frac{\alpha_t}{h} \cdot \Delta T(\alpha) \right] \quad (3.106)$$

$$M_\theta(\alpha) = -B \cdot \frac{\lambda^2}{R^2} \cdot \left[\left(\frac{1}{\alpha} \cdot \frac{dw_p}{d\alpha} + \mu \cdot \frac{d^2 w_p}{d\alpha^2} \right) - C_1 \cdot (\mu \cdot bei(\alpha) - \frac{1-\mu}{\alpha} \cdot \dot{ber}(\alpha)) + C_2 \cdot \left(\mu \cdot ber(\alpha) + \frac{1-\mu}{\alpha} \cdot \dot{bei}(\alpha) \right) - C_3 \cdot \left(\mu \cdot kei(\alpha) - \frac{1-\mu}{\alpha} \cdot \dot{ker}(\alpha) \right) + C_4 \cdot (\mu \cdot ker(\alpha) + \frac{1-\mu}{\alpha} \cdot \dot{kei}(\alpha)) + 2 \cdot (1+\mu) \cdot \frac{R^2}{\lambda^2} \cdot \frac{\alpha_t}{h} \cdot \Delta T(\alpha) \right] \quad (3.107)$$

$$Q_r(\alpha) = -B \cdot \frac{\lambda^3}{R^3} \cdot \left[\left(\frac{d^3 w_p}{d\alpha^3} + \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{d^2 w_p}{d\alpha^2} - \frac{1}{\alpha^2} \cdot \frac{dw_p}{d\alpha} \right) - C_1 \cdot \dot{bei}(\alpha) + C_2 \cdot \dot{ber}(\alpha) - C_3 \cdot \dot{kei}(\alpha) + C_4 \cdot \dot{ker}(\alpha) \right] \quad (3.108)$$

În cazul plăcilor pline (fără gol central) constantele C_3 și C_4 sunt nule pentru ca deformația $w(\alpha)$, în centrul plăcii trebuie să fie finită.

d. Observații și comentarii privind aplicarea metodei de calcul:

- i. cu ajutorul soluției ecuației de sinteză și cu expresiile generale de calcul se pot determina stările de eforturi și de deformații atât pentru plăci circulare cu gol central, cât și pentru plăcile circulare pline;
- ii. factorul λ joacă rolul unui indice de flexibilitate care determină trei categorii de comportare a plăcilor:
 - plăci rigide dacă $\lambda \leq 1,00$;
 - plăci semi-rigide dacă $1,00 < \lambda \leq 4,00$;
 - plăci flexibile dacă $\lambda > 4,00$.
- iii. deși soluția ecuației conține funcții Bessel-Thomson, calculele se pot desfășura cu ușurință dacă se utilizează programele matematice actuale;
- iv. pe baza ecuațiilor prezentate s-au întocmit tabele de calcul care acoperă gama practică de tipo-dimensiuni în funcție de factorul de comportare (λ) și de coordonata adimensională (ρ), pentru următoarele cazuri:

- placă plină acționată pe conturul exterior de o forță P uniform distribuită pe conturul de rază R;
 - placă plină acționată pe conturul exterior de un moment M uniform distribuit pe conturul exterior de raza R;
 - placă plină rezemată pendular pe conturul exterior, acționată de o încărcare uniform repartizată, aplicată pe întreaga suprafață.
- v. cu ajutorul relațiilor generale de calcul și printr-o exprimare corectă a condițiilor de contur se pot întocmi tabele de calcul și pentru plăcile circulare cu gol central;
- vi. valorile prezentate în Anexele C, F și G atât pentru eforturi cât și pentru deformații pot servi la verificarea și calibrarea mai bună a rezultatelor obținute prin aplicarea metodei elementului finit;
- vii. pentru cazul acționării axial-simetrice a plăcilor plane circulare cu forțe aplicate în planul plăcii, relațiile de calcul necesare sunt prezentate în anexa F.
- viii. pentru plăcile circulare având diferite rezemări pe contur, fără a fi rezemate pe mediu elastic sunt prezentate în anexele G.1, ..., G.9 tabele de calcul pentru următoarele tipuri de plăci și acțiuni:
- placă circulară simplu rezemată pe contur, acționată de o încărcare uniform repartizată pe întreaga suprafață;
 - placă circulară simplu rezemată pe contur, încărcată cu un moment uniform distribuit (M) pe conturul exterior;
 - placă circulară simplu rezemată pe un cerc de rază $r=b$, $b<a$, acționată de o încărcare uniform distribuită pe întreaga suprafață;
 - placă circulară plină, simplu rezemată pe contur, acționată de câmpul elementar
$$\Delta T_0 = \frac{T_{ib} - T_{eb}}{2} = \text{constant};$$
 - placă circulară plină, încastrată pe contur, acționată de o încărcare uniform repartizată pe întreaga suprafață;
 - placă circulară cu gol, simplu rezemată pe un cerc de raza $r=a$, încărcată cu o forță uniform distribuită;
 - placă circulară cu gol, simplu rezemată pe contur, încărcată cu o forță uniform distribuită (p) de-a lungul unui cerc de rază $r=b$;
 - placă circulară cu gol, simplu rezemată pe contur, încărcată cu un moment (M) de-a lungul unui cerc de rază $r=b$;
 - placă circulară cu gol, simplu rezemată pe contur, încărcată cu un moment (M) de-a lungul unui cerc de rază $r=a$.

3.3.3.1.3 Calculul stării de eforturi și de deformații în inele circulare, acționate axial-simetric

(1) Ipoteze de calcul:

- a. materialul din care se realizează inelul este continuu, omogen și izotrop;
- b. solicitările materialului nu depășesc limita elastică;
- c. ipoteza micilor deformații;
- d. ipoteza Bernoulli a secțiunilor plane;
- e. rezemarea inelului este continuă de-a lungul cercului.

(2) Stabilirea relațiilor de calcul:

Fie un inel circular de formă oarecare, acționat axial-simetric, ca în figura 3.14

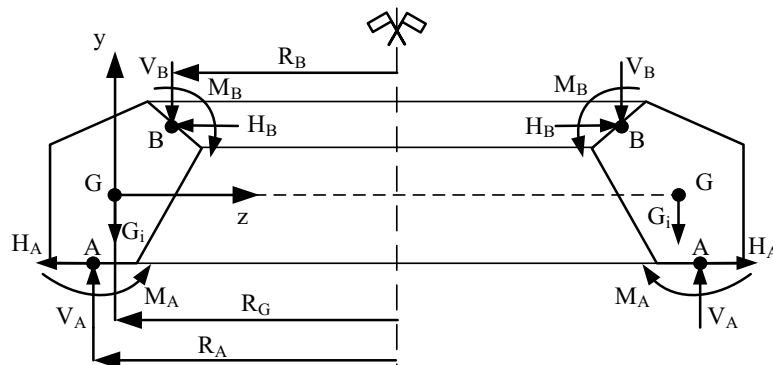


Figura 3.14. Inel circular acționat axial-simetric.

- (3) Forțele care acționează inelul pot proveni din greutatea proprie și alte forțe rezultate din conlucrarea cu alte elemente.
- (4) Considerând că rezultanta forțelor verticale este nulă, atunci sistemul de forțe care acționează asupra inelului se reduce la o forță H și un moment resultant M , aplicate în centrul de greutate al secțiunii transversale a inelului.

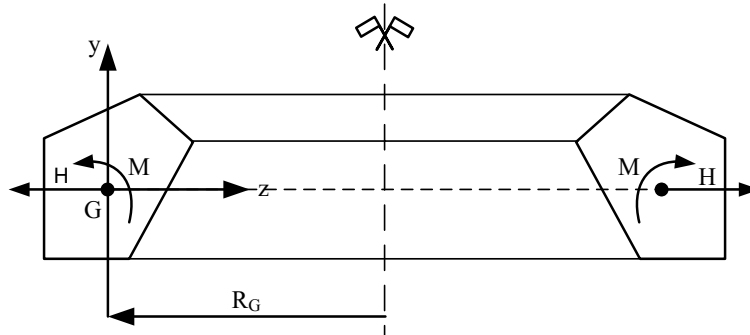


Figura 3.15. Rezultanta forțelor orizontale și momentul resultant al sistemului de forțe ce acționează asupra unui inel circular.

$$V_A - G_i - V_B \cdot \frac{R_B}{R_G} = 0 \quad (3.109)$$

$$H = H_A \cdot \frac{R_A}{R_G} + H_B \cdot \frac{R_B}{R_G} \quad (3.110)$$

$$M = M_A \cdot \frac{R_A}{R_G} + H_A \cdot y_A \cdot \frac{R_A}{R_G} + V_A \cdot z_A + H_B \cdot y_B \cdot \frac{R_B}{R_G} - V_B \cdot z_B - M_B \cdot \frac{R_B}{R_G} \quad (3.111)$$

în care:

- G_i greutatea proprie a inelului;
 H rezultanta forțelor orizontale ce acționează asupra inelului;
 H_A forța orizontală corespunzătoare punctului A;
 H_B forța orizontală corespunzătoare punctului B;
 M momentul resultant în raport cu centrul de greutate;
 M_A momentul încovoietor corespunzător punctului A;
 M_B momentul încovoietor corespunzător punctului B;

- R_A raza corespunzătoare punctului A;
 R_B raza corespunzătoare punctului B;
 R_G raza corespunzătoare centrului de greutate;
 V_A forța verticală corespunzătoare punctului A;
 V_B forța verticală corespunzătoare punctului B;
 y_A brațul de pârghie al forței orizontale H_A în raport cu centrul de greutate;
 y_B brațul de pârghie al forței orizontale H_B în raport cu centrul de greutate;
 z_A brațul de pârghie al forței verticale V_A în raport cu centrul de greutate;
 z_B brațul de pârghie al forței verticale V_B în raport cu centrul de greutate.

- (5) Eforturile secționale care iau naștere în secțiunea transversală a inelului sunt arătate în figura următoare:

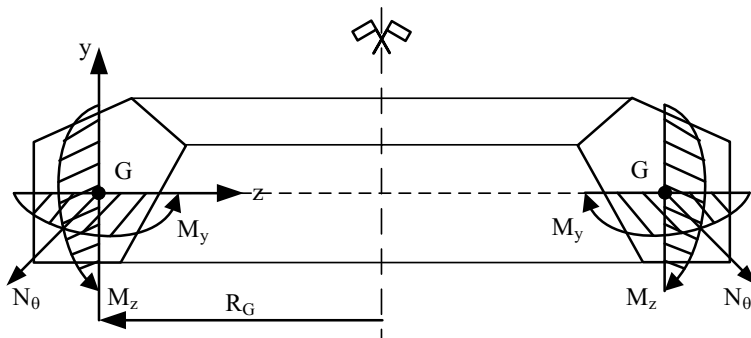


Figura 3.16. Eforturi secționale pozitive în inel.

- (6) Din studiul ecuațiilor de echilibru, al relațiilor de echivalență, al ecuațiilor de deformații și al ecuațiilor fizice, relațiile de calcul pentru eforturi și deformații sunt:

$$N_{\theta} = H \cdot R_G \quad (3.112)$$

$$M_z = M \cdot R_G \quad (3.113)$$

$$M_y = (M \cdot R_G + M_{Tz}) \cdot \frac{I_{yz}}{I_z} - M_{Ty} \quad (3.114)$$

$$w_G = \frac{H \cdot R_G^2}{E \cdot A} + \frac{R_G \cdot N_T}{E \cdot A} \quad (3.115)$$

$$\chi_i = \frac{M \cdot R_G^2}{E \cdot I_z} + \frac{R_G \cdot M_{Tz}}{E \cdot I_z} \quad (3.116)$$

$$N_T = E \cdot \alpha_t \cdot \int_A T(z, y) \cdot dA \quad (3.117)$$

$$M_{Tz} = E \cdot \alpha_t \cdot \int_A T(z, y) \cdot y dA \quad (3.118)$$

$$M_{Ty} = E \cdot \alpha_t \cdot \int_A T(z, y) \cdot z dA \quad (3.119)$$

în care:

A aria secțiunii transversale a inelului;

E	modulul de elasticitate al betonului;
I_z	momentul de inerție în raport cu axa z ;
I_{yz}	momentul de inerție centrifugal;
M_y	moment încovoietor;
M_z	moment încovoietor;
N_θ	forță axială;
$T(z,y)$	câmpul termic;
w_G	deplasarea radială în sensul forței H ;
α_t	coeficientul de dilatare termică a betonului;
χ_i	rotirea inelului, pozitivă în sensul momentului M .

3.3.4 Calculul de ansamblu al unei structuri cilindrice acționată axial-simetric, utilizând metoda generală a eforturilor

- (1) Fie o structură cilindrică alcătuită dintr-un radier de forma unei plăci circulare rezemată pe mediu elastic, cu pereți de forma unei plăci curbe cilindrice și o placă circulară cu gol, ca placă de acoperiș, alcătuită ca în figura de mai jos. Se consideră structura acționată de greutatea proprie, de presiunea hidrostatică și de presiunea pământului.

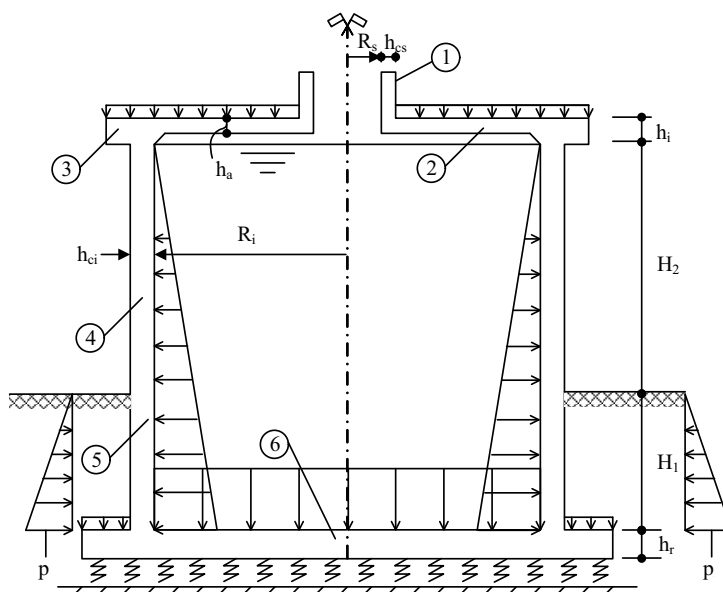


Figura 3.17. Structură cilindrică.

- (2) Pentru calculul de ansamblu al structurii se aplică următorul algoritm:
- în funcție de alcătuire se identifică tipurile de elemente structurale componente (1, 2, ..., 6);
 - se determină acțiunile de calcul;
 - se face o predimensionare în vederea stabilirii grosimilor elementelor structurale, utilizând tabelele de calcul din anexe, pe modele simplificate;
 - se discretizează fizic structura prin suprimarea legăturilor de continuitate, pe anumite contururi și se evidențiază forțele de legătură pe fiecare contur (egale și de semne contrare), obținându-se de fapt sistemul de bază specific metodei eforturilor;
 - se calculează valorile V_i pe fiecare element structural din condiții de echilibru pe verticală;
 - se calculează deformațiile unitare din acțiunea necunoscutelor și deformațiile din acțiunile de calcul;

- g. determinarea necunoscutelor problemei (forțe axiale, forțe tăietoare, momente încovoietoare) se efectuează scriind condiția de egalitate a deplasărilor pe fiecare contur de îmbinare. Sistemul ecuațiilor de compatibilitate a deplasărilor are forma:

$$[A] \cdot \{X_i\} = [B] \tag{3.120}$$

în care:

- [A] matricea de flexibilitate a sistemului formată din deplasările unitare (δ_{ij}^n);
- [B] matricea coloană formată din deplasările din sarcini pe fiecare element structural (Δ_{ip}^n);
- $\{X_i\}$ matricea coloană a necunoscutelor;
- δ_{ij}^n deplasările pe direcția necunoscutei (i), din acțiunea necunoscutelor unitare (j) pe elementul structural (n);
- Δ_{ip}^n deplasările pe direcția necunoscutei (i), din acțiunea încărcărilor exterioare (p) pe elementul structural (n).

- h. se rezolvă sistemul ecuațiilor de compatibilitate și se suprapun efectele, obținându-se starea de eforturi finală pe fiecare element structural;
- i. verificarea rezultatelor se face calculând deplasările pe fiecare contur de îmbinare din acțiunea încărcărilor pe sistemul de bază și a necunoscutelor.

(3) Sistemul de bază ce rezultă din discretizare este arătat în figura următoare:

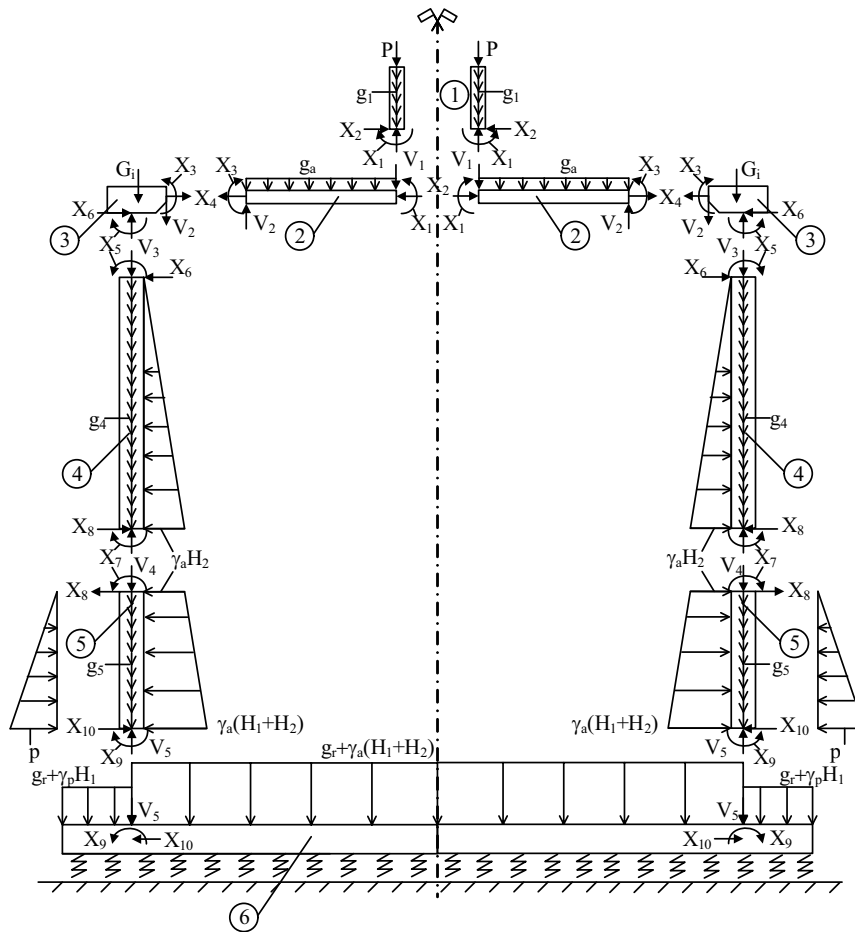


Figura 3.18. Sistem de bază.

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL III
STRUCTURI HIDROEDILITARE

CAPITOLUL 3
Analiza răspunsului structurilor din beton

	$\delta_{11}^1 + \delta_{11}^2$	$\delta_{12}^1 + \delta_{12}^2$	δ_{13}^2	δ_{14}^2	0	0	0	0	0	0
	$\delta_{21}^1 + \delta_{21}^2$	$\delta_{22}^1 + \delta_{22}^2$	δ_{23}^2	δ_{24}^2	0	0	0	0	0	0
	δ_{31}^2	δ_{32}^2	$\delta_{33}^2 + \delta_{33}^3$	$\delta_{34}^2 + \delta_{34}^3$	δ_{35}^3	δ_{36}^3	0	0	0	0
	δ_{41}^2	δ_{42}^2	$\delta_{43}^2 + \delta_{43}^3$	$\delta_{44}^2 + \delta_{44}^3$	δ_{45}^3	δ_{46}^3	0	0	0	0
	0	0	δ_{53}^3	δ_{54}^3	$\delta_{55}^3 + \delta_{55}^4$	$\delta_{56}^3 + \delta_{56}^4$	δ_{57}^4	δ_{58}^4	0	0
	0	0	δ_{63}^3	δ_{64}^3	$\delta_{65}^3 + \delta_{65}^4$	$\delta_{66}^3 + \delta_{66}^4$	δ_{67}^4	δ_{68}^4	0	0
	0	0	0	0	δ_{75}^4	δ_{76}^4	$\delta_{77}^4 + \delta_{77}^5$	$\delta_{78}^4 + \delta_{78}^5$	δ_{79}^5	δ_{710}^5
	0	0	0	0	δ_{85}^4	δ_{86}^4	$\delta_{87}^4 + \delta_{87}^5$	$\delta_{88}^4 + \delta_{88}^5$	δ_{89}^5	δ_{810}^5
	0	0	0	0	0	0	δ_{97}^5	δ_{98}^5	$\delta_{99}^5 + \delta_{99}^6$	$\delta_{910}^5 + \delta_{910}^6$
	0	0	0	0	0	0	δ_{107}^5	δ_{108}^5	$\delta_{109}^5 + \delta_{109}^6$	$\delta_{1010}^5 + \delta_{1010}^6$

$[A] =$

$$\left\{ \begin{array}{l} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \\ X_5 \\ X_6 \\ X_7 \\ X_8 \\ X_9 \\ X_{10} \end{array} \right\} = \left\{ [B] = - \right. \left. \begin{array}{l} \Delta_{1p}^1 + \Delta_{1p}^2 \\ \Delta_{2p}^1 + \Delta_{2p}^2 \\ \Delta_{3p}^2 + \Delta_{3p}^3 \\ \Delta_{4p}^2 + \Delta_{4p}^3 \\ \Delta_{5p}^3 + \Delta_{5p}^4 \\ \Delta_{6p}^3 + \Delta_{6p}^4 \\ \Delta_{7p}^4 + \Delta_{7p}^5 \\ \Delta_{8p}^4 + \Delta_{8p}^5 \\ \Delta_{9p}^5 + \Delta_{9p}^6 \\ \Delta_{10p}^5 + \Delta_{10p}^6 \end{array} \right\} \cdot$$

- (4) Algoritmul de calcul prezentat pentru calculul de ansamblu al structurilor cilindrice poate fi aplicat și în cazul utilizării altor tipuri de plăci curbe (tronconice, sferice sau toroidale), în literatura de specialitate existând soluții analitice pentru definirea stării de eforturi și de deformații, atât în teoria de membrană, cât și în teoria de încovoiere.

3.3.5 Metode numerice de calcul

- (1) Metodele numerice de calcul s-au dezvoltat odată cu apariția calculatoarelor, pornind de la ideea că pentru dimensionarea elementelor structurale nu este necesară cunoașterea formei matematice a soluției, fiind suficientă cunoașterea valorilor cât mai exacte ale eforturilor și deformațiilor, într-un număr suficient de puncte ce pot fi obținute cu ajutorul metodelor numerice.
- (2) Metodele numerice se bazează în principal pe discretizarea matematică sau fizică a problemei.
- (3) În cazul în care comportarea structurilor poate fi descrisă matematic, iar ecuațiile de sinteză nu pot fi integrate, atunci exprimând derivatele parțiale din ecuațiile ce descriu fenomenul prin diferențe finite, problema se reduce la rezolvarea unui sistem de ecuații algebrice.
- (4) Metoda elementului finit se bazează pe discretizarea fizică a problemei și constă în înlocuirea structurii reale cu un ansamblu de elemente finite, legate între ele într-un număr finit de noduri. Calculul structurii înlocuitoare necesită aplicarea metodelor matriceale din mecanica structurilor, putând fi ușor programabile la calculator.
- (5) Aplicarea metodei elementului finit în calculul structurilor hidroedilitare poate fi utilizat cu succes, atât în cazul analizei statice, cât și dinamice a structurilor.
- (6) Configurația spațială complexă a structurilor hidroedilitare alcătuite din plăci plane și curbe, necesită o atenție deosebită asupra următoarelor aspecte:
- a. alegerea tipului de elemente finite în concordanță cu comportarea bidimensională sau spațială a elementelor structurale și a terenului de fundare;
 - b. discretizarea adecvată a structurilor și a elementelor structurale ținând cont de configurația structurii, tipul și mărimea acțiunilor, variația rigidităților elementelor structurale;
 - c. pentru a elimina dificultățile de analiză dinamică se admite ca analiza să se efectueze static, considerând presiunile hidrodinamice și forțele de inerție datorate masei structurii, ca acțiuni statice;
 - d. modelarea corespunzătoare a interacțiunii structurii cu terenul de fundare ținând cont de modelele indicate în prezentul normativ;
 - e. pentru asigurarea condiției de stabilitate globală se recomandă blocarea în centrul radierului a deplasărilor în plan și a rotirii după axa verticală, iar pentru acțiunile antisimetrice se recomandă blocarea deplasărilor de pe direcția tangentei la cerc, în cazul structurilor axial-simetrice.

4 Verificarea și dimensionarea structurilor construcțiilor hidroedilitare

- (1) Verificarea și dimensionarea structurilor construcțiilor hidroedilitare au drept scop asigurarea comportării corespunzătoare a structurilor, precum și siguranța acestora privind satisfacerea cerințelor structurale fundamentale: rezistență, stabilitate, etanșeitate și durabilitate.
- (2) Verificările și dimensionările vor lua în considerare atât criteriile tehnico-economice, precum și cerințele funcționale și structurale.

4.1 Verificarea stabilității structurilor hidroedilitare

- (1) Verificările de stabilitate ce trebuie efectuate în cazul structurilor hidroedilitare sunt:
 - a. verificarea stabilității la plutire (ridicare hidraulică) atât pentru ansamblul structural, cât și pentru subansamblurile de radier rezultate în urma adoptării unor rosturi definitive;
 - b. verificarea în grupările speciale ce includ și acțiunea seismică;
 - c. verificarea stabilității echilibrului a elementelor de tip placă plană sau curbă ce compun structura.

4.1.1 Verificarea stabilității la plutire a structurilor hidroedilitare

- (1) Verificarea stabilității la plutire a structurilor hidroedilitare se va efectua în conformitate cu prevederile normativului NP 112 pentru starea limită ultimă UPL – pierderea echilibrului structurii sau terenului provocată de subpresiunea apei (presiunea arhimedică) sau de alte acțiuni verticale, cu relația:

$$V_{dst;d} \leq G_{stb;d} + R_d \quad (4.1)$$

unde:

$V_{dst;d}$ valoarea de calcul a rezultantei acțiunilor verticale permanente și variabile destabilizatoare (forța de subpresiune, U);

$G_{stb;d}$ valoarea de calcul a acțiunilor verticale stabilizatoare (greutatea structurii, G);

R_d valoarea de calcul a oricărei alte rezistențe adiționale la ridicare (daca este cazul);

Pentru cazul general al construcțiilor care fac obiectul acestei reglementări tehnice relația (4.1) devine, în cazul în care nu există sisteme adiționale de asigurare a stabilității la plutire ($R_d=0$):

$$U \leq 0.9G \quad (4.2)$$

- (2) În cazul unor radieri separate prin rosturi definitive de restul structurii, grosimea minimă a radierului în funcție de nivelul apei trebuie să îndeplinească condiția:

$$h_r \geq \frac{1,1 \cdot \gamma_w \cdot H_{as}}{\gamma_b} \quad (4.3)$$

în care:

γ_w greutatea specifică a apei;

γ_b greutatea specifică a betonului;

H_{as} înălțimea apei subterane peste fața inferioară a radierului;

h_r grosimea plăcii radierului;

NH_{max} nivelul maxim al apelor subterane în amplasament.

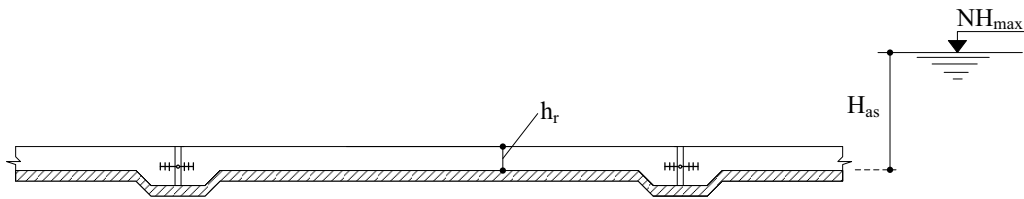


Figura 4.1. Grosimea radierului din condiția stabilității la plutire.

4.1.2 Verificarea în grupările speciale ce includ și acțiunea seismică

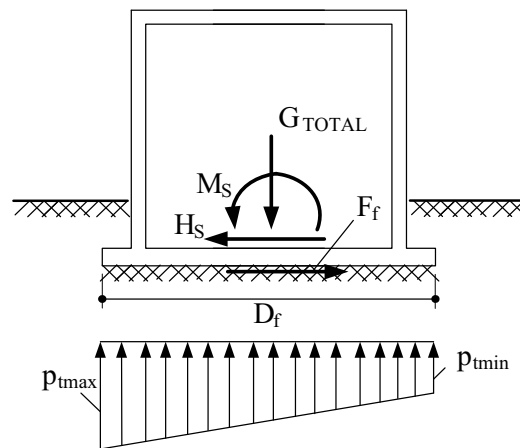


Figura 4.2. Distribuție simplificată a presiunilor pe teren din acțiunea seismică pentru întregul ansamblu structural.

- (1) Pentru verificarea la alunecare, răsturnare și capacitate portantă a terenului se aplică prevederile normativului NP 112.
- (2) Forțele de inerție datorate masei structurii, presiunile hidrodinamice și presiunile pământului induse de acțiunea seismică conduc, la nivelul legăturii pereților exteriori cu radierul, la următoarele forțe globale:
 - a. H_s - rezultanta globală orizontală provenită din rezultantele forțelor de inerție datorate masei structurii, a presiunilor hidrodinamice și a presiunilor pământului induse de acțiunea seismică;
 - b. M_s - momentul seismic global la nivelul rostului dintre peretele cuvei și radier;
 - c. G_{TOTAL} - rezultanta verticală din greutatea proprie a structurii și a volumului de apă înmagazinat, fie pentru întreg ansamblul (Figura 4.2), fie pentru subsansambluri rezultate în urma prevederii de rosturi etanșe definitive (Figura 4.3);
 - d. F_f - rezultanta globală a forțelor de frecare radier – teren de fundare.

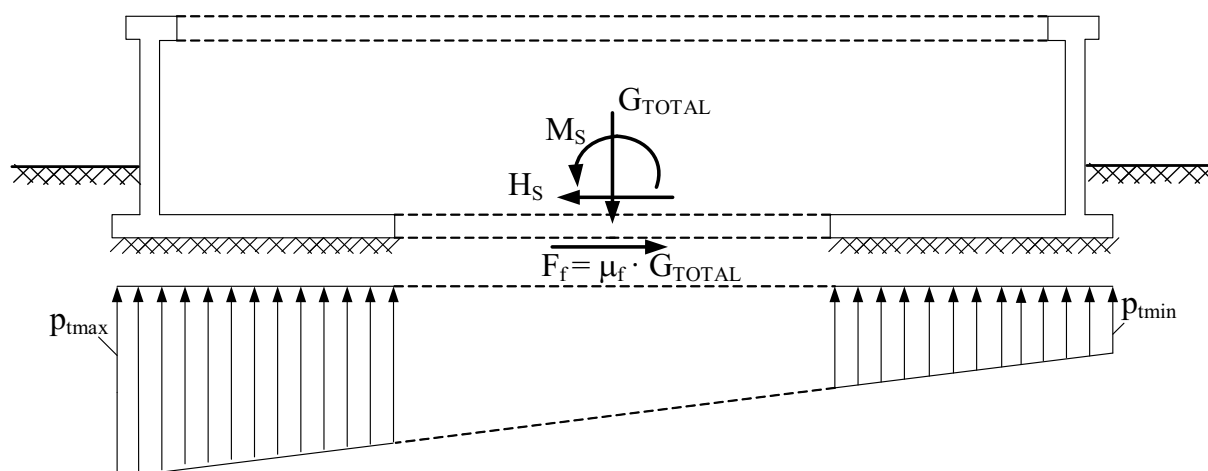


Figura 4.3. Distribuție simplificată a presiunilor pe teren din acțiunea seismică pentru subasamblul structural perete – radier.

(3) Valorile rezultantei H_s și a momentului M_s corespunzătoare presiunilor hidrodinamice pot fi obținute pe baza relațiilor și a tabelor practice de calcul din anexa A.1. în cazul cuvelor cilindrice, respectiv anexa A.2. în cazul cuvelor paralelipipedice.

(4) Condiția de verificare la alunecare este:

$$H_d \leq R_d + R_{p,d} \quad (4.4)$$

unde:

H_d valoarea de calcul a rezultantei forțelor orizontale;

$R_{p,d}$ valoarea de calcul a rezistenței frontale mobilizate a terenului, ca urmare a efectului H_d asupra fundației, care se consideră egală cu 0 la verificarea construcțiilor care fac obiectul acestei reglementări tehnice;

R_d valoarea de calcul a rezistenței la lunecare, calculată în conformitate cu normativul NP 112 – I.6.2. (5)

Pentru coeficientul de frecare la interfața radier structură – teren de fundare, se pot lua în considerare valorile din Anexa G a normativului NP 112.

Valorile de calcul ale parametrilor geotehnici se vor determina în conformitate cu SR EN 1997-1 și SR EN 1997-1/NB, și normativul NP 124.

(5) Momentul seismic global conduce la creșterea presiunilor pe teren și, pentru a nu se produce tășări diferențiate prea mari, trebuie ca:

$$\frac{p_{tmax}}{p_{tmin}} \leq 2 \quad (4.5)$$

în care:

p_{tmax} presiunea maximă pe teren în gruparea seismică;

p_{tmin} presiunea minimă pe teren în gruparea seismică;

4.1.3 Verificarea stabilității echilibrului plăcilor curbe ce formează pereții exteriori ai cuvelor de formă cilindrică ce înmagazinează fluide

(1) Relația de verificare a stabilității este:

$$\frac{\sigma_x^N + \sigma_x^M}{\sigma_x^{crt}} + \frac{\sigma_\theta^N + \sigma_\theta^M}{\sigma_\theta^{crt}} \leq 1 \quad (4.6)$$

(2) De asemenea trebuie îndeplinite condițiile următoare:

- grosimea minimă pentru beton armat $h_{\min} \geq 20$ cm;
- grosimea minimă pentru beton armat precomprimat $h_{\min} \geq 25$ cm;

respectiv:

$$Q_x^{ef} \leq 0,5 \cdot b \cdot h \cdot f_{ctd} \quad (4.7)$$

$$N_{x\theta}^{max} = N_{\theta x}^{max} \leq 0,5 \cdot b \cdot h \cdot f_{ctk,0,05}$$

în care:

- Q_x^{ef} forța tăietoare efectivă în placa curbă cilindrică;
- b lungimea unitară;
- h grosimea secțiunii de beton;
- f_{cd} rezistența de calcul la compresiune;
- f_{ctd} rezistența de calcul la întindere;
- σ_x^{crt} efortul unitar normal critic pe direcția generatoarei plăcii curbe cilindrice;
- σ_x^N efortul unitar normal pe direcția generatoarei plăcii curbe cilindrice produs de acțiunea efortului secțional axial N_x ;
- σ_x^M efortul unitar normal pe direcția generatoarei plăcii curbe cilindrice produs de acțiunea momentului încovoietor M_x ;
- σ_θ^{crt} efortul unitar normal critic pe direcția inelară a plăcii curbe;
- σ_θ^N efortul unitar normal pe direcția inelară a plăcii curbe cilindrice produs de acțiunea efortului secțional axial N_θ ;
- σ_θ^M efortul unitar normal pe direcția inelară a plăcii curbe cilindrice produs de acțiunea momentului încovoietor M_θ .

(3) În cazul recipientilor cilindrici, efectul presiunilor hidrodinamice și al forțelor de inerție datorate masei structurii, reprezentat de rezultantele lor la nivelul legăturii cu radierul, produc eforturi secționale de întindere - compresiune N_x^s după direcția generatoarei și eforturi de lunecare $N_{x\theta}^s$ și $N_{\theta x}^s$ care pot fi importante. În teoria de membrană eforturile maxime menționate anterior pot fi calculate cu relațiile:

$$N_x^s = \pm \frac{M_S}{\pi \cdot R^2} \quad (4.8)$$

$$N_{x\theta}^s = N_{\theta x}^s = \frac{H_S}{\pi \cdot R} \quad (4.9)$$

în care:

- R este raza suprafeței mediane a plăcii curbe cilindrice.

- (4) La structurile cilindrice precomprimate cu rezemarea pereților pe inele de cauciuc trebuie îndeplinită condiția:

$$N_x^{GP} \geq 1,2 \cdot \frac{M_S}{\pi \cdot R^2} \quad (4.10)$$

în care:

N_x^{GP} efortul de compresiune produs în ipoteza de încărcare a greutateii proprii a peretelui la nivelul legăturii peretelui cilindric cu radierul.

4.2 Dimensionarea structurii construcțiilor hidroedilitare

- (1) Dimensionarea structurii va avea în vedere comportarea bidimensională a acesteia caracterizată, în cazul general, de eforturi axiale, eforturi de lunecare, forțe tăietoare, momente încovoietoare, momente de torsiune: N_x , N_θ , $N_{\theta x} = N_{x\theta}$, Q_x , Q_θ , M_x , M_θ , $M_{\theta x} = M_{x\theta}$.
- (2) În cazul axial-simetric de solicitare a plăcilor curbe, eforturile de lunecare $N_{\theta x} = N_{x\theta}$ și momentele de torsiune $M_{\theta x} = M_{x\theta}$ sunt nule.
- (3) Dimensionarea structurii și a armăturilor se va face la starea limită de serviciu (starea limită de deschidere a fisurilor, starea limită de deformăție) și starea limită ultimă.
- (4) În structurile hidroedilitare, betoanele armate și betoanele armate precomprimate sunt betoane cu permeabilitate redusă (cu grad de impermeabilitate ridicat) ale căror caracteristici fizico-mecanice și de rezistență trebuie să fie în concordanță cu modul și tipul de solicitare a fiecărui element structural în parte. Totodată acestea trebuie să îndeplinească condițiile de limitare a deschiderii fisurilor și de limitare a deformățiilor.
- (5) În funcție de starea de eforturi și de deformății rezultată în urma analizei răspunsului structurii în interacțiune cu terenul de fundare, deschiderile de fisură w_k , corespunzătoare grupărilor caracteristice ale efectelor acțiunilor, se vor limita în funcție de tipul de solicitare la următoarele valori:
 - a. $w_k \leq 0,05$ mm pentru construcțiile din clasa de importanță I supuse la acțiuni agresive și solicitate la întindere centrică sau întindere excentrică cu excentricitate mică;
 - b. $w_k \leq 0,1$ mm pentru elementele structurale solicitate la întindere centrică sau întindere excentrică cu excentricitate mică, în cazul construcțiilor din clasa de importanță II;
 - c. $w_k \leq 0,2$ mm pentru elementele structurale solicitate la întindere excentrică cu excentricitate mare, compresiune excentrică sau încovoiere.
- (6) În cazul grupărilor seismice și fundamentale se admite o creștere cu cel mult 50% a fisurilor, în raport cu deschiderile maxime de fisură din grupările caracteristice definite la (5).
- (7) În calculele de verificare privind limitarea deschiderii fisurilor, eforturile în beton și armătură se vor stabili ținând cont de stadiul II de lucru al betonului, iar clasele de beton și grosimea elementelor trebuie alese în funcție de modul de solicitare și de gradul de expunere la agresivitatea a betoanelor.
- (8) Pentru capacități de înmagazinare mai mari de 500 m³ se va lua în considerare precomprimarea inelară a structurilor axial-simetrice cu fascicule înglobate în grosimea pereților și amplasate spre fața exterioară a acestora, alcătuite din sârme SBPI sau toroane.
- (9) Precomprimarea pe două direcții (cu fascicule inelare și fascicule verticale sau după direcția meridianului plăcilor curbe) poate fi luată în considerare pentru capacități de înmagazinare $V_i \geq 10.000$ m³ sau pentru rezervoare de fermentare anaerobă a nămolurilor de formă axial-simetrică

alcătuită din plăci curbe cilindrice, tronconice și toroidale. În acest caz fasciculele de pe direcția meridianului se vor amplasa în suprafața mediană a plăcilor curbe.

- (10) Funcția încărcării din precomprimare, numărul de rânduri de fascicule dispuse pe înălțimea pereților vor fi astfel determinate încât în ipotezele fundamentale de exploatare curentă efortul unitar remanent de compresiune în beton σ_{θ}^{rem} să fie minim 1 MPa.
- (11) Distanțele dintre axele teoretice d_r se recomandă a fi în intervalul:

$$20 \leq d_r \leq 50 \text{ [cm]} \quad (4.11)$$

- (12) Ancorarea fasciculelor se va realiza în nervuri din beton armat dezvoltate din grosimea plăcilor curbe, numărul acestora stabilindu-se din condiția ca lungimea maximă a unui fascicul să nu depășească 40 – 45 m.
- (13) Ancorarea fasciculelor se va decala de la un rând la altul în scopul uniformizării încărcării din precomprimare. Desfășurata fasciculelor într-o placă curbă cilindrică în cazul a patru nervuri de ancorare este arătată în figura 4.4.

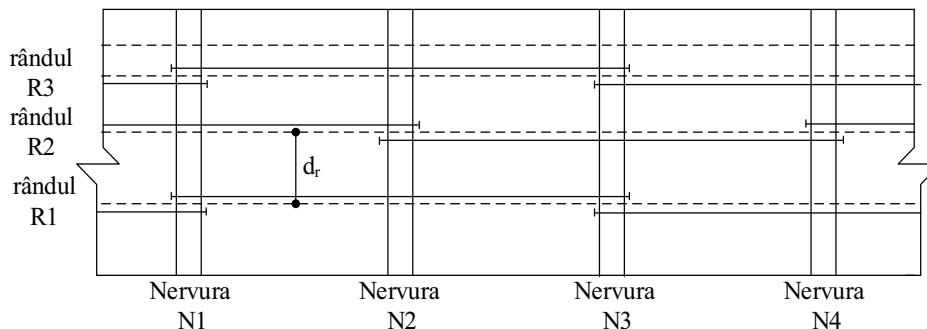


Figura 4.4. Desfășurata fasciculelor dispuse într-un perete cilindric cu patru nervuri de ancorare.

- (14) Efortul unitar de control σ_{pc} și forța de tensionare N_{pc} vor avea valorile:

$$\sigma_{pc} = 0,7 \cdot f_{yk} \quad (4.12)$$

$$N_{pc} = A_p \cdot \sigma_{pc} \quad (4.13)$$

în care:

f_{yk} rezistența caracteristică a oțelului;

A_p aria fasciculului în secțiune transversală.

- (15) Forța capabilă a unui fascicul în funcție de care se va determina numărul de fascicule și distribuția lor pe suprafață va fi calculată ținând cont de efortul unitar mediu în faza finală, luând în considerare pierderile de tensiune în faza inițială și în faza finală.
- (16) Este obligatorie tensionarea simultană a fasciculelor de pe un rând, de la ambele capete. Tensionarea se va executa în trepte, urmărindu-se permanent presiunile la manometrele preselor și compararea alungirilor măsurate cu alungirile de control antecalulate.
- (17) Pierderile de tensiune din faza inițială și faza finală: din frecare pe traseu, din lunecarea în ancoraje, din întinderea succesivă, respectiv pierderile de tensiune reologice, din curgerea lentă a betonului și relaxarea armăturilor se vor calcula și funcție de sistemul de precomprimare, tipul tecii, tipul ancorajelor, tipul toroanelor, caracteristicile fizico – mecanice ale oțelului, efortul unitar de control etc., ținând cont de prevederile SR EN 1992-1-1.

- (18) Protecția fasciculelor se va asigura prin injectare cu lapte de ciment sau cu materialele indicate de furnizor. Este obligatorie injectarea de la un capăt și reinjectarea de la capătul opus.
- (19) Armarea nervurilor trebuie să aibă în vedere eforturile de compresiune și de întindere produse de forța de tensionare N_{pc} , ținând cont de tipul de ancoraj și mărimea plăcilor de rezemare a ancorajelor.

5 Execuția structurilor hidroedilitare

5.1 Prevederi privind execuția lucrărilor din beton armat și beton precomprimat

5.1.1 Generalități

- (1) La executarea structurilor hidroedilitare din beton armat și beton precomprimat se va ține seama de prevederile normativului NE 012/2, completat cu prevederile prezentelor instrucțiuni.
- (2) Executarea lucrărilor va fi încredințată numai unor antreprenori care sunt dotați corespunzător și care dispun de personal tehnic de înaltă calificare, cu experiență în realizarea unor asemenea lucrări.
- (3) Executarea recipientilor se va face pe baza proiectelor și detaliilor de execuție, a caietului de sarcini și a fișelor tehnologice, urmărindu-se în mod deosebit realizarea unor betoane cu o structură compactă și uniformă.
- (4) În acest scop vor fi îndeplinite următoarele cerințe:
 - a. materialele componente vor fi ferite de impurificare și degradare;
 - b. utilajele de compactare vor avea dimensiuni corelate cu grosimea elementului, distanța dintre armături și grosimea straturilor succesive de beton pentru a permite o vibrație corespunzătoare; numărul acestora se va stabili astfel încât să se dispună de rezerve în cazul unor eventuale defecțiuni;
 - c. se va întocmi un plan de betonare pentru a se asigura o turnare continuă, precizându-se totodată numărul formațiilor de lucru;
 - d. se vor prevedea instalațiile necesare de alimentare cu apă și evacuarea acesteia, pentru efectuarea probei de etanșitate în termenele stabilite;
 - e. se va evita turnarea betoanelor, monolitizarea rosturilor și executarea tencuielilor etanșe și a protecției prin torcretare, pe timp friguros.
- (5) Înainte de începerea fiecărei faze de lucru se va verifica:
 - a. calitatea lucrărilor executate în faza premergătoare;
 - b. dacă utilajele necesare la betonare, precomprimare, torcretare funcționează corespunzător;
 - c. dacă formațiile de lucru și-au însușit prevederile din caietele de sarcini și fișele tehnologice;
 - d. respectarea normelor de protecția muncii.
- (6) În toate cazurile și, în mod deosebit, în cazul construcțiilor hidroedilitare fundate pe pământuri sensibile la umezire, pământuri cu umflări și contracții mari sau amplasate pe versanți, se vor lua măsuri de amenajare a amplasamentului în vederea îndepărtării dirijate a apelor din precipitații prin măsuri corespunzătoare (pante, rigole, șanțuri) care să asigure colectarea și evacuarea apelor pe durata executării lucrărilor și după darea în exploatare a recipientului. Pentru pământuri sensibile la umezire amenajările se vor face în conformitate cu normativul NP 125. Pentru pământuri cu umflări și contracții mari se vor respecta prevederile specifice ale normativului NP 126. Se vor monta reperi de tasare la o „etapă 0” de referință conform proiectului de urmărire întocmit de proiectant și se execută prima etapă de măsurători topo-geodezice.
- (7) În cazurile în care nivelul apei subterane din amplasamente este deasupra cotei radierului, se vor lua măsuri de coborâre a nivelului apei cu cel puțin 0,50 m sub cota de fundare. Nivelul coborât al apei va fi menținut până la terminarea lucrărilor pentru întreaga structură.
- (8) În timpul execuției se va ține evidența activității de control a calității lucrărilor. Documentele se atașează la Cartea tehnică a construcției.
- (9) La alegerea dispoziției în plan a obiectelor și a construcțiilor anexe se va avea în vedere asigurarea condițiilor de control și eventuale remedieri, precum și asigurarea spațiilor libere impuse de tehnologia de executare a acestora. În cazurile construcțiilor fundate pe terenuri dificile (cu

compresibilitate mare, sensibile la umezire, cu umflări și contracții mari etc.) se va analiza fundarea directă pe teren îmbunătățit conform prevederilor normativelor NP 125 și NP 126, ținând seama și de mărirea tasărilor posibile.

- (10) În cazul în care nu se pot respecta distanțele de protecție prevăzute, la recipientii pentru lichide neagresive, față de construcțiile învecinate, conform normativului NP 125, se va prevedea o hidroizolație sau un sistem de colectare și control a pierderilor de lichid, racordat la canalizare sau alt emisar.
- (11) În cazul lichidelor agresive se vor adopta sisteme de protecție elastice, care să suplinească și efectul hidroizolației (straturi etanșe din pământ tratat prin diferite procedee mecanice sau chimice, incinte închise realizate prin ecrane subterane etanșe etc.).
- (12) Indiferent de natura terenului, se va prevedea nivelarea și compactarea fundului săpăturii de fundație prin mijloace corespunzătoare (cilindrare, compactare cu maiuri grele etc.).

5.1.2 Cofraje și susțineri

- (1) La proiectarea cofrajelor și susținerilor se va ține seama de succesiunea operațiilor legate de realizarea elementelor de beton, asigurându-se accesul mijloacelor de transport și punere în lucrare a betonului.
- (2) La pereții din beton turnat monolit se va prevedea cofrarea progresivă a uneia din fețe, cu panouri de maximum 1 m înălțime, montate pe măsura turnării betonului.
- (3) Se recomandă ca elementele de legătură ale cofrajului să nu traverseze peretele. În cazul în care acest lucru nu este posibil, se vor adopta soluții verificate, prin experimentări concludente, în ce privește etanșarea zonelor traversate de legăturile utilizate.
- (4) Abaterile față de dimensiunile din proiect vor fi cu cel puțin 30% mai reduse decât abaterile dimensiunilor corespunzătoare ale elementelor de beton.
- (5) Înainte de montarea cofrajelor la pereții din beton monolit se va verifica:
 - a. poziționarea corectă a armăturilor la racordare cu radierul;
 - b. curățirea rostului și îndepărtarea betonului slab;
 - c. montarea pieselor de etanșare din rost.

5.1.3 Armături

- (1) Confecționarea, depozitarea și montarea armăturilor nepretensionate se va face în conformitate cu prevederile normativului NE 012/2 cu următoarele precizări suplimentare:
 - a. se vor utiliza numai distanțieri din mase plastice sau mortar;
 - b. armăturile dispuse pe cele două fețe ale peretelui vor fi menținute la distanța din proiect prin distanțieri din oțel beton;
 - c. se interzice îndoirea armăturilor în cazul în care mustățile lăsate din radier nu se înscriu în conturul peretelui; cu avizul proiectantului se vor executa vute locale pe înălțimea de înnădire.

5.1.4 Betoane

- (1) Betoanele utilizate vor fi în conformitate cu prevederile normativului NE 012/1.
- (2) Dozajul minim de ciment se stabilește în funcție de clasa de beton și gradul de impermeabilitate prescrise prin proiect, conform prevederilor normativului NE 012/1.

- (3) Prepararea, transportul și punerea în lucrare se vor face în conformitate cu prescripțiile tehnice în vigoare, completate cu precizările următoare:
 - a. transportul betonului pentru distanțe mai mari de 100 m se va face numai cu autoagitoare;
 - b. turnarea se va face continuu, în straturi de cel mult 0,50...0,60 m înălțime și se vor evita rosturi de lucru în afara celor prevăzute în proiect;
 - c. intervalul de timp între turnarea a două straturi succesive de beton nu trebuie să depășească 1...3 ore (atunci când se utilizează aditiv întârziator), funcție de condițiile locale și de timpul de priză al cimentului.
- (4) Compactarea betonului se face la maximum 15 minute de la turnare. Distanța între formațiile de betonare și cele de vibrare se determină în consecință.
- (5) Suprafețele de beton vor fi menținute umede până la vârsta de 14...28 zile, în funcție de condițiile de expunere.
- (6) Se recomandă ca radierul să fie protejat prin acoperire cu un strat de apă sau un strat de nisip menținut în stare umedă.
- (7) În cazul pereților se recomandă protejarea betonului cofrat cu prelate contra acțiunii vântului și a razelor solare.
- (8) Controlul calității betonului pus în lucrare se va efectua conform prevederilor normativului NE 012/1.

5.1.5 Elemente prefabricate

- (1) Elementele prefabricate se pot utiliza pentru acoperirea rezervoarelor sau pentru realizarea căminelor.
- (2) Montarea prefabricatelor se face conform proiectului; abaterile de la poziția în plan, de la dimensiunile rosturilor și de la verticalitate, trebuie să se înscrie în toleranțele limită prezentate în tabelul 5.1

Tabelul 5.1. Valorile recomandabile ale abaterilor de la poziția în plan, de la dimensiunile rosturilor și de la verticalitate.

Nr. crt.	Tipul admiterii admise față de proiect	Abatere limită admisă
1.	Abaterile limită la dimensiunile elementelor prefabricate - Lungime - Lățime - Grosime	± 10 mm ± 5 mm ± 5 mm
2.	Abaterea limită la lățimea rosturilor verticale între elementele prefabricate	+15 mm ÷ -5 mm
3.	Decalarea maximă a fețelor exterioare a elementelor prefabricate în dreptul rosturilor	10 mm

- (3) La montare se vor lua măsuri corespunzătoare de sprijinire a elementelor prefabricate până la monolitizarea rosturilor.
- (4) Fețele dinspre rost ale prefabricatelor se sablează sau se perie cu perii de sârmă înainte de montare. Înainte de turnarea betonului de monolitizare, fețele dintre rost se udă pentru a se evita pierderea apei de amestecare.
- (5) La cofrarea rosturilor verticale se interzice folosirea dispozitivelor de fixare a panourilor care să traverseze rostul.
- (6) Betoanele și mortarele turnate în rost nu vor depăși fețele exterioare ale elementelor.

- (7) După turnarea și compactarea betonului de monolitizare, zona rostului va fi protejată și udată timp de 7 zile, indiferent de intervalul de timp în care se face decofrarea.
- (8) Etanșarea rosturilor verticale se execută numai după betonarea rostului, respectând instrucțiunile de lucru, în funcție de soluția de etanșare adoptată.

5.1.6 Pereți precomprimați cu fascicule înglobate

- (1) Executarea recipientilor din beton precomprimat cu armătura postensionată alcătuită din fascicule înglobate se face în conformitate cu prevederile normativului NE 012/2, completate cu precizările din prezentele instrucțiuni tehnice.
- (2) Ordinea de montare a cofrajelor și armăturilor nepretensionate va fi astfel încât să permită pozarea lesnicioasă și corectă a tecilor și a fasciculelor de armătură.
- (3) Capetele canalelor vor fi protejate cu manșoane din PVC, tablă etc. pentru a împiedica pătrunderea laptelui de ciment în timpul betonării și a evita obturarea canalelor.
- (4) Post-tensionarea fasciculelor se va executa pe inele ce se închid complet pe un cerc orizontal. Excepții de la această prevedere se admit numai cu avizul proiectantului.
- (5) Executarea construcțiilor anexe recipientilor va fi corelată cu executarea pereților precomprimați astfel încât să nu fie stânjenite operațiile de post-tensionare și injectare, precum și eventuala înlocuire a unor fascicule sau injectarea din alte puncte decât cele prevăzute prin proiect.

5.1.7 Toleranțe în execuție

- (1) Abaterile și toleranțele admise față de proiect la executarea construcțiilor hidroedilitare din beton armat și beton precomprimat, purtătoare de lichide se vor înscrie în valorile din normativul NE 012/2, cu precizările din tabelul 5.2.

Tabelul 5.2. Valorile recomandabile ale abaterilor și toleranțelor admise față de proiect la executarea construcțiilor hidroedilitare din beton armat și beton precomprimat, purtătoare de apă.

Nr. crt.	Tipul abaterii admise față de proiect	Abatere limită admisă
1.	Abaterile limită de la circularitate la recipientii cilindrici (se măsoară față de lungimea razei)	± 20 mm
2.	Abaterea limită de la grosimea peretelui	± 5 mm
3.	Abaterea limită la înclinarea față de verticală a suprafețelor și muchiilor pereților	3 mm / m dar nu mai mult de 15 mm
4.	Abaterea limită la montarea ancorajelor fasciculelor	± 8 mm
5.	Abaterea limită la lățimea feței de rezemare a ancorajelor fasciculelor	± 8 mm

- (2) Pe parcursul execuției se vor verifica prin metode topo-geodezice ca abaterile de la circularitate și verticalitate să se înscrie în limitele precizate din tabelul 5.2.

5.1.8 Instalații

- (1) La executarea instalațiilor se va ține seama de prevederile proiectului și de prescripțiile de executare în vigoare.

- (2) În vederea funcționării corespunzătoare a recipientilor se vor prevedea măsuri care să asigure respectarea parametrilor tehnologici și funcționali.
- (3) O atenție deosebită se va acorda acestor măsuri, în cazul în care depășirea unor parametri (înălțimea de lichid, temperatura etc.) poate conduce la creșterea apreciabilă a solicitărilor în elementele recipientului sau deteriorarea unor instalații învecinate (ca urmare a deversării unor lichide agresive).
- (4) În punctele în care conductele traversează pereții recipientilor se vor prevedea piese speciale de trecere etanșe și reglabile, de regulă cu posibilități de intervenție din exterior. Piesele de trecere se montează în mod obligatoriu în cofraj înainte de turnarea betonului. Se va da o atenție deosebită compactării betonului în jurul pieselor de trecere.
- (5) La proiectarea pieselor de trecere prin pereți și a pieselor de racordare a conductelor verticale cu cele orizontale se va ține seama de eventuale tasări diferențiate, care pot interveni în cazul terenurilor cu compresibilitate mare și al pământurilor sensibile la umezire.
- (6) Instalațiile hidraulice la construcțiile hidroedilitare fondate pe pământuri sensibile la umezire se vor realiza în conformitate cu prevederile normativului NP 125, astfel încât să se verifice pierderile de lichid.
- (7) Se va prevedea izolarea termică a conductelor la care există pericolul ca apa să stagneze și să înghețe.
- (8) În cazul construcțiilor hidroedilitare având pereții precomprimați, la executarea instalațiilor se vor lua toate măsurile pentru a se evita atingerea armăturilor pretensionate cu surse de temperaturi ridicate (flacără, material incandescent din sudură etc.).
- (9) În cazul recipientilor protejați anticoroziv, se vor lua toate măsurile pentru a se evita executarea de lucrări, ulterior aplicării protecțiilor.
- (10) De asemenea, instalațiile care produc deplasări, șocuri, vibrații (care pot afecta protecțiile anticorozive), se vor verifica înainte de executarea protecțiilor, astfel ca parametrii ce caracterizează aceste acțiuni să se încadreze în limitele considerate la proiectare.

5.1.9 Tencuieli, șape pentru pante

- (1) Aplicarea tencuielilor se va face numai după proba de etanșeitate la apă și eventualele remedieri.
- (2) Tencuielile pe care se aplică protecții anticorozive se vor drișcui fin.
- (3) Tencuielile pe care nu se aplică protecții se vor sclivisi dacă sunt în contact cu lichidul, și se vor drișcui dacă nu sunt în contact cu lichidul.
- (4) Se recomandă utilizarea sablării pentru pregătirea suportului tencuielilor indiferent de modul de aplicare a acestora.
- (5) Aplicarea tencuielilor în zona rosturilor se va face în conformitate cu detaliile de tratare a rosturilor, prevăzute în proiect.
- (6) Continuitatea și aderența de stratul suport al șapelor și tencuielilor se vor verifica prin metode adecvate nedistructive (vizual, ușoară ciocănire, deplasarea pe întreaga suprafață a pietrei de polizare etc.). De asemenea, se va încheia proces-verbal de lucrări ascunse.

5.1.10 Izolații termice

- (1) Izolațiile termice se vor executa și recepționa în conformitate cu detaliile din proiect și cu prevederile normativului C107.

5.1.11 Izolarea hidrofugă

- (1) La realizarea și recepționarea izolațiilor hidrofuge exterioare se vor respecta prevederile proiectului și ale normativului C 112.

5.1.12 Protecția anticorozivă

- (1) Aplicarea protecțiilor anticorozive pe tencuielile executate și verificate se face în conformitate cu prevederile proiectului.
- (2) Pe baza acestora, executantul va întocmi o fișă tehnologică de executare a protecțiilor care va fi avizată de proiectant.
- (3) La realizarea protecțiilor anticorozive care vin în contact cu lichidul înmagazinat se vor utiliza numai materiale verificate și acceptate pentru a fi în contact cu lichidul.
- (4) Verificarea comportă următoarele operații:
 - a. Stabilirea caracteristicilor materialelor și verificarea corespondenței acestora cu cele menționate în standardele sau normativele în vigoare;
 - b. verificarea termenului de valabilitate la produsele cu durată limitată;
 - c. verificarea rețetei dată de producător în cazul materialelor cu mai multe componente.

5.1.13 Prevederi privind calitatea execuției

- (1) Verificarea calității lucrărilor se face pe parcursul execuției, pentru fiecare categorie de lucrări în parte, în conformitate cu prevederile prescripțiilor în vigoare pentru diversele categorii de lucrări, completat cu prevederile prezentelor instrucțiuni.
- (2) Denivelările, zonele de beton segregat, zonele cu armături descoperite sau cu acoperire insuficientă și cele necompletate cu beton se remediază în conformitate cu prevederile normativului C149.
- (3) În vecinătatea pieselor de trecere se recomandă ca remediile să se facă prin injectare cu lapte de ciment sau cu amestecuri pe bază de rășini epoxidice.
- (4) Fisurile se pot remedia prin injectare cu rășină epoxidică conform prescripțiilor de aplicare a acestei metode. Soluția va fi dată în urma analizării cauzelor care au determinat apariția fisurilor.
- (5) Soluțiile de remediere a altor defecte de execuție decât cele menționate se vor elabora în urma analizării cauzelor care au generat apariția defectelor și cu avizul proiectantului.
- (6) Verificarea etanșeității construcțiilor hidroedilitare purtătoare de lichid se realizează prin proba de etanșeitate (umplere cu apă), conform prevederilor STAS 4165 și cu următoarele precizări:
 - a. se recomandă remedierea prealabilă a deficiențelor vizibile care pot avea consecințe asupra etanșeității;
 - b. umplerea se va face lent (minimum 24 ore);
 - c. la recipientii compartimentați se vor umple la început toate compartimentele, verificarea etanșeității pereților făcându-se prin golire succesivă;

- d. la recepției fundații pe pământuri sensibile la umezire se va face obligatoriu remedierea prealabilă a oricăror defecte vizibile care ar putea conduce la neetanșeități și eventual o etapă intermediară de verificare a etanșeității radierului (înălțime de umplere max. 1 m);
 - e. în cazul unor pierderi reduse de apă (din lăcrimări, pete de umezeală), se poate face remedierea cu ajutorul mortarelor impermeabile, cu avizul proiectantului.
 - f. pentru rezervoarele supraterane se recomandă scanarea laser 3D înainte și după umplere, pentru înregistrarea deformațiilor produse și verificarea înscrierii lor în limitele prescrise de proiect.
- (7) Proba de etanșitate prin umplere cu apă se face înainte de aplicarea tencuielilor și este obligatorie independent de natura lichidului înmagazinat.
- (8) Înainte de recepția construcției se execută un plan de post execuție (as-build) determinat prin metode topografice, în Sistemul de proiecție „Stereografic 1970” și în sistem de altitudini „Marea Neagră 1975” care este predat beneficiarului. Comisia de recepție ia act de planul prezentat beneficiarului și analizează planul proiectat și planul executat.

6 Exploatarea și mentenanța structurilor hidroedilitare

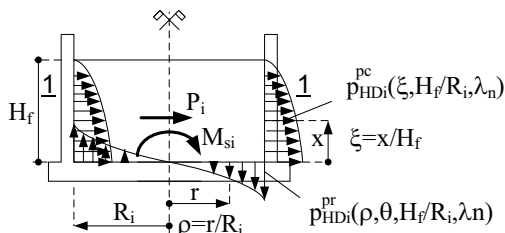
- (1) Exploatarea și mentenanța structurilor hidroedilitare se va face în conformitate cu prevederile regulamentului de exploatare și întreținere elaborat de întreprinderea de exploatare pentru fiecare obiect în parte, pe baza indicațiilor proiectantului.
- (2) În cazul apariției unor defecțiuni, întreprinderea de exploatare va sesiza proiectantul pentru analizarea cauzelor și elaborarea soluției de remediere.
- (3) Repunerea în funcțiune a obiectului se va face numai după efectuarea probelor necesare.
- (4) La structurile fondate pe terenuri de compresibilitate mare sau pe pământuri sensibile la umezire se vor urmări periodic reperii de tasare prin nivelment geometric de precizie, conform proiectului de urmărire și se vor detecta eventualele pierderi de apă.
- (5) Toate datele privind comportarea în exploatare, defecțiunile intervenite și măsurile de remediere vor fi consemnate într-un document atașat la Cartea tehnică a construcției.
- (6) Conform normativului P 130, urmărirea construcției în exploatare va fi de tipul “urmărire specială” în primul an de exploatare, conform proiectului de urmărire, apoi anual pe toata durata de exploatare. Urmărirea curentă a comportării construcției se efectuează de către beneficiarul obiectului de construcție, pe toată durata execuției și de exploatare.
- (7) Urmărirea specială se efectuează în timpul execuției, pe baza proiectului de urmărire întocmit de proiectant, iar în timpul exploatarei în baza instrucțiunilor prezentate.
- (8) Rezultatele supravegherii curente a stării tehnice – urmărirea curentă – se înscriu în jurnalul evenimentelor din Cartea tehnică a construcțiilor.
- (9) Urmărirea curentă se face pe baza observațiilor vizuale, a apariției unor fenomene ce pot avertiza asupra micșorării durabilității siguranței în exploatare (rezistență și stabilitate) și funcționalității acestora.
- (10) Se vor urmări, după caz:
 - a. schimbări în poziția obiectului de construcție în raport cu mediul de implantare al acestuia - manifestate direct prin deplasări vizibile, orizontale sau verticale și înclinări, sau prin efecte secundare vizibile;
 - b. apariția de fisuri și crăpături în zonele de continuitate; deschiderea sau închiderea rosturilor de diferite tipuri dintre elementele de construcție;
 - c. schimbări în gradul de protecție și confort oferite de construcție sub aspectul etanșeității, al izolațiilor fonice, termice, hidrofuge, antivibratorii, antiradiante sau sub aspect estetic, manifestate prin umezirea suprafețelor, înmuierea materialelor constructive, lichefierii ale pământului după cutremure, exfolierea sau crăparea straturilor de protecție;
 - d. defecte și dereglări în structura de rezistență cu implicații asupra siguranței obiectului construit; fisuri și crăpături; coroziunea elementelor metalice, și a armăturilor - la cele de beton armat, defecte manifestate prin pereți, fisuri, exfolieri, eroziuni etc.; slăbirea îmbinărilor sau distrugerea lor; putrezirea sau slăbirea elementelor din lemn sau mase plastice în urma atacului biologic etc.
- (11) Se va da atenție deosebită în cadrul activității de urmărire curentă:
 - a. oricărui semn de umezire a terenurilor de fundație a construcției și tuturor măsurilor de îndepărtare a apelor de la fundație, scurgerea apelor spre canalizarea exterioară, integritatea și etanșitatea conductelor ce transportă lichide de orice fel etc.

- b. elementelor de construcție supuse unor solicitări deosebite din partea factorilor de mediu natural;
- c. modificărilor în secțiunea factorilor de mediu natural și tehnologic care pot explica comportarea construcției urmărită.

Anexa A. Calculul presiunilor hidrodinamice și a rezultatelor acestora în structuri de formă cilindrică și paralelipedică

Anexa A.1. Tabele practice de calcul a presiunilor hidrodinamice și a rezultatelor acestora în structuri de formă cilindrică

- Pentru cuvele cilindrice acționate de presiunile hidrodinamice impulsive



$$p_{HDI}^{pc}(\xi, H_f / R_i, \lambda_n, \theta) = \gamma_I \cdot \frac{a_g}{g} \cdot \frac{\beta_{max}}{q_i} \cdot \gamma_f \cdot H_f \cdot F_1(\xi, H_f / R_i, \lambda_n) \cdot \cos(\theta)$$

$$p_{HDI}^{pr}(\rho, H_f / R_i, \lambda_n, \theta) = \gamma_I \cdot \frac{a_g}{g} \cdot \frac{\beta_{max}}{q_i} \cdot \gamma_f \cdot H_f \cdot F_2(\rho, H_f / R_i, \lambda_n) \cdot \cos(\theta)$$

$$P_i(H_f / R_i, \lambda_n) = \gamma_I \cdot \frac{a_g}{g} \cdot \frac{\beta_{max}}{q_i} \cdot \gamma_f \cdot V_i \cdot \phi_1(H_f / R_i, \lambda_n)$$

$$M_{si}(H_f / R_i, \lambda_n) = \gamma_I \cdot \frac{a_g}{g} \cdot \frac{\beta_{max}}{q_i} \cdot \gamma_f \cdot V_i \cdot H_f \cdot F_5(H_f / R_i, \lambda_n)$$

n	λ_n
1	1,84118
2	5,33144
3	8,53632
4	11,70600
5	14,86359
6	18,01553
7	21,16437
8	24,31133
9	27,45705
10	30,60192

Tabel A1.1. Valorile funcției $F_1(\xi, H_f/R_i, \lambda_n)$

ξ H_f/R_i	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,1	0,77005	0,76505	0,74999	0,72462	0,68856	0,64122	0,58180	0,50927	0,42228	0,31913	0,19767
0,15	0,77881	0,77349	0,75744	0,73031	0,69153	0,64023	0,57517	0,49462	0,39623	0,27676	0,13178
0,2	0,78955	0,78409	0,76757	0,73963	0,69960	0,64645	0,57866	0,49404	0,38938	0,25998	0,09883
0,25	0,79971	0,79414	0,77730	0,74880	0,70794	0,65361	0,58415	0,49703	0,38843	0,25234	0,07907
0,3	0,80878	0,80312	0,78602	0,75708	0,71558	0,66038	0,58971	0,50088	0,38958	0,24870	0,06589
0,35	0,81640	0,81067	0,79337	0,76408	0,72209	0,66621	0,59466	0,50458	0,39137	0,24697	0,05648
0,4	0,82221	0,81644	0,79900	0,76948	0,72714	0,67080	0,59862	0,50768	0,39312	0,24616	0,04942
0,45	0,82593	0,82014	0,80264	0,77301	0,73050	0,67391	0,60138	0,50993	0,39451	0,24573	0,04393
0,5	0,82739	0,82160	0,80412	0,77451	0,73202	0,67542	0,60281	0,51118	0,39533	0,24540	0,03953
0,55	0,82653	0,82078	0,80340	0,77395	0,73166	0,67527	0,60287	0,51138	0,39551	0,24498	0,03594
0,6	0,82340	0,81771	0,80052	0,77136	0,72945	0,67352	0,60159	0,51056	0,39503	0,24439	0,03294
0,65	0,81814	0,81254	0,79560	0,76687	0,72551	0,67024	0,59904	0,50875	0,39391	0,24360	0,03041
0,7	0,81095	0,80546	0,78885	0,76064	0,72000	0,66558	0,59534	0,50606	0,39219	0,24259	0,02824
0,75	0,80205	0,79670	0,78047	0,75289	0,71309	0,65970	0,59062	0,50258	0,38995	0,24136	0,02636
0,8	0,79170	0,78649	0,77070	0,74383	0,70499	0,65277	0,58502	0,49841	0,38724	0,23995	0,02471
0,85	0,78012	0,77507	0,75977	0,73368	0,69589	0,64495	0,57868	0,49367	0,38414	0,23837	0,02326
0,9	0,76756	0,76268	0,74789	0,72263	0,68597	0,63642	0,57174	0,48846	0,38072	0,23665	0,02196
0,95	0,75422	0,74953	0,73527	0,71089	0,67541	0,62731	0,56431	0,48287	0,37704	0,23481	0,02081
1	0,74030	0,73580	0,72208	0,69861	0,66436	0,61777	0,55652	0,47698	0,37316	0,23289	0,01977
1,05	0,72597	0,72165	0,70850	0,68595	0,65295	0,60791	0,54844	0,47088	0,36913	0,23089	0,01883
1,1	0,71137	0,70724	0,69466	0,67303	0,64130	0,59783	0,54018	0,46463	0,36498	0,22885	0,01797
1,15	0,69663	0,69269	0,68068	0,65998	0,62951	0,58762	0,53180	0,45827	0,36077	0,22678	0,01719
1,2	0,68186	0,67811	0,66665	0,64688	0,61767	0,57735	0,52336	0,45187	0,35652	0,22469	0,01647
1,25	0,66714	0,66357	0,65267	0,63380	0,60585	0,56708	0,51492	0,44545	0,35225	0,22259	0,01581
1,3	0,65254	0,64916	0,63880	0,62083	0,59410	0,55687	0,50650	0,43905	0,34799	0,22049	0,01521
1,35	0,63813	0,63492	0,62509	0,60800	0,58247	0,54675	0,49816	0,43269	0,34376	0,21841	0,01464
1,4	0,62395	0,62091	0,61160	0,59535	0,57101	0,53675	0,48991	0,42639	0,33956	0,21635	0,01412
1,45	0,61003	0,60717	0,59835	0,58293	0,55973	0,52691	0,48177	0,42018	0,33542	0,21432	0,01363
1,5	0,59642	0,59371	0,58538	0,57076	0,54866	0,51725	0,47377	0,41406	0,33133	0,21231	0,01318
1,55	0,58312	0,58057	0,57270	0,55885	0,53782	0,50776	0,46591	0,40804	0,32730	0,21033	0,01275
1,6	0,57016	0,56775	0,56033	0,54722	0,52722	0,49848	0,45820	0,40213	0,32335	0,20839	0,01235
1,65	0,55754	0,55528	0,54828	0,53588	0,51688	0,48941	0,45065	0,39633	0,31946	0,20648	0,01198
1,7	0,54527	0,54314	0,53655	0,52483	0,50678	0,48054	0,44327	0,39065	0,31565	0,20460	0,01163
1,75	0,53335	0,53135	0,52515	0,51408	0,49695	0,47189	0,43606	0,38510	0,31192	0,20276	0,01130
1,8	0,52178	0,51991	0,51407	0,50363	0,48738	0,46345	0,42901	0,37966	0,30826	0,20096	0,01098
1,85	0,51056	0,50881	0,50332	0,49347	0,47806	0,45523	0,42212	0,37434	0,30467	0,19920	0,01068
1,9	0,49969	0,49804	0,49289	0,48360	0,46900	0,44722	0,41540	0,36914	0,30117	0,19747	0,01040
1,95	0,48916	0,48761	0,48278	0,47403	0,46019	0,43942	0,40885	0,36405	0,29773	0,19578	0,01014
2	0,47895	0,47751	0,47298	0,46473	0,45163	0,43182	0,40246	0,35908	0,29437	0,19412	0,00988

Tabel A1.2. Valorile funcției $F_2(\xi, H_f/R_i, \lambda_n)$

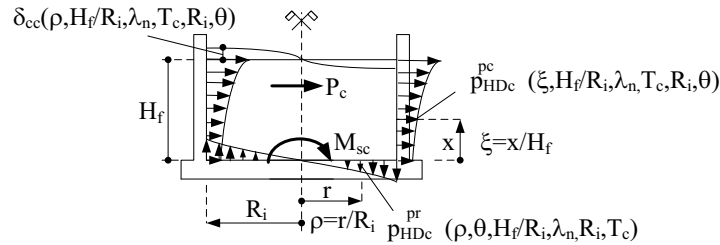
$\frac{\rho}{H_f/R_i}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,1	0,00000	0,00129	-0,00084	0,00060	-0,00031	0,00063	0,00197	0,00848	0,04104	0,17960	0,77005
0,15	0,00000	0,00028	0,00024	0,00097	0,00229	0,00611	0,01615	0,04293	0,11548	0,30796	0,77881
0,2	0,00000	0,00107	0,00258	0,00545	0,01106	0,02251	0,04608	0,09485	0,19600	0,40179	0,78955
0,25	0,00000	0,00360	0,00828	0,01555	0,02774	0,04891	0,08623	0,15238	0,26936	0,47171	0,79971
0,3	0,00000	0,00787	0,01740	0,03063	0,05047	0,08137	0,13036	0,20851	0,33260	0,52527	0,80878
0,35	0,00000	0,01341	0,02888	0,04881	0,07638	0,11601	0,17412	0,25990	0,38589	0,56706	0,81640
0,4	0,00000	0,01957	0,04144	0,06817	0,10296	0,15001	0,21495	0,30522	0,43014	0,59982	0,82221
0,45	0,00000	0,02583	0,05404	0,08722	0,12847	0,18162	0,25150	0,34410	0,46638	0,62530	0,82593
0,5	0,00000	0,03181	0,06597	0,10502	0,15185	0,20988	0,28324	0,37671	0,49555	0,64465	0,82739
0,55	0,00000	0,03728	0,07682	0,12102	0,17254	0,23440	0,31009	0,40345	0,51849	0,65875	0,82653
0,6	0,00000	0,04212	0,08638	0,13498	0,19034	0,25513	0,33226	0,42486	0,53600	0,66831	0,82340
0,65	0,00000	0,04630	0,09457	0,14685	0,20529	0,27223	0,35012	0,44150	0,54879	0,67394	0,81814
0,7	0,00000	0,04981	0,10143	0,15670	0,21754	0,28597	0,36409	0,45396	0,55750	0,67620	0,81095
0,75	0,00000	0,05270	0,10704	0,16467	0,22731	0,29671	0,37463	0,46279	0,56272	0,67558	0,80205
0,8	0,00000	0,05501	0,11150	0,17095	0,23487	0,30478	0,38219	0,46851	0,56498	0,67254	0,79170
0,85	0,00000	0,05681	0,11495	0,17573	0,24048	0,31054	0,38718	0,47158	0,56476	0,66748	0,78012
0,9	0,00000	0,05816	0,11749	0,17918	0,24440	0,31430	0,38998	0,47242	0,56247	0,66075	0,76756
0,95	0,00000	0,05910	0,11925	0,18150	0,24687	0,31637	0,39093	0,47140	0,55848	0,65267	0,75422
1	0,00000	0,05971	0,12035	0,18285	0,24811	0,31701	0,39035	0,46885	0,55310	0,64351	0,74030
1,05	0,00000	0,06002	0,12088	0,18337	0,24831	0,31645	0,38849	0,46504	0,54660	0,63352	0,72597
1,1	0,00000	0,06009	0,12092	0,18320	0,24764	0,31490	0,38558	0,46021	0,53921	0,62288	0,71137
1,15	0,00000	0,05996	0,12056	0,18246	0,24625	0,31253	0,38182	0,45457	0,53114	0,61179	0,69663
1,2	0,00000	0,05965	0,11987	0,18124	0,24428	0,30950	0,37738	0,44829	0,52255	0,60037	0,68186
1,25	0,00000	0,05920	0,11891	0,17962	0,24182	0,30595	0,37240	0,44152	0,51357	0,58875	0,66714
1,3	0,00000	0,05864	0,11772	0,17770	0,23898	0,30197	0,36700	0,43438	0,50434	0,57703	0,65254
1,35	0,00000	0,05798	0,11636	0,17552	0,23584	0,29766	0,36129	0,42698	0,49493	0,56529	0,63813
1,4	0,00000	0,05725	0,11485	0,17315	0,23247	0,29311	0,35534	0,41940	0,48544	0,55361	0,62395
1,45	0,00000	0,05646	0,11323	0,17062	0,22891	0,28837	0,34924	0,41171	0,47594	0,54203	0,61003
1,5	0,00000	0,05563	0,11153	0,16798	0,22523	0,28351	0,34303	0,40397	0,46647	0,53060	0,59642
1,55	0,00000	0,05476	0,10977	0,16526	0,22146	0,27857	0,33678	0,39624	0,45707	0,51935	0,58312
1,6	0,00000	0,05388	0,10797	0,16249	0,21763	0,27359	0,33052	0,38855	0,44779	0,50832	0,57016
1,65	0,00000	0,05297	0,10614	0,15968	0,21378	0,26860	0,32427	0,38093	0,43866	0,49751	0,55754
1,7	0,00000	0,05206	0,10430	0,15686	0,20993	0,26362	0,31808	0,37341	0,42968	0,48696	0,54527
1,75	0,00000	0,05115	0,10245	0,15405	0,20609	0,25869	0,31196	0,36600	0,42089	0,47666	0,53335
1,8	0,00000	0,05024	0,10061	0,15125	0,20228	0,25380	0,30593	0,35874	0,41229	0,46663	0,52178
1,85	0,00000	0,04933	0,09879	0,14848	0,19851	0,24899	0,30000	0,35162	0,40389	0,45687	0,51056
1,9	0,00000	0,04844	0,09699	0,14574	0,19480	0,24426	0,29418	0,34465	0,39570	0,44738	0,49969
1,95	0,00000	0,04756	0,09521	0,14304	0,19115	0,23961	0,28849	0,33785	0,38773	0,43816	0,48916
2	0,00000	0,04669	0,09346	0,14039	0,18757	0,23506	0,28292	0,33121	0,37996	0,42921	0,47895

Tabel A1.3. Valorile funcțiilor

 $F_5(H_f/R_i, \lambda_n)$ și $\phi_1(H_f/R_i, \lambda_n)$

H_f/R_i	$F_5(H_f/R_i, \lambda_n)$	$\phi_1(H_f/R_i, \lambda_n)$
0,1	0,02485	0,05897
0,15	0,03580	0,08707
0,2	0,04731	0,11637
0,25	0,05919	0,14649
0,3	0,07133	0,17718
0,35	0,08362	0,20821
0,4	0,09598	0,23934
0,45	0,10829	0,27030
0,5	0,12046	0,30082
0,55	0,13241	0,33066
0,6	0,14404	0,35963
0,65	0,15530	0,38754
0,7	0,16615	0,41429
0,75	0,17656	0,43980
0,8	0,18650	0,46402
0,85	0,19598	0,48694
0,9	0,20500	0,50858
0,95	0,21357	0,52896
1	0,22171	0,54813
1,05	0,22943	0,56615
1,1	0,23675	0,58307
1,15	0,24369	0,59896
1,2	0,25028	0,61387
1,25	0,25655	0,62787
1,3	0,26250	0,64103
1,35	0,26816	0,65339
1,4	0,27355	0,66502
1,45	0,27869	0,67597
1,5	0,28359	0,68629
1,55	0,28827	0,69602
1,6	0,29275	0,70520
1,65	0,29703	0,71388
1,7	0,30114	0,72209
1,75	0,30508	0,72986
1,8	0,30886	0,73723
1,85	0,31249	0,74423
1,9	0,31599	0,75087
1,95	0,31935	0,75719
2	0,32259	0,76320

- Pentru cuvele cilindrice acționate de presiunile hidrodinamice convective



$$p_{HDc}^{pc}(\xi, H_f / R_i, \lambda_n, T_c, R_i, \theta) = \gamma_l \cdot \frac{a_g}{g} \cdot \frac{\beta_{max}}{q_c} \cdot \frac{T_c}{\sqrt{R_i}} \cdot \gamma_f \cdot H_f \cdot cF_3(\xi, H_f / R_i, \lambda_n) \cdot \cos(\theta)$$

$$p_{HDc}^{pr}(\rho, H_f / R_i, \lambda_n, T_c, R_i, \theta) = \gamma_l \cdot \frac{a_g}{g} \cdot \frac{\beta_{max}}{q_c} \cdot \frac{T_c}{\sqrt{R_i}} \cdot \gamma_f \cdot H_f \cdot cF_4(\rho, H_f / R_i, \lambda_n) \cdot \cos(\theta)$$

$$P_c(H_f / R_i, \lambda_n, T_c, R_i) = \gamma_l \cdot \frac{a_g}{g} \cdot \frac{\beta_{max}}{q_c} \cdot \frac{T_c}{\sqrt{R_i}} \cdot \gamma_f \cdot V_i \cdot c\phi_2(H_f / R_i, \lambda_n)$$

$$M_{sc}(H_f / R_i, \lambda_n, T_c, R_i) = \gamma_l \cdot \frac{a_g}{g} \cdot \frac{\beta_{max}}{q_c} \cdot \frac{T_c}{\sqrt{R_i}} \cdot \gamma_f \cdot V_i \cdot H_f \cdot cF_6(H_f / R_i, \lambda_n)$$

$$\delta_{cc}(\rho, H_f / R_i, \lambda_n, T_c, R_i, \theta) = \gamma_l \cdot \frac{a_g}{g} \cdot \frac{\beta_{max}}{q_c} \cdot \frac{T_c}{\sqrt{R_i}} \cdot \gamma_f \cdot H_f \cdot c\phi_3(\rho, H_f / R_i, \lambda_n) \cdot \cos(\theta)$$

n	λ_n
1	1,84118
2	5,33144
3	8,53632
4	11,70600
5	14,86359
6	18,01553
7	21,16437
8	24,31133
9	27,45705
10	30,60192

Tabel A1.4. Valorile funcției $cF_3(\xi, H_f/R_i, \lambda_n)$

ξ H_f/R_i	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,1	3,42389	3,42981	3,44773	3,47814	3,52187	3,58017	3,65472	3,74779	3,86227	4,00195	4,17162
0,15	2,45754	2,46299	2,47954	2,50784	2,54903	2,60486	2,67787	2,77161	2,89110	3,04332	3,23811
0,2	1,90930	1,91424	1,92928	1,95508	1,99286	2,04454	2,11302	2,20265	2,31997	2,47489	2,68273
0,25	1,54835	1,55293	1,56686	1,59078	1,62586	1,67403	1,73828	1,82332	1,93667	2,09068	2,30620
0,3	1,28807	1,29240	1,30557	1,32818	1,36135	1,40691	1,46780	1,54883	1,65809	1,80983	2,03022
0,35	1,08865	1,09281	1,10548	1,12721	1,15905	1,20273	1,26109	1,33888	1,44447	1,59348	1,81712
0,4	0,92938	0,93343	0,94576	0,96689	0,99780	1,04013	1,09660	1,17183	1,27426	1,42047	1,64631
0,45	0,79853	0,80251	0,81460	0,83529	0,86553	0,90686	0,96188	1,03506	1,13476	1,27824	1,50551
0,5	0,68898	0,69290	0,70479	0,72514	0,75484	0,79538	0,84922	0,92070	1,01803	1,15885	1,38694
0,55	0,59611	0,59997	0,61170	0,63174	0,66096	0,70079	0,75361	0,82360	0,91878	1,05699	1,28540
0,6	0,51677	0,52057	0,53211	0,55184	0,58058	0,61973	0,67158	0,74018	0,83336	0,96901	1,19726
0,65	0,44863	0,45237	0,46371	0,48309	0,51133	0,54977	0,60066	0,66790	0,75915	0,89223	1,11994
0,7	0,38994	0,39360	0,40471	0,42371	0,45139	0,48908	0,53896	0,60484	0,69418	0,82470	1,05149
0,75	0,33927	0,34285	0,35371	0,37227	0,39934	0,43621	0,48502	0,54951	0,63695	0,76488	0,99045
0,8	0,29548	0,29896	0,30953	0,32762	0,35402	0,39001	0,43770	0,50075	0,58627	0,71161	0,93568
0,85	0,25758	0,26096	0,27122	0,28880	0,31447	0,34952	0,39603	0,45759	0,54119	0,66392	0,88627
0,9	0,22477	0,22803	0,23796	0,25499	0,27989	0,31395	0,35923	0,41927	0,50091	0,62103	0,84149
0,95	0,19632	0,19947	0,20905	0,22550	0,24960	0,28263	0,32663	0,38511	0,46480	0,58233	0,80073
1	0,17165	0,17468	0,18390	0,19975	0,22302	0,25498	0,29768	0,35458	0,43231	0,54726	0,76350
1,05	0,15023	0,15313	0,16198	0,17722	0,19964	0,23052	0,27190	0,32721	0,40299	0,51539	0,72937
1,1	0,13161	0,13439	0,14287	0,15749	0,17905	0,20883	0,24888	0,30259	0,37643	0,48632	0,69800
1,15	0,11542	0,11808	0,12618	0,14018	0,16087	0,18956	0,22827	0,28040	0,35232	0,45974	0,66907
1,2	0,10133	0,10386	0,11159	0,12496	0,14480	0,17240	0,20978	0,26033	0,33036	0,43537	0,64232
1,25	0,08904	0,09145	0,09881	0,11157	0,13056	0,15707	0,19315	0,24214	0,31031	0,41296	0,61754
1,3	0,07833	0,08061	0,08761	0,09977	0,11792	0,14336	0,17815	0,22561	0,29196	0,39231	0,59451
1,35	0,06897	0,07113	0,07777	0,08934	0,10667	0,13107	0,16459	0,21055	0,27512	0,37323	0,57308
1,4	0,06078	0,06283	0,06912	0,08012	0,09665	0,12003	0,15230	0,19680	0,25963	0,35556	0,55308
1,45	0,05362	0,05556	0,06151	0,07195	0,08771	0,11009	0,14115	0,18421	0,24535	0,33917	0,53438
1,5	0,04734	0,04917	0,05480	0,06470	0,07970	0,10112	0,13100	0,17267	0,23216	0,32392	0,51687
1,55	0,04184	0,04356	0,04888	0,05826	0,07253	0,09301	0,12175	0,16206	0,21994	0,30972	0,50045
1,6	0,03700	0,03863	0,04365	0,05252	0,06609	0,08566	0,11329	0,15228	0,20861	0,29646	0,48500
1,65	0,03275	0,03428	0,03901	0,04741	0,06030	0,07899	0,10555	0,14326	0,19809	0,28406	0,47047
1,7	0,02901	0,03045	0,03491	0,04284	0,05508	0,07293	0,09845	0,13493	0,18828	0,27245	0,45676
1,75	0,02572	0,02707	0,03127	0,03876	0,05037	0,06741	0,09193	0,12720	0,17914	0,26156	0,44381
1,8	0,02282	0,02408	0,02803	0,03510	0,04612	0,06238	0,08593	0,12004	0,17060	0,25132	0,43157
1,85	0,02026	0,02145	0,02515	0,03182	0,04227	0,05778	0,08040	0,11339	0,16261	0,24168	0,41997
1,9	0,01799	0,01911	0,02259	0,02888	0,03878	0,05357	0,07529	0,10719	0,15512	0,23260	0,40897
1,95	0,01600	0,01704	0,02031	0,02623	0,03561	0,04971	0,07057	0,10142	0,14810	0,22403	0,39853
2	0,01423	0,01520	0,01827	0,02385	0,03273	0,04617	0,06619	0,09603	0,14150	0,21593	0,38860

Tabel A1.5. Valorile funcției $cF_4(\rho, H_f/R_i, \lambda_n)$

ρ H_f/R_i	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,1	0	0,18005	0,37464	0,56931	0,78871	1,03246	1,32753	1,70734	2,22848	2,94671	3,42389
0,15	0	0,15486	0,31566	0,48532	0,67315	0,88791	1,14452	1,46050	1,84455	2,25179	2,45754
0,2	0	0,14174	0,28816	0,44386	0,61487	0,80768	1,02904	1,28228	1,55653	1,80248	1,90930
0,25	0	0,13364	0,27101	0,41585	0,57198	0,74271	0,92960	1,12930	1,32680	1,48537	1,54835
0,3	0	0,12627	0,25517	0,38915	0,53026	0,67954	0,83585	0,99359	1,13909	1,24737	1,28807
0,35	0	0,11812	0,23782	0,36043	0,48671	0,61636	0,74700	0,87284	0,98287	1,06049	1,08865
0,4	0	0,10910	0,21892	0,32997	0,44215	0,55439	0,66395	0,76561	0,85093	0,90886	0,92938
0,45	0	0,09958	0,19928	0,29899	0,39811	0,49519	0,58752	0,67067	0,73831	0,78297	0,79853
0,5	0	0,09002	0,17975	0,26868	0,35590	0,43987	0,51807	0,58685	0,64146	0,67680	0,68898
0,55	0	0,08077	0,16096	0,23986	0,31642	0,38907	0,45561	0,51304	0,55782	0,58636	0,59611
0,6	0	0,07203	0,14334	0,21307	0,28013	0,34305	0,39988	0,44823	0,48539	0,50881	0,51677
0,65	0	0,06396	0,12711	0,18856	0,24723	0,30175	0,35047	0,39144	0,42258	0,44205	0,44863
0,7	0	0,05660	0,11237	0,16641	0,21769	0,26499	0,30688	0,34178	0,36809	0,38443	0,38994
0,75	0	0,04996	0,09910	0,14656	0,19137	0,23245	0,26856	0,29843	0,32080	0,33462	0,33927
0,8	0	0,04402	0,08727	0,12890	0,16806	0,20376	0,23498	0,26064	0,27976	0,29152	0,29548
0,85	0	0,03875	0,07676	0,11327	0,14749	0,17856	0,20560	0,22772	0,24413	0,25420	0,25758
0,9	0	0,03408	0,06747	0,09948	0,12940	0,15647	0,17993	0,19906	0,21320	0,22186	0,22477
0,95	0	0,02996	0,05929	0,08736	0,11353	0,13714	0,15754	0,17412	0,18635	0,19382	0,19632
1	0	0,02633	0,05209	0,07672	0,09962	0,12024	0,13801	0,15242	0,16301	0,16948	0,17165
1,05	0	0,02315	0,04578	0,06739	0,08745	0,10548	0,12098	0,13352	0,14273	0,14835	0,15023
1,1	0	0,02035	0,04024	0,05921	0,07681	0,09259	0,10613	0,11707	0,12509	0,12998	0,13161
1,15	0	0,01790	0,03539	0,05206	0,06750	0,08133	0,09318	0,10274	0,10974	0,11400	0,11542
1,2	0	0,01576	0,03114	0,04580	0,05936	0,07149	0,08187	0,09024	0,09636	0,10008	0,10133
1,25	0	0,01388	0,02742	0,04031	0,05224	0,06289	0,07200	0,07933	0,08470	0,08795	0,08904
1,3	0	0,01223	0,02416	0,03551	0,04600	0,05537	0,06337	0,06981	0,07451	0,07737	0,07833
1,35	0	0,01078	0,02130	0,03131	0,04055	0,04879	0,05583	0,06149	0,06562	0,06813	0,06897
1,4	0	0,00951	0,01880	0,02762	0,03576	0,04303	0,04923	0,05420	0,05784	0,06004	0,06078
1,45	0	0,00840	0,01660	0,02438	0,03157	0,03798	0,04344	0,04783	0,05103	0,05297	0,05362
1,5	0	0,00742	0,01467	0,02155	0,02789	0,03354	0,03837	0,04223	0,04506	0,04677	0,04734
1,55	0	0,00657	0,01297	0,01905	0,02466	0,02965	0,03391	0,03733	0,03982	0,04133	0,04184
1,6	0	0,00581	0,01148	0,01686	0,02182	0,02624	0,03000	0,03302	0,03522	0,03656	0,03700
1,65	0	0,00515	0,01016	0,01493	0,01932	0,02323	0,02656	0,02923	0,03118	0,03236	0,03275
1,7	0	0,00456	0,00901	0,01323	0,01712	0,02058	0,02353	0,02589	0,02762	0,02866	0,02901
1,75	0	0,00404	0,00799	0,01173	0,01518	0,01825	0,02086	0,02296	0,02448	0,02541	0,02572
1,8	0	0,00359	0,00709	0,01041	0,01347	0,01619	0,01851	0,02037	0,02172	0,02254	0,02282
1,85	0	0,00319	0,00629	0,00924	0,01196	0,01438	0,01643	0,01808	0,01928	0,02001	0,02026
1,9	0	0,00283	0,00559	0,00821	0,01063	0,01277	0,01460	0,01606	0,01713	0,01778	0,01799
1,95	0	0,00252	0,00497	0,00730	0,00945	0,01135	0,01298	0,01428	0,01523	0,01580	0,01600
2	0	0,00224	0,00442	0,00649	0,00840	0,01010	0,01154	0,01270	0,01355	0,01406	0,01423

Tabel A1.6. Valorile funcțiilor

 $cF_6(H_f/R_i, \lambda_n)$ și $c\phi_2(H_f/R_i, \lambda_n)$

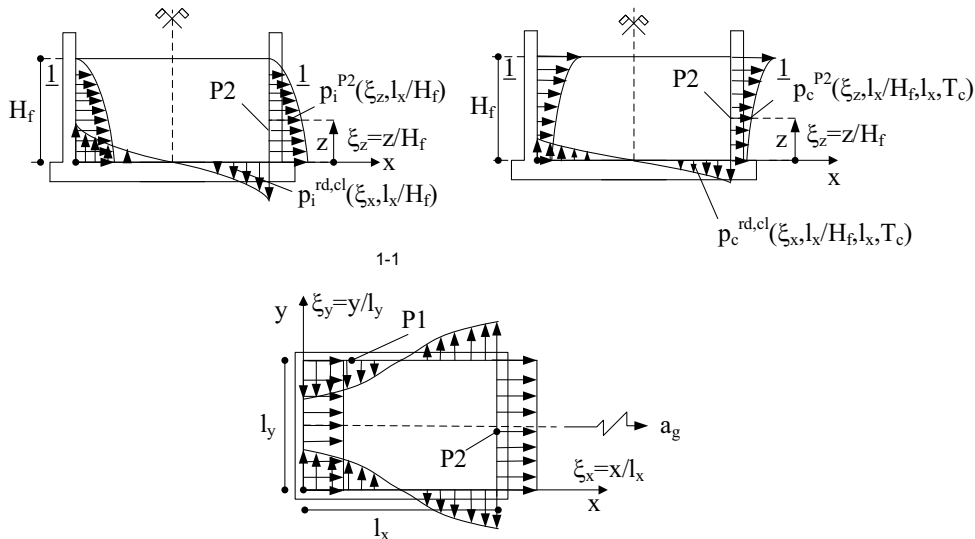
H_f/R_i	$cF_6(H_f/R_i, \lambda_n)$	$c\phi_2(H_f/R_i, \lambda_n)$
0,1	0,18847	0,36507
0,15	0,21014	0,40226
0,2	0,22382	0,42445
0,25	0,23272	0,43763
0,3	0,23831	0,44447
0,35	0,24138	0,44642
0,4	0,24245	0,44445
0,45	0,24191	0,43931
0,5	0,24009	0,43165
0,55	0,23724	0,42205
0,6	0,23360	0,41102
0,65	0,22939	0,39901
0,7	0,22477	0,38638
0,75	0,21988	0,37344
0,8	0,21483	0,36044
0,85	0,20972	0,34756
0,9	0,20461	0,33494
0,95	0,19956	0,32269
1	0,19461	0,31088
1,05	0,18979	0,29955
1,1	0,18510	0,28872
1,15	0,18058	0,27841
1,2	0,17621	0,26861
1,25	0,17201	0,25931
1,3	0,16798	0,25050
1,35	0,16410	0,24216
1,4	0,16038	0,23426
1,45	0,15681	0,22679
1,5	0,15339	0,21972
1,55	0,15011	0,21303
1,6	0,14695	0,20669
1,65	0,14393	0,20068
1,7	0,14102	0,19499
1,75	0,13822	0,18959
1,8	0,13554	0,18446
1,85	0,13295	0,17958
1,9	0,13046	0,17495
1,95	0,12806	0,17053
2	0,12574	0,16633

Tabel A1.7. Valorile funcției $c\phi_3(\rho, H_f/R_i, \lambda_n)$

ρ H_f/R_i	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,1	0	0,13177	0,39930	0,53405	0,79044	0,98782	1,29150	1,61480	2,09323	2,91674	4,17162
0,15	0	0,11603	0,32351	0,44414	0,64905	0,81964	1,06915	1,34388	1,73670	2,36367	3,23811
0,2	0	0,10591	0,28104	0,39236	0,56907	0,72320	0,94069	1,18152	1,51301	2,01432	2,68273
0,25	0	0,09896	0,25371	0,35829	0,51644	0,65814	0,85212	1,06565	1,35043	1,76605	2,30620
0,3	0	0,09371	0,23415	0,33323	0,47754	0,60872	0,78378	0,97468	1,22323	1,57734	2,03022
0,35	0	0,08932	0,21880	0,31298	0,44610	0,56801	0,72726	0,89932	1,11927	1,42735	1,81712
0,4	0	0,08536	0,20586	0,29548	0,41910	0,53271	0,67856	0,83483	1,03180	1,30427	1,64631
0,45	0	0,08161	0,19443	0,27971	0,39505	0,50121	0,63556	0,77849	0,95667	1,20081	1,50551
0,5	0	0,07800	0,18404	0,26518	0,37318	0,47263	0,59703	0,72858	0,89115	1,11225	1,38694
0,55	0	0,07451	0,17446	0,25165	0,35308	0,44647	0,56218	0,68394	0,83335	1,03534	1,28540
0,6	0	0,07115	0,16556	0,23901	0,33451	0,42241	0,53047	0,64372	0,78189	0,96780	1,19726
0,65	0	0,06793	0,15728	0,22719	0,31731	0,40022	0,50151	0,60730	0,73576	0,90793	1,11994
0,7	0	0,06485	0,14956	0,21613	0,30136	0,37974	0,47499	0,57418	0,69418	0,85448	1,05149
0,75	0	0,06193	0,14236	0,20581	0,28657	0,36080	0,45063	0,54397	0,65652	0,80647	0,99045
0,8	0	0,05917	0,13566	0,19617	0,27284	0,34329	0,42824	0,51632	0,62227	0,76311	0,93568
0,85	0	0,05657	0,12942	0,18719	0,26010	0,32708	0,40760	0,49097	0,59102	0,72378	0,88627
0,9	0	0,05412	0,12361	0,17881	0,24827	0,31206	0,38857	0,46767	0,56242	0,68797	0,84149
0,95	0	0,05183	0,11819	0,17101	0,23729	0,29814	0,37098	0,44620	0,53618	0,65525	0,80073
1	0	0,04968	0,11316	0,16374	0,22707	0,28522	0,35470	0,42640	0,51204	0,62526	0,76350
1,05	0	0,04766	0,10846	0,15696	0,21758	0,27322	0,33962	0,40808	0,48978	0,59769	0,72937
1,1	0	0,04578	0,10408	0,15063	0,20874	0,26206	0,32563	0,39112	0,46921	0,57228	0,69800
1,15	0	0,04401	0,10000	0,14473	0,20050	0,25168	0,31262	0,37538	0,45016	0,54880	0,66907
1,2	0	0,04236	0,09618	0,13922	0,19282	0,24200	0,30051	0,36075	0,43249	0,52705	0,64232
1,25	0	0,04080	0,09262	0,13406	0,18564	0,23296	0,28923	0,34713	0,41605	0,50687	0,61754
1,3	0	0,03935	0,08928	0,12924	0,17893	0,22452	0,27870	0,33443	0,40074	0,48809	0,59451
1,35	0	0,03798	0,08616	0,12472	0,17265	0,21662	0,26885	0,32257	0,38645	0,47059	0,57308
1,4	0	0,03670	0,08323	0,12048	0,16676	0,20921	0,25963	0,31146	0,37310	0,45424	0,55308
1,45	0	0,03549	0,08047	0,11650	0,16123	0,20227	0,25098	0,30106	0,36059	0,43895	0,53438
1,5	0	0,03436	0,07789	0,11275	0,15604	0,19574	0,24286	0,29130	0,34886	0,42462	0,51687
1,55	0	0,03329	0,07545	0,10923	0,15115	0,18960	0,23522	0,28212	0,33784	0,41116	0,50045
1,6	0	0,03228	0,07315	0,10590	0,14654	0,18381	0,22803	0,27348	0,32747	0,39851	0,48500
1,65	0	0,03133	0,07098	0,10277	0,14219	0,17836	0,22125	0,26533	0,31770	0,38659	0,47047
1,7	0	0,03043	0,06894	0,09980	0,13809	0,17320	0,21485	0,25764	0,30848	0,37535	0,45676
1,75	0	0,02957	0,06700	0,09700	0,13420	0,16833	0,20879	0,25037	0,29976	0,36473	0,44381
1,8	0	0,02876	0,06516	0,09434	0,13052	0,16371	0,20306	0,24349	0,29151	0,35468	0,43157
1,85	0	0,02800	0,06342	0,09182	0,12704	0,15933	0,19763	0,23697	0,28370	0,34516	0,41997
1,9	0	0,02727	0,06177	0,08943	0,12373	0,15518	0,19247	0,23079	0,27629	0,33613	0,40897
1,95	0	0,02658	0,06020	0,08716	0,12058	0,15123	0,18757	0,22491	0,26925	0,32756	0,39853
2	0	0,02592	0,05871	0,08500	0,11759	0,14748	0,18291	0,21932	0,26255	0,31940	0,38860

Anexa A.2. Tabele practice de calcul ale presiunilor hidrodinamice și ale rezultatelor acestora în structuri de formă paralelipipedică

- Pentru cuvele paralelipipedice solicitate de o acțiune seismică pe direcția axei (x)



$$p_i^{P2}(\xi_z, l_x / H_f) = \gamma_l \cdot \frac{a_g}{g} \cdot \frac{\beta_{\max}}{q_i} \cdot \gamma_f \cdot H_f \cdot cF_7(\xi_z, l_x / H_f)$$

$$p_i^{rd,cl}(\xi_x, l_x / H_f) = \gamma_l \cdot \frac{a_g}{g} \cdot \frac{\beta_{\max}}{q_i} \cdot \gamma_f \cdot H_f \cdot cF_8(\xi_x, l_x / H_f)$$

$$p_c^{P2}(\xi_z, l_x / H_f) = \gamma_l \cdot \frac{a_g}{g} \cdot \frac{\beta_{\max}}{q_c} \cdot \frac{T_c}{\sqrt{l_x}} \cdot \gamma_f \cdot H_f \cdot cF_9(\xi_z, l_x / H_f)$$

$$p_c^{rd,cl}(\xi_x, l_x / H_f) = \gamma_l \cdot \frac{a_g}{g} \cdot \frac{\beta_{\max}}{q_c} \cdot \frac{T_c}{\sqrt{l_x}} \cdot \gamma_f \cdot H_f \cdot cF_{10}(\xi_x, l_x / H_f)$$

Tabel A1.8. Valorile funcției $cF_7(\xi_z, l_x/H_f)$

ξ_z l_x/H_f	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,5	0,24683	0,24668	0,24615	0,24504	0,24289	0,23881	0,23115	0,21674	0,18938	0,13565	0,00000
0,6	0,29452	0,29415	0,29296	0,29061	0,28644	0,27926	0,26705	0,24628	0,21053	0,14656	0,00000
0,7	0,34024	0,33959	0,33750	0,33353	0,32688	0,31617	0,29915	0,27211	0,22866	0,15574	0,00000
0,8	0,38337	0,38237	0,37922	0,37342	0,36406	0,34965	0,32783	0,29486	0,24439	0,16361	0,00000
0,9	0,42344	0,42207	0,41780	0,41008	0,39796	0,37988	0,35346	0,31498	0,25817	0,17042	0,00000
1,0	0,46021	0,45846	0,45306	0,44344	0,42862	0,40704	0,37632	0,33279	0,27029	0,17637	0,00000
1,1	0,49358	0,49147	0,48498	0,47354	0,45617	0,43132	0,39665	0,34854	0,28095	0,18156	0,00000
1,2	0,52359	0,52114	0,51363	0,50049	0,48077	0,45292	0,41467	0,36245	0,29031	0,18608	0,00000
1,3	0,55037	0,54761	0,53916	0,52447	0,50260	0,47205	0,43057	0,37468	0,29852	0,19000	0,00000
1,4	0,57411	0,57106	0,56176	0,54568	0,52187	0,48890	0,44455	0,38541	0,30569	0,19340	0,00000
1,5	0,59502	0,59172	0,58166	0,56432	0,53880	0,50368	0,45678	0,39477	0,31192	0,19632	0,00000
2,0	0,66567	0,66148	0,64878	0,62711	0,59565	0,55312	0,49753	0,42573	0,33224	0,20543	0,00000
2,5	0,69907	0,69445	0,68044	0,65662	0,62223	0,57605	0,51619	0,43959	0,34091	0,20863	0,00000
3,0	0,71355	0,70872	0,69409	0,66926	0,63348	0,58558	0,52371	0,44485	0,34372	0,20888	0,00000
3,5	0,71896	0,71403	0,69911	0,67381	0,63740	0,58870	0,52589	0,44599	0,34372	0,20774	0,00000
4,0	0,72014	0,71516	0,70012	0,67460	0,63789	0,58883	0,52559	0,44521	0,34242	0,20596	0,00000
4,5	0,71937	0,71437	0,69927	0,67365	0,63681	0,58758	0,52414	0,44354	0,34052	0,20391	0,00000
5,0	0,71771	0,71270	0,69757	0,67191	0,63500	0,58570	0,52217	0,44147	0,33835	0,20177	0,00000
5,5	0,71564	0,71063	0,69548	0,66980	0,63287	0,58353	0,51996	0,43922	0,33606	0,19960	0,00000
6,0	0,71338	0,70837	0,69322	0,66753	0,63058	0,58123	0,51764	0,43688	0,33372	0,19746	0,00000
6,5	0,71104	0,70603	0,69087	0,66518	0,62823	0,57886	0,51527	0,43450	0,33137	0,19535	0,00000
7,0	0,70866	0,70365	0,68849	0,66280	0,62584	0,57648	0,51288	0,43211	0,32902	0,19328	0,00000
7,5	0,70626	0,70125	0,68610	0,66040	0,62344	0,57407	0,51048	0,42972	0,32667	0,19127	0,00000
8,0	0,70386	0,69885	0,68369	0,65799	0,62104	0,57167	0,50807	0,42732	0,32434	0,18929	0,00000
8,5	0,70145	0,69644	0,68128	0,65558	0,61863	0,56926	0,50567	0,42493	0,32203	0,18737	0,00000
9,0	0,69904	0,69403	0,67887	0,65317	0,61622	0,56685	0,50326	0,42255	0,31974	0,18549	0,00000
9,5	0,69663	0,69162	0,67646	0,65076	0,61381	0,56444	0,50086	0,42017	0,31746	0,18366	0,00000
10,0	0,69421	0,68920	0,67405	0,64835	0,61139	0,56203	0,49846	0,41780	0,31521	0,18187	0,00000
10,5	0,69180	0,68679	0,67164	0,64594	0,60898	0,55962	0,49606	0,41544	0,31298	0,18012	0,00000
11,0	0,68939	0,68438	0,66922	0,64353	0,60657	0,55722	0,49366	0,41309	0,31078	0,17842	0,00000
11,5	0,68698	0,68197	0,66681	0,64112	0,60416	0,55481	0,49128	0,41075	0,30860	0,17675	0,00000
12,0	0,68457	0,67956	0,66440	0,63870	0,60175	0,55241	0,48889	0,40842	0,30644	0,17512	0,00000
12,5	0,68216	0,67715	0,66199	0,63629	0,59935	0,55001	0,48651	0,40610	0,30431	0,17353	0,00000
13,0	0,67974	0,67473	0,65958	0,63388	0,59694	0,54761	0,48414	0,40380	0,30220	0,17198	0,00000
13,5	0,67733	0,67232	0,65717	0,63147	0,59453	0,54521	0,48177	0,40150	0,30012	0,17046	0,00000
14,0	0,67492	0,66991	0,65476	0,62906	0,59213	0,54282	0,47941	0,39923	0,29806	0,16897	0,00000
14,5	0,67251	0,66750	0,65235	0,62666	0,58973	0,54043	0,47706	0,39697	0,29603	0,16751	0,00000
15,0	0,67010	0,66509	0,64994	0,62425	0,58733	0,53805	0,47471	0,39472	0,29402	0,16608	0,00000

Tabel A1.9. Valorile funcției $cF_8(\xi_x, l_x/H_f)$

ξ_x l_x/H_f	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,5	-0,24683	-0,19937	-0,14948	-0,09962	-0,04980	0,00000	0,04980	0,09962	0,14948	0,19937	0,24683
0,6	-0,29452	-0,23764	-0,17801	-0,11856	-0,05924	0,00000	0,05924	0,11856	0,17801	0,23764	0,29452
0,7	-0,34024	-0,27405	-0,20497	-0,13635	-0,06808	0,00000	0,06808	0,13635	0,20497	0,27405	0,34024
0,8	-0,38337	-0,30799	-0,22981	-0,15260	-0,07611	0,00000	0,07611	0,15260	0,22981	0,30799	0,38337
0,9	-0,42344	-0,33902	-0,25219	-0,16707	-0,08320	0,00000	0,08320	0,16707	0,25219	0,33902	0,42344
1,0	-0,46021	-0,36691	-0,27190	-0,17959	-0,08927	0,00000	0,08927	0,17959	0,27190	0,36691	0,46021
1,1	-0,49358	-0,39158	-0,28886	-0,19013	-0,09430	0,00000	0,09430	0,19013	0,28886	0,39158	0,49358
1,2	-0,52359	-0,41305	-0,30313	-0,19872	-0,09831	0,00000	0,09831	0,19872	0,30313	0,41305	0,52359
1,3	-0,55037	-0,43146	-0,31480	-0,20543	-0,10134	0,00000	0,10134	0,20543	0,31480	0,43146	0,55037
1,4	-0,57411	-0,44698	-0,32404	-0,21039	-0,10345	0,00000	0,10345	0,21039	0,32404	0,44698	0,57411
1,5	-0,59502	-0,45984	-0,33103	-0,21375	-0,10473	0,00000	0,10473	0,21375	0,33103	0,45984	0,59502
2,0	-0,66567	-0,49216	-0,33954	-0,21193	-0,10160	0,00000	0,10160	0,21193	0,33954	0,49216	0,66567
2,5	-0,69907	-0,48997	-0,32058	-0,19167	-0,08936	0,00000	0,08936	0,19167	0,32058	0,48997	0,69907
3,0	-0,71355	-0,47110	-0,29000	-0,16488	-0,07437	0,00000	0,07437	0,16488	0,29000	0,47110	0,71355
3,5	-0,71896	-0,44519	-0,25634	-0,13778	-0,05985	0,00000	0,05985	0,13778	0,25634	0,44519	0,71896
4,0	-0,72014	-0,41702	-0,22366	-0,11313	-0,04713	0,00000	0,04713	0,11313	0,22366	0,41702	0,72014
4,5	-0,71937	-0,38883	-0,19370	-0,09186	-0,03657	0,00000	0,03657	0,09186	0,19370	0,38883	0,71937
5,0	-0,71771	-0,36163	-0,16703	-0,07408	-0,02809	0,00000	0,02809	0,07408	0,16703	0,36163	0,71771
5,5	-0,71564	-0,33584	-0,14367	-0,05948	-0,02143	0,00000	0,02143	0,05948	0,14367	0,33584	0,71564
6,0	-0,71338	-0,31162	-0,12340	-0,04765	-0,01628	0,00000	0,01628	0,04765	0,12340	0,31162	0,71338
6,5	-0,71104	-0,28898	-0,10593	-0,03813	-0,01235	0,00000	0,01235	0,03813	0,10593	0,28898	0,71104
7,0	-0,70866	-0,26788	-0,09091	-0,03052	-0,00937	0,00000	0,00937	0,03052	0,09091	0,26788	0,70866
7,5	-0,70626	-0,24826	-0,07804	-0,02446	-0,00713	0,00000	0,00713	0,02446	0,07804	0,24826	0,70626
8,0	-0,70386	-0,23003	-0,06702	-0,01965	-0,00547	0,00000	0,00547	0,01965	0,06702	0,23003	0,70386
8,5	-0,70145	-0,21311	-0,05760	-0,01585	-0,00423	0,00000	0,00423	0,01585	0,05760	0,21311	0,70145
9,0	-0,69904	-0,19742	-0,04955	-0,01285	-0,00332	0,00000	0,00332	0,01285	0,04955	0,19742	0,69904
9,5	-0,69663	-0,18288	-0,04268	-0,01049	-0,00265	0,00000	0,00265	0,01049	0,04268	0,18288	0,69663
10,0	-0,69421	-0,16941	-0,03682	-0,00863	-0,00217	0,00000	0,00217	0,00863	0,03682	0,16941	0,69421
10,5	-0,69180	-0,15693	-0,03183	-0,00717	-0,00182	0,00000	0,00182	0,00717	0,03183	0,15693	0,69180
11,0	-0,68939	-0,14538	-0,02757	-0,00604	-0,00158	0,00000	0,00158	0,00604	0,02757	0,14538	0,68939
11,5	-0,68698	-0,13469	-0,02394	-0,00515	-0,00141	0,00000	0,00141	0,00515	0,02394	0,13469	0,68698
12,0	-0,68457	-0,12481	-0,02085	-0,00447	-0,00129	0,00000	0,00129	0,00447	0,02085	0,12481	0,68457
12,5	-0,68216	-0,11566	-0,01823	-0,00394	-0,00121	0,00000	0,00121	0,00394	0,01823	0,11566	0,68216
13,0	-0,67974	-0,10720	-0,01600	-0,00354	-0,00117	0,00000	0,00117	0,00354	0,01600	0,10720	0,67974
13,5	-0,67733	-0,09938	-0,01410	-0,00324	-0,00114	0,00000	0,00114	0,00324	0,01410	0,09938	0,67733
14,0	-0,67492	-0,09216	-0,01250	-0,00301	-0,00113	0,00000	0,00113	0,00301	0,01250	0,09216	0,67492
14,5	-0,67251	-0,08548	-0,01114	-0,00285	-0,00114	0,00000	0,00114	0,00285	0,01114	0,08548	0,67251
15,0	-0,67010	-0,07931	-0,00999	-0,00276	-0,00115	0,00000	0,00115	0,00276	0,00999	0,07931	0,67010

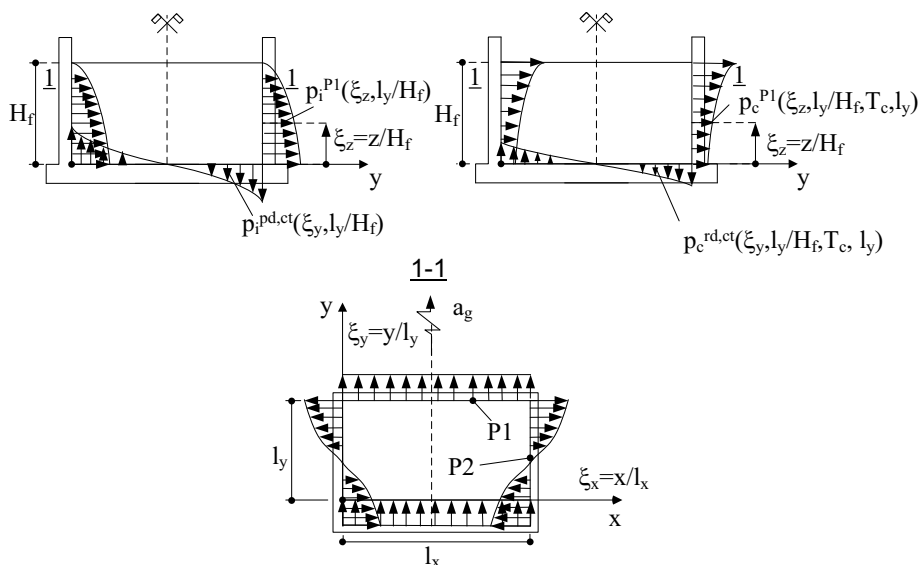
Tabel A1.10. Valorile funcției $cF_9(\xi_z, l_x/H_f)$

$\xi_z \backslash l_x/H_f$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,5	0,00067	0,00081	0,00127	0,00225	0,00416	0,00775	0,01453	0,02731	0,05179	0,10159	0,27474
0,6	0,00229	0,00261	0,00366	0,00574	0,00943	0,01577	0,02658	0,04507	0,07731	0,13767	0,32968
0,7	0,00564	0,00621	0,00806	0,01157	0,01745	0,02693	0,04204	0,06620	0,10575	0,17578	0,38460
0,8	0,01128	0,01216	0,01495	0,02007	0,02835	0,04113	0,06055	0,09017	0,13656	0,21548	0,43947
0,9	0,01961	0,02082	0,02460	0,03142	0,04216	0,05821	0,08180	0,11658	0,16932	0,25646	0,49423
1,0	0,03084	0,03238	0,03716	0,04567	0,05880	0,07800	0,10553	0,14512	0,20372	0,29847	0,54881
1,1	0,04503	0,04689	0,05262	0,06274	0,07815	0,10030	0,13149	0,17551	0,23951	0,34129	0,60312
1,2	0,06209	0,06425	0,07089	0,08251	0,10003	0,12490	0,15944	0,20752	0,27646	0,38474	0,65709
1,3	0,08189	0,08432	0,09179	0,10478	0,12422	0,15156	0,18915	0,24092	0,31438	0,42865	0,71063
1,4	0,10419	0,10687	0,11508	0,12932	0,15049	0,18006	0,22040	0,27550	0,35308	0,47287	0,76366
1,5	0,12874	0,13165	0,14052	0,15587	0,17858	0,21015	0,25295	0,31106	0,39238	0,51726	0,81613
2,0	0,27587	0,27955	0,29073	0,30993	0,33807	0,37670	0,42836	0,49752	0,59308	0,73826	1,06863
2,5	0,44289	0,44696	0,45935	0,48059	0,51166	0,55423	0,61107	0,68709	0,79213	0,95202	1,30379
3,0	0,61205	0,61636	0,62947	0,65194	0,68486	0,73001	0,79041	0,87141	0,98376	1,15561	1,52297
3,5	0,77600	0,78049	0,79415	0,81759	0,85197	0,89923	0,96261	1,04789	1,16669	1,34916	1,72860
4,0	0,93279	0,93745	0,95162	0,97598	1,01174	1,06099	1,12720	1,21655	1,34146	1,53377	1,92297
4,5	1,08265	1,08748	1,10218	1,12746	1,16462	1,21586	1,28489	1,37825	1,50910	1,71068	2,10792
5,0	1,22646	1,23147	1,24671	1,27293	1,31151	1,36478	1,43663	1,53398	1,67064	1,88094	2,28489
5,5	1,36516	1,37035	1,38614	1,41332	1,45334	1,50864	1,58331	1,68460	1,82693	2,04542	2,45496
6,0	1,49954	1,50491	1,52126	1,54940	1,59086	1,64819	1,72566	1,83082	1,97865	2,20480	2,61900
6,5	1,63023	1,63578	1,65268	1,68179	1,72468	1,78401	1,86423	1,97319	2,12634	2,35962	2,77767
7,0	1,75772	1,76345	1,78090	1,81096	1,85526	1,91657	1,99949	2,11216	2,27041	2,51031	2,93153
7,5	1,88239	1,88829	1,90629	1,93728	1,98298	2,04622	2,13179	2,24805	2,41120	2,65723	3,08103
8,0	2,00453	2,01061	2,02913	2,06105	2,10811	2,17325	2,26140	2,38116	2,54900	2,80068	3,22655
8,5	2,12438	2,13063	2,14968	2,18250	2,23089	2,29789	2,38856	2,51171	2,68402	2,94092	3,36841
9,0	2,24214	2,24856	2,26812	2,30182	2,35152	2,42033	2,51345	2,63988	2,81645	3,07816	3,50689
9,5	2,35797	2,36455	2,38461	2,41917	2,47015	2,54074	2,63625	2,76585	2,94647	3,21261	3,64223
10,0	2,47200	2,47874	2,49929	2,53470	2,58693	2,65925	2,75709	2,88975	3,07423	3,34443	3,77464
10,5	2,58435	2,59125	2,61228	2,64853	2,70198	2,77599	2,87609	3,01170	3,19983	3,47377	3,90433
11,0	2,69513	2,70218	2,72369	2,76074	2,81539	2,89106	2,99336	3,13181	3,32341	3,60077	4,03144
11,5	2,80442	2,81163	2,83360	2,87145	2,92727	3,00455	3,10899	3,25017	3,44506	3,72556	4,15613
12,0	2,91231	2,91967	2,94209	2,98072	3,03769	3,11654	3,22306	3,36688	3,56487	3,84824	4,27854
12,5	3,01888	3,02637	3,04924	3,08864	3,14673	3,22712	3,33565	3,48200	3,68293	3,96892	4,39879
13,0	3,12417	3,13181	3,15512	3,19526	3,25446	3,33634	3,44682	3,59561	3,79931	4,08769	4,51698
13,5	3,22826	3,23605	3,25978	3,30066	3,36093	3,44427	3,55665	3,70777	3,91409	4,20463	4,63323
14,0	3,33121	3,33913	3,36328	3,40488	3,46620	3,55097	3,66517	3,81854	4,02732	4,31984	4,74763
14,5	3,43305	3,44111	3,46567	3,50797	3,57032	3,65647	3,77246	3,92797	4,13907	4,43337	4,86025
15,0	3,53384	3,54203	3,56699	3,60999	3,67334	3,76085	3,87854	4,03611	4,24940	4,54531	4,97118

Tabel A1.11. Valorile funcției $cF_{10}(\xi_x, l_x/H_f)$

ξ_x l_x/H_f	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,5	-0,00067	-0,00064	-0,00054	-0,00039	-0,00021	0,00000	0,00021	0,00039	0,00054	0,00064	0,00067
0,6	-0,00229	-0,00217	-0,00185	-0,00134	-0,00071	0,00000	0,00071	0,00134	0,00185	0,00217	0,00229
0,7	-0,00564	-0,00536	-0,00456	-0,00331	-0,00174	0,00000	0,00174	0,00331	0,00456	0,00536	0,00564
0,8	-0,01128	-0,01073	-0,00913	-0,00663	-0,00348	0,00000	0,00348	0,00663	0,00913	0,01073	0,01128
0,9	-0,01961	-0,01865	-0,01586	-0,01152	-0,00606	0,00000	0,00606	0,01152	0,01586	0,01865	0,01961
1,0	-0,03084	-0,02933	-0,02494	-0,01811	-0,00952	0,00000	0,00952	0,01811	0,02494	0,02933	0,03084
1,1	-0,04503	-0,04281	-0,03640	-0,02642	-0,01388	0,00000	0,01388	0,02642	0,03640	0,04281	0,04503
1,2	-0,06209	-0,05903	-0,05016	-0,03640	-0,01912	0,00000	0,01912	0,03640	0,05016	0,05903	0,06209
1,3	-0,08189	-0,07783	-0,06611	-0,04794	-0,02516	0,00000	0,02516	0,04794	0,06611	0,07783	0,08189
1,4	-0,10419	-0,09900	-0,08403	-0,06089	-0,03194	0,00000	0,03194	0,06089	0,08403	0,09900	0,10419
1,5	-0,12874	-0,12230	-0,10372	-0,07508	-0,03935	0,00000	0,03935	0,07508	0,10372	0,12230	0,12874
2,0	-0,27587	-0,26142	-0,22032	-0,15831	-0,08251	0,00000	0,08251	0,15831	0,22032	0,26142	0,27587
2,5	-0,44289	-0,41802	-0,34887	-0,24794	-0,12818	0,00000	0,12818	0,24794	0,34887	0,41802	0,44289
3,0	-0,61205	-0,57452	-0,47332	-0,33178	-0,16985	0,00000	0,16985	0,33178	0,47332	0,57452	0,61205
3,5	-0,77600	-0,72342	-0,58678	-0,40490	-0,20508	0,00000	0,20508	0,40490	0,58678	0,72342	0,77600
4,0	-0,93279	-0,86252	-0,68742	-0,46644	-0,23364	0,00000	0,23364	0,46644	0,68742	0,86252	0,93279
4,5	-1,08265	-0,99187	-0,77569	-0,51735	-0,25629	0,00000	0,25629	0,51735	0,77569	0,99187	1,08265
5,0	-1,22646	-1,11225	-0,85285	-0,55920	-0,27410	0,00000	0,27410	0,55920	0,85285	1,11225	1,22646
5,5	-1,36516	-1,22458	-0,92039	-0,59367	-0,28815	0,00000	0,28815	0,59367	0,92039	1,22458	1,36516
6,0	-1,49954	-1,32970	-0,97972	-0,62229	-0,29937	0,00000	0,29937	0,62229	0,97972	1,32970	1,49954
6,5	-1,63023	-1,42832	-1,03212	-0,64638	-0,30856	0,00000	0,30856	0,64638	1,03212	1,42832	1,63023
7,0	-1,75772	-1,52105	-1,07869	-0,66699	-0,31632	0,00000	0,31632	0,66699	1,07869	1,52105	1,75772
7,5	-1,88239	-1,60840	-1,12037	-0,68499	-0,32311	0,00000	0,32311	0,68499	1,12037	1,60840	1,88239
8,0	-2,00453	-1,69082	-1,15794	-0,70105	-0,32928	0,00000	0,32928	0,70105	1,15794	1,69082	2,00453
8,5	-2,12438	-1,76869	-1,19208	-0,71568	-0,33506	0,00000	0,33506	0,71568	1,19208	1,76869	2,12438
9,0	-2,24214	-1,84237	-1,22335	-0,72928	-0,34063	0,00000	0,34063	0,72928	1,22335	1,84237	2,24214
9,5	-2,35797	-1,91215	-1,25222	-0,74215	-0,34610	0,00000	0,34610	0,74215	1,25222	1,91215	2,35797
10,0	-2,47200	-1,97834	-1,27909	-0,75450	-0,35153	0,00000	0,35153	0,75450	1,27909	1,97834	2,47200
10,5	-2,58435	-2,04120	-1,30430	-0,76649	-0,35697	0,00000	0,35697	0,76649	1,30430	2,04120	2,58435
11,0	-2,69513	-2,10096	-1,32811	-0,77825	-0,36244	0,00000	0,36244	0,77825	1,32811	2,10096	2,69513
11,5	-2,80442	-2,15786	-1,35076	-0,78985	-0,36795	0,00000	0,36795	0,78985	1,35076	2,15786	2,80442
12,0	-2,91231	-2,21211	-1,37246	-0,80136	-0,37350	0,00000	0,37350	0,80136	1,37246	2,21211	2,91231
12,5	-3,01888	-2,26390	-1,39336	-0,81280	-0,37908	0,00000	0,37908	0,81280	1,39336	2,26390	3,01888
13,0	-3,12417	-2,31342	-1,41359	-0,82421	-0,38469	0,00000	0,38469	0,82421	1,41359	2,31342	3,12417
13,5	-3,22826	-2,36083	-1,43327	-0,83559	-0,39032	0,00000	0,39032	0,83559	1,43327	2,36083	3,22826
14,0	-3,33121	-2,40629	-1,45250	-0,84696	-0,39596	0,00000	0,39596	0,84696	1,45250	2,40629	3,33121
14,5	-3,43305	-2,44994	-1,47135	-0,85831	-0,40160	0,00000	0,40160	0,85831	1,47135	2,44994	3,43305
15,0	-3,53384	-2,49193	-1,48987	-0,86964	-0,40724	0,00000	0,40724	0,86964	1,48987	2,49193	3,53384

- Pentru cuvele paralelipipedice solicitate de o acțiune seismică pe direcția axei (y)



$$p_i^{P1}(\xi_z, l_y / H_f) = \gamma_I \cdot \frac{a_g}{g} \cdot \frac{\beta_{\max}}{q_i} \cdot \gamma_f \cdot H_f \cdot cF_7(\xi_z, l_y / H_f)$$

$$p_i^{rd,ct}(\xi_y, l_y / H_f) = \gamma_I \cdot \frac{a_g}{g} \cdot \frac{\beta_{\max}}{q_i} \cdot \gamma_f \cdot H_f \cdot cF_8(\xi_y, l_y / H_f)$$

$$p_c^{P1}(\xi_z, l_y / H_f, T_c, l_y) = \gamma_I \cdot \frac{a_g}{g} \cdot \frac{\beta_{\max}}{q_c} \cdot \frac{T_c}{\sqrt{l_y}} \cdot \gamma_f \cdot H_f \cdot cF_9(\xi_z, l_y / H_f)$$

$$p_c^{rd,ct}(\xi_y, l_y / H_f, T_c, l_y) = \gamma_I \cdot \frac{a_g}{g} \cdot \frac{\beta_{\max}}{q_c} \cdot \frac{T_c}{\sqrt{l_y}} \cdot \gamma_f \cdot H_f \cdot cF_{10}(\xi_y, l_y / H_f)$$

Tabel A1.12. Valorile funcției $cF_7(\xi_z, l_y/H_f)$

ξ_z l_y/H_f	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,5	0,24683	0,24668	0,24615	0,24504	0,24289	0,23881	0,23115	0,21674	0,18938	0,13565	0,00000
0,6	0,29452	0,29415	0,29296	0,29061	0,28644	0,27926	0,26705	0,24628	0,21053	0,14656	0,00000
0,7	0,34024	0,33959	0,33750	0,33353	0,32688	0,31617	0,29915	0,27211	0,22866	0,15574	0,00000
0,8	0,38337	0,38237	0,37922	0,37342	0,36406	0,34965	0,32783	0,29486	0,24439	0,16361	0,00000
0,9	0,42344	0,42207	0,41780	0,41008	0,39796	0,37988	0,35346	0,31498	0,25817	0,17042	0,00000
1,0	0,46021	0,45846	0,45306	0,44344	0,42862	0,40704	0,37632	0,33279	0,27029	0,17637	0,00000
1,1	0,49358	0,49147	0,48498	0,47354	0,45617	0,43132	0,39665	0,34854	0,28095	0,18156	0,00000
1,2	0,52359	0,52114	0,51363	0,50049	0,48077	0,45292	0,41467	0,36245	0,29031	0,18608	0,00000
1,3	0,55037	0,54761	0,53916	0,52447	0,50260	0,47205	0,43057	0,37468	0,29852	0,19000	0,00000
1,4	0,57411	0,57106	0,56176	0,54568	0,52187	0,48890	0,44455	0,38541	0,30569	0,19340	0,00000
1,5	0,59502	0,59172	0,58166	0,56432	0,53880	0,50368	0,45678	0,39477	0,31192	0,19632	0,00000
2,0	0,66567	0,66148	0,64878	0,62711	0,59565	0,55312	0,49753	0,42573	0,33224	0,20543	0,00000
2,5	0,69907	0,69445	0,68044	0,65662	0,62223	0,57605	0,51619	0,43959	0,34091	0,20863	0,00000
3,0	0,71355	0,70872	0,69409	0,66926	0,63348	0,58558	0,52371	0,44485	0,34372	0,20888	0,00000
3,5	0,71896	0,71403	0,69911	0,67381	0,63740	0,58870	0,52589	0,44599	0,34372	0,20774	0,00000
4,0	0,72014	0,71516	0,70012	0,67460	0,63789	0,58883	0,52559	0,44521	0,34242	0,20596	0,00000
4,5	0,71937	0,71437	0,69927	0,67365	0,63681	0,58758	0,52414	0,44354	0,34052	0,20391	0,00000
5,0	0,71771	0,71270	0,69757	0,67191	0,63500	0,58570	0,52217	0,44147	0,33835	0,20177	0,00000
5,5	0,71564	0,71063	0,69548	0,66980	0,63287	0,58353	0,51996	0,43922	0,33606	0,19960	0,00000
6,0	0,71338	0,70837	0,69322	0,66753	0,63058	0,58123	0,51764	0,43688	0,33372	0,19746	0,00000
6,5	0,71104	0,70603	0,69087	0,66518	0,62823	0,57886	0,51527	0,43450	0,33137	0,19535	0,00000
7,0	0,70866	0,70365	0,68849	0,66280	0,62584	0,57648	0,51288	0,43211	0,32902	0,19328	0,00000
7,5	0,70626	0,70125	0,68610	0,66040	0,62344	0,57407	0,51048	0,42972	0,32667	0,19127	0,00000
8,0	0,70386	0,69885	0,68369	0,65799	0,62104	0,57167	0,50807	0,42732	0,32434	0,18929	0,00000
8,5	0,70145	0,69644	0,68128	0,65558	0,61863	0,56926	0,50567	0,42493	0,32203	0,18737	0,00000
9,0	0,69904	0,69403	0,67887	0,65317	0,61622	0,56685	0,50326	0,42255	0,31974	0,18549	0,00000
9,5	0,69663	0,69162	0,67646	0,65076	0,61381	0,56444	0,50086	0,42017	0,31746	0,18366	0,00000
10,0	0,69421	0,68920	0,67405	0,64835	0,61139	0,56203	0,49846	0,41780	0,31521	0,18187	0,00000
10,5	0,69180	0,68679	0,67164	0,64594	0,60898	0,55962	0,49606	0,41544	0,31298	0,18012	0,00000
11,0	0,68939	0,68438	0,66922	0,64353	0,60657	0,55722	0,49366	0,41309	0,31078	0,17842	0,00000
11,5	0,68698	0,68197	0,66681	0,64112	0,60416	0,55481	0,49128	0,41075	0,30860	0,17675	0,00000
12,0	0,68457	0,67956	0,66440	0,63870	0,60175	0,55241	0,48889	0,40842	0,30644	0,17512	0,00000
12,5	0,68216	0,67715	0,66199	0,63629	0,59935	0,55001	0,48651	0,40610	0,30431	0,17353	0,00000
13,0	0,67974	0,67473	0,65958	0,63388	0,59694	0,54761	0,48414	0,40380	0,30220	0,17198	0,00000
13,5	0,67733	0,67232	0,65717	0,63147	0,59453	0,54521	0,48177	0,40150	0,30012	0,17046	0,00000
14,0	0,67492	0,66991	0,65476	0,62906	0,59213	0,54282	0,47941	0,39923	0,29806	0,16897	0,00000
14,5	0,67251	0,66750	0,65235	0,62666	0,58973	0,54043	0,47706	0,39697	0,29603	0,16751	0,00000
15,0	0,67010	0,66509	0,64994	0,62425	0,58733	0,53805	0,47471	0,39472	0,29402	0,16608	0,00000

Tabel A1.13. Valorile funcției $cF_8(\xi_y, l_y/H_f)$

ξ_y l_y/H_f	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,5	-0,24683	-0,19937	-0,14948	-0,09962	-0,04980	0,00000	0,04980	0,09962	0,14948	0,19937	0,24683
0,6	-0,29452	-0,23764	-0,17801	-0,11856	-0,05924	0,00000	0,05924	0,11856	0,17801	0,23764	0,29452
0,7	-0,34024	-0,27405	-0,20497	-0,13635	-0,06808	0,00000	0,06808	0,13635	0,20497	0,27405	0,34024
0,8	-0,38337	-0,30799	-0,22981	-0,15260	-0,07611	0,00000	0,07611	0,15260	0,22981	0,30799	0,38337
0,9	-0,42344	-0,33902	-0,25219	-0,16707	-0,08320	0,00000	0,08320	0,16707	0,25219	0,33902	0,42344
1,0	-0,46021	-0,36691	-0,27190	-0,17959	-0,08927	0,00000	0,08927	0,17959	0,27190	0,36691	0,46021
1,1	-0,49358	-0,39158	-0,28886	-0,19013	-0,09430	0,00000	0,09430	0,19013	0,28886	0,39158	0,49358
1,2	-0,52359	-0,41305	-0,30313	-0,19872	-0,09831	0,00000	0,09831	0,19872	0,30313	0,41305	0,52359
1,3	-0,55037	-0,43146	-0,31480	-0,20543	-0,10134	0,00000	0,10134	0,20543	0,31480	0,43146	0,55037
1,4	-0,57411	-0,44698	-0,32404	-0,21039	-0,10345	0,00000	0,10345	0,21039	0,32404	0,44698	0,57411
1,5	-0,59502	-0,45984	-0,33103	-0,21375	-0,10473	0,00000	0,10473	0,21375	0,33103	0,45984	0,59502
2,0	-0,66567	-0,49216	-0,33954	-0,21193	-0,10160	0,00000	0,10160	0,21193	0,33954	0,49216	0,66567
2,5	-0,69907	-0,48997	-0,32058	-0,19167	-0,08936	0,00000	0,08936	0,19167	0,32058	0,48997	0,69907
3,0	-0,71355	-0,47110	-0,29000	-0,16488	-0,07437	0,00000	0,07437	0,16488	0,29000	0,47110	0,71355
3,5	-0,71896	-0,44519	-0,25634	-0,13778	-0,05985	0,00000	0,05985	0,13778	0,25634	0,44519	0,71896
4,0	-0,72014	-0,41702	-0,22366	-0,11313	-0,04713	0,00000	0,04713	0,11313	0,22366	0,41702	0,72014
4,5	-0,71937	-0,38883	-0,19370	-0,09186	-0,03657	0,00000	0,03657	0,09186	0,19370	0,38883	0,71937
5,0	-0,71771	-0,36163	-0,16703	-0,07408	-0,02809	0,00000	0,02809	0,07408	0,16703	0,36163	0,71771
5,5	-0,71564	-0,33584	-0,14367	-0,05948	-0,02143	0,00000	0,02143	0,05948	0,14367	0,33584	0,71564
6,0	-0,71338	-0,31162	-0,12340	-0,04765	-0,01628	0,00000	0,01628	0,04765	0,12340	0,31162	0,71338
6,5	-0,71104	-0,28898	-0,10593	-0,03813	-0,01235	0,00000	0,01235	0,03813	0,10593	0,28898	0,71104
7,0	-0,70866	-0,26788	-0,09091	-0,03052	-0,00937	0,00000	0,00937	0,03052	0,09091	0,26788	0,70866
7,5	-0,70626	-0,24826	-0,07804	-0,02446	-0,00713	0,00000	0,00713	0,02446	0,07804	0,24826	0,70626
8,0	-0,70386	-0,23003	-0,06702	-0,01965	-0,00547	0,00000	0,00547	0,01965	0,06702	0,23003	0,70386
8,5	-0,70145	-0,21311	-0,05760	-0,01585	-0,00423	0,00000	0,00423	0,01585	0,05760	0,21311	0,70145
9,0	-0,69904	-0,19742	-0,04955	-0,01285	-0,00332	0,00000	0,00332	0,01285	0,04955	0,19742	0,69904
9,5	-0,69663	-0,18288	-0,04268	-0,01049	-0,00265	0,00000	0,00265	0,01049	0,04268	0,18288	0,69663
10,0	-0,69421	-0,16941	-0,03682	-0,00863	-0,00217	0,00000	0,00217	0,00863	0,03682	0,16941	0,69421
10,5	-0,69180	-0,15693	-0,03183	-0,00717	-0,00182	0,00000	0,00182	0,00717	0,03183	0,15693	0,69180
11,0	-0,68939	-0,14538	-0,02757	-0,00604	-0,00158	0,00000	0,00158	0,00604	0,02757	0,14538	0,68939
11,5	-0,68698	-0,13469	-0,02394	-0,00515	-0,00141	0,00000	0,00141	0,00515	0,02394	0,13469	0,68698
12,0	-0,68457	-0,12481	-0,02085	-0,00447	-0,00129	0,00000	0,00129	0,00447	0,02085	0,12481	0,68457
12,5	-0,68216	-0,11566	-0,01823	-0,00394	-0,00121	0,00000	0,00121	0,00394	0,01823	0,11566	0,68216
13,0	-0,67974	-0,10720	-0,01600	-0,00354	-0,00117	0,00000	0,00117	0,00354	0,01600	0,10720	0,67974
13,5	-0,67733	-0,09938	-0,01410	-0,00324	-0,00114	0,00000	0,00114	0,00324	0,01410	0,09938	0,67733
14,0	-0,67492	-0,09216	-0,01250	-0,00301	-0,00113	0,00000	0,00113	0,00301	0,01250	0,09216	0,67492
14,5	-0,67251	-0,08548	-0,01114	-0,00285	-0,00114	0,00000	0,00114	0,00285	0,01114	0,08548	0,67251
15,0	-0,67010	-0,07931	-0,00999	-0,00276	-0,00115	0,00000	0,00115	0,00276	0,00999	0,07931	0,67010

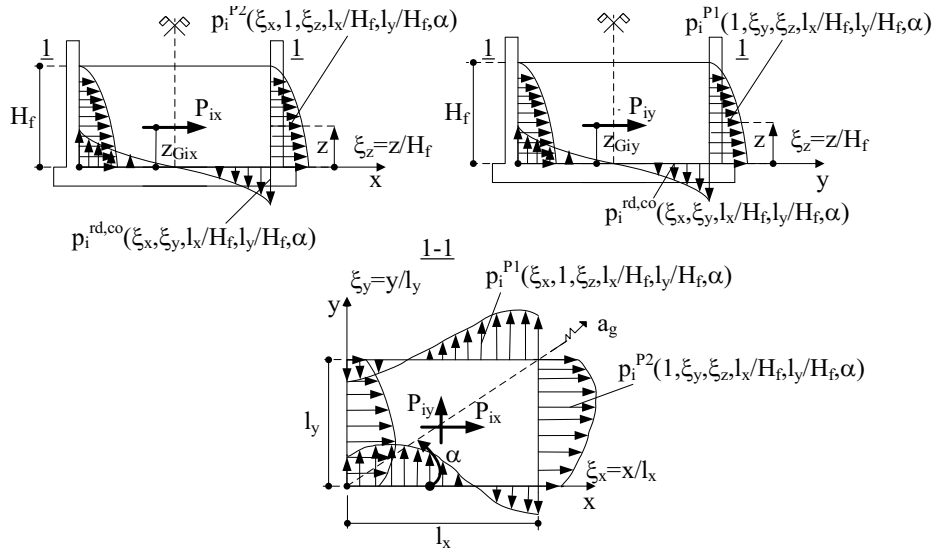
Tabel A1.14. Valorile funcției $cF_9(\xi_z, l_y/H_f)$

ξ_z l_y/H_f	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,5	0,00067	0,00081	0,00127	0,00225	0,00416	0,00775	0,01453	0,02731	0,05179	0,10159	0,27474
0,6	0,00229	0,00261	0,00366	0,00574	0,00943	0,01577	0,02658	0,04507	0,07731	0,13767	0,32968
0,7	0,00564	0,00621	0,00806	0,01157	0,01745	0,02693	0,04204	0,06620	0,10575	0,17578	0,38460
0,8	0,01128	0,01216	0,01495	0,02007	0,02835	0,04113	0,06055	0,09017	0,13656	0,21548	0,43947
0,9	0,01961	0,02082	0,02460	0,03142	0,04216	0,05821	0,08180	0,11658	0,16932	0,25646	0,49423
1,0	0,03084	0,03238	0,03716	0,04567	0,05880	0,07800	0,10553	0,14512	0,20372	0,29847	0,54881
1,1	0,04503	0,04689	0,05262	0,06274	0,07815	0,10030	0,13149	0,17551	0,23951	0,34129	0,60312
1,2	0,06209	0,06425	0,07089	0,08251	0,10003	0,12490	0,15944	0,20752	0,27646	0,38474	0,65709
1,3	0,08189	0,08432	0,09179	0,10478	0,12422	0,15156	0,18915	0,24092	0,31438	0,42865	0,71063
1,4	0,10419	0,10687	0,11508	0,12932	0,15049	0,18006	0,22040	0,27550	0,35308	0,47287	0,76366
1,5	0,12874	0,13165	0,14052	0,15587	0,17858	0,21015	0,25295	0,31106	0,39238	0,51726	0,81613
2,0	0,27587	0,27955	0,29073	0,30993	0,33807	0,37670	0,42836	0,49752	0,59308	0,73826	1,06863
2,5	0,44289	0,44696	0,45935	0,48059	0,51166	0,55423	0,61107	0,68709	0,79213	0,95202	1,30379
3,0	0,61205	0,61636	0,62947	0,65194	0,68486	0,73001	0,79041	0,87141	0,98376	1,15561	1,52297
3,5	0,77600	0,78049	0,79415	0,81759	0,85197	0,89923	0,96261	1,04789	1,16669	1,34916	1,72860
4,0	0,93279	0,93745	0,95162	0,97598	1,01174	1,06099	1,12720	1,21655	1,34146	1,53377	1,92297
4,5	1,08265	1,08748	1,10218	1,12746	1,16462	1,21586	1,28489	1,37825	1,50910	1,71068	2,10792
5,0	1,22646	1,23147	1,24671	1,27293	1,31151	1,36478	1,43663	1,53398	1,67064	1,88094	2,28489
5,5	1,36516	1,37035	1,38614	1,41332	1,45334	1,50864	1,58331	1,68460	1,82693	2,04542	2,45496
6,0	1,49954	1,50491	1,52126	1,54940	1,59086	1,64819	1,72566	1,83082	1,97865	2,20480	2,61900
6,5	1,63023	1,63578	1,65268	1,68179	1,72468	1,78401	1,86423	1,97319	2,12634	2,35962	2,77767
7,0	1,75772	1,76345	1,78090	1,81096	1,85526	1,91657	1,99949	2,11216	2,27041	2,51031	2,93153
7,5	1,88239	1,88829	1,90629	1,93728	1,98298	2,04622	2,13179	2,24805	2,41120	2,65723	3,08103
8,0	2,00453	2,01061	2,02913	2,06105	2,10811	2,17325	2,26140	2,38116	2,54900	2,80068	3,22655
8,5	2,12438	2,13063	2,14968	2,18250	2,23089	2,29789	2,38856	2,51171	2,68402	2,94092	3,36841
9,0	2,24214	2,24856	2,26812	2,30182	2,35152	2,42033	2,51345	2,63988	2,81645	3,07816	3,50689
9,5	2,35797	2,36455	2,38461	2,41917	2,47015	2,54074	2,63625	2,76585	2,94647	3,21261	3,64223
10,0	2,47200	2,47874	2,49929	2,53470	2,58693	2,65925	2,75709	2,88975	3,07423	3,34443	3,77464
10,5	2,58435	2,59125	2,61228	2,64853	2,70198	2,77599	2,87609	3,01170	3,19983	3,47377	3,90433
11,0	2,69513	2,70218	2,72369	2,76074	2,81539	2,89106	2,99336	3,13181	3,32341	3,60077	4,03144
11,5	2,80442	2,81163	2,83360	2,87145	2,92727	3,00455	3,10899	3,25017	3,44506	3,72556	4,15613
12,0	2,91231	2,91967	2,94209	2,98072	3,03769	3,11654	3,22306	3,36688	3,56487	3,84824	4,27854
12,5	3,01888	3,02637	3,04924	3,08864	3,14673	3,22712	3,33565	3,48200	3,68293	3,96892	4,39879
13,0	3,12417	3,13181	3,15512	3,19526	3,25446	3,33634	3,44682	3,59561	3,79931	4,08769	4,51698
13,5	3,22826	3,23605	3,25978	3,30066	3,36093	3,44427	3,55665	3,70777	3,91409	4,20463	4,63323
14,0	3,33121	3,33913	3,36328	3,40488	3,46620	3,55097	3,66517	3,81854	4,02732	4,31984	4,74763
14,5	3,43305	3,44111	3,46567	3,50797	3,57032	3,65647	3,77246	3,92797	4,13907	4,43337	4,86025
15,0	3,53384	3,54203	3,56699	3,60999	3,67334	3,76085	3,87854	4,03611	4,24940	4,54531	4,97118

Tabel A1.15. Valorile funcției $cF_{10}(\xi_y, l_x/H_f)$

ξ_y l_y/H_f	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,5	-0,00067	-0,00064	-0,00054	-0,00039	-0,00021	0,00000	0,00021	0,00039	0,00054	0,00064	0,00067
0,6	-0,00229	-0,00217	-0,00185	-0,00134	-0,00071	0,00000	0,00071	0,00134	0,00185	0,00217	0,00229
0,7	-0,00564	-0,00536	-0,00456	-0,00331	-0,00174	0,00000	0,00174	0,00331	0,00456	0,00536	0,00564
0,8	-0,01128	-0,01073	-0,00913	-0,00663	-0,00348	0,00000	0,00348	0,00663	0,00913	0,01073	0,01128
0,9	-0,01961	-0,01865	-0,01586	-0,01152	-0,00606	0,00000	0,00606	0,01152	0,01586	0,01865	0,01961
1,0	-0,03084	-0,02933	-0,02494	-0,01811	-0,00952	0,00000	0,00952	0,01811	0,02494	0,02933	0,03084
1,1	-0,04503	-0,04281	-0,03640	-0,02642	-0,01388	0,00000	0,01388	0,02642	0,03640	0,04281	0,04503
1,2	-0,06209	-0,05903	-0,05016	-0,03640	-0,01912	0,00000	0,01912	0,03640	0,05016	0,05903	0,06209
1,3	-0,08189	-0,07783	-0,06611	-0,04794	-0,02516	0,00000	0,02516	0,04794	0,06611	0,07783	0,08189
1,4	-0,10419	-0,09900	-0,08403	-0,06089	-0,03194	0,00000	0,03194	0,06089	0,08403	0,09900	0,10419
1,5	-0,12874	-0,12230	-0,10372	-0,07508	-0,03935	0,00000	0,03935	0,07508	0,10372	0,12230	0,12874
2,0	-0,27587	-0,26142	-0,22032	-0,15831	-0,08251	0,00000	0,08251	0,15831	0,22032	0,26142	0,27587
2,5	-0,44289	-0,41802	-0,34887	-0,24794	-0,12818	0,00000	0,12818	0,24794	0,34887	0,41802	0,44289
3,0	-0,61205	-0,57452	-0,47332	-0,33178	-0,16985	0,00000	0,16985	0,33178	0,47332	0,57452	0,61205
3,5	-0,77600	-0,72342	-0,58678	-0,40490	-0,20508	0,00000	0,20508	0,40490	0,58678	0,72342	0,77600
4,0	-0,93279	-0,86252	-0,68742	-0,46644	-0,23364	0,00000	0,23364	0,46644	0,68742	0,86252	0,93279
4,5	-1,08265	-0,99187	-0,77569	-0,51735	-0,25629	0,00000	0,25629	0,51735	0,77569	0,99187	1,08265
5,0	-1,22646	-1,11225	-0,85285	-0,55920	-0,27410	0,00000	0,27410	0,55920	0,85285	1,11225	1,22646
5,5	-1,36516	-1,22458	-0,92039	-0,59367	-0,28815	0,00000	0,28815	0,59367	0,92039	1,22458	1,36516
6,0	-1,49954	-1,32970	-0,97972	-0,62229	-0,29937	0,00000	0,29937	0,62229	0,97972	1,32970	1,49954
6,5	-1,63023	-1,42832	-1,03212	-0,64638	-0,30856	0,00000	0,30856	0,64638	1,03212	1,42832	1,63023
7,0	-1,75772	-1,52105	-1,07869	-0,66699	-0,31632	0,00000	0,31632	0,66699	1,07869	1,52105	1,75772
7,5	-1,88239	-1,60840	-1,12037	-0,68499	-0,32311	0,00000	0,32311	0,68499	1,12037	1,60840	1,88239
8,0	-2,00453	-1,69082	-1,15794	-0,70105	-0,32928	0,00000	0,32928	0,70105	1,15794	1,69082	2,00453
8,5	-2,12438	-1,76869	-1,19208	-0,71568	-0,33506	0,00000	0,33506	0,71568	1,19208	1,76869	2,12438
9,0	-2,24214	-1,84237	-1,22335	-0,72928	-0,34063	0,00000	0,34063	0,72928	1,22335	1,84237	2,24214
9,5	-2,35797	-1,91215	-1,25222	-0,74215	-0,34610	0,00000	0,34610	0,74215	1,25222	1,91215	2,35797
10,0	-2,47200	-1,97834	-1,27909	-0,75450	-0,35153	0,00000	0,35153	0,75450	1,27909	1,97834	2,47200
10,5	-2,58435	-2,04120	-1,30430	-0,76649	-0,35697	0,00000	0,35697	0,76649	1,30430	2,04120	2,58435
11,0	-2,69513	-2,10096	-1,32811	-0,77825	-0,36244	0,00000	0,36244	0,77825	1,32811	2,10096	2,69513
11,5	-2,80442	-2,15786	-1,35076	-0,78985	-0,36795	0,00000	0,36795	0,78985	1,35076	2,15786	2,80442
12,0	-2,91231	-2,21211	-1,37246	-0,80136	-0,37350	0,00000	0,37350	0,80136	1,37246	2,21211	2,91231
12,5	-3,01888	-2,26390	-1,39336	-0,81280	-0,37908	0,00000	0,37908	0,81280	1,39336	2,26390	3,01888
13,0	-3,12417	-2,31342	-1,41359	-0,82421	-0,38469	0,00000	0,38469	0,82421	1,41359	2,31342	3,12417
13,5	-3,22826	-2,36083	-1,43327	-0,83559	-0,39032	0,00000	0,39032	0,83559	1,43327	2,36083	3,22826
14,0	-3,33121	-2,40629	-1,45250	-0,84696	-0,39596	0,00000	0,39596	0,84696	1,45250	2,40629	3,33121
14,5	-3,43305	-2,44994	-1,47135	-0,85831	-0,40160	0,00000	0,40160	0,85831	1,47135	2,44994	3,43305
15,0	-3,53384	-2,49193	-1,48987	-0,86964	-0,40724	0,00000	0,40724	0,86964	1,48987	2,49193	3,53384

- Pentru cuvele paralelipipedice solicitate de presiunile hidrodinamice impulsive induse de o acțiune seismică pe o direcție oarecare



$$P_{ix}(l_x/H_f, \alpha) = \gamma_l \cdot \frac{a_g}{g} \cdot \frac{\beta_{\max}}{q_i} \cdot \gamma_f \cdot V_i \cdot c\phi_4(l_x/H_f) \cdot \cos(\alpha)$$

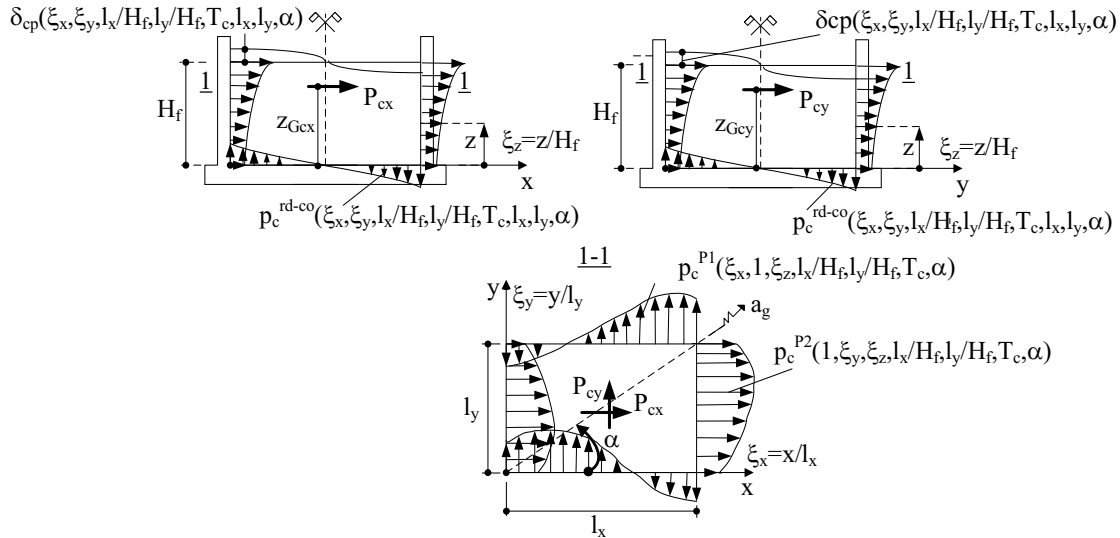
$$P_{iy}(l_y/H_f, \alpha) = \gamma_l \cdot \frac{a_g}{g} \cdot \frac{\beta_{\max}}{q_i} \cdot \gamma_f \cdot V_i \cdot c\phi_4(l_y/H_f) \cdot \sin(\alpha)$$

$$z_{Gix}(l_x/H_f) = H_f \cdot \frac{cF_{11}(l_x/H_f)}{c\phi_4(l_x/H_f)}$$

$$z_{Giy}(l_y/H_f) = H_f \cdot \frac{cF_{11}(l_y/H_f)}{c\phi_4(l_y/H_f)}$$

$$p_i^{rd,co}(\xi_x, \xi_y, l_x/H_f, l_y/H_f, \alpha) = \gamma_l \cdot \frac{a_g}{g} \cdot \frac{\beta_{\max}}{q_i} \cdot \gamma_f \cdot H_f \cdot \left(\begin{array}{l} cF_8(\xi_x, l_x/H_f) \cos(\alpha) + \\ cF_8(\xi_y, l_y/H_f) \sin(\alpha) \end{array} \right)$$

- Pentru cuvele paralelipipedice solicitate de presiunile hidrodinamice convective induse de o acțiune seismică pe o direcție oarecare



$$P_{cx}(l_x / H_f, T_c, l_x, \alpha) = \gamma_I \cdot \frac{a_g}{g} \cdot \frac{\beta_{\max}}{q_c} \cdot \frac{T_c}{\sqrt{l_x}} \cdot \gamma_f \cdot V_i \cdot c\phi_8(l_x / H_f) \cdot \cos(\alpha)$$

$$P_{cy}(l_y / H_f, T_c, l_y, \alpha) = \gamma_I \cdot \frac{a_g}{g} \cdot \frac{\beta_{\max}}{q_c} \cdot \frac{T_c}{\sqrt{l_y}} \cdot \gamma_f \cdot V_i \cdot c\phi_8(l_y / H_f) \cdot \sin(\alpha)$$

$$z_{Gcx}(l_x / H_f) = H_f \cdot \frac{cF_{13}(l_x / H_f)}{c\phi_6(l_x / H_f)}$$

$$z_{Gcy}(l_y / H_f) = H_f \cdot \frac{cF_{13}(l_y / H_f)}{c\phi_6(l_y / H_f)}$$

$$p_c^{rd,co}(\xi_x, \xi_y, l_x / H_f, l_y / H_f, T_c, l_x, l_y, \alpha) = \gamma_I \cdot \frac{a_g}{g} \cdot \frac{\beta_{\max}}{q_c} \cdot T_c \cdot \gamma_f \cdot H_f \cdot \left(cF_{10}(\xi_x, l_x / H_f) \frac{\cos(\alpha)}{\sqrt{l_x}} + cF_{10}(\xi_y, l_y / H_f) \frac{\sin(\alpha)}{\sqrt{l_y}} \right)$$

$$\delta_{cp}(\xi_x, \xi_y, l_x / H_f, l_y / H_f, T_c, l_x, l_y, \alpha) = \gamma_I \cdot \frac{a_g}{g} \cdot \frac{\beta_{\max}}{q_c} \cdot T_c \cdot \gamma_f \cdot H_f \cdot \left(c\phi_8(\xi_x, l_x / H_f) \frac{\cos(\alpha)}{\sqrt{l_x}} + c\phi_8(\xi_y, l_y / H_f) \frac{\sin(\alpha)}{\sqrt{l_y}} \right)$$

Tabel A1.16. Valorile funcțiilor $c\phi_4(l_x/H_f)$, $c\phi_6(l_x/H_f)$, $cF_{11}(l_x/H_f)$, $cF_{13}(l_x/H_f)$, respectiv $c\phi_4(l_y/H_f)$, $c\phi_6(l_y/H_f)$, $cF_{11}(l_y/H_f)$, $cF_{13}(l_y/H_f)$

l_x/H_f	$c\phi_4(l_x/H_f)$	$c\phi_6(l_x/H_f)$	$cF_{11}(l_x/H_f)$	$cF_{13}(l_x/H_f)$	l_y/H_f
	$c\phi_4(l_y/H_f)$	$c\phi_6(l_y/H_f)$	$cF_{11}(l_y/H_f)$	$cF_{13}(l_y/H_f)$	
0,5	0,85468	0,12574	0,38026	0,10717	0,5
0,6	0,82756	0,15087	0,36207	0,12432	0,6
0,7	0,80046	0,17597	0,34521	0,14025	0,7
0,8	0,77344	0,20097	0,32953	0,15511	0,8
0,9	0,74658	0,22576	0,31485	0,16902	0,9
1,0	0,71997	0,25020	0,30105	0,18205	1
1,1	0,69375	0,27415	0,28801	0,19428	1,1
1,2	0,66802	0,29744	0,27568	0,20575	1,2
1,3	0,64291	0,31992	0,26399	0,21648	1,3
1,4	0,61851	0,34148	0,25290	0,22648	1,4
1,5	0,59490	0,36200	0,24239	0,23579	1,5
2,0	0,49043	0,44747	0,19758	0,27252	2,0
2,5	0,40869	0,50544	0,16377	0,29562	2,5
3,0	0,34617	0,54205	0,13831	0,30913	3,0
3,5	0,29822	0,56409	0,11893	0,31642	3,5
4,0	0,26091	0,57672	0,10391	0,31984	4,0
4,5	0,23135	0,58337	0,09203	0,32087	4,5
5	0,20748	0,58623	0,08245	0,32043	5,0
5,5	0,18785	0,58665	0,07457	0,31909	5,5
6	0,17146	0,58550	0,06800	0,31719	6,0
6,5	0,15758	0,58332	0,06244	0,31495	6,5
7,0	0,14568	0,58046	0,05767	0,31252	7,0
7,5	0,13536	0,57716	0,05354	0,30997	7,5
8,0	0,12633	0,57356	0,04993	0,30736	8,0
8,5	0,11837	0,56979	0,04674	0,30474	8,5
9,0	0,11129	0,56592	0,04391	0,30213	9,0
9,5	0,10496	0,56198	0,04138	0,29954	9,5
10,0	0,09927	0,55804	0,03910	0,29699	10,0
10,5	0,09412	0,55410	0,03704	0,29449	10,5
11,0	0,08944	0,55019	0,03517	0,29204	11,0
11,5	0,08516	0,54632	0,03346	0,28964	11,5
12,0	0,08125	0,54251	0,03190	0,28729	12,0
12,5	0,07765	0,53875	0,03046	0,28500	12,5
13,0	0,07433	0,53506	0,02914	0,28276	13,0
13,5	0,07125	0,53144	0,02791	0,28057	13,5
14,0	0,06840	0,52788	0,02678	0,27844	14,0
14,5	0,06574	0,52439	0,02572	0,27635	14,5
15,0	0,06327	0,52096	0,02473	0,27432	15,0

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL III
STRUCTURI HIDROEDILITARE

ANEXA B
Stări de eforturi și de deformații axial simetrice

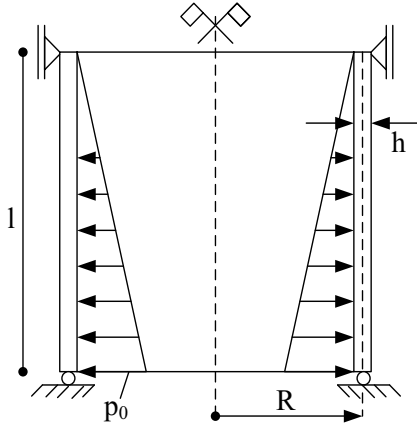
Tabel A1.17. Valorile funcției $c\phi_8(\xi_x, l_x/H_f)$ și $c\phi_8(\xi_y, l_y/H_f)$

ξ_x l_x/H_f	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	ξ_y l_y/H_f
0,5	0,27474	0,17635	0,12192	0,07781	0,03803	0	-0,03803	-0,07781	-0,12192	-0,17635	-0,27474	0,5
0,6	0,32968	0,21161	0,14630	0,09337	0,04564	0	-0,04564	-0,09337	-0,14630	-0,21161	-0,32968	0,6
0,7	0,38460	0,24686	0,17066	0,10891	0,05324	0	-0,05324	-0,10891	-0,17066	-0,24686	-0,38460	0,7
0,8	0,43947	0,28205	0,19498	0,12443	0,06082	0	-0,06082	-0,12443	-0,19498	-0,28205	-0,43947	0,8
0,9	0,49423	0,31714	0,21921	0,13988	0,06837	0	-0,06837	-0,13988	-0,21921	-0,31714	-0,49423	0,9
1,0	0,54881	0,35206	0,24330	0,15523	0,07586	0	-0,07586	-0,15523	-0,24330	-0,35206	-0,54881	1,0
1,1	0,60312	0,38673	0,26717	0,17042	0,08327	0	-0,08327	-0,17042	-0,26717	-0,38673	-0,60312	1,1
1,2	0,65709	0,42106	0,29076	0,18540	0,09058	0	-0,09058	-0,18540	-0,29076	-0,42106	-0,65709	1,2
1,3	0,71063	0,45499	0,31401	0,20014	0,09775	0	-0,09775	-0,20014	-0,31401	-0,45499	-0,71063	1,3
1,4	0,76366	0,48844	0,33684	0,21457	0,10476	0	-0,10476	-0,21457	-0,33684	-0,48844	-0,76366	1,4
1,5	0,81613	0,52135	0,35922	0,22868	0,11161	0	-0,11161	-0,22868	-0,35922	-0,52135	-0,81613	1,5
2,0	1,06863	0,67656	0,46317	0,29343	0,14278	0	-0,14278	-0,29343	-0,46317	-0,67656	-1,06863	2,0
2,5	1,30379	0,81529	0,55316	0,34811	0,16868	0	-0,16868	-0,34811	-0,55316	-0,81529	-1,30379	2,5
3,0	1,52297	0,93891	0,63046	0,39371	0,18987	0	-0,18987	-0,39371	-0,63046	-0,93891	-1,52297	3,0
3,5	1,72860	1,04980	0,69730	0,43201	0,20734	0	-0,20734	-0,43201	-0,69730	-1,04980	-1,72860	3,5
4,0	1,92297	1,15024	0,75579	0,46470	0,22204	0	-0,22204	-0,46470	-0,75579	-1,15024	-1,92297	4,0
4,5	2,10792	1,24209	0,80769	0,49317	0,23474	0	-0,23474	-0,49317	-0,80769	-1,24209	-2,10792	4,5
5,0	2,28489	1,32678	0,85438	0,51851	0,24602	0	-0,24602	-0,51851	-0,85438	-1,32678	-2,28489	5,0
5,5	2,45496	1,40544	0,89693	0,54152	0,25631	0	-0,25631	-0,54152	-0,89693	-1,40544	-2,45496	5,5
6,0	2,61900	1,47894	0,93614	0,56279	0,26589	0	-0,26589	-0,56279	-0,93614	-1,47894	-2,61900	6,0
6,5	2,77767	1,54799	0,97266	0,58275	0,27498	0	-0,27498	-0,58275	-0,97266	-1,54799	-2,77767	6,5
7,0	2,93153	1,61316	1,00697	0,60171	0,28370	0	-0,28370	-0,60171	-1,00697	-1,61316	-2,93153	7,0
7,5	3,08103	1,67490	1,03946	0,61989	0,29215	0	-0,29215	-0,61989	-1,03946	-1,67490	-3,08103	7,5
8,0	3,22655	1,73361	1,07043	0,63745	0,30039	0	-0,30039	-0,63745	-1,07043	-1,73361	-3,22655	8,0
8,5	3,36841	1,78964	1,10013	0,65451	0,30845	0	-0,30845	-0,65451	-1,10013	-1,78964	-3,36841	8,5
9,0	3,50689	1,84324	1,12875	0,67114	0,31635	0	-0,31635	-0,67114	-1,12875	-1,84324	-3,50689	9,0
9,5	3,64223	1,89469	1,15644	0,68742	0,32413	0	-0,32413	-0,68742	-1,15644	-1,89469	-3,64223	9,5
10,0	3,77464	1,94417	1,18333	0,70337	0,33177	0	-0,33177	-0,70337	-1,18333	-1,94417	-3,77464	10,0
10,5	3,90433	1,99189	1,20953	0,71904	0,33930	0	-0,33930	-0,71904	-1,20953	-1,99189	-3,90433	10,5
11,0	4,03144	2,03801	1,23510	0,73444	0,34671	0	-0,34671	-0,73444	-1,23510	-2,03801	-4,03144	11,0
11,5	4,15613	2,08267	1,26013	0,74960	0,35400	0	-0,35400	-0,74960	-1,26013	-2,08267	-4,15613	11,5
12,0	4,27854	2,12599	1,28466	0,76453	0,36120	0	-0,36120	-0,76453	-1,28466	-2,12599	-4,27854	12,0
12,5	4,39879	2,16810	1,30875	0,77924	0,36828	0	-0,36828	-0,77924	-1,30875	-2,16810	-4,39879	12,5
13,0	4,51698	2,20909	1,33242	0,79374	0,37526	0	-0,37526	-0,79374	-1,33242	-2,20909	-4,51698	13,0
13,5	4,63323	2,24906	1,35572	0,80804	0,38215	0	-0,38215	-0,80804	-1,35572	-2,24906	-4,63323	13,5
14,0	4,74763	2,28808	1,37867	0,82215	0,38893	0	-0,38893	-0,82215	-1,37867	-2,28808	-4,74763	14,0
14,5	4,86025	2,32623	1,40128	0,83606	0,39562	0	-0,39562	-0,83606	-1,40128	-2,32623	-4,86025	14,5
15,0	4,97118	2,36357	1,42359	0,84979	0,40222	0	-0,40222	-0,84979	-1,42359	-2,36357	-4,97118	15,0

**Anexa B. Stări de eforturi și de deformații axial-simetrice în plăcile
curbe cilindrice**

B.1. Calculul stării de eforturi în plăcile curbe cilindrice acționate de presiunea hidrostatică

- Placa cilindrică articulată pe conturul inferior și simplu rezemată pe direcție radială



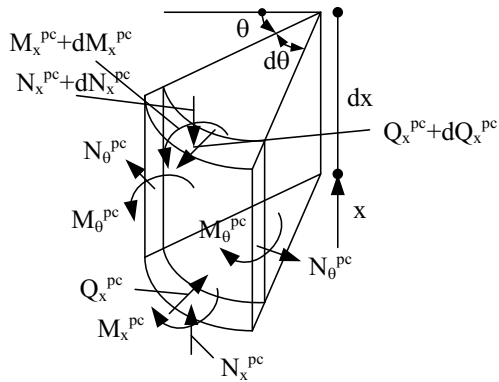
$$N_x(\xi, \lambda) = 0$$

$$N_\theta(\xi, \lambda) = p_0 \cdot R \cdot cN_{\theta 1}(\xi, \lambda)$$

$$M_x(\xi, \lambda) = p_0 \cdot l^2 \cdot cM_{x1}(\xi, \lambda)$$

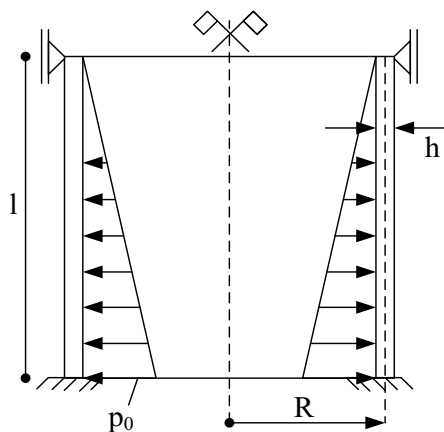
$$M_\theta(\xi, \lambda) = \mu \cdot M_x(\xi, \lambda)$$

$$Q_x(\xi, \lambda) = p_0 \cdot l \cdot cQ_{x1}(\xi, \lambda)$$



Convenția de semne pozitive pentru starea de eforturi

- Placă cilindrică încastrată pe conturul inferior și simplu rezemată pe direcție radială



$$N_x(\xi, \lambda) = 0$$

$$N_\theta(\xi, \lambda) = p_0 \cdot R \cdot cN_{\theta 2}(\xi, \lambda)$$

$$M_x(\xi, \lambda) = p_0 \cdot l^2 \cdot cM_{x2}(\xi, \lambda)$$

$$M_\theta(\xi, \lambda) = \mu \cdot M_x(\xi, \lambda)$$

$$Q_x(\xi, \lambda) = p_0 \cdot l \cdot cQ_{x2}(\xi, \lambda)$$

Tabel B1.1. Valorile funcției $cN_{\theta 1}(\xi, \lambda)$

$\lambda \backslash \xi$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,4	0,00000	0,00022	0,00042	0,00056	0,00065	0,00067	0,00062	0,00052	0,00038	0,00020	0,00000
0,6	0,00000	0,00112	0,00210	0,00283	0,00326	0,00336	0,00314	0,00263	0,00189	0,00099	0,00000
0,8	0,00000	0,00350	0,00655	0,00884	0,01018	0,01049	0,00980	0,00822	0,00591	0,00309	0,00000
1	0,00000	0,00836	0,01565	0,02110	0,02428	0,02501	0,02336	0,01958	0,01407	0,00735	0,00000
1,2	0,00000	0,01669	0,03120	0,04204	0,04833	0,04975	0,04643	0,03890	0,02794	0,01459	0,00000
1,4	0,00000	0,02911	0,05438	0,07317	0,08400	0,08636	0,08051	0,06738	0,04837	0,02524	0,00000
1,6	0,00000	0,04562	0,08509	0,11428	0,13093	0,13434	0,12503	0,10448	0,07492	0,03907	0,00000
1,8	0,00000	0,06547	0,12184	0,16318	0,18641	0,19072	0,17704	0,14764	0,10570	0,05507	0,00000
2	0,00000	0,08736	0,16211	0,21630	0,24611	0,25083	0,23204	0,19294	0,13783	0,07171	0,00000
2,2	0,00000	0,10996	0,20326	0,26990	0,30552	0,30981	0,28530	0,23633	0,16834	0,08743	0,00000
2,4	0,00000	0,13221	0,24325	0,32107	0,36110	0,36387	0,33316	0,27464	0,19492	0,10101	0,00000
2,6	0,00000	0,15356	0,28095	0,36816	0,41085	0,41082	0,37352	0,30609	0,21627	0,11176	0,00000
2,8	0,00000	0,17387	0,31601	0,41066	0,45410	0,44999	0,40573	0,33014	0,23201	0,11949	0,00000
3	0,00000	0,19323	0,34862	0,44875	0,49112	0,48167	0,43016	0,34716	0,24244	0,12437	0,00000
3,2	0,00000	0,21186	0,37916	0,48299	0,52258	0,50667	0,44766	0,35797	0,24822	0,12677	0,00000
3,4	0,00000	0,23000	0,40803	0,51397	0,54927	0,52597	0,45933	0,36362	0,25018	0,12714	0,00000
3,6	0,00000	0,24780	0,43559	0,54221	0,57196	0,54054	0,46626	0,36517	0,24918	0,12596	0,00000
3,8	0,00000	0,26540	0,46204	0,56811	0,59124	0,55122	0,46945	0,36363	0,24601	0,12369	0,00000
4	0,00000	0,28284	0,48753	0,59193	0,60761	0,55874	0,46978	0,35989	0,24141	0,12073	0,00000
4,2	0,00000	0,30014	0,51210	0,61383	0,62144	0,56367	0,46798	0,35468	0,23599	0,11742	0,00000
4,4	0,00000	0,31729	0,53576	0,63394	0,63301	0,56650	0,46466	0,34864	0,23024	0,11403	0,00000
4,6	0,00000	0,33427	0,55850	0,65231	0,64254	0,56762	0,46031	0,34224	0,22455	0,11078	0,00000
4,8	0,00000	0,35107	0,58029	0,66901	0,65024	0,56734	0,45531	0,33586	0,21919	0,10782	0,00000
5	0,00000	0,36766	0,60112	0,68409	0,65627	0,56595	0,44997	0,32975	0,21435	0,10524	0,00000
5,2	0,00000	0,38402	0,62098	0,69761	0,66079	0,56366	0,44452	0,32409	0,21014	0,10307	0,00000
5,4	0,00000	0,40014	0,63988	0,70963	0,66396	0,56068	0,43913	0,31899	0,20659	0,10134	0,00000
5,6	0,00000	0,41603	0,65781	0,72024	0,66593	0,55718	0,43392	0,31450	0,20370	0,10001	0,00000
5,8	0,00000	0,43166	0,67479	0,72951	0,66684	0,55330	0,42898	0,31064	0,20144	0,09906	0,00000
6	0,00000	0,44705	0,69085	0,73753	0,66683	0,54918	0,42439	0,30737	0,19973	0,09843	0,00000
6,2	0,00000	0,46218	0,70601	0,74438	0,66603	0,54492	0,42017	0,30468	0,19852	0,09806	0,00000
6,4	0,00000	0,47706	0,72029	0,75016	0,66457	0,54063	0,41635	0,30250	0,19771	0,09791	0,00000
6,6	0,00000	0,49169	0,73371	0,75494	0,66256	0,53638	0,41293	0,30078	0,19724	0,09791	0,00000
6,8	0,00000	0,50607	0,74630	0,75880	0,66010	0,53224	0,40992	0,29947	0,19703	0,09804	0,00000
7	0,00000	0,52019	0,75809	0,76183	0,65730	0,52827	0,40730	0,29851	0,19702	0,09823	0,00000
7,2	0,00000	0,53406	0,76910	0,76409	0,65423	0,52450	0,40505	0,29783	0,19715	0,09847	0,00000
7,4	0,00000	0,54767	0,77936	0,76566	0,65097	0,52097	0,40315	0,29740	0,19737	0,09873	0,00000
7,6	0,00000	0,56102	0,78890	0,76661	0,64759	0,51770	0,40158	0,29716	0,19765	0,09898	0,00000
7,8	0,00000	0,57411	0,79773	0,76700	0,64415	0,51470	0,40030	0,29708	0,19797	0,09921	0,00000
8,0	0,00000	0,58695	0,80590	0,76690	0,64070	0,51198	0,39928	0,29711	0,19828	0,09942	0,00000

Tabel B1.2. Valorile funcției $cM_{x1}(\xi, \lambda)$

$\xi \backslash \lambda$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,4	0,00000	-0,02848	-0,04796	-0,05944	-0,06394	-0,06243	-0,05594	-0,04545	-0,03196	-0,01648	0,00000
0,6	0,00000	-0,02839	-0,04780	-0,05922	-0,06367	-0,06216	-0,05568	-0,04523	-0,03180	-0,01640	0,00000
0,8	0,00000	-0,02816	-0,04736	-0,05863	-0,06298	-0,06143	-0,05499	-0,04464	-0,03138	-0,01617	0,00000
1	0,00000	-0,02770	-0,04648	-0,05742	-0,06157	-0,05996	-0,05359	-0,04346	-0,03052	-0,01573	0,00000
1,2	0,00000	-0,02691	-0,04498	-0,05536	-0,05916	-0,05744	-0,05121	-0,04144	-0,02906	-0,01496	0,00000
1,4	0,00000	-0,02573	-0,04275	-0,05231	-0,05560	-0,05372	-0,04769	-0,03846	-0,02690	-0,01383	0,00000
1,6	0,00000	-0,02419	-0,03983	-0,04831	-0,05092	-0,04883	-0,04307	-0,03456	-0,02408	-0,01235	0,00000
1,8	0,00000	-0,02236	-0,03637	-0,04358	-0,04541	-0,04308	-0,03765	-0,02998	-0,02077	-0,01061	0,00000
2	0,00000	-0,02039	-0,03264	-0,03850	-0,03950	-0,03694	-0,03187	-0,02510	-0,01725	-0,00877	0,00000
2,2	0,00000	-0,01843	-0,02895	-0,03347	-0,03367	-0,03090	-0,02620	-0,02034	-0,01382	-0,00698	0,00000
2,4	0,00000	-0,01659	-0,02549	-0,02880	-0,02828	-0,02534	-0,02101	-0,01599	-0,01070	-0,00535	0,00000
2,6	0,00000	-0,01495	-0,02241	-0,02464	-0,02352	-0,02047	-0,01650	-0,01224	-0,00802	-0,00396	0,00000
2,8	0,00000	-0,01351	-0,01973	-0,02106	-0,01947	-0,01637	-0,01274	-0,00914	-0,00583	-0,00282	0,00000
3	0,00000	-0,01227	-0,01743	-0,01804	-0,01609	-0,01300	-0,00969	-0,00666	-0,00409	-0,00192	0,00000
3,2	0,00000	-0,01120	-0,01548	-0,01550	-0,01330	-0,01027	-0,00728	-0,00473	-0,00275	-0,00124	0,00000
3,4	0,00000	-0,01028	-0,01382	-0,01337	-0,01101	-0,00809	-0,00539	-0,00326	-0,00176	-0,00074	0,00000
3,6	0,00000	-0,00948	-0,01238	-0,01158	-0,00913	-0,00635	-0,00394	-0,00216	-0,00103	-0,00039	0,00000
3,8	0,00000	-0,00877	-0,01114	-0,01006	-0,00758	-0,00496	-0,00283	-0,00136	-0,00053	-0,00014	0,00000
4	0,00000	-0,00815	-0,01006	-0,00876	-0,00630	-0,00387	-0,00199	-0,00079	-0,00018	0,00001	0,00000
4,2	0,00000	-0,00759	-0,00910	-0,00764	-0,00524	-0,00299	-0,00136	-0,00039	0,00004	0,00011	0,00000
4,4	0,00000	-0,00708	-0,00825	-0,00667	-0,00435	-0,00230	-0,00089	-0,00012	0,00017	0,00016	0,00000
4,6	0,00000	-0,00662	-0,00749	-0,00583	-0,00360	-0,00175	-0,00055	0,00006	0,00024	0,00018	0,00000
4,8	0,00000	-0,00620	-0,00680	-0,00509	-0,00298	-0,00132	-0,00030	0,00016	0,00027	0,00017	0,00000
5	0,00000	-0,00582	-0,00619	-0,00445	-0,00245	-0,00097	-0,00013	0,00022	0,00026	0,00016	0,00000
5,2	0,00000	-0,00546	-0,00564	-0,00388	-0,00201	-0,00070	-0,00001	0,00024	0,00024	0,00014	0,00000
5,4	0,00000	-0,00514	-0,00514	-0,00339	-0,00164	-0,00049	0,00007	0,00024	0,00022	0,00012	0,00000
5,6	0,00000	-0,00484	-0,00468	-0,00295	-0,00133	-0,00032	0,00013	0,00023	0,00018	0,00009	0,00000
5,8	0,00000	-0,00456	-0,00427	-0,00257	-0,00107	-0,00019	0,00016	0,00021	0,00015	0,00007	0,00000
6	0,00000	-0,00430	-0,00390	-0,00224	-0,00085	-0,00010	0,00017	0,00019	0,00012	0,00005	0,00000
6,2	0,00000	-0,00407	-0,00356	-0,00194	-0,00067	-0,00002	0,00017	0,00016	0,00010	0,00004	0,00000
6,4	0,00000	-0,00384	-0,00325	-0,00168	-0,00052	0,00003	0,00017	0,00014	0,00007	0,00003	0,00000
6,6	0,00000	-0,00364	-0,00297	-0,00145	-0,00039	0,00007	0,00016	0,00011	0,00005	0,00002	0,00000
6,8	0,00000	-0,00344	-0,00271	-0,00125	-0,00029	0,00009	0,00015	0,00009	0,00004	0,00001	0,00000
7	0,00000	-0,00326	-0,00248	-0,00108	-0,00021	0,00011	0,00013	0,00008	0,00003	0,00000	0,00000
7,2	0,00000	-0,00310	-0,00227	-0,00092	-0,00014	0,00012	0,00012	0,00006	0,00002	0,00000	0,00000
7,4	0,00000	-0,00294	-0,00207	-0,00079	-0,00009	0,00012	0,00010	0,00005	0,00001	0,00000	0,00000
7,6	0,00000	-0,00279	-0,00189	-0,00067	-0,00004	0,00012	0,00009	0,00003	0,00000	0,00000	0,00000
7,8	0,00000	-0,00265	-0,00173	-0,00057	-0,00001	0,00011	0,00008	0,00003	0,00000	0,00000	0,00000
8,0	0,00000	-0,00252	-0,00158	-0,00048	0,00002	0,00011	0,00006	0,00002	0,00000	0,00000	0,00000

Tabel B1.3. Valorile funcției $cQ_{\lambda 1}(\xi, \lambda)$

$\xi \backslash \lambda$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,4	0,33312	0,23813	0,15316	0,07821	0,01327	-0,04166	-0,08660	-0,12154	-0,14650	-0,16147	-0,16646
0,6	0,33224	0,23730	0,15246	0,07771	0,01302	-0,04165	-0,08632	-0,12103	-0,14580	-0,16066	-0,16561
0,8	0,32992	0,23510	0,15061	0,07638	0,01234	-0,04161	-0,08559	-0,11968	-0,14397	-0,15852	-0,16336
1	0,32520	0,23062	0,14683	0,07369	0,01098	-0,04154	-0,08410	-0,11694	-0,14024	-0,15416	-0,15879
1,2	0,31713	0,22298	0,14040	0,06910	0,00865	-0,04140	-0,08156	-0,11226	-0,13389	-0,14675	-0,15101
1,4	0,30517	0,21165	0,13086	0,06230	0,00523	-0,04118	-0,07777	-0,10532	-0,12449	-0,13578	-0,13951
1,6	0,28943	0,19674	0,11835	0,05342	0,00079	-0,04084	-0,07277	-0,09621	-0,11218	-0,12144	-0,12447
1,8	0,27081	0,17913	0,10360	0,04299	-0,00437	-0,04036	-0,06683	-0,08547	-0,09772	-0,10463	-0,10685
2	0,25076	0,16019	0,08780	0,03192	-0,00975	-0,03970	-0,06037	-0,07397	-0,08232	-0,08677	-0,08816
2,2	0,23077	0,14135	0,07220	0,02111	-0,01486	-0,03884	-0,05386	-0,06259	-0,06723	-0,06936	-0,06996
2,4	0,21203	0,12374	0,05775	0,01127	-0,01930	-0,03775	-0,04764	-0,05205	-0,05342	-0,05354	-0,05346
2,6	0,19518	0,10798	0,04500	0,00282	-0,02285	-0,03643	-0,04193	-0,04274	-0,04146	-0,03997	-0,03935
2,8	0,18044	0,09428	0,03413	-0,00411	-0,02545	-0,03488	-0,03679	-0,03478	-0,03152	-0,02885	-0,02785
3	0,16769	0,08254	0,02505	-0,00959	-0,02713	-0,03310	-0,03220	-0,02812	-0,02349	-0,02007	-0,01883
3,2	0,15671	0,07252	0,01756	-0,01378	-0,02799	-0,03112	-0,02810	-0,02261	-0,01717	-0,01335	-0,01199
3,4	0,14718	0,06395	0,01141	-0,01687	-0,02816	-0,02897	-0,02441	-0,01807	-0,01227	-0,00835	-0,00698
3,6	0,13885	0,05655	0,00636	-0,01906	-0,02777	-0,02671	-0,02109	-0,01435	-0,00855	-0,00475	-0,00344
3,8	0,13148	0,05012	0,00221	-0,02053	-0,02694	-0,02438	-0,01808	-0,01129	-0,00575	-0,00224	-0,00105
4	0,12490	0,04446	-0,00120	-0,02141	-0,02579	-0,02204	-0,01537	-0,00877	-0,00367	-0,00056	0,00047
4,2	0,11897	0,03946	-0,00402	-0,02184	-0,02440	-0,01973	-0,01293	-0,00671	-0,00216	0,00050	0,00136
4,4	0,11359	0,03499	-0,00635	-0,02191	-0,02287	-0,01749	-0,01074	-0,00502	-0,00108	0,00111	0,00180
4,6	0,10867	0,03099	-0,00826	-0,02170	-0,02126	-0,01536	-0,00880	-0,00364	-0,00033	0,00140	0,00193
4,8	0,10416	0,02739	-0,00982	-0,02129	-0,01961	-0,01336	-0,00710	-0,00254	0,00017	0,00148	0,00186
5	0,10000	0,02414	-0,01109	-0,02071	-0,01798	-0,01152	-0,00562	-0,00165	0,00050	0,00143	0,00167
5,2	0,09616	0,02120	-0,01211	-0,02000	-0,01638	-0,00984	-0,00436	-0,00096	0,00069	0,00130	0,00143
5,4	0,09260	0,01854	-0,01291	-0,01921	-0,01483	-0,00832	-0,00328	-0,00043	0,00078	0,00113	0,00118
5,6	0,08929	0,01612	-0,01353	-0,01836	-0,01337	-0,00696	-0,00239	-0,00004	0,00080	0,00094	0,00093
5,8	0,08621	0,01392	-0,01398	-0,01747	-0,01198	-0,00576	-0,00166	0,00025	0,00078	0,00077	0,00070
6	0,08333	0,01192	-0,01430	-0,01654	-0,01069	-0,00471	-0,00106	0,00044	0,00073	0,00060	0,00051
6,2	0,08065	0,01010	-0,01449	-0,01561	-0,00948	-0,00379	-0,00059	0,00057	0,00066	0,00046	0,00035
6,4	0,07813	0,00844	-0,01458	-0,01468	-0,00836	-0,00300	-0,00022	0,00063	0,00058	0,00034	0,00023
6,6	0,07576	0,00693	-0,01458	-0,01376	-0,00734	-0,00232	0,00006	0,00065	0,00050	0,00024	0,00013
6,8	0,07353	0,00554	-0,01451	-0,01285	-0,00640	-0,00175	0,00026	0,00064	0,00042	0,00016	0,00006
7	0,07143	0,00428	-0,01436	-0,01197	-0,00555	-0,00126	0,00041	0,00061	0,00035	0,00010	0,00001
7,2	0,06944	0,00312	-0,01417	-0,01111	-0,00477	-0,00086	0,00050	0,00056	0,00028	0,00006	-0,00002
7,4	0,06757	0,00207	-0,01392	-0,01028	-0,00408	-0,00053	0,00055	0,00051	0,00022	0,00002	-0,00004
7,6	0,06579	0,00110	-0,01364	-0,00949	-0,00345	-0,00026	0,00058	0,00045	0,00017	0,00000	-0,00005
7,8	0,06410	0,00022	-0,01332	-0,00873	-0,00289	-0,00005	0,00058	0,00039	0,00012	-0,00001	-0,00005
8,0	0,06250	-0,00058	-0,01298	-0,00801	-0,00239	0,00012	0,00056	0,00033	0,00009	-0,00002	-0,00005

Tabel B1.4. Valorile funcției $cN_{02}(\xi, \lambda)$

$\lambda \backslash \xi$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,4	0,00000	0,00003	0,00009	0,00016	0,00021	0,00024	0,00024	0,00021	0,00016	0,00008	0,00000
0,6	0,00000	0,00014	0,00045	0,00078	0,00106	0,00121	0,00122	0,00107	0,00079	0,00042	0,00000
0,8	0,00000	0,00044	0,00141	0,00247	0,00333	0,00381	0,00383	0,00337	0,00250	0,00133	0,00000
1	0,00000	0,00107	0,00341	0,00598	0,00806	0,00922	0,00925	0,00814	0,00604	0,00321	0,00000
1,2	0,00000	0,00218	0,00696	0,01220	0,01644	0,01879	0,01884	0,01656	0,01228	0,00653	0,00000
1,4	0,00000	0,00396	0,01259	0,02204	0,02966	0,03386	0,03390	0,02979	0,02207	0,01173	0,00000
1,6	0,00000	0,00653	0,02072	0,03620	0,04863	0,05541	0,05540	0,04862	0,03599	0,01911	0,00000
1,8	0,00000	0,00999	0,03161	0,05506	0,07375	0,08382	0,08362	0,07326	0,05416	0,02874	0,00000
2	0,00000	0,01436	0,04523	0,07845	0,10468	0,11856	0,11793	0,10306	0,07606	0,04031	0,00000
2,2	0,00000	0,01956	0,06128	0,10573	0,14036	0,15825	0,15678	0,13657	0,10056	0,05322	0,00000
2,4	0,00000	0,02548	0,07928	0,13586	0,17922	0,20089	0,19801	0,17177	0,12609	0,06661	0,00000
2,6	0,00000	0,03197	0,09866	0,16769	0,21949	0,24426	0,23926	0,20649	0,15099	0,07957	0,00000
2,8	0,00000	0,03890	0,11891	0,20017	0,25958	0,28641	0,27842	0,23879	0,17379	0,09133	0,00000
3	0,00000	0,04618	0,13964	0,23251	0,29831	0,32586	0,31396	0,26728	0,19345	0,10130	0,00000
3,2	0,00000	0,05377	0,16063	0,26420	0,33490	0,36169	0,34495	0,29116	0,20937	0,10920	0,00000
3,4	0,00000	0,06163	0,18176	0,29499	0,36901	0,39353	0,37106	0,31019	0,22142	0,11495	0,00000
3,6	0,00000	0,06979	0,20300	0,32479	0,40053	0,42134	0,39235	0,32452	0,22977	0,11868	0,00000
3,8	0,00000	0,07823	0,22434	0,35361	0,42955	0,44533	0,40917	0,33457	0,23481	0,12061	0,00000
4	0,00000	0,08698	0,24579	0,38146	0,45618	0,46580	0,42202	0,34094	0,23705	0,12104	0,00000
4,2	0,00000	0,09604	0,26733	0,40837	0,48058	0,48311	0,43143	0,34424	0,23706	0,12031	0,00000
4,4	0,00000	0,10539	0,28893	0,43434	0,50287	0,49759	0,43795	0,34510	0,23537	0,11873	0,00000
4,6	0,00000	0,11502	0,31055	0,45932	0,52317	0,50957	0,44206	0,34410	0,23250	0,11659	0,00000
4,8	0,00000	0,12493	0,33211	0,48329	0,54155	0,51931	0,44423	0,34175	0,22888	0,11415	0,00000
5	0,00000	0,13507	0,35356	0,50619	0,55810	0,52707	0,44483	0,33848	0,22488	0,11162	0,00000
5,2	0,00000	0,14545	0,37482	0,52798	0,57287	0,53307	0,44422	0,33465	0,22080	0,10915	0,00000
5,4	0,00000	0,15603	0,39584	0,54861	0,58594	0,53752	0,44267	0,33056	0,21685	0,10686	0,00000
5,6	0,00000	0,16679	0,41656	0,56806	0,59739	0,54060	0,44042	0,32642	0,21318	0,10483	0,00000
5,8	0,00000	0,17772	0,43693	0,58631	0,60730	0,54250	0,43768	0,32240	0,20990	0,10311	0,00000
6	0,00000	0,18881	0,45690	0,60336	0,61575	0,54336	0,43462	0,31861	0,20706	0,10169	0,00000
6,2	0,00000	0,20003	0,47645	0,61922	0,62286	0,54336	0,43138	0,31512	0,20467	0,10057	0,00000
6,4	0,00000	0,21137	0,49553	0,63391	0,62872	0,54262	0,42806	0,31199	0,20272	0,09974	0,00000
6,6	0,00000	0,22282	0,51413	0,64745	0,63343	0,54129	0,42476	0,30923	0,20119	0,09916	0,00000
6,8	0,00000	0,23436	0,53223	0,65987	0,63710	0,53949	0,42155	0,30684	0,20002	0,09879	0,00000
7	0,00000	0,24598	0,54980	0,67122	0,63983	0,53732	0,41849	0,30481	0,19918	0,09859	0,00000
7,2	0,00000	0,25768	0,56682	0,68153	0,64172	0,53489	0,41561	0,30311	0,19861	0,09853	0,00000
7,4	0,00000	0,26943	0,58330	0,69084	0,64287	0,53229	0,41296	0,30173	0,19826	0,09856	0,00000
7,6	0,00000	0,28123	0,59921	0,69921	0,64338	0,52958	0,41054	0,30063	0,19808	0,09866	0,00000
7,8	0,00000	0,29306	0,61455	0,70667	0,64332	0,52683	0,40837	0,29977	0,19804	0,09881	0,00000
8,0	0,00000	0,30491	0,62931	0,71328	0,64278	0,52410	0,40644	0,29914	0,19810	0,09898	0,00000

Tabel B1.5. Valorile funcției $cM_{x2}(\xi, \lambda)$

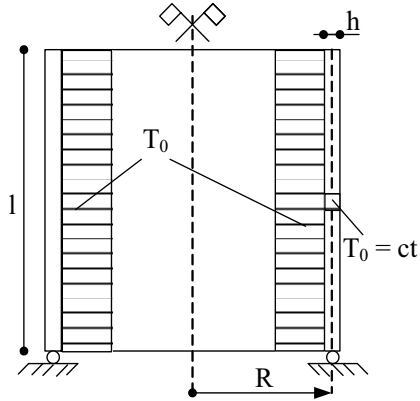
$\xi \backslash \lambda$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,4	0,06665	0,03149	0,00533	-0,01283	-0,02399	-0,02915	-0,02932	-0,02549	-0,01866	-0,00983	0,00000
0,6	0,06656	0,03143	0,00531	-0,01282	-0,02396	-0,02910	-0,02926	-0,02543	-0,01862	-0,00981	0,00000
0,8	0,06632	0,03129	0,00526	-0,01279	-0,02386	-0,02897	-0,02911	-0,02529	-0,01851	-0,00975	0,00000
1	0,06583	0,03100	0,00515	-0,01273	-0,02367	-0,02869	-0,02880	-0,02500	-0,01828	-0,00963	0,00000
1,2	0,06497	0,03048	0,00497	-0,01262	-0,02332	-0,02819	-0,02824	-0,02448	-0,01788	-0,00941	0,00000
1,4	0,06361	0,02966	0,00467	-0,01244	-0,02278	-0,02740	-0,02737	-0,02367	-0,01726	-0,00907	0,00000
1,6	0,06166	0,02849	0,00426	-0,01219	-0,02200	-0,02628	-0,02612	-0,02250	-0,01637	-0,00859	0,00000
1,8	0,05909	0,02695	0,00371	-0,01186	-0,02097	-0,02481	-0,02448	-0,02097	-0,01520	-0,00796	0,00000
2	0,05594	0,02507	0,00304	-0,01144	-0,01970	-0,02300	-0,02248	-0,01911	-0,01377	-0,00719	0,00000
2,2	0,05234	0,02292	0,00229	-0,01096	-0,01826	-0,02095	-0,02020	-0,01701	-0,01216	-0,00632	0,00000
2,4	0,04847	0,02062	0,00149	-0,01043	-0,01670	-0,01874	-0,01777	-0,01476	-0,01046	-0,00540	0,00000
2,6	0,04451	0,01828	0,00070	-0,00987	-0,01510	-0,01650	-0,01532	-0,01251	-0,00875	-0,00448	0,00000
2,8	0,04064	0,01600	-0,00006	-0,00931	-0,01354	-0,01434	-0,01297	-0,01037	-0,00713	-0,00361	0,00000
3	0,03700	0,01388	-0,00073	-0,00874	-0,01206	-0,01232	-0,01081	-0,00841	-0,00566	-0,00283	0,00000
3,2	0,03365	0,01196	-0,00132	-0,00820	-0,01069	-0,01050	-0,00888	-0,00668	-0,00438	-0,00215	0,00000
3,4	0,03064	0,01025	-0,00181	-0,00767	-0,00945	-0,00888	-0,00721	-0,00521	-0,00329	-0,00158	0,00000
3,6	0,02795	0,00875	-0,00220	-0,00717	-0,00834	-0,00748	-0,00579	-0,00399	-0,00241	-0,00111	0,00000
3,8	0,02557	0,00746	-0,00250	-0,00668	-0,00736	-0,00627	-0,00460	-0,00299	-0,00170	-0,00075	0,00000
4	0,02347	0,00634	-0,00272	-0,00622	-0,00648	-0,00525	-0,00362	-0,00219	-0,00115	-0,00047	0,00000
4,2	0,02161	0,00538	-0,00288	-0,00578	-0,00570	-0,00437	-0,00283	-0,00157	-0,00074	-0,00027	0,00000
4,4	0,01996	0,00455	-0,00297	-0,00535	-0,00501	-0,00363	-0,00218	-0,00109	-0,00043	-0,00012	0,00000
4,6	0,01849	0,00384	-0,00302	-0,00494	-0,00439	-0,00300	-0,00167	-0,00073	-0,00021	-0,00002	0,00000
4,8	0,01718	0,00323	-0,00303	-0,00456	-0,00384	-0,00247	-0,00125	-0,00045	-0,00006	0,00004	0,00000
5	0,01600	0,00270	-0,00301	-0,00419	-0,00335	-0,00203	-0,00093	-0,00026	0,00003	0,00008	0,00000
5,2	0,01493	0,00224	-0,00296	-0,00385	-0,00292	-0,00165	-0,00067	-0,00012	0,00009	0,00009	0,00000
5,4	0,01397	0,00185	-0,00290	-0,00352	-0,00254	-0,00134	-0,00047	-0,00002	0,00012	0,00010	0,00000
5,6	0,01310	0,00150	-0,00282	-0,00322	-0,00219	-0,00107	-0,00032	0,00004	0,00014	0,00009	0,00000
5,8	0,01230	0,00120	-0,00273	-0,00293	-0,00189	-0,00085	-0,00020	0,00008	0,00013	0,00008	0,00000
6	0,01157	0,00094	-0,00264	-0,00267	-0,00162	-0,00067	-0,00011	0,00010	0,00013	0,00007	0,00000
6,2	0,01091	0,00071	-0,00253	-0,00243	-0,00139	-0,00051	-0,00005	0,00011	0,00011	0,00006	0,00000
6,4	0,01030	0,00051	-0,00243	-0,00220	-0,00118	-0,00039	0,00000	0,00011	0,00010	0,00005	0,00000
6,6	0,00974	0,00034	-0,00232	-0,00199	-0,00100	-0,00029	0,00003	0,00011	0,00008	0,00004	0,00000
6,8	0,00922	0,00019	-0,00222	-0,00180	-0,00085	-0,00021	0,00006	0,00010	0,00007	0,00003	0,00000
7	0,00875	0,00006	-0,00211	-0,00162	-0,00071	-0,00014	0,00007	0,00009	0,00005	0,00002	0,00000
7,2	0,00831	-0,00006	-0,00201	-0,00146	-0,00059	-0,00009	0,00008	0,00008	0,00004	0,00001	0,00000
7,4	0,00790	-0,00016	-0,00191	-0,00131	-0,00049	-0,00005	0,00008	0,00007	0,00003	0,00001	0,00000
7,6	0,00752	-0,00024	-0,00181	-0,00117	-0,00040	-0,00001	0,00008	0,00006	0,00002	0,00000	0,00000
7,8	0,00716	-0,00031	-0,00171	-0,00105	-0,00032	0,00001	0,00007	0,00005	0,00002	0,00000	0,00000
8,0	0,00684	-0,00038	-0,00162	-0,00094	-0,00026	0,00003	0,00007	0,00004	0,00001	0,00000	0,00000

Tabel B1.6. Valorile funcției $cQ_{x2}(\xi, \lambda)$

$\xi \backslash \lambda$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,4	0,39991	0,30491	0,21992	0,14493	0,07995	0,02497	-0,02000	-0,05498	-0,07996	-0,09495	-0,09994
0,6	0,39956	0,30457	0,21960	0,14466	0,07975	0,02487	-0,02001	-0,05490	-0,07980	-0,09474	-0,09972
0,8	0,39862	0,30364	0,21873	0,14392	0,07922	0,02458	-0,02004	-0,05467	-0,07938	-0,09418	-0,09912
1	0,39667	0,30171	0,21692	0,14239	0,07810	0,02398	-0,02009	-0,05421	-0,07850	-0,09303	-0,09787
1,2	0,39321	0,29828	0,21373	0,13969	0,07614	0,02292	-0,02018	-0,05339	-0,07694	-0,09099	-0,09566
1,4	0,38775	0,29289	0,20870	0,13544	0,07304	0,02125	-0,02032	-0,05211	-0,07449	-0,08778	-0,09219
1,6	0,37994	0,28517	0,20150	0,12935	0,06863	0,01889	-0,02051	-0,05026	-0,07098	-0,08320	-0,08724
1,8	0,36961	0,27496	0,19199	0,12134	0,06284	0,01580	-0,02074	-0,04782	-0,06638	-0,07719	-0,08074
2	0,35693	0,26243	0,18034	0,11155	0,05580	0,01207	-0,02098	-0,04482	-0,06077	-0,06990	-0,07286
2,2	0,34236	0,24805	0,16700	0,10039	0,04781	0,00790	-0,02119	-0,04137	-0,05440	-0,06164	-0,06395
2,4	0,32659	0,23249	0,15261	0,08843	0,03934	0,00354	-0,02131	-0,03764	-0,04761	-0,05288	-0,05452
2,6	0,31036	0,21649	0,13789	0,07629	0,03084	-0,00072	-0,02130	-0,03380	-0,04076	-0,04413	-0,04512
2,8	0,29435	0,20073	0,12348	0,06454	0,02277	-0,00464	-0,02112	-0,03001	-0,03421	-0,03584	-0,03624
3	0,27906	0,18571	0,10984	0,05359	0,01542	-0,00803	-0,02073	-0,02640	-0,02818	-0,02832	-0,02822
3,2	0,26479	0,17171	0,09727	0,04370	0,00900	-0,01080	-0,02012	-0,02304	-0,02282	-0,02178	-0,02128
3,4	0,25166	0,15888	0,08589	0,03496	0,00356	-0,01290	-0,01931	-0,01997	-0,01820	-0,01627	-0,01549
3,6	0,23969	0,14720	0,07570	0,02738	-0,00091	-0,01436	-0,01830	-0,01719	-0,01430	-0,01178	-0,01081
3,8	0,22879	0,13661	0,06662	0,02087	-0,00447	-0,01524	-0,01714	-0,01469	-0,01106	-0,00821	-0,00715
4	0,21885	0,12701	0,05855	0,01533	-0,00723	-0,01562	-0,01585	-0,01246	-0,00842	-0,00545	-0,00438
4,2	0,20976	0,11826	0,05137	0,01065	-0,00929	-0,01558	-0,01448	-0,01047	-0,00629	-0,00337	-0,00234
4,4	0,20142	0,11027	0,04497	0,00670	-0,01077	-0,01520	-0,01306	-0,00871	-0,00460	-0,00186	-0,00092
4,6	0,19373	0,10295	0,03926	0,00340	-0,01176	-0,01456	-0,01164	-0,00716	-0,00326	-0,00079	0,00004
4,8	0,18660	0,09620	0,03415	0,00065	-0,01235	-0,01374	-0,01024	-0,00580	-0,00223	-0,00008	0,00062
5	0,17998	0,08997	0,02956	-0,00164	-0,01261	-0,01279	-0,00890	-0,00462	-0,00144	0,00037	0,00095
5,2	0,17380	0,08420	0,02545	-0,00351	-0,01263	-0,01177	-0,00764	-0,00361	-0,00084	0,00063	0,00108
5,4	0,16803	0,07884	0,02175	-0,00504	-0,01244	-0,01072	-0,00647	-0,00275	-0,00040	0,00075	0,00108
5,6	0,16262	0,07386	0,01843	-0,00627	-0,01209	-0,00966	-0,00540	-0,00202	-0,00008	0,00078	0,00101
5,8	0,15755	0,06923	0,01545	-0,00724	-0,01163	-0,00863	-0,00444	-0,00143	0,00014	0,00075	0,00089
6	0,15278	0,06490	0,01277	-0,00798	-0,01108	-0,00765	-0,00360	-0,00094	0,00029	0,00068	0,00075
6,2	0,14828	0,06086	0,01038	-0,00853	-0,01047	-0,00671	-0,00286	-0,00056	0,00037	0,00059	0,00060
6,4	0,14404	0,05708	0,00823	-0,00891	-0,00983	-0,00584	-0,00222	-0,00026	0,00041	0,00050	0,00047
6,6	0,14004	0,05354	0,00631	-0,00915	-0,00916	-0,00504	-0,00168	-0,00003	0,00043	0,00041	0,00035
6,8	0,13625	0,05023	0,00460	-0,00926	-0,00848	-0,00431	-0,00122	0,00013	0,00041	0,00032	0,00025
7	0,13265	0,04712	0,00308	-0,00928	-0,00781	-0,00364	-0,00085	0,00024	0,00039	0,00025	0,00017
7,2	0,12924	0,04420	0,00173	-0,00921	-0,00715	-0,00305	-0,00054	0,00032	0,00035	0,00018	0,00011
7,4	0,12600	0,04146	0,00053	-0,00906	-0,00651	-0,00252	-0,00030	0,00036	0,00031	0,00013	0,00006
7,6	0,12292	0,03888	-0,00053	-0,00886	-0,00589	-0,00206	-0,00011	0,00037	0,00027	0,00009	0,00002
7,8	0,11999	0,03645	-0,00145	-0,00861	-0,00530	-0,00165	0,00004	0,00037	0,00022	0,00006	0,00000
8,0	0,11719	0,03417	-0,00227	-0,00832	-0,00475	-0,00129	0,00015	0,00035	0,00018	0,00003	-0,00002

B.2. Calculul stării de eforturi în plăcile curbe cilindrice acționate de componenta uniformă pe grosime T_0 a variației de temperatură

- Placa cilindrică articulată pe conturul superior și liberă pe conturul inferior



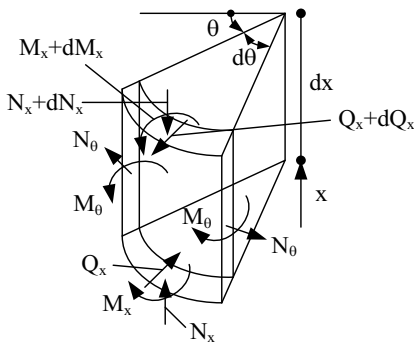
$$N_x(\xi, \lambda) = 0$$

$$N_\theta(\xi, \lambda) = E \cdot h \cdot \alpha_t \cdot T_0 \cdot cN_{\theta 3}(\xi, \lambda)$$

$$M_x(\xi, \lambda) = E \cdot h^2 \cdot \alpha_t \cdot T_0 \cdot cM_{x3}(\xi, \lambda)$$

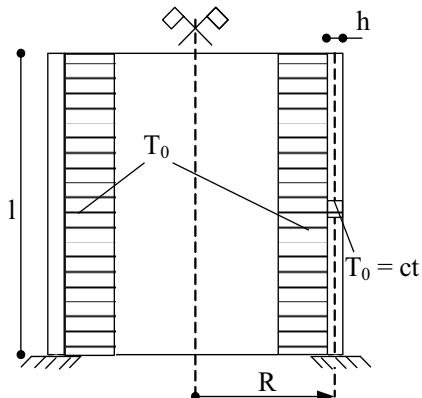
$$M_\theta(\xi, \lambda) = \mu \cdot M_x(\xi, \lambda)$$

$$Q_x(\xi, \lambda) = E \cdot \frac{h^2}{l} \cdot \alpha_t \cdot T_0 \cdot cQ_{x3}(\xi, \lambda)$$



Convenția de semne pozitivă pentru starea de eforturi

- Placa cilindrică încastrată pe conturul superior și liberă pe conturul inferior



$$N_x(\xi, \lambda) = 0$$

$$N_\theta(\xi, \lambda) = E \cdot h \cdot \alpha_t \cdot T_0 \cdot cN_{\theta 4}(\xi, \lambda)$$

$$M_x(\xi, \lambda) = E \cdot h^2 \cdot \alpha_t \cdot T_0 \cdot cM_{x4}(\xi, \lambda)$$

$$M_\theta(\xi, \lambda) = \mu \cdot M_x(\xi, \lambda)$$

$$Q_x(\xi, \lambda) = E \cdot \frac{h^2}{l} \cdot \alpha_t \cdot T_0 \cdot cQ_{x4}(\xi, \lambda)$$

Tabel B2.1. Valorile funcției $cN_{03}(\xi, \lambda)$

$\lambda \backslash \xi$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,4	-1,0	-0,84991	-0,69983	-0,54979	-0,39979	-0,24982	-0,09988	0,05003	0,19992	0,34981	0,49970
0,6	-1,0	-0,84953	-0,69915	-0,54895	-0,39892	-0,24909	-0,09941	0,05014	0,19962	0,34904	0,49846
0,8	-1,0	-0,84851	-0,69734	-0,54668	-0,39661	-0,24713	-0,09814	0,05045	0,19879	0,34699	0,49516
1	-1,0	-0,84640	-0,69356	-0,54197	-0,39181	-0,24305	-0,09551	0,05109	0,19707	0,34274	0,48830
1,2	-1,0	-0,84264	-0,68687	-0,53363	-0,38331	-0,23585	-0,09087	0,05221	0,19403	0,33521	0,47618
1,4	-1,0	-0,83671	-0,67630	-0,52049	-0,36994	-0,22454	-0,08359	0,05394	0,18924	0,32338	0,45716
1,6	-1,0	-0,82817	-0,66111	-0,50163	-0,35081	-0,20841	-0,07325	0,05637	0,18236	0,30650	0,43005
1,8	-1,0	-0,81680	-0,64095	-0,47670	-0,32562	-0,18725	-0,05977	0,05945	0,17327	0,28434	0,39456
2	-1,0	-0,80269	-0,61603	-0,44606	-0,29484	-0,16157	-0,04354	0,06300	0,16210	0,25742	0,35157
2,2	-1,0	-0,78624	-0,58715	-0,41080	-0,25971	-0,13253	-0,02543	0,06671	0,14924	0,22693	0,30314
2,4	-1,0	-0,76804	-0,55547	-0,37253	-0,22205	-0,10181	-0,00661	0,07018	0,13530	0,19460	0,25213
2,6	-1,0	-0,74881	-0,52233	-0,33306	-0,18381	-0,07120	0,01166	0,07299	0,12092	0,16226	0,20163
2,8	-1,0	-0,72914	-0,48893	-0,29400	-0,14678	-0,04229	0,02825	0,07480	0,10671	0,13156	0,15434
3	-1,0	-0,70951	-0,45614	-0,25654	-0,11227	-0,01627	0,04238	0,07536	0,09312	0,10372	0,11227
3,2	-1,0	-0,69018	-0,42453	-0,22144	-0,08107	0,00616	0,05358	0,07457	0,08042	0,07942	0,07651
3,4	-1,0	-0,67129	-0,39435	-0,18904	-0,05354	0,02474	0,06174	0,07244	0,06878	0,05892	0,04744
3,6	-1,0	-0,65284	-0,36563	-0,15940	-0,02969	0,03953	0,06696	0,06908	0,05821	0,04214	0,02480
3,8	-1,0	-0,63479	-0,33833	-0,13240	-0,00931	0,05081	0,06952	0,06469	0,04871	0,02876	0,00799
4	-1,0	-0,61708	-0,31232	-0,10785	0,00788	0,05896	0,06981	0,05948	0,04023	0,01838	-0,00380
4,2	-1,0	-0,59966	-0,28749	-0,08554	0,02222	0,06440	0,06823	0,05370	0,03269	0,01055	-0,01145
4,4	-1,0	-0,58249	-0,26376	-0,06529	0,03403	0,06755	0,06518	0,04759	0,02606	0,00481	-0,01583
4,6	-1,0	-0,56553	-0,24107	-0,04694	0,04361	0,06882	0,06106	0,04140	0,02027	0,00076	-0,01773
4,8	-1,0	-0,54879	-0,21937	-0,03035	0,05122	0,06855	0,05621	0,03530	0,01527	-0,00197	-0,01784
5	-1,0	-0,53225	-0,19864	-0,01541	0,05710	0,06705	0,05092	0,02948	0,01102	-0,00368	-0,01674
5,2	-1,0	-0,51594	-0,17887	-0,00204	0,06145	0,06461	0,04543	0,02405	0,00747	-0,00462	-0,01492
5,4	-1,0	-0,49984	-0,16004	0,00987	0,06446	0,06146	0,03994	0,01911	0,00455	-0,00502	-0,01271
5,6	-1,0	-0,48397	-0,14215	0,02039	0,06628	0,05777	0,03460	0,01471	0,00222	-0,00502	-0,01040
5,8	-1,0	-0,46835	-0,12519	0,02960	0,06707	0,05374	0,02953	0,01088	0,00041	-0,00477	-0,00817
6	-1,0	-0,45296	-0,10915	0,03757	0,06698	0,04948	0,02480	0,00760	-0,00094	-0,00436	-0,00615
6,2	-1,0	-0,43783	-0,09400	0,04441	0,06612	0,04512	0,02046	0,00487	-0,00189	-0,00386	-0,00438
6,4	-1,0	-0,42294	-0,07972	0,05017	0,06462	0,04074	0,01653	0,00265	-0,00252	-0,00332	-0,00291
6,6	-1,0	-0,40831	-0,06630	0,05494	0,06258	0,03644	0,01304	0,00088	-0,00288	-0,00279	-0,00174
6,8	-1,0	-0,39393	-0,05370	0,05880	0,06011	0,03227	0,00997	-0,00048	-0,00302	-0,00229	-0,00084
7	-1,0	-0,37981	-0,04191	0,06183	0,05730	0,02827	0,00731	-0,00148	-0,00299	-0,00183	-0,00018
7,2	-1,0	-0,36594	-0,03090	0,06409	0,05423	0,02449	0,00504	-0,00219	-0,00285	-0,00143	0,00028
7,4	-1,0	-0,35233	-0,02064	0,06566	0,05097	0,02096	0,00313	-0,00264	-0,00262	-0,00108	0,00056
7,6	-1,0	-0,33898	-0,01110	0,06661	0,04759	0,01769	0,00155	-0,00289	-0,00234	-0,00078	0,00072
7,8	-1,0	-0,32589	-0,00227	0,06701	0,04415	0,01469	0,00026	-0,00297	-0,00203	-0,00053	0,00077
8,0	-1,0	-0,31305	0,00590	0,06690	0,04070	0,01197	-0,00075	-0,00294	-0,00172	-0,00034	0,00076

Tabel B2.2. Valorile funcției $cM_{x3}(\xi, \lambda)$

$\xi \backslash \lambda$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,4	0,00000	-0,00191	-0,00302	-0,00346	-0,00339	-0,00294	-0,00226	-0,00148	-0,00075	-0,00021	0,00000
0,6	0,00000	-0,00429	-0,00678	-0,00778	-0,00762	-0,00661	-0,00508	-0,00333	-0,00169	-0,00048	0,00000
0,8	0,00000	-0,00760	-0,01200	-0,01377	-0,01348	-0,01170	-0,00898	-0,00589	-0,00299	-0,00084	0,00000
1	0,00000	-0,01180	-0,01861	-0,02133	-0,02086	-0,01808	-0,01386	-0,00909	-0,00461	-0,00130	0,00000
1,2	0,00000	-0,01679	-0,02643	-0,03023	-0,02951	-0,02553	-0,01955	-0,01280	-0,00649	-0,00182	0,00000
1,4	0,00000	-0,02242	-0,03517	-0,04011	-0,03903	-0,03368	-0,02572	-0,01680	-0,00850	-0,00238	0,00000
1,6	0,00000	-0,02848	-0,04445	-0,05045	-0,04887	-0,04198	-0,03194	-0,02079	-0,01049	-0,00293	0,00000
1,8	0,00000	-0,03469	-0,05378	-0,06062	-0,05833	-0,04980	-0,03768	-0,02441	-0,01226	-0,00342	0,00000
2	0,00000	-0,04079	-0,06265	-0,06995	-0,06670	-0,05646	-0,04239	-0,02727	-0,01361	-0,00377	0,00000
2,2	0,00000	-0,04653	-0,07061	-0,07788	-0,07338	-0,06141	-0,04562	-0,02907	-0,01439	-0,00396	0,00000
2,4	0,00000	-0,05175	-0,07737	-0,08405	-0,07800	-0,06432	-0,04712	-0,02964	-0,01451	-0,00395	0,00000
2,6	0,00000	-0,05636	-0,08281	-0,08832	-0,08044	-0,06511	-0,04685	-0,02898	-0,01397	-0,00376	0,00000
2,8	0,00000	-0,06039	-0,08698	-0,09080	-0,08085	-0,06396	-0,04498	-0,02722	-0,01285	-0,00339	0,00000
3	0,00000	-0,06391	-0,09002	-0,09170	-0,07953	-0,06120	-0,04183	-0,02460	-0,01130	-0,00290	0,00000
3,2	0,00000	-0,06701	-0,09215	-0,09135	-0,07687	-0,05723	-0,03777	-0,02140	-0,00946	-0,00234	0,00000
3,4	0,00000	-0,06979	-0,09355	-0,09003	-0,07324	-0,05247	-0,03316	-0,01790	-0,00750	-0,00175	0,00000
3,6	0,00000	-0,07232	-0,09439	-0,08801	-0,06896	-0,04727	-0,02833	-0,01434	-0,00555	-0,00117	0,00000
3,8	0,00000	-0,07465	-0,09478	-0,08547	-0,06431	-0,04190	-0,02353	-0,01091	-0,00371	-0,00064	0,00000
4	0,00000	-0,07682	-0,09482	-0,08258	-0,05947	-0,03659	-0,01896	-0,00775	-0,00207	-0,00017	0,00000
4,2	0,00000	-0,07885	-0,09457	-0,07943	-0,05459	-0,03148	-0,01475	-0,00494	-0,00067	0,00021	0,00000
4,4	0,00000	-0,08074	-0,09405	-0,07610	-0,04976	-0,02668	-0,01097	-0,00255	0,00047	0,00051	0,00000
4,6	0,00000	-0,08250	-0,09329	-0,07264	-0,04506	-0,02224	-0,00767	-0,00059	0,00134	0,00072	0,00000
4,8	0,00000	-0,08413	-0,09231	-0,06909	-0,04052	-0,01820	-0,00485	0,00096	0,00196	0,00085	0,00000
5	0,00000	-0,08563	-0,09112	-0,06547	-0,03619	-0,01456	-0,00250	0,00212	0,00235	0,00092	0,00000
5,2	0,00000	-0,08700	-0,08975	-0,06183	-0,03208	-0,01133	-0,00059	0,00293	0,00255	0,00092	0,00000
5,4	0,00000	-0,08825	-0,08820	-0,05818	-0,02820	-0,00848	0,00092	0,00344	0,00259	0,00088	0,00000
5,6	0,00000	-0,08938	-0,08650	-0,05454	-0,02456	-0,00601	0,00208	0,00371	0,00250	0,00080	0,00000
5,8	0,00000	-0,09040	-0,08466	-0,05095	-0,02117	-0,00388	0,00292	0,00377	0,00232	0,00070	0,00000
6	0,00000	-0,09130	-0,08270	-0,04741	-0,01804	-0,00207	0,00351	0,00368	0,00208	0,00059	0,00000
6,2	0,00000	-0,09209	-0,08063	-0,04395	-0,01515	-0,00055	0,00387	0,00348	0,00181	0,00048	0,00000
6,4	0,00000	-0,09278	-0,07848	-0,04058	-0,01251	0,00070	0,00405	0,00320	0,00152	0,00037	0,00000
6,6	0,00000	-0,09336	-0,07624	-0,03732	-0,01011	0,00171	0,00409	0,00287	0,00124	0,00027	0,00000
6,8	0,00000	-0,09386	-0,07395	-0,03417	-0,00794	0,00251	0,00401	0,00252	0,00097	0,00018	0,00000
7	0,00000	-0,09425	-0,07160	-0,03114	-0,00601	0,00311	0,00384	0,00216	0,00073	0,00011	0,00000
7,2	0,00000	-0,09456	-0,06921	-0,02825	-0,00428	0,00356	0,00361	0,00182	0,00052	0,00004	0,00000
7,4	0,00000	-0,09479	-0,06679	-0,02549	-0,00276	0,00385	0,00334	0,00149	0,00034	0,00000	0,00000
7,6	0,00000	-0,09492	-0,06436	-0,02287	-0,00143	0,00403	0,00304	0,00119	0,00019	-0,00004	0,00000
7,8	0,00000	-0,09498	-0,06191	-0,02039	-0,00028	0,00410	0,00273	0,00093	0,00007	-0,00006	0,00000
8,0	0,00000	-0,09497	-0,05946	-0,01805	0,00070	0,00408	0,00241	0,00069	-0,00002	-0,00008	0,00000

Tabel B2.3. Valorile funcției $cQ_{x3}(\xi, \lambda)$

$\xi \backslash \lambda$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,4	0,02356	0,01484	0,00754	0,00165	-0,00283	-0,00589	-0,00754	-0,00777	-0,00660	-0,00400	0,00000
0,6	0,05297	0,03335	0,01692	0,00369	-0,00637	-0,01324	-0,01694	-0,01746	-0,01481	-0,00899	0,00000
0,8	0,09392	0,05906	0,02991	0,00646	-0,01133	-0,02346	-0,02997	-0,03087	-0,02617	-0,01588	0,00000
1	0,14593	0,09154	0,04617	0,00977	-0,01773	-0,03643	-0,04640	-0,04770	-0,04039	-0,02448	0,00000
1,2	0,20808	0,12991	0,06503	0,01327	-0,02561	-0,05186	-0,06571	-0,06733	-0,05688	-0,03442	0,00000
1,4	0,27879	0,17275	0,08541	0,01635	-0,03502	-0,06930	-0,08706	-0,08874	-0,07468	-0,04507	0,00000
1,6	0,35586	0,21800	0,10576	0,01816	-0,04602	-0,08810	-0,10927	-0,11048	-0,09244	-0,05556	0,00000
1,8	0,43654	0,26318	0,12418	0,01770	-0,05868	-0,10745	-0,13088	-0,13080	-0,10852	-0,06481	0,00000
2	0,51799	0,30566	0,13874	0,01394	-0,07301	-0,12647	-0,15037	-0,14790	-0,12126	-0,07178	0,00000
2,2	0,59768	0,34316	0,14779	0,00608	-0,08894	-0,14434	-0,16645	-0,16027	-0,12931	-0,07560	0,00000
2,4	0,67389	0,37416	0,15029	-0,00628	-0,10628	-0,16045	-0,17823	-0,16702	-0,13191	-0,07583	0,00000
2,6	0,74586	0,39804	0,14597	-0,02307	-0,12472	-0,17439	-0,18540	-0,16796	-0,12902	-0,07249	0,00000
2,8	0,81371	0,41500	0,13521	-0,04378	-0,14382	-0,18600	-0,18812	-0,16358	-0,12126	-0,06606	0,00000
3	0,87812	0,42580	0,11887	-0,06760	-0,16306	-0,19523	-0,18692	-0,15481	-0,10967	-0,05729	0,00000
3,2	0,94002	0,43145	0,09803	-0,09358	-0,18188	-0,20213	-0,18245	-0,14277	-0,09548	-0,04707	0,00000
3,4	1,00032	0,43290	0,07375	-0,12077	-0,19972	-0,20673	-0,17538	-0,12857	-0,07993	-0,03625	0,00000
3,6	1,05971	0,43097	0,04696	-0,14830	-0,21607	-0,20906	-0,16631	-0,11320	-0,06406	-0,02558	0,00000
3,8	1,11871	0,42628	0,01844	-0,17543	-0,23048	-0,20914	-0,15571	-0,09746	-0,04874	-0,01565	0,00000
4	1,17760	0,41922	-0,01121	-0,20155	-0,24258	-0,20701	-0,14399	-0,08196	-0,03458	-0,00688	0,00000
4,2	1,23651	0,41007	-0,04154	-0,22620	-0,25214	-0,20271	-0,13146	-0,06714	-0,02199	0,00048	0,00000
4,4	1,29549	0,39900	-0,07219	-0,24904	-0,25900	-0,19636	-0,11839	-0,05330	-0,01121	0,00631	0,00000
4,6	1,35453	0,38613	-0,10289	-0,26982	-0,26312	-0,18812	-0,10504	-0,04065	-0,00232	0,01062	0,00000
4,8	1,41361	0,37154	-0,13341	-0,28837	-0,26455	-0,17821	-0,09164	-0,02928	0,00473	0,01350	0,00000
5	1,47269	0,35532	-0,16355	-0,30462	-0,26341	-0,16688	-0,07839	-0,01926	0,01005	0,01510	0,00000
5,2	1,53175	0,33755	-0,19316	-0,31851	-0,25988	-0,15442	-0,06552	-0,01058	0,01380	0,01564	0,00000
5,4	1,59078	0,31832	-0,22208	-0,33006	-0,25418	-0,14113	-0,05320	-0,00323	0,01620	0,01531	0,00000
5,6	1,64979	0,29774	-0,25017	-0,33928	-0,24655	-0,12732	-0,04160	0,00287	0,01745	0,01434	0,00000
5,8	1,70877	0,27589	-0,27731	-0,34625	-0,23725	-0,11326	-0,03086	0,00777	0,01778	0,01291	0,00000
6	1,76773	0,25287	-0,30339	-0,35102	-0,22654	-0,09923	-0,02109	0,01158	0,01738	0,01122	0,00000
6,2	1,82667	0,22878	-0,32830	-0,35369	-0,21466	-0,08545	-0,01236	0,01438	0,01645	0,00940	0,00000
6,4	1,88561	0,20372	-0,35196	-0,35436	-0,20186	-0,07214	-0,00472	0,01629	0,01513	0,00759	0,00000
6,6	1,94454	0,17776	-0,37429	-0,35314	-0,18837	-0,05945	0,00184	0,01741	0,01357	0,00587	0,00000
6,8	2,00347	0,15101	-0,39523	-0,35014	-0,17440	-0,04752	0,00731	0,01785	0,01189	0,00430	0,00000
7	2,06239	0,12354	-0,41473	-0,34549	-0,16015	-0,03645	0,01176	0,01772	0,01017	0,00292	0,00000
7,2	2,12132	0,09543	-0,43275	-0,33932	-0,14579	-0,02630	0,01522	0,01713	0,00848	0,00176	0,00000
7,4	2,18024	0,06676	-0,44926	-0,33176	-0,13149	-0,01713	0,01779	0,01618	0,00688	0,00082	0,00000
7,6	2,23917	0,03761	-0,46423	-0,32295	-0,11739	-0,00895	0,01955	0,01497	0,00541	0,00008	0,00000
7,8	2,29809	0,00804	-0,47767	-0,31301	-0,10362	-0,00175	0,02058	0,01356	0,00409	-0,00046	0,00000
8,0	2,35702	-0,02187	-0,48957	-0,30209	-0,09028	0,00448	0,02099	0,01205	0,00293	-0,00084	0,00000

Tabel B2.4. Valorile funcției $cN_{04}(\xi, \lambda)$

$\lambda \backslash \xi$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,4	-1,00000	-0,99976	-0,99911	-0,99814	-0,99691	-0,99550	-0,99397	-0,99235	-0,99068	-0,98900	-0,98731
0,6	-1,00000	-0,99883	-0,99564	-0,99086	-0,98485	-0,97795	-0,97043	-0,96251	-0,95436	-0,94612	-0,93784
0,8	-1,00000	-0,99658	-0,98725	-0,97328	-0,95578	-0,93572	-0,91388	-0,89092	-0,86732	-0,84344	-0,81948
1	-1,00000	-0,99273	-0,97300	-0,94359	-0,90692	-0,86501	-0,81955	-0,77186	-0,72293	-0,67344	-0,62381
1,2	-1,00000	-0,98771	-0,95458	-0,90561	-0,84501	-0,77622	-0,70200	-0,62448	-0,54518	-0,46511	-0,38484
1,4	-1,00000	-0,98225	-0,93496	-0,86589	-0,78142	-0,68656	-0,58515	-0,47997	-0,37290	-0,26507	-0,15706
1,6	-1,00000	-0,97680	-0,91593	-0,82855	-0,72347	-0,60732	-0,48483	-0,35914	-0,23215	-0,10477	0,02265
1,8	-1,00000	-0,97134	-0,89758	-0,79404	-0,67226	-0,54050	-0,40419	-0,26647	-0,12882	0,00842	0,14545
2	-1,00000	-0,96564	-0,87915	-0,76087	-0,62556	-0,48311	-0,33943	-0,19732	-0,05744	0,08085	0,21855
2,2	-1,00000	-0,95945	-0,85978	-0,72740	-0,58072	-0,43134	-0,28543	-0,14511	-0,00983	0,12236	0,25346
2,4	-1,00000	-0,95260	-0,83894	-0,69256	-0,53595	-0,38244	-0,23822	-0,10440	0,02110	0,14177	0,26080
2,6	-1,00000	-0,94507	-0,81649	-0,65600	-0,49053	-0,33503	-0,19543	-0,07152	0,04054	0,14596	0,24919
2,8	-1,00000	-0,93687	-0,79255	-0,61794	-0,44458	-0,28883	-0,15602	-0,04430	0,05209	0,14010	0,22540
3	-1,00000	-0,92810	-0,76744	-0,57893	-0,39874	-0,24425	-0,11978	-0,02155	0,05820	0,12806	0,19478
3,2	-1,00000	-0,91884	-0,74154	-0,53967	-0,35386	-0,20200	-0,08691	-0,00266	0,06053	0,11270	0,16144
3,4	-1,00000	-0,90921	-0,71520	-0,50079	-0,31073	-0,16279	-0,05775	0,01270	0,06024	0,09610	0,12838
3,6	-1,00000	-0,89926	-0,68870	-0,46281	-0,26999	-0,12715	-0,03253	0,02474	0,05812	0,07968	0,09770
3,8	-1,00000	-0,88905	-0,66223	-0,42608	-0,23204	-0,09541	-0,01134	0,03371	0,05476	0,06436	0,07065
4	-1,00000	-0,87860	-0,63591	-0,39081	-0,19710	-0,06766	0,00590	0,03986	0,05056	0,05067	0,04784
4,2	-1,00000	-0,86792	-0,60981	-0,35711	-0,16521	-0,04381	0,01944	0,04353	0,04585	0,03884	0,02939
4,4	-1,00000	-0,85703	-0,58397	-0,32499	-0,13630	-0,02364	0,02961	0,04506	0,04087	0,02890	0,01509
4,6	-1,00000	-0,84591	-0,55842	-0,29446	-0,11025	-0,00686	0,03680	0,04483	0,03580	0,02075	0,00451
4,8	-1,00000	-0,83459	-0,53317	-0,26550	-0,08690	0,00686	0,04145	0,04321	0,03080	0,01424	-0,00288
5	-1,00000	-0,82306	-0,50825	-0,23808	-0,06607	0,01785	0,04398	0,04054	0,02600	0,00914	-0,00764
5,2	-1,00000	-0,81134	-0,48370	-0,21217	-0,04761	0,02644	0,04477	0,03714	0,02149	0,00526	-0,01034
5,4	-1,00000	-0,79945	-0,45955	-0,18777	-0,03134	0,03295	0,04420	0,03330	0,01734	0,00239	-0,01147
5,6	-1,00000	-0,78739	-0,43584	-0,16486	-0,01712	0,03766	0,04259	0,02924	0,01361	0,00033	-0,01147
5,8	-1,00000	-0,77518	-0,41260	-0,14340	-0,00479	0,04082	0,04021	0,02516	0,01032	-0,00107	-0,01072
6	-1,00000	-0,76285	-0,38988	-0,12340	0,00577	0,04267	0,03731	0,02121	0,00749	-0,00197	-0,00952
6,2	-1,00000	-0,75039	-0,36770	-0,10480	0,01472	0,04342	0,03406	0,01749	0,00509	-0,00248	-0,00809
6,4	-1,00000	-0,73784	-0,34610	-0,08760	0,02219	0,04326	0,03065	0,01408	0,00313	-0,00271	-0,00660
6,6	-1,00000	-0,72520	-0,32508	-0,07174	0,02829	0,04236	0,02719	0,01102	0,00155	-0,00273	-0,00517
6,8	-1,00000	-0,71249	-0,30469	-0,05718	0,03317	0,04087	0,02378	0,00834	0,00033	-0,00261	-0,00387
7	-1,00000	-0,69972	-0,28493	-0,04389	0,03694	0,03891	0,02051	0,00603	-0,00057	-0,00239	-0,00275
7,2	-1,00000	-0,68690	-0,26581	-0,03179	0,03971	0,03661	0,01741	0,00408	-0,00121	-0,00213	-0,00182
7,4	-1,00000	-0,67405	-0,24734	-0,02085	0,04161	0,03408	0,01454	0,00248	-0,00163	-0,00184	-0,00107
7,6	-1,00000	-0,66117	-0,22953	-0,01101	0,04274	0,03139	0,01192	0,00119	-0,00186	-0,00155	-0,00050
7,8	-1,00000	-0,64827	-0,21239	-0,00220	0,04320	0,02862	0,00956	0,00018	-0,00194	-0,00128	-0,00009
8,0	-1,00000	-0,63538	-0,19591	0,00562	0,04308	0,02583	0,00746	-0,00059	-0,00192	-0,00102	0,00020

Tabel B2.5. Valorile funcției $cM_{x4}(\xi, \lambda)$

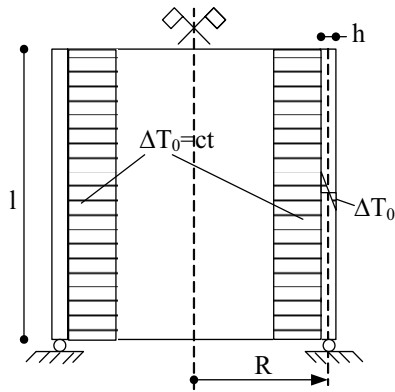
$\xi \backslash \lambda$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,4	0,04679	0,03789	0,02992	0,02290	0,01681	0,01167	0,00746	0,00420	0,00186	0,00047	0,00000
0,6	0,10225	0,08263	0,06512	0,04973	0,03644	0,02523	0,01610	0,00903	0,00400	0,00100	0,00000
0,8	0,16885	0,13576	0,10642	0,08080	0,05885	0,04050	0,02568	0,01431	0,00630	0,00156	0,00000
1	0,23027	0,18322	0,14201	0,10652	0,07659	0,05201	0,03252	0,01786	0,00774	0,00189	0,00000
1,2	0,27194	0,21249	0,16141	0,11841	0,08310	0,05494	0,03337	0,01776	0,00744	0,00175	0,00000
1,4	0,29097	0,22118	0,16270	0,11499	0,07728	0,04858	0,02780	0,01377	0,00529	0,00111	0,00000
1,6	0,29455	0,21559	0,15132	0,10084	0,06283	0,03572	0,01776	0,00711	0,00188	0,00015	0,00000
1,8	0,29149	0,20352	0,13402	0,08161	0,04433	0,01987	0,00572	-0,00072	-0,00207	-0,00095	0,00000
2	0,28751	0,19009	0,11534	0,06125	0,02505	0,00359	-0,00648	-0,00856	-0,00597	-0,00203	0,00000
2,2	0,28501	0,17765	0,09751	0,04182	0,00684	-0,01159	-0,01770	-0,01566	-0,00947	-0,00299	0,00000
2,4	0,28443	0,16680	0,08131	0,02420	-0,00943	-0,02485	-0,02727	-0,02158	-0,01231	-0,00375	0,00000
2,6	0,28533	0,15737	0,06682	0,00868	-0,02334	-0,03579	-0,03483	-0,02604	-0,01436	-0,00428	0,00000
2,8	0,28705	0,14897	0,05386	-0,00474	-0,03479	-0,04423	-0,04024	-0,02895	-0,01556	-0,00455	0,00000
3	0,28898	0,14118	0,04221	-0,01618	-0,04383	-0,05021	-0,04351	-0,03033	-0,01593	-0,00458	0,00000
3,2	0,29076	0,13371	0,03163	-0,02583	-0,05063	-0,05391	-0,04481	-0,03031	-0,01555	-0,00438	0,00000
3,4	0,29219	0,12639	0,02195	-0,03388	-0,05545	-0,05560	-0,04443	-0,02912	-0,01454	-0,00401	0,00000
3,6	0,29322	0,11913	0,01304	-0,04054	-0,05855	-0,05562	-0,04267	-0,02700	-0,01307	-0,00350	0,00000
3,8	0,29389	0,11193	0,00482	-0,04599	-0,06023	-0,05431	-0,03990	-0,02425	-0,01129	-0,00292	0,00000
4	0,29429	0,10480	-0,00278	-0,05039	-0,06074	-0,05200	-0,03643	-0,02111	-0,00936	-0,00230	0,00000
4,2	0,29450	0,09777	-0,00980	-0,05389	-0,06032	-0,04896	-0,03254	-0,01780	-0,00741	-0,00169	0,00000
4,4	0,29459	0,09087	-0,01626	-0,05660	-0,05917	-0,04546	-0,02848	-0,01453	-0,00553	-0,00112	0,00000
4,6	0,29462	0,08413	-0,02220	-0,05861	-0,05744	-0,04168	-0,02444	-0,01142	-0,00382	-0,00062	0,00000
4,8	0,29463	0,07757	-0,02763	-0,05999	-0,05526	-0,03777	-0,02054	-0,00857	-0,00231	-0,00019	0,00000
5	0,29462	0,07119	-0,03256	-0,06081	-0,05275	-0,03386	-0,01689	-0,00605	-0,00105	0,00015	0,00000
5,2	0,29461	0,06500	-0,03702	-0,06114	-0,04998	-0,03003	-0,01356	-0,00388	-0,00003	0,00041	0,00000
5,4	0,29461	0,05901	-0,04103	-0,06102	-0,04704	-0,02635	-0,01057	-0,00208	0,00076	0,00059	0,00000
5,6	0,29461	0,05320	-0,04460	-0,06050	-0,04398	-0,02286	-0,00794	-0,00062	0,00132	0,00070	0,00000
5,8	0,29461	0,04759	-0,04777	-0,05963	-0,04086	-0,01959	-0,00567	0,00051	0,00168	0,00075	0,00000
6	0,29461	0,04215	-0,05054	-0,05845	-0,03771	-0,01656	-0,00374	0,00135	0,00188	0,00075	0,00000
6,2	0,29462	0,03690	-0,05293	-0,05701	-0,03459	-0,01379	-0,00213	0,00193	0,00195	0,00071	0,00000
6,4	0,29462	0,03183	-0,05498	-0,05535	-0,03152	-0,01127	-0,00081	0,00231	0,00191	0,00065	0,00000
6,6	0,29462	0,02693	-0,05671	-0,05350	-0,02853	-0,00900	0,00024	0,00251	0,00179	0,00056	0,00000
6,8	0,29463	0,02221	-0,05812	-0,05149	-0,02564	-0,00698	0,00106	0,00257	0,00162	0,00047	0,00000
7	0,29463	0,01765	-0,05925	-0,04935	-0,02288	-0,00521	0,00168	0,00252	0,00143	0,00038	0,00000
7,2	0,29463	0,01325	-0,06010	-0,04713	-0,02025	-0,00366	0,00212	0,00240	0,00122	0,00030	0,00000
7,4	0,29463	0,00902	-0,06071	-0,04483	-0,01777	-0,00232	0,00241	0,00222	0,00101	0,00022	0,00000
7,6	0,29463	0,00495	-0,06108	-0,04249	-0,01545	-0,00118	0,00257	0,00200	0,00080	0,00015	0,00000
7,8	0,29463	0,00103	-0,06124	-0,04013	-0,01329	-0,00023	0,00264	0,00177	0,00062	0,00009	0,00000
8,0	0,29463	-0,00273	-0,06120	-0,03776	-0,01129	0,00055	0,00262	0,00153	0,00046	0,00004	0,00000

Tabel B2.6. Valorile funcției $cQ_{x4}(\xi, \lambda)$

$\xi \backslash \lambda$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,4	0,09380	0,08437	0,07495	0,06554	0,05613	0,04674	0,03736	0,02800	0,01865	0,00932	0,00000
0,6	0,20685	0,18565	0,16449	0,14342	0,12246	0,10164	0,08097	0,06047	0,04014	0,01998	0,00000
0,8	0,34982	0,31215	0,27472	0,23774	0,20136	0,16569	0,13080	0,09677	0,06362	0,03136	0,00000
1	0,49999	0,44121	0,38324	0,32673	0,27218	0,21995	0,17030	0,12341	0,07936	0,03822	0,00000
1,2	0,63682	0,55232	0,46979	0,39077	0,31643	0,24760	0,18485	0,12856	0,07893	0,03606	0,00000
1,4	0,75553	0,64073	0,52977	0,42560	0,33035	0,24550	0,17202	0,11048	0,06122	0,02438	0,00000
1,6	0,86470	0,71505	0,57189	0,44005	0,32281	0,22233	0,13990	0,07621	0,03161	0,00619	0,00000
1,8	0,97473	0,78568	0,60669	0,44484	0,30465	0,18877	0,09855	0,03453	-0,00320	-0,01469	0,00000
2	1,09126	0,85834	0,64013	0,44639	0,28278	0,15205	0,05513	-0,00809	-0,03807	-0,03529	0,00000
2,2	1,21519	0,93399	0,67351	0,44665	0,25994	0,11565	0,01356	-0,04770	-0,06969	-0,05360	0,00000
2,4	1,34464	1,01081	0,70544	0,44498	0,23643	0,08079	-0,02424	-0,08211	-0,09606	-0,06833	0,00000
2,6	1,47682	1,08611	0,73361	0,43981	0,21160	0,04765	-0,05744	-0,11014	-0,11600	-0,07872	0,00000
2,8	1,60914	1,15737	0,75590	0,42966	0,18468	0,01612	-0,08575	-0,13130	-0,12905	-0,08446	0,00000
3	1,73977	1,22283	0,77088	0,41362	0,15525	-0,01393	-0,10917	-0,14564	-0,13530	-0,08565	0,00000
3,2	1,86776	1,28163	0,77798	0,39148	0,12333	-0,04249	-0,12790	-0,15360	-0,13535	-0,08275	0,00000
3,4	1,99293	1,33365	0,77733	0,36362	0,08934	-0,06939	-0,14225	-0,15595	-0,13015	-0,07651	0,00000
3,6	2,11559	1,37925	0,76955	0,33087	0,05399	-0,09437	-0,15256	-0,15358	-0,12084	-0,06779	0,00000
3,8	2,23630	1,41909	0,75551	0,29424	0,01813	-0,11711	-0,15922	-0,14748	-0,10864	-0,05750	0,00000
4	2,35566	1,45382	0,73613	0,25481	-0,01736	-0,13726	-0,16258	-0,13857	-0,09468	-0,04650	0,00000
4,2	2,47418	1,48406	0,71229	0,21358	-0,05169	-0,15454	-0,16297	-0,12767	-0,07996	-0,03551	0,00000
4,4	2,59225	1,51029	0,68471	0,17143	-0,08414	-0,16873	-0,16072	-0,11550	-0,06529	-0,02513	0,00000
4,6	2,71014	1,53284	0,65402	0,12912	-0,11417	-0,17969	-0,15612	-0,10264	-0,05131	-0,01577	0,00000
4,8	2,82797	1,55195	0,62072	0,08726	-0,14136	-0,18739	-0,14950	-0,08956	-0,03845	-0,00771	0,00000
5	2,94582	1,56779	0,58521	0,04633	-0,16543	-0,19188	-0,14116	-0,07665	-0,02701	-0,00109	0,00000
5,2	3,06371	1,58047	0,54785	0,00674	-0,18622	-0,19332	-0,13142	-0,06420	-0,01713	0,00408	0,00000
5,4	3,18162	1,59008	0,50894	-0,03121	-0,20367	-0,19192	-0,12061	-0,05242	-0,00885	0,00786	0,00000
5,6	3,29954	1,59669	0,46877	-0,06727	-0,21780	-0,18797	-0,10904	-0,04149	-0,00214	0,01037	0,00000
5,8	3,41747	1,60040	0,42760	-0,10124	-0,22871	-0,18179	-0,09704	-0,03151	0,00311	0,01179	0,00000
6	3,53539	1,60128	0,38568	-0,13297	-0,23653	-0,17371	-0,08488	-0,02257	0,00704	0,01230	0,00000
6,2	3,65329	1,59943	0,34325	-0,16235	-0,24145	-0,16407	-0,07285	-0,01470	0,00980	0,01209	0,00000
6,4	3,77118	1,59494	0,30055	-0,18928	-0,24366	-0,15323	-0,06118	-0,00792	0,01156	0,01135	0,00000
6,6	3,88906	1,58791	0,25778	-0,21372	-0,24339	-0,14151	-0,05006	-0,00219	0,01249	0,01025	0,00000
6,8	4,00692	1,57844	0,21515	-0,23564	-0,24088	-0,12921	-0,03966	0,00251	0,01275	0,00893	0,00000
7	4,12478	1,56662	0,17287	-0,25503	-0,23636	-0,11660	-0,03010	0,00624	0,01249	0,00752	0,00000
7,2	4,24264	1,55256	0,13109	-0,27191	-0,23006	-0,10393	-0,02145	0,00909	0,01184	0,00611	0,00000
7,4	4,36049	1,53635	0,09000	-0,28631	-0,22224	-0,09141	-0,01378	0,01113	0,01091	0,00476	0,00000
7,6	4,47834	1,51807	0,04973	-0,29830	-0,21310	-0,07922	-0,00709	0,01247	0,00980	0,00354	0,00000
7,8	4,59619	1,49784	0,01043	-0,30795	-0,20289	-0,06751	-0,00138	0,01318	0,00860	0,00247	0,00000
8,0	4,71404	1,47573	-0,02779	-0,31534	-0,19181	-0,05641	0,00339	0,01338	0,00737	0,00156	0,00000

B.3. Calculul stării de eforturi în plăcile curbe cilindrice acționate de componenta liniară pe grosime ΔT_0 a variației de temperatură

- Placa cilindrică articulată pe conturul superior și liberă pe conturul inferior



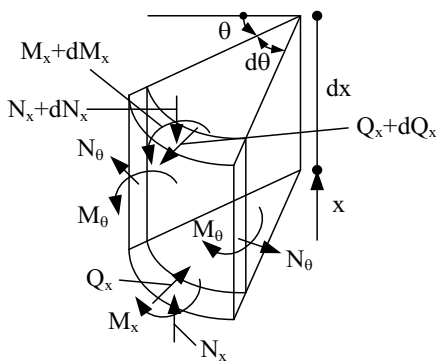
$$N_x(\xi, \lambda) = 0$$

$$N_\theta(\xi, \lambda) = E \cdot h \cdot \alpha_t \cdot \Delta T_0 \cdot cN_{\theta 5}(\xi, \lambda)$$

$$M_x(\xi, \lambda) = E \cdot h^2 \cdot \alpha_t \cdot \Delta T_0 \cdot cM_{x5}(\xi, \lambda)$$

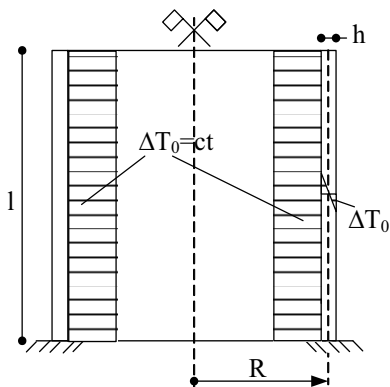
$$M_\theta(\xi, \lambda) = E \cdot h^2 \cdot \alpha_t \cdot \Delta T_0 \cdot \left(\mu \cdot cM_{x5}(\xi, \lambda) - \frac{1}{6} \right)$$

$$Q_x(\xi, \lambda) = E \cdot \frac{h^2}{l} \cdot \alpha_t \cdot \Delta T_0 \cdot cQ_{x5}(\xi, \lambda)$$



Convenția de semne pozitivă pentru starea de eforturi

- Placa cilindrică încastrată pe conturul superior și liberă pe conturul inferior



$$N_x(\xi, \lambda) = 0$$

$$N_\theta(\xi, \lambda) = E \cdot h \cdot \alpha_t \cdot \Delta T_0 \cdot cN_{\theta 6}(\xi, \lambda)$$

$$M_x(\xi, \lambda) = E \cdot h^2 \cdot \alpha_t \cdot \Delta T_0 \cdot cM_{x6}(\xi, \lambda)$$

$$M_\theta(\xi, \lambda) = E \cdot h^2 \cdot \alpha_t \cdot \Delta T_0 \cdot \left(\mu \cdot cM_{x6}(\xi, \lambda) - \frac{1}{6} \right)$$

$$Q_x(\xi, \lambda) = E \cdot \frac{h^2}{l} \cdot \alpha_t \cdot \Delta T_0 \cdot cQ_{x6}(\xi, \lambda)$$

Tabel B3.1. Valorile funcției $cN_{05}(\xi, \lambda)$

$\lambda \backslash \xi$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,4	0,00000	-0,00735	-0,01244	-0,01527	-0,01583	-0,01414	-0,01018	-0,00396	0,00452	0,01527	0,02827
0,6	0,00000	-0,01651	-0,02794	-0,03429	-0,03556	-0,03175	-0,02286	-0,00889	0,01015	0,03429	0,06352
0,8	0,00000	-0,02923	-0,04945	-0,06066	-0,06290	-0,05616	-0,04045	-0,01576	0,01795	0,06067	0,11244
1	0,00000	-0,04528	-0,07652	-0,09383	-0,09727	-0,08686	-0,06260	-0,02444	0,02769	0,09387	0,17415
1,2	0,00000	-0,06418	-0,10832	-0,13269	-0,13749	-0,12280	-0,08859	-0,03472	0,03900	0,13280	0,24687
1,4	0,00000	-0,08516	-0,14341	-0,17541	-0,18163	-0,16226	-0,11725	-0,04625	0,05120	0,17567	0,32762
1,6	0,00000	-0,10715	-0,17980	-0,21940	-0,22693	-0,20282	-0,14692	-0,05854	0,06336	0,21995	0,41225
1,8	0,00000	-0,12880	-0,21505	-0,26151	-0,27006	-0,24152	-0,17558	-0,07096	0,07433	0,26256	0,49565
2	0,00000	-0,14876	-0,24667	-0,29851	-0,30759	-0,27530	-0,20113	-0,08287	0,08297	0,30032	0,57255
2,2	0,00000	-0,16588	-0,27253	-0,32768	-0,33661	-0,30159	-0,22182	-0,09372	0,08828	0,33053	0,63849
2,4	0,00000	-0,17945	-0,29133	-0,34732	-0,35534	-0,31880	-0,23651	-0,10314	0,08968	0,35152	0,69064
2,6	0,00000	-0,18927	-0,30276	-0,35705	-0,36335	-0,32652	-0,24490	-0,11098	0,08705	0,36283	0,72818
2,8	0,00000	-0,19567	-0,30739	-0,35759	-0,36142	-0,32541	-0,24738	-0,11730	0,08070	0,36512	0,75211
3	0,00000	-0,19926	-0,30637	-0,35048	-0,35117	-0,31687	-0,24486	-0,12231	0,07122	0,35980	0,76464
3,2	0,00000	-0,20080	-0,30113	-0,33757	-0,33456	-0,30261	-0,23843	-0,12626	0,05935	0,34860	0,76850
3,4	0,00000	-0,20104	-0,29305	-0,32070	-0,31354	-0,28432	-0,22920	-0,12937	0,04580	0,33324	0,76638
3,6	0,00000	-0,20060	-0,28334	-0,30145	-0,28984	-0,26350	-0,21811	-0,13187	0,03123	0,31520	0,76058
3,8	0,00000	-0,19998	-0,27294	-0,28109	-0,26480	-0,24133	-0,20592	-0,13388	0,01616	0,29565	0,75290
4	0,00000	-0,19951	-0,26250	-0,26056	-0,23948	-0,21871	-0,19319	-0,13549	0,00100	0,27546	0,74460
4,2	0,00000	-0,19941	-0,25249	-0,24049	-0,21459	-0,19631	-0,18031	-0,13675	-0,01393	0,25524	0,73654
4,4	0,00000	-0,19978	-0,24314	-0,22130	-0,19063	-0,17456	-0,16755	-0,13766	-0,02840	0,23538	0,72922
4,6	0,00000	-0,20064	-0,23457	-0,20322	-0,16793	-0,15377	-0,15509	-0,13821	-0,04225	0,21611	0,72289
4,8	0,00000	-0,20197	-0,22680	-0,18637	-0,14668	-0,13414	-0,14304	-0,13840	-0,05535	0,19758	0,71765
5	0,00000	-0,20370	-0,21977	-0,17077	-0,12698	-0,11579	-0,13147	-0,13819	-0,06764	0,17985	0,71347
5,2	0,00000	-0,20575	-0,21340	-0,15638	-0,10886	-0,09879	-0,12042	-0,13757	-0,07904	0,16292	0,71027
5,4	0,00000	-0,20802	-0,20756	-0,14315	-0,09233	-0,08316	-0,10991	-0,13652	-0,08954	0,14679	0,70793
5,6	0,00000	-0,21042	-0,20214	-0,13099	-0,07736	-0,06892	-0,09997	-0,13504	-0,09909	0,13143	0,70631
5,8	0,00000	-0,21286	-0,19703	-0,11981	-0,06388	-0,05605	-0,09058	-0,13312	-0,10771	0,11679	0,70528
6	0,00000	-0,21525	-0,19211	-0,10951	-0,05184	-0,04452	-0,08175	-0,13076	-0,11539	0,10284	0,70471
6,2	0,00000	-0,21753	-0,18731	-0,10001	-0,04115	-0,03428	-0,07347	-0,12799	-0,12214	0,08953	0,70448
6,4	0,00000	-0,21965	-0,18254	-0,09123	-0,03175	-0,02527	-0,06572	-0,12481	-0,12800	0,07683	0,70450
6,6	0,00000	-0,22157	-0,17775	-0,08309	-0,02354	-0,01744	-0,05851	-0,12126	-0,13298	0,06469	0,70468
6,8	0,00000	-0,22325	-0,17289	-0,07553	-0,01643	-0,01070	-0,05181	-0,11736	-0,13713	0,05308	0,70496
7	0,00000	-0,22467	-0,16794	-0,06850	-0,01034	-0,00499	-0,04560	-0,11316	-0,14049	0,04196	0,70529
7,2	0,00000	-0,22583	-0,16289	-0,06193	-0,00517	-0,00022	-0,03987	-0,10868	-0,14310	0,03131	0,70563
7,4	0,00000	-0,22672	-0,15772	-0,05579	-0,00083	0,00370	-0,03459	-0,10399	-0,14500	0,02111	0,70595
7,6	0,00000	-0,22735	-0,15245	-0,05006	0,00275	0,00684	-0,02975	-0,09911	-0,14626	0,01133	0,70624
7,8	0,00000	-0,22773	-0,14708	-0,04469	0,00566	0,00929	-0,02532	-0,09409	-0,14691	0,00195	0,70650
8,0	0,00000	-0,22787	-0,14163	-0,03966	0,00798	0,01113	-0,02129	-0,08897	-0,14701	-0,00704	0,70671

Tabel B3.2. Valorile funcției $cM_{x5}(\xi, \lambda)$

$\xi \backslash \lambda$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,4	0,00000	-0,00004	-0,00008	-0,00010	-0,00012	-0,00011	-0,00009	-0,00007	-0,00004	-0,00001	0,00000
0,6	0,00000	-0,00022	-0,00040	-0,00053	-0,00058	-0,00056	-0,00047	-0,00034	-0,00019	-0,00006	0,00000
0,8	0,00000	-0,00069	-0,00127	-0,00166	-0,00183	-0,00177	-0,00149	-0,00107	-0,00059	-0,00018	0,00000
1	0,00000	-0,00166	-0,00306	-0,00402	-0,00442	-0,00427	-0,00361	-0,00258	-0,00142	-0,00043	0,00000
1,2	0,00000	-0,00338	-0,00623	-0,00818	-0,00901	-0,00870	-0,00735	-0,00526	-0,00290	-0,00088	0,00000
1,4	0,00000	-0,00609	-0,01122	-0,01473	-0,01623	-0,01566	-0,01324	-0,00949	-0,00523	-0,00159	0,00000
1,6	0,00000	-0,00997	-0,01836	-0,02408	-0,02654	-0,02561	-0,02166	-0,01553	-0,00857	-0,00260	0,00000
1,8	0,00000	-0,01507	-0,02775	-0,03639	-0,04009	-0,03870	-0,03275	-0,02352	-0,01299	-0,00395	0,00000
2	0,00000	-0,02131	-0,03920	-0,05138	-0,05660	-0,05466	-0,04631	-0,03330	-0,01843	-0,00562	0,00000
2,2	0,00000	-0,02842	-0,05225	-0,06843	-0,07537	-0,07282	-0,06177	-0,04451	-0,02470	-0,00756	0,00000
2,4	0,00000	-0,03605	-0,06620	-0,08662	-0,09538	-0,09221	-0,07835	-0,05661	-0,03153	-0,00969	0,00000
2,6	0,00000	-0,04380	-0,08031	-0,10496	-0,11554	-0,11179	-0,09518	-0,06899	-0,03859	-0,01192	0,00000
2,8	0,00000	-0,05132	-0,09393	-0,12257	-0,13486	-0,13061	-0,11149	-0,08114	-0,04563	-0,01418	0,00000
3	0,00000	-0,05836	-0,10656	-0,13879	-0,15262	-0,14798	-0,12670	-0,09266	-0,05244	-0,01642	0,00000
3,2	0,00000	-0,06478	-0,11794	-0,15325	-0,16839	-0,16348	-0,14047	-0,10332	-0,05891	-0,01861	0,00000
3,4	0,00000	-0,07052	-0,12796	-0,16580	-0,18199	-0,17694	-0,15266	-0,11302	-0,06500	-0,02073	0,00000
3,6	0,00000	-0,07561	-0,13666	-0,17646	-0,19343	-0,18836	-0,16327	-0,12179	-0,07072	-0,02281	0,00000
3,8	0,00000	-0,08013	-0,14415	-0,18539	-0,20287	-0,19787	-0,17242	-0,12969	-0,07612	-0,02485	0,00000
4	0,00000	-0,08417	-0,15059	-0,19276	-0,21051	-0,20566	-0,18023	-0,13682	-0,08126	-0,02687	0,00000
4,2	0,00000	-0,08781	-0,15616	-0,19880	-0,21656	-0,21194	-0,18688	-0,14330	-0,08619	-0,02891	0,00000
4,4	0,00000	-0,09116	-0,16101	-0,20372	-0,22126	-0,21689	-0,19251	-0,14922	-0,09098	-0,03096	0,00000
4,6	0,00000	-0,09430	-0,16530	-0,20771	-0,22479	-0,22071	-0,19728	-0,15468	-0,09566	-0,03306	0,00000
4,8	0,00000	-0,09729	-0,16915	-0,21092	-0,22736	-0,22356	-0,20129	-0,15974	-0,10027	-0,03520	0,00000
5	0,00000	-0,10020	-0,17266	-0,21351	-0,22912	-0,22559	-0,20467	-0,16447	-0,10483	-0,03740	0,00000
5,2	0,00000	-0,10305	-0,17591	-0,21559	-0,23019	-0,22693	-0,20749	-0,16890	-0,10936	-0,03966	0,00000
5,4	0,00000	-0,10589	-0,17897	-0,21726	-0,23072	-0,22769	-0,20984	-0,17307	-0,11387	-0,04198	0,00000
5,6	0,00000	-0,10873	-0,18188	-0,21859	-0,23078	-0,22796	-0,21177	-0,17702	-0,11836	-0,04436	0,00000
5,8	0,00000	-0,11158	-0,18467	-0,21965	-0,23048	-0,22783	-0,21335	-0,18074	-0,12282	-0,04680	0,00000
6	0,00000	-0,11445	-0,18736	-0,22049	-0,22989	-0,22738	-0,21461	-0,18426	-0,12725	-0,04930	0,00000
6,2	0,00000	-0,11734	-0,18997	-0,22114	-0,22907	-0,22666	-0,21561	-0,18758	-0,13163	-0,05184	0,00000
6,4	0,00000	-0,12024	-0,19248	-0,22164	-0,22807	-0,22575	-0,21637	-0,19071	-0,13596	-0,05442	0,00000
6,6	0,00000	-0,12314	-0,19491	-0,22201	-0,22695	-0,22469	-0,21693	-0,19364	-0,14022	-0,05704	0,00000
6,8	0,00000	-0,12604	-0,19726	-0,22227	-0,22575	-0,22353	-0,21732	-0,19638	-0,14440	-0,05969	0,00000
7	0,00000	-0,12893	-0,19951	-0,22243	-0,22450	-0,22231	-0,21756	-0,19894	-0,14848	-0,06236	0,00000
7,2	0,00000	-0,13179	-0,20165	-0,22251	-0,22323	-0,22105	-0,21766	-0,20130	-0,15247	-0,06505	0,00000
7,4	0,00000	-0,13463	-0,20370	-0,22251	-0,22197	-0,21979	-0,21766	-0,20348	-0,15633	-0,06775	0,00000
7,6	0,00000	-0,13742	-0,20563	-0,22245	-0,22072	-0,21855	-0,21757	-0,20547	-0,16008	-0,07046	0,00000
7,8	0,00000	-0,14018	-0,20746	-0,22233	-0,21952	-0,21735	-0,21740	-0,20728	-0,16370	-0,07317	0,00000
8,0	0,00000	-0,14289	-0,20916	-0,22215	-0,21837	-0,21621	-0,21716	-0,20891	-0,16718	-0,07588	0,00000

Tabel B3.3. Valorile funcției $c_{Q_{x5}}(\xi, \lambda)$

$\lambda \backslash \xi$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,4	0,00044	0,00041	0,00031	0,00018	0,00003	-0,00011	-0,00023	-0,00030	-0,00029	-0,00020	0,00000
0,6	0,00225	0,00206	0,00158	0,00091	0,00016	-0,00056	-0,00115	-0,00150	-0,00149	-0,00103	0,00000
0,8	0,00706	0,00648	0,00497	0,00287	0,00051	-0,00176	-0,00361	-0,00470	-0,00469	-0,00324	0,00000
1	0,01708	0,01567	0,01202	0,00693	0,00123	-0,00426	-0,00873	-0,01137	-0,01134	-0,00783	0,00000
1,2	0,03480	0,03193	0,02447	0,01411	0,00251	-0,00867	-0,01778	-0,02315	-0,02311	-0,01596	0,00000
1,4	0,06268	0,05750	0,04405	0,02539	0,00452	-0,01558	-0,03197	-0,04166	-0,04164	-0,02880	0,00000
1,6	0,10259	0,09406	0,07199	0,04148	0,00741	-0,02540	-0,05218	-0,06809	-0,06816	-0,04723	0,00000
1,8	0,15515	0,14216	0,10868	0,06257	0,01123	-0,03819	-0,07861	-0,10277	-0,10311	-0,07165	0,00000
2	0,21943	0,20084	0,15330	0,08818	0,01593	-0,05357	-0,11056	-0,14493	-0,14589	-0,10177	0,00000
2,2	0,29284	0,26767	0,20385	0,11711	0,02133	-0,07072	-0,14646	-0,19266	-0,19479	-0,13658	0,00000
2,4	0,37170	0,33915	0,25752	0,14769	0,02716	-0,08850	-0,18409	-0,24328	-0,24738	-0,17459	0,00000
2,6	0,45199	0,41146	0,31125	0,17809	0,03314	-0,10568	-0,22107	-0,29386	-0,30098	-0,21418	0,00000
2,8	0,53017	0,48124	0,36228	0,20666	0,03898	-0,12119	-0,25526	-0,34177	-0,35319	-0,25389	0,00000
3	0,60367	0,54602	0,40858	0,23214	0,04444	-0,13421	-0,28504	-0,38504	-0,40225	-0,29268	0,00000
3,2	0,67106	0,60436	0,44889	0,25372	0,04935	-0,14430	-0,30944	-0,42245	-0,44707	-0,32996	0,00000
3,4	0,73191	0,65576	0,48270	0,27102	0,05356	-0,15126	-0,32802	-0,45345	-0,48721	-0,36554	0,00000
3,6	0,78650	0,70040	0,51000	0,28394	0,05698	-0,15516	-0,34077	-0,47801	-0,52269	-0,39953	0,00000
3,8	0,83560	0,73889	0,53115	0,29259	0,05952	-0,15622	-0,34797	-0,49641	-0,55378	-0,43218	0,00000
4	0,88019	0,77204	0,54668	0,29719	0,06110	-0,15473	-0,35004	-0,50910	-0,58091	-0,46384	0,00000
4,2	0,92129	0,80073	0,55716	0,29802	0,06168	-0,15103	-0,34749	-0,51658	-0,60450	-0,49484	0,00000
4,4	0,95989	0,82578	0,56319	0,29537	0,06121	-0,14549	-0,34084	-0,51939	-0,62499	-0,52546	0,00000
4,6	0,99685	0,84794	0,56532	0,28954	0,05967	-0,13845	-0,33062	-0,51802	-0,64274	-0,55596	0,00000
4,8	1,03290	0,86784	0,56404	0,28083	0,05706	-0,13021	-0,31732	-0,51294	-0,65806	-0,58651	0,00000
5	1,06861	0,88600	0,55979	0,26956	0,05340	-0,12109	-0,30143	-0,50457	-0,67118	-0,61722	0,00000
5,2	1,10443	0,90281	0,55297	0,25604	0,04877	-0,11134	-0,28340	-0,49333	-0,68229	-0,64815	0,00000
5,4	1,14067	0,91856	0,54392	0,24058	0,04326	-0,10120	-0,26367	-0,47956	-0,69155	-0,67933	0,00000
5,6	1,17752	0,93347	0,53295	0,22351	0,03698	-0,09087	-0,24264	-0,46362	-0,69905	-0,71072	0,00000
5,8	1,21510	0,94765	0,52032	0,20516	0,03007	-0,08054	-0,22072	-0,44584	-0,70487	-0,74228	0,00000
6	1,25344	0,96118	0,50628	0,18584	0,02268	-0,07036	-0,19827	-0,42652	-0,70908	-0,77392	0,00000
6,2	1,29253	0,97408	0,49105	0,16587	0,01499	-0,06046	-0,17562	-0,40596	-0,71171	-0,80555	0,00000
6,4	1,33230	0,98636	0,47482	0,14556	0,00714	-0,05097	-0,15310	-0,38442	-0,71281	-0,83706	0,00000
6,6	1,37267	0,99797	0,45776	0,12517	-0,00068	-0,04196	-0,13099	-0,36217	-0,71240	-0,86835	0,00000
6,8	1,41355	1,00888	0,44002	0,10498	-0,00835	-0,03353	-0,10954	-0,33943	-0,71050	-0,89930	0,00000
7	1,45484	1,01903	0,42175	0,08520	-0,01571	-0,02571	-0,08897	-0,31641	-0,70713	-0,92982	0,00000
7,2	1,49645	1,02836	0,40305	0,06604	-0,02265	-0,01855	-0,06946	-0,29332	-0,70234	-0,95980	0,00000
7,4	1,53828	1,03684	0,38403	0,04767	-0,02906	-0,01209	-0,05116	-0,27032	-0,69615	-0,98916	0,00000
7,6	1,58027	1,04441	0,36479	0,03022	-0,03486	-0,00631	-0,03419	-0,24757	-0,68859	-1,01781	0,00000
7,8	1,62234	1,05104	0,34539	0,01380	-0,04000	-0,00124	-0,01862	-0,22520	-0,67972	-1,04569	0,00000
8,0	1,66445	1,05670	0,32592	-0,00150	-0,04442	0,00316	-0,00452	-0,20332	-0,66956	-1,07273	0,00000

Tabel B3.4. Valorile funcției $cN_{06}(\xi, \lambda)$

$\xi \backslash \lambda$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,4	0,00000	0,00112	0,00447	0,01007	0,01791	0,02800	0,04035	0,05495	0,07181	0,09093	0,11231
0,6	0,00000	0,00239	0,00961	0,02168	0,03865	0,06056	0,08745	0,11935	0,15630	0,19831	0,24541
0,8	0,00000	0,00374	0,01512	0,03435	0,06164	0,09721	0,14124	0,19392	0,25540	0,32582	0,40525
1	0,00000	0,00453	0,01858	0,04285	0,07804	0,12482	0,18383	0,25565	0,34081	0,43972	0,55266
1,2	0,00000	0,00419	0,01785	0,04262	0,08010	0,13186	0,19943	0,28419	0,38738	0,50997	0,65265
1,4	0,00000	0,00268	0,01270	0,03306	0,06671	0,11658	0,18546	0,27598	0,39047	0,53082	0,69833
1,6	0,00000	0,00036	0,00451	0,01707	0,04262	0,08572	0,15078	0,24201	0,36318	0,51743	0,70693
1,8	0,00000	-0,00229	-0,00496	-0,00172	0,01372	0,04768	0,10639	0,19586	0,32165	0,48845	0,69959
2	0,00000	-0,00488	-0,01434	-0,02054	-0,01556	0,00862	0,06013	0,14699	0,27682	0,45622	0,69001
2,2	0,00000	-0,00718	-0,02273	-0,03759	-0,04248	-0,02781	0,01641	0,10036	0,23402	0,42635	0,68402
2,4	0,00000	-0,00901	-0,02955	-0,05178	-0,06546	-0,05965	-0,02263	0,05808	0,19513	0,40031	0,68264
2,6	0,00000	-0,01027	-0,03447	-0,06250	-0,08360	-0,08589	-0,05602	0,02083	0,16036	0,37770	0,68480
2,8	0,00000	-0,01092	-0,03736	-0,06949	-0,09657	-0,10615	-0,08349	-0,01138	0,12927	0,35752	0,68891
3	0,00000	-0,01098	-0,03824	-0,07280	-0,10441	-0,12051	-0,10519	-0,03884	0,10130	0,33883	0,69356
3,2	0,00000	-0,01052	-0,03732	-0,07275	-0,10755	-0,12938	-0,12152	-0,06199	0,07591	0,32091	0,69783
3,4	0,00000	-0,00962	-0,03491	-0,06988	-0,10662	-0,13345	-0,13307	-0,08131	0,05268	0,30333	0,70126
3,6	0,00000	-0,00841	-0,03137	-0,06481	-0,10242	-0,13349	-0,14052	-0,09729	0,03130	0,28592	0,70372
3,8	0,00000	-0,00701	-0,02710	-0,05819	-0,09576	-0,13035	-0,14455	-0,11037	0,01157	0,26863	0,70534
4	0,00000	-0,00553	-0,02247	-0,05065	-0,08743	-0,12479	-0,14578	-0,12094	-0,00667	0,25151	0,70630
4,2	0,00000	-0,00406	-0,01777	-0,04273	-0,07810	-0,11751	-0,14478	-0,12934	-0,02351	0,23464	0,70680
4,4	0,00000	-0,00270	-0,01328	-0,03487	-0,06836	-0,10910	-0,14201	-0,13584	-0,03903	0,21809	0,70703
4,6	0,00000	-0,00149	-0,00916	-0,02740	-0,05865	-0,10002	-0,13785	-0,14065	-0,05328	0,20191	0,70710
4,8	0,00000	-0,00046	-0,00555	-0,02057	-0,04930	-0,09065	-0,13263	-0,14397	-0,06630	0,18616	0,70710
5	0,00000	0,00036	-0,00251	-0,01452	-0,04054	-0,08127	-0,12660	-0,14595	-0,07815	0,17085	0,70709
5,2	0,00000	0,00099	-0,00006	-0,00932	-0,03254	-0,07208	-0,11996	-0,14673	-0,08886	0,15600	0,70707
5,4	0,00000	0,00142	0,00181	-0,00499	-0,02537	-0,06324	-0,11290	-0,14644	-0,09847	0,14162	0,70706
5,6	0,00000	0,00168	0,00316	-0,00150	-0,01906	-0,05486	-0,10555	-0,14520	-0,10705	0,12768	0,70706
5,8	0,00000	0,00180	0,00403	0,00122	-0,01360	-0,04702	-0,09805	-0,14311	-0,11464	0,11421	0,70707
6	0,00000	0,00179	0,00451	0,00323	-0,00897	-0,03975	-0,09051	-0,14029	-0,12128	0,10117	0,70707
6,2	0,00000	0,00170	0,00467	0,00464	-0,00510	-0,03309	-0,08301	-0,13684	-0,12704	0,08857	0,70708
6,4	0,00000	0,00155	0,00458	0,00554	-0,00194	-0,02704	-0,07564	-0,13284	-0,13196	0,07640	0,70709
6,6	0,00000	0,00135	0,00430	0,00602	0,00058	-0,02160	-0,06846	-0,12839	-0,13610	0,06464	0,70710
6,8	0,00000	0,00114	0,00390	0,00616	0,00255	-0,01676	-0,06154	-0,12357	-0,13949	0,05330	0,70710
7	0,00000	0,00092	0,00342	0,00605	0,00403	-0,01249	-0,05490	-0,11845	-0,14219	0,04236	0,70710
7,2	0,00000	0,00071	0,00292	0,00575	0,00508	-0,00877	-0,04860	-0,11311	-0,14425	0,03181	0,70711
7,4	0,00000	0,00052	0,00241	0,00532	0,00578	-0,00557	-0,04265	-0,10760	-0,14571	0,02165	0,70711
7,6	0,00000	0,00035	0,00193	0,00480	0,00618	-0,00284	-0,03708	-0,10199	-0,14660	0,01188	0,70711
7,8	0,00000	0,00021	0,00149	0,00425	0,00633	-0,00055	-0,03189	-0,09631	-0,14698	0,00247	0,70711
8,0	0,00000	0,00010	0,00110	0,00368	0,00629	0,00133	-0,02709	-0,09063	-0,14687	-0,00656	0,70711

Tabel B3.5. Valorile funcției $cM_{x6}(\xi, \lambda)$

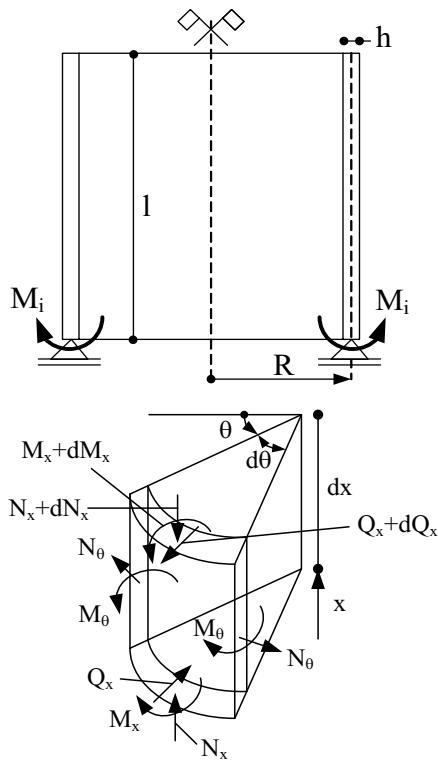
$\xi \backslash \lambda$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,4	-0,00264	-0,00229	-0,00194	-0,00159	-0,00126	-0,00094	-0,00064	-0,00039	-0,00018	-0,00005	0,00000
0,6	-0,01295	-0,01123	-0,00951	-0,00781	-0,00616	-0,00459	-0,00316	-0,00191	-0,00091	-0,00024	0,00000
0,8	-0,03761	-0,03262	-0,02764	-0,02272	-0,01794	-0,01339	-0,00921	-0,00557	-0,00266	-0,00071	0,00000
1	-0,07837	-0,06803	-0,05772	-0,04753	-0,03759	-0,02812	-0,01939	-0,01175	-0,00563	-0,00151	0,00000
1,2	-0,12816	-0,11144	-0,09475	-0,07823	-0,06208	-0,04662	-0,03229	-0,01966	-0,00946	-0,00256	0,00000
1,4	-0,17561	-0,15311	-0,13065	-0,10834	-0,08643	-0,06530	-0,04554	-0,02794	-0,01355	-0,00370	0,00000
1,6	-0,21305	-0,18651	-0,15997	-0,13351	-0,10733	-0,08181	-0,05761	-0,03572	-0,01752	-0,00483	0,00000
1,8	-0,23864	-0,21009	-0,18150	-0,15282	-0,12413	-0,09573	-0,06828	-0,04291	-0,02134	-0,00597	0,00000
2	-0,25386	-0,22518	-0,19637	-0,16722	-0,13762	-0,10769	-0,07801	-0,04982	-0,02518	-0,00716	0,00000
2,2	-0,26114	-0,23382	-0,20629	-0,17810	-0,14887	-0,11847	-0,08735	-0,05679	-0,02921	-0,00845	0,00000
2,4	-0,26267	-0,23787	-0,21273	-0,18658	-0,15870	-0,12866	-0,09668	-0,06405	-0,03355	-0,00987	0,00000
2,6	-0,26025	-0,23874	-0,21678	-0,19343	-0,16762	-0,13854	-0,10614	-0,07167	-0,03823	-0,01144	0,00000
2,8	-0,25529	-0,23752	-0,21919	-0,19910	-0,17583	-0,14816	-0,11571	-0,07960	-0,04322	-0,01315	0,00000
3	-0,24891	-0,23501	-0,22046	-0,20384	-0,18338	-0,15745	-0,12526	-0,08772	-0,04845	-0,01498	0,00000
3,2	-0,24197	-0,23181	-0,22094	-0,20778	-0,19023	-0,16625	-0,13461	-0,09590	-0,05384	-0,01691	0,00000
3,4	-0,23508	-0,22835	-0,22088	-0,21098	-0,19630	-0,17442	-0,14360	-0,10400	-0,05933	-0,01891	0,00000
3,6	-0,22869	-0,22493	-0,22044	-0,21349	-0,20156	-0,18184	-0,15209	-0,11191	-0,06485	-0,02099	0,00000
3,8	-0,22305	-0,22174	-0,21974	-0,21536	-0,20597	-0,18846	-0,15999	-0,11957	-0,07037	-0,02311	0,00000
4	-0,21830	-0,21889	-0,21887	-0,21664	-0,20956	-0,19424	-0,16727	-0,12691	-0,07585	-0,02529	0,00000
4,2	-0,21446	-0,21642	-0,21789	-0,21740	-0,21238	-0,19921	-0,17392	-0,13394	-0,08129	-0,02752	0,00000
4,4	-0,21148	-0,21435	-0,21685	-0,21772	-0,21450	-0,20341	-0,17994	-0,14063	-0,08667	-0,02979	0,00000
4,6	-0,20927	-0,21266	-0,21579	-0,21767	-0,21600	-0,20690	-0,18536	-0,14699	-0,09200	-0,03210	0,00000
4,8	-0,20773	-0,21130	-0,21475	-0,21733	-0,21697	-0,20976	-0,19023	-0,15302	-0,09726	-0,03446	0,00000
5	-0,20674	-0,21024	-0,21375	-0,21678	-0,21750	-0,21205	-0,19457	-0,15873	-0,10245	-0,03686	0,00000
5,2	-0,20618	-0,20943	-0,21281	-0,21607	-0,21766	-0,21384	-0,19841	-0,16413	-0,10756	-0,03930	0,00000
5,4	-0,20594	-0,20883	-0,21195	-0,21527	-0,21754	-0,21520	-0,20180	-0,16921	-0,11259	-0,04178	0,00000
5,6	-0,20594	-0,20840	-0,21117	-0,21443	-0,21721	-0,21618	-0,20477	-0,17399	-0,11753	-0,04429	0,00000
5,8	-0,20610	-0,20811	-0,21048	-0,21358	-0,21671	-0,21684	-0,20733	-0,17846	-0,12237	-0,04684	0,00000
6	-0,20635	-0,20792	-0,20989	-0,21275	-0,21611	-0,21722	-0,20954	-0,18263	-0,12711	-0,04941	0,00000
6,2	-0,20665	-0,20782	-0,20939	-0,21198	-0,21543	-0,21738	-0,21140	-0,18650	-0,13173	-0,05200	0,00000
6,4	-0,20696	-0,20777	-0,20898	-0,21127	-0,21472	-0,21735	-0,21296	-0,19008	-0,13623	-0,05462	0,00000
6,6	-0,20726	-0,20777	-0,20866	-0,21063	-0,21400	-0,21716	-0,21423	-0,19339	-0,14061	-0,05725	0,00000
6,8	-0,20753	-0,20779	-0,20840	-0,21007	-0,21329	-0,21685	-0,21524	-0,19642	-0,14486	-0,05990	0,00000
7	-0,20776	-0,20783	-0,20821	-0,20959	-0,21261	-0,21644	-0,21603	-0,19919	-0,14897	-0,06256	0,00000
7,2	-0,20795	-0,20789	-0,20808	-0,20918	-0,21196	-0,21596	-0,21661	-0,20171	-0,15296	-0,06523	0,00000
7,4	-0,20811	-0,20795	-0,20799	-0,20885	-0,21136	-0,21543	-0,21700	-0,20399	-0,15680	-0,06791	0,00000
7,6	-0,20823	-0,20801	-0,20795	-0,20858	-0,21082	-0,21487	-0,21724	-0,20604	-0,16051	-0,07059	0,00000
7,8	-0,20831	-0,20807	-0,20793	-0,20837	-0,21032	-0,21430	-0,21733	-0,20787	-0,16409	-0,07328	0,00000
8,0	-0,20837	-0,20812	-0,20793	-0,20821	-0,20989	-0,21372	-0,21731	-0,20950	-0,16752	-0,07596	0,00000

Tabel B3.6. Valorile funcției $cQ_{x6}(\xi, \lambda)$

$\xi \backslash \lambda$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,4	-0,00353	-0,00352	-0,00350	-0,00343	-0,00330	-0,00309	-0,00276	-0,00232	-0,00172	-0,00096	0,00000
0,6	-0,01724	-0,01723	-0,01711	-0,01678	-0,01615	-0,01511	-0,01355	-0,01136	-0,00845	-0,00470	0,00000
0,8	-0,04993	-0,04989	-0,04956	-0,04865	-0,04686	-0,04389	-0,03942	-0,03313	-0,02469	-0,01376	0,00000
1	-0,10342	-0,10334	-0,10270	-0,10095	-0,09744	-0,09152	-0,08249	-0,06960	-0,05210	-0,02917	0,00000
1,2	-0,16726	-0,16714	-0,16628	-0,16380	-0,15869	-0,14980	-0,13586	-0,11547	-0,08711	-0,04918	0,00000
1,4	-0,22504	-0,22494	-0,22414	-0,22161	-0,21599	-0,20558	-0,18833	-0,16191	-0,12366	-0,07071	0,00000
1,6	-0,26547	-0,26546	-0,26517	-0,26368	-0,25937	-0,24994	-0,23240	-0,20313	-0,15788	-0,09189	0,00000
1,8	-0,28543	-0,28560	-0,28633	-0,28711	-0,28621	-0,28070	-0,26643	-0,23812	-0,18933	-0,11269	0,00000
2	-0,28676	-0,28717	-0,28943	-0,29368	-0,29823	-0,29950	-0,29202	-0,26838	-0,21935	-0,13399	0,00000
2,2	-0,27295	-0,27367	-0,27784	-0,28657	-0,29833	-0,30894	-0,31139	-0,29580	-0,24941	-0,15673	0,00000
2,4	-0,24772	-0,24879	-0,25514	-0,26904	-0,28933	-0,31127	-0,32629	-0,32169	-0,28049	-0,18151	0,00000
2,6	-0,21470	-0,21611	-0,22473	-0,24409	-0,27361	-0,30820	-0,33777	-0,34660	-0,31285	-0,20850	0,00000
2,8	-0,17726	-0,17901	-0,18975	-0,21440	-0,25318	-0,30094	-0,34630	-0,37048	-0,34626	-0,23753	0,00000
3	-0,13849	-0,14050	-0,15302	-0,18235	-0,22973	-0,29037	-0,35201	-0,39294	-0,38017	-0,26826	0,00000
3,2	-0,10097	-0,10315	-0,11694	-0,14993	-0,20463	-0,27714	-0,35484	-0,41343	-0,41389	-0,30026	0,00000
3,4	-0,06670	-0,06893	-0,08337	-0,11870	-0,17900	-0,26175	-0,35468	-0,43143	-0,44681	-0,33315	0,00000
3,6	-0,03701	-0,03918	-0,05356	-0,08978	-0,15365	-0,24461	-0,35149	-0,44652	-0,47841	-0,36660	0,00000
3,8	-0,01261	-0,01461	-0,02825	-0,06388	-0,12917	-0,22607	-0,34531	-0,45845	-0,50832	-0,40042	0,00000
4	0,00632	0,00459	-0,00769	-0,04133	-0,10596	-0,20646	-0,33625	-0,46710	-0,53632	-0,43445	0,00000
4,2	0,02002	0,01864	0,00822	-0,02223	-0,08429	-0,18611	-0,32454	-0,47250	-0,56229	-0,46863	0,00000
4,4	0,02900	0,02803	0,01984	-0,00647	-0,06431	-0,16533	-0,31046	-0,47474	-0,58617	-0,50289	0,00000
4,6	0,03396	0,03343	0,02768	0,00617	-0,04613	-0,14444	-0,29433	-0,47399	-0,60795	-0,53722	0,00000
4,8	0,03567	0,03557	0,03232	0,01599	-0,02980	-0,12374	-0,27652	-0,47043	-0,62761	-0,57155	0,00000
5	0,03488	0,03518	0,03437	0,02329	-0,01535	-0,10355	-0,25738	-0,46430	-0,64518	-0,60585	0,00000
5,2	0,03232	0,03297	0,03438	0,02841	-0,00278	-0,08412	-0,23728	-0,45580	-0,66065	-0,64007	0,00000
5,4	0,02860	0,02955	0,03290	0,03167	0,00795	-0,06569	-0,21654	-0,44517	-0,67404	-0,67412	0,00000
5,6	0,02428	0,02544	0,03037	0,03336	0,01688	-0,04847	-0,19550	-0,43261	-0,68535	-0,70795	0,00000
5,8	0,01976	0,02107	0,02719	0,03376	0,02409	-0,03260	-0,17443	-0,41836	-0,69461	-0,74149	0,00000
6	0,01536	0,01674	0,02365	0,03312	0,02968	-0,01819	-0,15359	-0,40260	-0,70183	-0,77468	0,00000
6,2	0,01132	0,01270	0,02002	0,03167	0,03377	-0,00532	-0,13320	-0,38556	-0,70705	-0,80743	0,00000
6,4	0,00777	0,00909	0,01646	0,02960	0,03651	0,00600	-0,11344	-0,36742	-0,71030	-0,83970	0,00000
6,6	0,00478	0,00599	0,01312	0,02710	0,03802	0,01576	-0,09448	-0,34838	-0,71163	-0,87143	0,00000
6,8	0,00237	0,00343	0,01008	0,02433	0,03848	0,02401	-0,07645	-0,32862	-0,71110	-0,90257	0,00000
7	0,00052	0,00141	0,00739	0,02141	0,03803	0,03081	-0,05946	-0,30832	-0,70877	-0,93306	0,00000
7,2	-0,00083	-0,00012	0,00507	0,01846	0,03684	0,03623	-0,04357	-0,28764	-0,70471	-0,96287	0,00000
7,4	-0,00173	-0,00120	0,00313	0,01556	0,03504	0,04038	-0,02886	-0,26676	-0,69899	-0,99195	0,00000
7,6	-0,00227	-0,00191	0,00154	0,01280	0,03278	0,04335	-0,01537	-0,24581	-0,69170	-1,02025	0,00000
7,8	-0,00252	-0,00232	0,00029	0,01022	0,03019	0,04526	-0,00310	-0,22493	-0,68290	-1,04776	0,00000
8,0	-0,00254	-0,00248	-0,00067	0,00787	0,02739	0,04622	0,00793	-0,20426	-0,67270	-1,07443	0,00000

B.4. Calculul eforturilor secționale în plăcile curbe cilindrice acționate de eforturi uniforme distribuite pe contur

- Placa simplu rezemată pe conturul inferior și liberă pe conturul superior acționată de momentul uniform distribuit M_i



Convenția de semne pozitivă pentru starea de eforturi și deformații

$$w(\xi, \lambda) = \frac{M_i \cdot R^2}{E \cdot h \cdot l^2} \cdot c_{w7}(\xi, \lambda)$$

$$\chi(\xi, \lambda) = \frac{M_i \cdot R^2}{E \cdot h \cdot l^3} \cdot c_{\chi7}(\xi, \lambda)$$

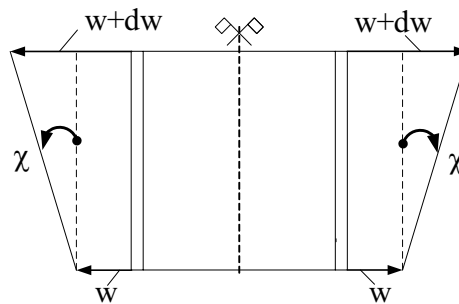
$$N_x(\xi, \lambda) = 0$$

$$N_\theta(\xi, \lambda) = M_i \cdot R \cdot l^{-2} \cdot c_{N_{w7}}(\xi, \lambda)$$

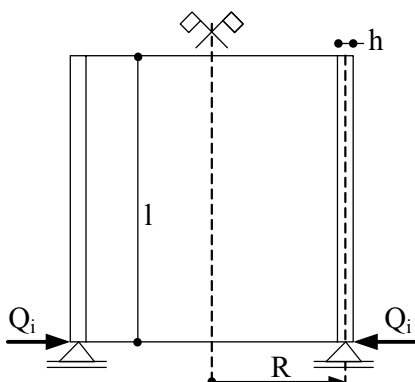
$$M_x(\xi, \lambda) = M_i \cdot c_{M_{x7}}(\xi, \lambda)$$

$$M_\theta(\xi, \lambda) = \mu \cdot M_x(\xi, \lambda)$$

$$Q_x(\xi, \lambda) = M_i \cdot l^{-1} \cdot c_{Q_{x7}}(\xi, \lambda)$$



- Placa simplu rezemată pe conturul inferior și liberă pe conturul superior acționată de forța tăietoare uniform distribuită Q_i



$$w(\xi, \lambda) = \frac{Q_i \cdot R^2}{E \cdot h \cdot l} \cdot c_{w8}(\xi, \lambda)$$

$$\chi(\xi, \lambda) = \frac{Q_i \cdot R^2}{E \cdot h \cdot l^2} \cdot c_{\chi8}(\xi, \lambda)$$

$$N_x(\xi, \lambda) = 0$$

$$N_\theta(\xi, \lambda) = Q_i \cdot R \cdot l^{-1} \cdot c_{N_{w8}}(\xi, \lambda)$$

$$M_x(\xi, \lambda) = Q_i \cdot l \cdot c_{M_{x8}}(\xi, \lambda)$$

$$M_\theta(\xi, \lambda) = \mu \cdot M_x(\xi, \lambda)$$

$$Q_x(\xi, \lambda) = Q_i \cdot c_{Q_{x8}}(\xi, \lambda)$$

Tabel B4.1. Valorile funcției $c_{w7}(\xi, \lambda)$

$\xi \backslash \lambda$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,4	6,00536	4,80207	3,59977	2,39838	1,19779	-0,00213	-1,20155	-2,40060	-3,59943	-4,79815	-5,99683
0,6	6,02713	4,81047	3,59882	2,39180	1,18883	-0,01079	-1,20782	-2,40302	-3,59710	-4,79062	-5,98397
0,8	6,08562	4,83301	3,59626	2,37412	1,16477	-0,03401	-1,22464	-2,40951	-3,59084	-4,77042	-5,94948
1	6,20831	4,88022	3,59081	2,33703	1,11436	-0,08262	-1,25981	-2,42305	-3,57770	-4,72815	-5,87734
1,2	6,42928	4,96493	3,58073	2,27017	1,02380	-0,16976	-1,32271	-2,44714	-3,55404	-4,65237	-5,74815
1,4	6,78734	5,10138	3,56365	2,16173	0,87767	-0,30984	-1,42345	-2,48539	-3,51569	-4,53059	-5,54090
1,6	7,32303	5,30356	3,53638	1,99924	0,66050	-0,51678	-1,57139	-2,54076	-3,45829	-4,35070	-5,23569
1,8	8,07457	5,58316	3,49455	1,77076	0,35887	-0,80169	-1,77319	-2,61463	-3,37770	-4,10313	-4,81750
2	9,07316	5,94710	3,43232	1,46626	-0,03623	-1,17014	-2,03065	-2,70573	-3,27055	-3,78309	-4,28045
2,2	10,3387	6,39539	3,34217	1,07888	-0,52718	-1,61986	-2,33886	-2,80929	-3,13472	-3,39265	-3,63129
2,4	11,8773	6,91992	3,21485	0,60581	-1,10852	-2,13950	-2,68528	-2,91670	-2,96965	-2,94171	-2,89121
2,6	13,6813	7,50475	3,03975	0,04845	-1,76705	-2,70912	-3,05046	-3,01611	-2,77648	-2,44748	-2,09453
2,8	15,7325	8,12802	2,80555	-0,58824	-2,48362	-3,30252	-3,41021	-3,09369	-2,55784	-1,93239	-1,28454
3	18,0072	8,76483	2,50105	-1,29682	-3,23575	-3,89075	-3,73891	-3,13561	-2,31752	-1,42087	-0,50723
3,2	20,4809	9,39042	2,11612	-2,06858	-4,00061	-4,44591	-4,01299	-3,13003	-2,06000	-0,93592	0,19525
3,4	23,1335	9,98266	1,64247	-2,89450	-4,75729	-4,94409	-4,21366	-3,06866	-1,79018	-0,49647	0,78980
3,6	25,9504	10,5234	1,07415	-3,76570	-5,48816	-5,36716	-4,32851	-2,94768	-1,51311	-0,11581	1,25530
3,8	28,9234	10,9989	0,40780	-4,67347	-6,17912	-5,70323	-4,35197	-2,76794	-1,23396	0,19871	1,58319
4	32,0493	11,3990	-0,35737	-5,60899	-6,81925	-5,94609	-4,28464	-2,53450	-0,95798	0,44516	1,77621
4,2	35,3283	11,7169	-1,21978	-6,56309	-7,40008	-6,09425	-4,13230	-2,25587	-0,69041	0,62593	1,84608
4,4	38,7623	11,9474	-2,17581	-7,52601	-7,91495	-6,14975	-3,90445	-1,94292	-0,43643	0,74647	1,81075
4,6	42,3538	12,0868	-3,22010	-8,48742	-8,35848	-6,11718	-3,61312	-1,60790	-0,20095	0,81419	1,69169
4,8	46,1048	12,1322	-4,34601	-9,43659	-8,72631	-6,00284	-3,27163	-1,26339	0,01162	0,83746	1,51160
5	50,0167	12,0809	-5,54591	-10,36263	-9,01504	-5,81416	-2,89366	-0,92148	0,19762	0,82485	1,29251
5,2	54,0903	11,9305	-6,81152	-11,25485	-9,22228	-5,55929	-2,49253	-0,59303	0,35434	0,78463	1,05440
5,4	58,3257	11,6791	-8,13416	-12,10310	-9,34674	-5,24682	-2,08066	-0,28726	0,48018	0,72437	0,81426
5,6	62,7227	11,3247	-9,50493	-12,89803	-9,38838	-4,88560	-1,66919	-0,01139	0,57472	0,65078	0,58566
5,8	67,2811	10,8657	-10,9149	-13,6313	-9,34841	-4,48460	-1,26784	0,22942	0,63868	0,56958	0,37855
6	72,0003	10,3008	-12,3551	-14,2958	-9,22933	-4,05276	-0,88473	0,43207	0,67385	0,48549	0,19947
6,2	76,8800	9,6291	-13,8169	-14,8855	-9,03482	-3,59890	-0,52647	0,59534	0,68290	0,40229	0,05186
6,4	81,9200	8,8501	-15,2914	-15,3957	-8,76969	-3,13155	-0,19812	0,71963	0,66918	0,32285	-0,06346
6,6	87,1201	7,9637	-16,7703	-15,8227	-8,43965	-2,65890	0,09662	0,80674	0,63649	0,24927	-0,14769
6,8	92,4802	6,9701	-18,2453	-16,1643	-8,05116	-2,18859	0,35537	0,85948	0,58884	0,18296	-0,20358
7	98,0003	5,8699	-19,7084	-16,4190	-7,61127	-1,72767	0,57689	0,88145	0,53026	0,12476	-0,23485
7,2	103,680	4,6639	-21,1519	-16,5864	-7,12741	-1,28247	0,76095	0,87672	0,46458	0,07501	-0,24574
7,4	109,520	3,3535	-22,5683	-16,6671	-6,60718	-0,85855	0,90823	0,84957	0,39534	0,03370	-0,24065
7,6	115,520	1,9402	-23,9506	-16,6625	-6,05827	-0,46061	1,02013	0,80435	0,32560	0,00049	-0,22383
7,8	121,680	0,4258	-25,2921	-16,5747	-5,48825	-0,09250	1,09868	0,74526	0,25796	-0,02516	-0,19914
8,0	128,000	-1,1877	-26,5865	-16,4064	-4,90448	0,24279	1,14639	0,67622	0,19447	-0,04397	-0,16993

Tabel B4.2. Valorile funcției $c_{\chi 7}(\xi, \lambda)$

$\xi \backslash \lambda$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,4	-12,0380	-12,0279	-12,0183	-12,0097	-12,0023	-11,9964	-11,9921	-11,9892	-11,9876	-11,9869	-11,9868
0,6	-12,1925	-12,1411	-12,0925	-12,0489	-12,0117	-11,9820	-11,9599	-11,9453	-11,9372	-11,9339	-11,9334
0,8	-12,6076	-12,4453	-12,2918	-12,1540	-12,0368	-11,9430	-11,8736	-11,8276	-11,8019	-11,7918	-11,7902
1	-13,4799	-13,0838	-12,7095	-12,3738	-12,0886	-11,8609	-11,6927	-11,5812	-11,5192	-11,4947	-11,4909
1,2	-15,0561	-14,2350	-13,4601	-12,7669	-12,1797	-11,7120	-11,3674	-11,1397	-11,0134	-10,9634	-10,9559
1,4	-17,6238	-16,1034	-14,6722	-13,3965	-12,3206	-11,4676	-10,8420	-10,4304	-10,2029	-10,1133	-10,0997
1,6	-21,4979	-18,9062	-16,4752	-14,3210	-12,5159	-11,0950	-10,0600	-9,38358	-9,01188	-8,86625	-8,84434
1,8	-27,0005	-22,8534	-18,9836	-15,5816	-12,7581	-10,5577	-8,97119	-7,94443	-7,38532	-7,16807	-7,13560
2	-34,4382	-28,1261	-22,2763	-17,1890	-13,0207	-9,8174	-7,54037	-6,08724	-5,30643	-5,00672	-4,96238
2,2	-44,0812	-34,8559	-26,3802	-19,1103	-13,2532	-8,8349	-5,75470	-3,82720	-2,81118	-2,42818	-2,37240
2,4	-56,1493	-43,1114	-31,2586	-21,2634	-13,3793	-7,5729	-3,62875	-1,22669	0,00497	0,45681	0,52104
2,6	-70,8109	-52,8975	-36,8124	-23,5193	-13,3003	-5,9984	-1,20455	1,60761	2,99250	3,47950	3,54601
2,8	-88,1943	-64,1674	-42,8927	-25,7142	-12,9044	-4,0857	1,45309	4,53709	5,96576	6,43377	6,49306
3	-108,408	-76,8427	-49,3212	-27,6684	-12,0792	-1,8196	4,26487	7,40997	8,72925	9,10598	9,14572
3,2	-131,562	-90,8356	-55,9125	-29,2057	-10,7251	0,8017	7,14595	10,08118	11,10516	11,30612	11,3122
3,4	-157,786	-106,066	-62,4917	-30,1700	-8,76633	3,7640	10,0133	12,42843	12,95542	12,89254	12,8508
3,6	-187,234	-122,468	-68,9037	-30,4346	-6,15745	7,0355	12,7898	14,3615	14,1942	13,7859	13,6836
3,8	-220,086	-139,994	-75,0150	-29,9053	-2,88611	10,5666	15,4063	15,8249	14,7905	13,9714	13,7993
4	-256,539	-158,601	-80,7104	-28,5183	1,02848	14,2904	17,8006	16,7948	14,7630	13,4926	13,2460
4,2	-296,802	-178,252	-85,8868	-26,2367	5,53917	18,1260	19,9173	17,2743	14,1705	12,4385	12,1184
4,4	-341,085	-198,902	-90,4481	-23,0447	10,5759	21,9811	21,7074	17,2867	13,0999	10,9294	10,5428
4,6	-389,596	-220,498	-94,3018	-18,9440	16,0512	25,7577	23,1283	16,8702	11,65512	9,10184	8,66161
4,8	-442,536	-242,973	-97,3571	-13,9506	21,8653	29,3563	24,1461	16,0726	9,94649	7,09560	6,61934
5	-500,104	-266,250	-99,5254	-8,09253	27,9111	32,6816	24,7362	14,9485	8,08253	5,04242	4,55143
5,2	-562,491	-290,243	-100,721	-1,40902	34,0781	35,6466	24,8857	13,5557	6,16350	3,05790	2,57551
5,4	-629,887	-314,854	-100,865	6,05052	40,2560	38,1763	24,5943	11,9539	4,27695	1,23607	0,78580
5,6	-702,480	-339,982	-99,8842	14,2268	46,3378	40,2105	23,8746	10,2025	2,49507	-0,35352	-0,74960
5,8	-780,457	-365,520	-97,7147	23,0514	52,2213	41,7049	22,7523	8,35958	0,87362	-1,66618	-1,98912
6	-864,007	-391,359	-94,3032	32,4471	57,8112	42,6323	21,2647	6,48056	-0,54798	-2,68067	-2,91587
6,2	-953,319	-417,387	-89,6069	42,3292	63,0204	42,9816	19,4590	4,61710	-1,74555	-3,39643	-3,53449
6,4	-1048,583	-443,491	-83,5941	52,6062	67,7710	42,7570	17,3903	2,81612	-2,70849	-3,82976	-3,86692
6,6	-1149,992	-469,556	-76,2449	63,1814	71,9946	41,9766	15,1187	1,11881	-3,43772	-4,00972	-3,94786
6,8	-1257,735	-495,466	-67,5499	73,9543	75,6335	40,6709	12,7070	-0,44000	-3,94345	-3,97393	-3,82010
7	-1372,007	-521,105	-57,5111	84,8219	78,6409	38,8802	10,2181	-1,83249	-4,24300	-3,76463	-3,53034
7,2	-1492,997	-546,356	-46,1406	95,6805	80,9810	36,6532	7,71301	-3,03808	-4,35871	-3,42532	-3,12552
7,4	-1620,900	-571,101	-33,4607	106,4268	82,6293	34,0452	5,24851	-4,04355	-4,31611	-2,99792	-2,64985
7,6	-1755,907	-595,222	-19,5034	116,9598	83,5723	31,1156	2,87597	-4,84279	-4,14230	-2,52069	-2,14270
7,8	-1898,210	-618,604	-4,3096	127,1816	83,8077	27,9270	0,64007	-5,43638	-3,86459	-2,02681	-1,63719
8,0	-2048,001	-641,129	12,0712	136,9987	83,3433	24,5430	-1,42188	-5,83094	-3,50943	-1,54354	-1,15951

Tabel B4.3. Valorile funcției $cM_{\lambda 7}(\xi, \lambda)$

$\lambda \backslash \xi$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,4	1,00000	0,97198	0,89594	0,78390	0,64787	0,49987	0,35188	0,21592	0,10395	0,02799	0,00000
0,6	1,00000	0,97189	0,89568	0,78347	0,64734	0,49933	0,35141	0,21558	0,10377	0,02793	0,00000
0,8	1,00000	0,97167	0,89499	0,78234	0,64593	0,49787	0,35015	0,21466	0,10327	0,02778	0,00000
1	1,00000	0,97119	0,89354	0,77996	0,64298	0,49483	0,34750	0,21275	0,10222	0,02747	0,00000
1,2	1,00000	0,97033	0,89094	0,77568	0,63767	0,48938	0,34275	0,20932	0,10035	0,02691	0,00000
1,4	1,00000	0,96894	0,88674	0,76878	0,62912	0,48059	0,33511	0,20381	0,09734	0,02602	0,00000
1,6	1,00000	0,96686	0,88047	0,75853	0,61643	0,46759	0,32381	0,19568	0,09291	0,02470	0,00000
1,8	1,00000	0,96395	0,87174	0,74427	0,59884	0,44961	0,30823	0,18449	0,08682	0,02290	0,00000
2	1,00000	0,96011	0,86023	0,72558	0,57587	0,42622	0,28805	0,17003	0,07897	0,02057	0,00000
2,2	1,00000	0,95526	0,84583	0,70232	0,54746	0,39746	0,26334	0,15240	0,06943	0,01776	0,00000
2,4	1,00000	0,94942	0,82860	0,67471	0,51401	0,36384	0,23465	0,13206	0,05848	0,01454	0,00000
2,6	1,00000	0,94264	0,80879	0,64332	0,47639	0,32640	0,20300	0,10980	0,04658	0,01106	0,00000
2,8	1,00000	0,93502	0,78684	0,60900	0,43580	0,28654	0,16971	0,08663	0,03432	0,00750	0,00000
3	1,00000	0,92669	0,76324	0,57272	0,39361	0,24581	0,13624	0,06369	0,02232	0,00406	0,00000
3,2	1,00000	0,91779	0,73847	0,53541	0,35117	0,20570	0,10397	0,04200	0,01117	0,00091	0,00000
3,4	1,00000	0,90842	0,71298	0,49794	0,30963	0,16750	0,07406	0,02242	0,00136	-0,00181	0,00000
3,6	1,00000	0,89868	0,68711	0,46095	0,26986	0,13214	0,04733	0,00554	-0,00681	-0,00399	0,00000
3,8	1,00000	0,88862	0,66110	0,42491	0,23249	0,10022	0,02429	-0,00831	-0,01318	-0,00561	0,00000
4	1,00000	0,87828	0,63512	0,39010	0,19783	0,07205	0,00509	-0,01907	-0,01774	-0,00667	0,00000
4,2	1,00000	0,86769	0,60926	0,35670	0,16605	0,04765	-0,01032	-0,02687	-0,02060	-0,00721	0,00000
4,4	1,00000	0,85686	0,58359	0,32478	0,13714	0,02691	-0,02219	-0,03198	-0,02196	-0,00729	0,00000
4,6	1,00000	0,84579	0,55816	0,29438	0,11103	0,00958	-0,03088	-0,03476	-0,02206	-0,00701	0,00000
4,8	1,00000	0,83450	0,53299	0,26549	0,08759	-0,00464	-0,03680	-0,03560	-0,02116	-0,00645	0,00000
5	1,00000	0,82300	0,50813	0,23810	0,06667	-0,01607	-0,04037	-0,03492	-0,01952	-0,00570	0,00000
5,2	1,00000	0,81130	0,48362	0,21222	0,04810	-0,02504	-0,04202	-0,03308	-0,01740	-0,00484	0,00000
5,4	1,00000	0,79942	0,45950	0,18783	0,03175	-0,03186	-0,04213	-0,03043	-0,01500	-0,00394	0,00000
5,6	1,00000	0,78737	0,43581	0,16491	0,01744	-0,03681	-0,04106	-0,02728	-0,01250	-0,00305	0,00000
5,8	1,00000	0,77517	0,41258	0,14345	0,00505	-0,04017	-0,03909	-0,02387	-0,01005	-0,00222	0,00000
6	1,00000	0,76284	0,38987	0,12344	-0,00557	-0,04218	-0,03650	-0,02041	-0,00775	-0,00148	0,00000
6,2	1,00000	0,75039	0,36769	0,10484	-0,01457	-0,04306	-0,03350	-0,01703	-0,00567	-0,00085	0,00000
6,4	1,00000	0,73784	0,34609	0,08763	-0,02207	-0,04299	-0,03026	-0,01385	-0,00386	-0,00033	0,00000
6,6	1,00000	0,72520	0,32508	0,07176	-0,02820	-0,04216	-0,02693	-0,01095	-0,00233	0,00008	0,00000
6,8	1,00000	0,71249	0,30469	0,05720	-0,03310	-0,04072	-0,02361	-0,00836	-0,00109	0,00038	0,00000
7	1,00000	0,69972	0,28493	0,04390	-0,03688	-0,03881	-0,02040	-0,00611	-0,00012	0,00058	0,00000
7,2	1,00000	0,68690	0,26581	0,03181	-0,03967	-0,03654	-0,01735	-0,00419	0,00060	0,00070	0,00000
7,4	1,00000	0,67405	0,24734	0,02086	-0,04158	-0,03403	-0,01451	-0,00260	0,00110	0,00076	0,00000
7,6	1,00000	0,66117	0,22953	0,01102	-0,04272	-0,03135	-0,01191	-0,00131	0,00143	0,00076	0,00000
7,8	1,00000	0,64827	0,21239	0,00221	-0,04318	-0,02859	-0,00956	-0,00028	0,00160	0,00072	0,00000
8,0	1,00000	0,63538	0,19591	-0,00562	-0,04306	-0,02582	-0,00746	0,00049	0,00165	0,00065	0,00000

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL III
STRUCTURI HIDROEDILITARE
ANEXA B
Stări de eforturi și de deformații axial simetrice
Tabel B4.4. Valorile funcției $c_{Q_{x7}}(\xi, \lambda)$

$\xi \backslash \lambda$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,4	0,00000	0,54036	0,96045	1,26035	1,44015	1,49993	1,43974	1,25963	0,95963	0,53975	0,00000
0,6	0,00000	0,54184	0,96226	1,26176	1,44076	1,49963	1,43868	1,25813	0,95812	0,53873	0,00000
0,8	0,00000	0,54580	0,96713	1,26554	1,44238	1,49884	1,43585	1,25411	0,95407	0,53600	0,00000
1	0,00000	0,55410	0,97733	1,27345	1,44578	1,49718	1,42991	1,24568	0,94559	0,53028	0,00000
1,2	0,00000	0,56903	0,99566	1,28763	1,45184	1,49415	1,41924	1,23056	0,93039	0,52003	0,00000
1,4	0,00000	0,59317	1,02523	1,31043	1,46150	1,48919	1,40200	1,20622	0,90597	0,50358	0,00000
1,6	0,00000	0,62917	1,06914	1,34412	1,47560	1,48161	1,37634	1,17017	0,86990	0,47934	0,00000
1,8	0,00000	0,67943	1,13008	1,39051	1,49464	1,47067	1,34060	1,12036	0,82028	0,44606	0,00000
2	0,00000	0,74575	1,20984	1,45053	1,51855	1,45557	1,29363	1,05560	0,75614	0,40321	0,00000
2,2	0,00000	0,82901	1,30881	1,52381	1,54651	1,43548	1,23498	0,97597	0,67792	0,35124	0,00000
2,4	0,00000	0,92898	1,42583	1,60853	1,57682	1,40959	1,16507	0,88297	0,58763	0,29169	0,00000
2,6	0,00000	1,04435	1,55816	1,70148	1,60704	1,37715	1,08519	0,77952	0,48875	0,22715	0,00000
2,8	0,00000	1,17296	1,70190	1,79844	1,63418	1,33754	0,99730	0,66954	0,38578	0,16089	0,00000
3	0,00000	1,31224	1,85257	1,89474	1,65513	1,29027	0,90373	0,55740	0,28366	0,09643	0,00000
3,2	0,00000	1,45954	2,00574	1,98586	1,66702	1,23511	0,80691	0,44733	0,18699	0,03704	0,00000
3,4	0,00000	1,61259	2,15749	2,06796	1,66757	1,17209	0,70903	0,34293	0,09957	-0,01470	0,00000
3,6	0,00000	1,76956	2,30475	2,13813	1,65525	1,10154	0,61201	0,24692	0,02404	-0,05705	0,00000
3,8	0,00000	1,92915	2,44527	2,19443	1,62935	1,02409	0,51736	0,16106	-0,03815	-0,08923	0,00000
4	0,00000	2,09051	2,57761	2,23585	1,58991	0,94069	0,42630	0,08623	-0,08668	-0,11126	0,00000
4,2	0,00000	2,25308	2,70089	2,26212	1,53761	0,85252	0,33979	0,02264	-0,12207	-0,12385	0,00000
4,4	0,00000	2,41650	2,81462	2,27348	1,47358	0,76099	0,25862	-0,03001	-0,14546	-0,12816	0,00000
4,6	0,00000	2,58048	2,91858	2,27057	1,39933	0,66764	0,18344	-0,07234	-0,15841	-0,12563	0,00000
4,8	0,00000	2,74475	3,01264	2,25423	1,31652	0,57404	0,11479	-0,10516	-0,16263	-0,11782	0,00000
5	0,00000	2,90901	3,09677	2,22546	1,22692	0,48174	0,05312	-0,12942	-0,15988	-0,10624	0,00000
5,2	0,00000	3,07295	3,17094	2,18527	1,13227	0,39219	-0,00128	-0,14605	-0,15183	-0,09232	0,00000
5,4	0,00000	3,23622	3,23517	2,13474	1,03427	0,30667	-0,04822	-0,15604	-0,14000	-0,07727	0,00000
5,6	0,00000	3,39848	3,28948	2,07491	0,93446	0,22625	-0,08770	-0,16030	-0,12573	-0,06212	0,00000
5,8	0,00000	3,55938	3,33393	2,00683	0,83428	0,15182	-0,11984	-0,15975	-0,11014	-0,04765	0,00000
6	0,00000	3,71858	3,36862	1,93150	0,73498	0,08399	-0,14492	-0,15523	-0,09412	-0,03442	0,00000
6,2	0,00000	3,87577	3,39369	1,84992	0,63766	0,02317	-0,16334	-0,14755	-0,07839	-0,02280	0,00000
6,4	0,00000	4,03064	3,40932	1,76303	0,54327	-0,03042	-0,17563	-0,13745	-0,06348	-0,01299	0,00000
6,6	0,00000	4,18293	3,41575	1,67178	0,45260	-0,07676	-0,18239	-0,12562	-0,04974	-0,00502	0,00000
6,8	0,00000	4,33236	3,41322	1,57704	0,36631	-0,11598	-0,18427	-0,11266	-0,03741	0,00116	0,00000
7	0,00000	4,47872	3,40205	1,47968	0,28491	-0,14834	-0,18196	-0,09911	-0,02662	0,00569	0,00000
7,2	0,00000	4,62178	3,38257	1,38050	0,20881	-0,17419	-0,17616	-0,08545	-0,01739	0,00877	0,00000
7,4	0,00000	4,76135	3,35513	1,28029	0,13830	-0,19397	-0,16754	-0,07207	-0,00970	0,01062	0,00000
7,6	0,00000	4,89723	3,32011	1,17976	0,07358	-0,20815	-0,15675	-0,05928	-0,00347	0,01146	0,00000
7,8	0,00000	5,02925	3,27792	1,07959	0,01475	-0,21727	-0,14438	-0,04732	0,00143	0,01152	0,00000
8,0	0,00000	5,15727	3,22896	0,98039	-0,03816	-0,22185	-0,13098	-0,03639	0,00512	0,01099	0,00000

Tabel B4.5. Valorile funcției $c_{w8}(\xi, \lambda)$

$\xi \backslash \lambda$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,4	-4,00098	-3,40045	-2,80001	-2,19970	-1,59954	-0,99952	-0,39963	0,20016	0,79989	1,39958	1,99927
0,6	-4,00493	-3,40230	-2,80007	-2,19849	-1,59766	-0,99757	-0,39813	0,20082	0,79945	1,39790	1,99630
0,8	-4,01556	-3,40725	-2,80021	-2,19523	-1,59262	-0,99235	-0,39410	0,20259	0,79825	1,39338	1,98834
1	-4,03784	-3,41761	-2,80050	-2,18840	-1,58207	-0,98140	-0,38566	0,20629	0,79575	1,38391	1,97168
1,2	-4,07789	-3,43621	-2,80098	-2,17610	-1,56311	-0,96178	-0,37055	0,21290	0,79124	1,36694	1,94182
1,4	-4,14262	-3,46619	-2,80167	-2,15619	-1,53253	-0,93019	-0,34629	0,22347	0,78394	1,33963	1,89384
1,6	-4,23903	-3,51065	-2,80248	-2,12645	-1,48711	-0,88345	-0,31052	0,23895	0,77304	1,29925	1,82300
1,8	-4,37342	-3,57222	-2,80315	-2,08483	-1,42408	-0,81893	-0,26140	0,25998	0,75779	1,24355	1,72558
2	-4,55034	-3,65253	-2,80317	-2,02972	-1,34161	-0,73519	-0,19813	0,28665	0,73760	1,17134	1,59979
2,2	-4,77178	-3,75174	-2,80173	-1,96022	-1,23929	-0,63242	-0,12134	0,31831	0,71215	1,08287	1,44654
2,4	-5,03658	-3,86832	-2,79768	-1,87630	-1,11836	-0,51277	-0,03329	0,35345	0,68144	0,98010	1,26989
2,6	-5,34061	-3,99908	-2,78958	-1,77876	-0,98168	-0,38023	0,06225	0,38982	0,64580	0,86656	1,07680
2,8	-5,67740	-4,13963	-2,77584	-1,66913	-0,83333	-0,24009	0,16040	0,42467	0,60584	0,74694	0,87627
3	-6,03937	-4,28499	-2,75482	-1,54934	-0,67801	-0,09828	0,25594	0,45514	0,56236	0,62639	0,67801
3,2	-6,41896	-4,43027	-2,72506	-1,42143	-0,52039	0,03952	0,34395	0,47867	0,51624	0,50980	0,49114
3,4	-6,80965	-4,57125	-2,68536	-1,28733	-0,36459	0,16846	0,42040	0,49330	0,46835	0,40124	0,32302
3,6	-7,20643	-4,70464	-2,63492	-1,14872	-0,21394	0,28490	0,48251	0,49786	0,41952	0,30366	0,17870
3,8	-7,60595	-4,82818	-2,57330	-1,00702	-0,07084	0,38648	0,52878	0,49201	0,37051	0,21877	0,06077
4	-8,00621	-4,94051	-2,50048	-0,86344	0,06307	0,47205	0,55891	0,47618	0,32206	0,14719	-0,03041
4,2	-8,40630	-5,04096	-2,41675	-0,71907	0,18676	0,54136	0,57354	0,45139	0,27482	0,08867	-0,09625
4,4	-8,80591	-5,12935	-2,32269	-0,57493	0,29966	0,59486	0,57401	0,41911	0,22945	0,04235	-0,13937
4,6	-9,20512	-5,20581	-2,21907	-0,43206	0,40143	0,63346	0,56211	0,38106	0,18655	0,00697	-0,16316
4,8	-9,60411	-5,27063	-2,10684	-0,29147	0,49195	0,65831	0,53985	0,33905	0,14666	-0,01890	-0,17131
5	-10,0031	-5,32418	-1,98699	-0,15418	0,57120	0,67075	0,50932	0,29489	0,11025	-0,03677	-0,16750
5,2	-10,4021	-5,36683	-1,86058	-0,02117	0,63923	0,67212	0,47254	0,25020	0,07768	-0,04808	-0,15516
5,4	-10,8014	-5,39896	-1,72866	0,10662	0,69622	0,66380	0,43139	0,20644	0,04920	-0,05418	-0,13732
5,6	-11,2009	-5,42091	-1,59224	0,22836	0,74239	0,64712	0,38757	0,16479	0,02491	-0,05625	-0,11654
5,8	-11,6005	-5,43304	-1,45231	0,34332	0,77809	0,62337	0,34255	0,12618	0,00481	-0,05533	-0,09483
6	-12,0002	-5,43566	-1,30979	0,45091	0,80375	0,59376	0,29757	0,09126	-0,01124	-0,05229	-0,07374
6,2	-12,4001	-5,42910	-1,16556	0,55063	0,81990	0,55945	0,25366	0,06043	-0,02349	-0,04784	-0,05434
6,4	-12,8001	-5,41367	-1,02041	0,64214	0,82712	0,52153	0,21164	0,03388	-0,03227	-0,04256	-0,03729
6,6	-13,2000	-5,38969	-0,87510	0,72520	0,82609	0,48101	0,17214	0,01161	-0,03798	-0,03689	-0,02294
6,8	-13,6000	-5,35747	-0,73034	0,79969	0,81754	0,43881	0,13560	-0,00652	-0,04103	-0,03118	-0,01137
7	-14,0000	-5,31732	-0,58675	0,86558	0,80221	0,39579	0,10234	-0,02077	-0,04189	-0,02567	-0,00247
7,2	-14,4000	-5,26957	-0,44493	0,92292	0,78089	0,35269	0,07254	-0,03149	-0,04099	-0,02055	0,00398
7,4	-14,8000	-5,21453	-0,30544	0,97184	0,75436	0,31018	0,04627	-0,03906	-0,03874	-0,01592	0,00833
7,6	-15,2000	-5,15251	-0,16876	1,01255	0,72340	0,26883	0,02349	-0,04388	-0,03553	-0,01184	0,01090
7,8	-15,6000	-5,08384	-0,03537	1,04529	0,68875	0,22914	0,00413	-0,04639	-0,03170	-0,00834	0,01208
8,0	-16,0000	-5,00881	0,09434	1,07036	0,65114	0,19149	-0,01197	-0,04698	-0,02754	-0,00541	0,01218

Tabel B4.6. Valorile funcției $c_{\chi 8}(\xi, \lambda)$

$\xi \backslash \lambda$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,4	6,00536	6,00492	6,00382	6,00239	6,00089	5,99950	5,99836	5,99755	5,99706	5,99686	5,99683
0,6	6,02713	6,02487	6,01933	6,01209	6,00448	5,99745	5,99170	5,98758	5,98515	5,98413	5,98397
0,8	6,08562	6,07848	6,06096	6,03813	6,01410	5,99196	5,97383	5,96085	5,95317	5,94998	5,94948
1	6,20831	6,19090	6,14819	6,09262	6,03417	5,98038	5,93638	5,90489	5,88628	5,87855	5,87734
1,2	6,42928	6,39322	6,30494	6,19030	6,06994	5,95937	5,86906	5,80453	5,76645	5,75064	5,74815
1,4	6,78734	6,72068	6,55795	6,34731	6,12684	5,92489	5,76037	5,64310	5,57402	5,54540	5,54090
1,6	7,32303	7,20968	6,93417	6,57923	6,20948	5,87227	5,59868	5,40436	5,29025	5,24308	5,23569
1,8	8,07457	7,89382	7,45716	6,89844	6,32028	5,79636	5,37376	5,07517	4,90062	4,82874	4,81750
2	9,07316	8,79928	8,14306	7,31108	6,45797	5,69163	5,07851	4,64847	4,39868	4,29637	4,28045
2,2	10,3387	9,94068	8,99692	7,81442	6,61630	5,55244	4,71054	4,12590	3,78930	3,65246	3,63129
2,4	11,8773	11,3186	10,0105	8,39547	6,78349	5,37330	4,27312	3,51920	3,09028	2,91769	2,89121
2,6	13,6813	12,9197	11,1629	9,03146	6,94280	5,14919	3,77510	2,84960	2,33136	2,12574	2,09453
2,8	15,7325	14,7198	12,4231	9,69247	7,07423	4,87601	3,22976	2,14526	1,55061	1,31913	1,28454
3	18,0071	16,6891	13,7550	10,3453	7,15698	4,55093	2,65289	1,43730	0,78899	0,54315	0,50723
3,2	20,4809	18,7969	15,1224	10,9576	7,17202	4,17281	2,06080	0,75557	0,08465	-0,16058	-0,19525
3,4	23,1335	21,0163	16,4926	11,5014	7,10425	3,74252	1,46866	0,12530	-0,53169	-0,75927	-0,78980
3,6	25,9504	23,3260	17,8392	11,9549	6,94366	3,26317	0,88958	-0,43481	-1,03923	-1,23178	-1,25530
3,8	28,9234	25,7107	19,1421	12,3029	6,68580	2,74016	0,33439	-0,91306	-1,42775	-1,56924	-1,58319
4	32,0493	28,1602	20,3865	12,5363	6,33133	2,18110	-0,18818	-1,30414	-1,69652	-1,77382	-1,77621
4,2	35,3283	30,6674	21,5621	12,6512	5,88531	1,59551	-0,67106	-1,60787	-1,85243	-1,85647	-1,84608
4,4	38,7623	33,2271	22,6611	12,6472	5,35621	0,99435	-1,10846	-1,82786	-1,90783	-1,83426	-1,81075
4,6	42,3538	35,8344	23,6774	12,5268	4,75497	0,38949	-1,49566	-1,97028	-1,87834	-1,72776	-1,69169
4,8	46,1048	38,4843	24,6055	12,2940	4,09402	-0,20690	-1,82889	-2,04285	-1,78110	-1,55884	-1,51160
5	50,0167	41,1712	25,4404	11,9543	3,38663	-0,78303	-2,10543	-2,05411	-1,63327	-1,34882	-1,29251
5,2	54,0903	43,8886	26,1776	11,5139	2,64620	-1,32794	-2,32370	-2,01287	-1,45106	-1,11715	-1,05440
5,4	58,3257	46,6297	26,8128	10,9798	1,88587	-1,83204	-2,48336	-1,92793	-1,24894	-0,88054	-0,81426
5,6	62,7227	49,3876	27,3423	10,3594	1,11814	-2,28733	-2,58539	-1,80781	-1,03931	-0,65243	-0,58566
5,8	67,2811	52,1550	27,7628	9,66058	0,35464	-2,68766	-2,63207	-1,66062	-0,83224	-0,44292	-0,37855
6	72,0003	54,9247	28,0722	8,89156	-0,39399	-3,02870	-2,62689	-1,49392	-0,63556	-0,25884	-0,19947
6,2	76,8800	57,6898	28,2686	8,06092	-1,11820	-3,30796	-2,57442	-1,31473	-0,45494	-0,10407	-0,05186
6,4	81,9200	60,4436	28,3515	7,17751	-1,80957	-3,52463	-2,48008	-1,12934	-0,29415	0,02001	0,06346
6,6	87,1201	63,1795	28,3208	6,25031	-2,46083	-3,67941	-2,34990	-0,94339	-0,15528	0,11403	0,14769
6,8	92,4802	65,8912	28,1774	5,28840	-3,06580	-3,77429	-2,19027	-0,76174	-0,03909	0,18014	0,20358
7	98,0003	68,5727	27,9227	4,30083	-3,61944	-3,81238	-2,00772	-0,58849	0,05475	0,22150	0,23485
7,2	103,680	71,2181	27,5590	3,29652	-4,11776	-3,79762	-1,80866	-0,42694	0,12738	0,24187	0,24574
7,4	109,520	73,8218	27,0891	2,28419	-4,55781	-3,73464	-1,59924	-0,27963	0,18053	0,24526	0,24065
7,6	115,520	76,3782	26,5162	1,27225	-4,93765	-3,62857	-1,38513	-0,14836	0,21631	0,23561	0,22383
7,8	121,680	78,8822	25,8442	0,26870	-5,25627	-3,48480	-1,17147	-0,03422	0,23702	0,21661	0,19914
8,0	128,000	81,3287	25,0774	-0,71887	-5,51354	-3,30893	-0,96275	0,06234	0,24506	0,19154	0,16993

Tabel B4.7. Valorile funcției $cM_{x8}(\xi, \lambda)$

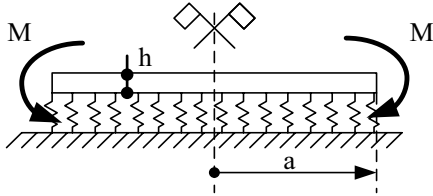
$\xi \backslash \lambda$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,4	0,00000	-0,08100	-0,12799	-0,14698	-0,14397	-0,12497	-0,09597	-0,06298	-0,03199	-0,00900	0,00000
0,6	0,00000	-0,08098	-0,12794	-0,14689	-0,14386	-0,12485	-0,09587	-0,06290	-0,03195	-0,00898	0,00000
0,8	0,00000	-0,08094	-0,12780	-0,14666	-0,14356	-0,12454	-0,09559	-0,06270	-0,03183	-0,00895	0,00000
1	0,00000	-0,08085	-0,12751	-0,14617	-0,14294	-0,12388	-0,09501	-0,06227	-0,03160	-0,00888	0,00000
1,2	0,00000	-0,08068	-0,12700	-0,14529	-0,14181	-0,12270	-0,09396	-0,06150	-0,03117	-0,00875	0,00000
1,4	0,00000	-0,08042	-0,12616	-0,14387	-0,14001	-0,12079	-0,09227	-0,06026	-0,03049	-0,00855	0,00000
1,6	0,00000	-0,08002	-0,12492	-0,14177	-0,13732	-0,11797	-0,08977	-0,05843	-0,02948	-0,00824	0,00000
1,8	0,00000	-0,07948	-0,12320	-0,13885	-0,13361	-0,11408	-0,08631	-0,05591	-0,02808	-0,00782	0,00000
2	0,00000	-0,07876	-0,12094	-0,13504	-0,12876	-0,10900	-0,08183	-0,05264	-0,02628	-0,00729	0,00000
2,2	0,00000	-0,07786	-0,11814	-0,13031	-0,12278	-0,10275	-0,07633	-0,04863	-0,02408	-0,00663	0,00000
2,4	0,00000	-0,07679	-0,11481	-0,12472	-0,11574	-0,09545	-0,06992	-0,04398	-0,02153	-0,00587	0,00000
2,6	0,00000	-0,07556	-0,11102	-0,11842	-0,10785	-0,08730	-0,06281	-0,03885	-0,01873	-0,00503	0,00000
2,8	0,00000	-0,07422	-0,10689	-0,11158	-0,09936	-0,07860	-0,05528	-0,03345	-0,01579	-0,00417	0,00000
3	0,00000	-0,07278	-0,10252	-0,10443	-0,09057	-0,06969	-0,04764	-0,02801	-0,01286	-0,00331	0,00000
3,2	0,00000	-0,07129	-0,09803	-0,09718	-0,08178	-0,06089	-0,04018	-0,02277	-0,01006	-0,00249	0,00000
3,4	0,00000	-0,06977	-0,09352	-0,09000	-0,07322	-0,05246	-0,03315	-0,01790	-0,00750	-0,00175	0,00000
3,6	0,00000	-0,06824	-0,08907	-0,08305	-0,06508	-0,04461	-0,02673	-0,01353	-0,00523	-0,00110	0,00000
3,8	0,00000	-0,06673	-0,08472	-0,07640	-0,05748	-0,03746	-0,02103	-0,00975	-0,00332	-0,00057	0,00000
4	0,00000	-0,06524	-0,08052	-0,07013	-0,05050	-0,03107	-0,01610	-0,00658	-0,00176	-0,00014	0,00000
4,2	0,00000	-0,06377	-0,07648	-0,06424	-0,04415	-0,02546	-0,01192	-0,00400	-0,00054	0,00017	0,00000
4,4	0,00000	-0,06232	-0,07260	-0,05874	-0,03841	-0,02059	-0,00847	-0,00197	0,00036	0,00039	0,00000
4,6	0,00000	-0,06091	-0,06887	-0,05363	-0,03327	-0,01642	-0,00566	-0,00043	0,00099	0,00053	0,00000
4,8	0,00000	-0,05951	-0,06530	-0,04887	-0,02867	-0,01287	-0,00343	0,00068	0,00139	0,00060	0,00000
5	0,00000	-0,05814	-0,06187	-0,04446	-0,02457	-0,00989	-0,00170	0,00144	0,00160	0,00062	0,00000
5,2	0,00000	-0,05680	-0,05859	-0,04036	-0,02094	-0,00739	-0,00038	0,00191	0,00166	0,00060	0,00000
5,4	0,00000	-0,05548	-0,05544	-0,03657	-0,01772	-0,00533	0,00058	0,00216	0,00163	0,00055	0,00000
5,6	0,00000	-0,05418	-0,05243	-0,03306	-0,01489	-0,00364	0,00126	0,00225	0,00151	0,00048	0,00000
5,8	0,00000	-0,05290	-0,04954	-0,02982	-0,01239	-0,00227	0,00171	0,00221	0,00136	0,00041	0,00000
6	0,00000	-0,05165	-0,04678	-0,02682	-0,01020	-0,00117	0,00198	0,00208	0,00118	0,00033	0,00000
6,2	0,00000	-0,05041	-0,04414	-0,02406	-0,00829	-0,00030	0,00212	0,00190	0,00099	0,00026	0,00000
6,4	0,00000	-0,04920	-0,04162	-0,02152	-0,00663	0,00037	0,00215	0,00169	0,00081	0,00020	0,00000
6,6	0,00000	-0,04801	-0,03921	-0,01919	-0,00520	0,00088	0,00210	0,00147	0,00064	0,00014	0,00000
6,8	0,00000	-0,04685	-0,03691	-0,01706	-0,00397	0,00125	0,00200	0,00126	0,00049	0,00009	0,00000
7	0,00000	-0,04570	-0,03472	-0,01510	-0,00291	0,00151	0,00186	0,00105	0,00035	0,00005	0,00000
7,2	0,00000	-0,04458	-0,03263	-0,01332	-0,00202	0,00168	0,00170	0,00086	0,00025	0,00002	0,00000
7,4	0,00000	-0,04347	-0,03064	-0,01169	-0,00127	0,00177	0,00153	0,00068	0,00016	0,00000	0,00000
7,6	0,00000	-0,04239	-0,02874	-0,01021	-0,00064	0,00180	0,00136	0,00053	0,00009	-0,00002	0,00000
7,8	0,00000	-0,04133	-0,02694	-0,00887	-0,00012	0,00178	0,00119	0,00040	0,00003	-0,00003	0,00000
8,0	0,00000	-0,04029	-0,02523	-0,00766	0,00030	0,00173	0,00102	0,00029	-0,00001	-0,00003	0,00000

Tabel B4.8. Valorile funcției $c_{Q_{x8}}(\xi, \lambda)$

$\xi \backslash \lambda$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,4	1,00000	0,62993	0,31991	0,06992	-0,12004	-0,24999	-0,31995	-0,32992	-0,27992	-0,16994	0,00000
0,6	1,00000	0,62964	0,31953	0,06961	-0,12020	-0,24995	-0,31973	-0,32959	-0,27958	-0,16971	0,00000
0,8	1,00000	0,62887	0,31851	0,06875	-0,12062	-0,24985	-0,31915	-0,32872	-0,27867	-0,16909	0,00000
1	1,00000	0,62724	0,31637	0,06697	-0,12150	-0,24963	-0,31794	-0,32689	-0,27677	-0,16778	0,00000
1,2	1,00000	0,62433	0,31254	0,06378	-0,12308	-0,24923	-0,31577	-0,32360	-0,27336	-0,16544	0,00000
1,4	1,00000	0,61962	0,30636	0,05864	-0,12561	-0,24858	-0,31226	-0,31831	-0,26788	-0,16168	0,00000
1,6	1,00000	0,61261	0,29719	0,05104	-0,12933	-0,24758	-0,30705	-0,31047	-0,25977	-0,15612	0,00000
1,8	1,00000	0,60287	0,28447	0,04054	-0,13443	-0,24614	-0,29980	-0,29963	-0,24859	-0,14847	0,00000
2	1,00000	0,59009	0,26785	0,02690	-0,14095	-0,24415	-0,29030	-0,28552	-0,23410	-0,13857	0,00000
2,2	1,00000	0,57416	0,24728	0,01017	-0,14881	-0,24150	-0,27849	-0,26815	-0,21635	-0,12649	0,00000
2,4	1,00000	0,55523	0,22302	-0,00932	-0,15771	-0,23809	-0,26448	-0,24784	-0,19574	-0,11252	0,00000
2,6	1,00000	0,53366	0,19570	-0,03093	-0,16721	-0,23381	-0,24857	-0,22519	-0,17298	-0,09719	0,00000
2,8	1,00000	0,51001	0,16616	-0,05380	-0,17674	-0,22858	-0,23119	-0,20104	-0,14902	-0,08119	0,00000
3	1,00000	0,48490	0,13537	-0,07698	-0,18569	-0,22233	-0,21287	-0,17630	-0,12489	-0,06525	0,00000
3,2	1,00000	0,45897	0,10429	-0,09955	-0,19348	-0,21503	-0,19409	-0,15188	-0,10158	-0,05007	0,00000
3,4	1,00000	0,43276	0,07373	-0,12073	-0,19966	-0,20666	-0,17533	-0,12853	-0,07990	-0,03624	0,00000
3,6	1,00000	0,40669	0,04432	-0,13994	-0,20390	-0,19728	-0,15694	-0,10682	-0,06045	-0,02414	0,00000
3,8	1,00000	0,38104	0,01648	-0,15681	-0,20602	-0,18695	-0,13919	-0,08712	-0,04357	-0,01399	0,00000
4	1,00000	0,35600	-0,00952	-0,17115	-0,20600	-0,17579	-0,12227	-0,06960	-0,02936	-0,00584	0,00000
4,2	1,00000	0,33164	-0,03360	-0,18294	-0,20391	-0,16394	-0,10631	-0,05430	-0,01779	0,00039	0,00000
4,4	1,00000	0,30799	-0,05573	-0,19224	-0,19992	-0,15157	-0,09139	-0,04114	-0,00866	0,00487	0,00000
4,6	1,00000	0,28506	-0,07596	-0,19919	-0,19425	-0,13888	-0,07755	-0,03001	-0,00171	0,00784	0,00000
4,8	1,00000	0,26283	-0,09437	-0,20400	-0,18715	-0,12607	-0,06482	-0,02071	0,00335	0,00955	0,00000
5	1,00000	0,24127	-0,11106	-0,20685	-0,17887	-0,11332	-0,05323	-0,01308	0,00682	0,01026	0,00000
5,2	1,00000	0,22037	-0,12610	-0,20794	-0,16966	-0,10081	-0,04277	-0,00691	0,00901	0,01021	0,00000
5,4	1,00000	0,20011	-0,13960	-0,20748	-0,15978	-0,08872	-0,03344	-0,00203	0,01018	0,00963	0,00000
5,6	1,00000	0,18047	-0,15164	-0,20565	-0,14945	-0,07717	-0,02522	0,00174	0,01058	0,00869	0,00000
5,8	1,00000	0,16145	-0,16229	-0,20263	-0,13884	-0,06628	-0,01806	0,00455	0,01041	0,00756	0,00000
6	1,00000	0,14305	-0,17163	-0,19857	-0,12815	-0,05613	-0,01193	0,00655	0,00983	0,00635	0,00000
6,2	1,00000	0,12524	-0,17973	-0,19363	-0,11751	-0,04678	-0,00677	0,00787	0,00900	0,00515	0,00000
6,4	1,00000	0,10804	-0,18666	-0,18793	-0,10705	-0,03826	-0,00250	0,00864	0,00802	0,00402	0,00000
6,6	1,00000	0,09142	-0,19248	-0,18160	-0,09687	-0,03057	0,00094	0,00895	0,00698	0,00302	0,00000
6,8	1,00000	0,07537	-0,19728	-0,17477	-0,08705	-0,02372	0,00365	0,00891	0,00593	0,00214	0,00000
7	1,00000	0,05990	-0,20109	-0,16752	-0,07765	-0,01767	0,00570	0,00859	0,00493	0,00142	0,00000
7,2	1,00000	0,04499	-0,20400	-0,15996	-0,06873	-0,01240	0,00718	0,00808	0,00400	0,00083	0,00000
7,4	1,00000	0,03062	-0,20606	-0,15217	-0,06031	-0,00786	0,00816	0,00742	0,00316	0,00038	0,00000
7,6	1,00000	0,01680	-0,20732	-0,14423	-0,05243	-0,00399	0,00873	0,00668	0,00242	0,00004	0,00000
7,8	1,00000	0,00350	-0,20785	-0,13621	-0,04509	-0,00076	0,00896	0,00590	0,00178	-0,00020	0,00000
8,0	1,00000	-0,00928	-0,20771	-0,12817	-0,03830	0,00190	0,00891	0,00511	0,00124	-0,00036	0,00000

Anexa C. Stări de eforturi și de deformații în plăcile plane circulare rezemate pe mediu elastic utilizând modelul Winkler pentru definirea presiunilor de contact structură - teren de fundare

- Placa plană circulară liberă pe conturul exterior acționată de momentul uniform distribuit M



$$w(\rho, \lambda) = \frac{M \cdot a^2}{E \cdot h^3} \cdot c_{w9}(\xi, \lambda)$$

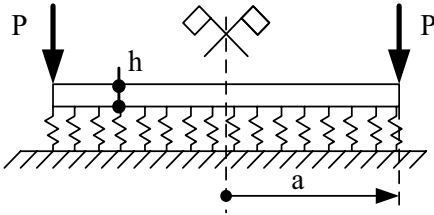
$$\chi(\rho, \lambda) = \frac{M \cdot a}{E \cdot h^3} \cdot c_{\chi9}(\xi, \lambda)$$

$$M_r(\rho, \lambda) = M \cdot cM_{r9}(\xi, \lambda)$$

$$M_\theta(\rho, \lambda) = M \cdot cM_{\theta9}(\xi, \lambda)$$

$$Q_r(\rho, \lambda) = \frac{M}{a} \cdot cQ_{r9}(\xi, \lambda)$$

- Placa plană circulară liberă pe conturul exterior acționată de forța tăietoare uniform distribuită P



$$w(\rho, \lambda) = \frac{P \cdot a^3}{E \cdot h^3} \cdot c_{w10}(\xi, \lambda)$$

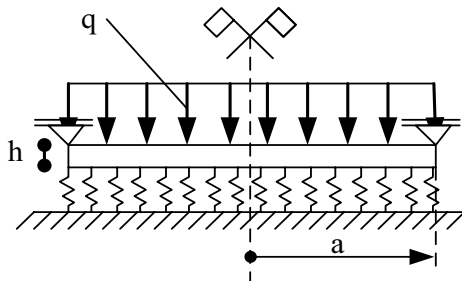
$$\chi(\rho, \lambda) = \frac{P \cdot a^2}{E \cdot h^3} \cdot c_{\chi10}(\xi, \lambda)$$

$$M_r(\rho, \lambda) = P \cdot a \cdot cM_{r10}(\xi, \lambda)$$

$$M_\theta(\rho, \lambda) = P \cdot a \cdot cM_{\theta10}(\xi, \lambda)$$

$$Q_r(\rho, \lambda) = P \cdot cQ_{r10}(\xi, \lambda)$$

- Placa plană circulară simplu rezemată pe conturul exterior acționată de presiunea uniform distribuită q



$$w(\rho, \lambda) = \frac{q}{k_0} \cdot c_{w11}(\xi, \lambda)$$

$$\chi(\rho, \lambda) = \frac{q}{k_0 \cdot a} \cdot c_{\chi11}(\xi, \lambda)$$

$$M_r(\rho, \lambda) = q \cdot a^2 \cdot cM_{r11}(\xi, \lambda)$$

$$M_\theta(\rho, \lambda) = q \cdot a^2 \cdot cM_{\theta11}(\xi, \lambda)$$

$$Q_r(\rho, \lambda) = q \cdot a \cdot cQ_{r11}(\xi, \lambda)$$

Tabel C.1. Valorile funcției $c_{w9}(\rho, \lambda)$

$\lambda \backslash \rho$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,25	-2,39986	-2,35187	-2,20788	-1,96789	-1,63192	-1,19994	-0,67197	-0,04801	0,67196	1,48793	2,39989
0,5	-2,39779	-2,34985	-2,20601	-1,96628	-1,63065	-1,19908	-0,67157	-0,04809	0,67137	1,48683	2,39831
0,75	-2,38884	-2,34113	-2,19798	-1,95935	-1,62517	-1,19536	-0,66983	-0,04847	0,66883	1,48212	2,39147
1	-2,36504	-2,31794	-2,17660	-1,94089	-1,61060	-1,18547	-0,66520	-0,04946	0,66206	1,46958	2,37326
1,25	-2,31621	-2,27037	-2,13274	-1,90302	-1,58071	-1,16518	-0,65569	-0,05149	0,64816	1,44384	2,33590
1,5	-2,23186	-2,18819	-2,05696	-1,83757	-1,52904	-1,13009	-0,63925	-0,05498	0,62416	1,39936	2,27131
1,75	-2,10420	-2,06381	-1,94227	-1,73850	-1,45079	-1,07692	-0,61431	-0,06025	0,58782	1,33197	2,17344
2	-1,93164	-1,89567	-1,78717	-1,60448	-1,34489	-1,00491	-0,58047	-0,06730	0,53866	1,24073	2,04087
2,25	-1,72085	-1,69025	-1,59764	-1,44059	-1,21528	-0,91666	-0,53889	-0,07579	0,47855	1,12899	1,87841
2,5	-1,48594	-1,46129	-1,38625	-1,25765	-1,07040	-0,81783	-0,49214	-0,08503	0,41147	1,00396	1,69645
2,75	-1,24461	-1,22600	-1,16884	-1,06923	-0,92090	-0,71556	-0,44347	-0,09419	0,34239	0,87475	1,50810
3	-1,01338	-1,00046	-0,96018	-0,88803	-0,77669	-0,61649	-0,39591	-0,10249	0,27597	0,74985	1,32561
3,25	-0,80420	-0,79631	-0,77097	-0,72321	-0,64497	-0,52544	-0,35164	-0,10935	0,21559	0,63539	1,15782
3,5	-0,62347	-0,61977	-0,60691	-0,57968	-0,52956	-0,44498	-0,31184	-0,11446	0,16304	0,53464	1,00943
3,75	-0,47286	-0,47246	-0,46950	-0,45873	-0,43147	-0,37576	-0,27678	-0,11772	0,11881	0,44845	0,88166
4	-0,35088	-0,35293	-0,35742	-0,35924	-0,34983	-0,31722	-0,24622	-0,11921	0,08249	0,37608	0,77340
4,25	-0,25434	-0,25811	-0,26786	-0,27881	-0,28280	-0,26813	-0,21962	-0,11909	0,05320	0,31595	0,68241
4,5	-0,17946	-0,18431	-0,19747	-0,21461	-0,22820	-0,22709	-0,19635	-0,11756	0,02992	0,26621	0,60605
4,75	-0,12246	-0,12788	-0,14293	-0,16387	-0,18391	-0,19272	-0,17585	-0,11486	0,01162	0,22509	0,54178
5	-0,07991	-0,08549	-0,10125	-0,12406	-0,14805	-0,16382	-0,15763	-0,11122	-0,00261	0,19099	0,48736
5,25	-0,04881	-0,05424	-0,06980	-0,09302	-0,11900	-0,13939	-0,14131	-0,10684	-0,01356	0,16258	0,44092
5,5	-0,02665	-0,03172	-0,04643	-0,06898	-0,09546	-0,11863	-0,12661	-0,10193	-0,02188	0,13877	0,40097
5,75	-0,01134	-0,01591	-0,02934	-0,05046	-0,07634	-0,10090	-0,11329	-0,09666	-0,02810	0,11870	0,36632
6	-0,00120	-0,00519	-0,01707	-0,03628	-0,06081	-0,08570	-0,10120	-0,09118	-0,03267	0,10167	0,33602
6,25	0,00512	0,00174	-0,00848	-0,02551	-0,04818	-0,07263	-0,09022	-0,08562	-0,03591	0,08715	0,30936
6,5	0,00869	0,00592	-0,00264	-0,01738	-0,03791	-0,06137	-0,08026	-0,08008	-0,03812	0,07470	0,28576
6,75	0,01033	0,00813	0,00117	-0,01131	-0,02957	-0,05168	-0,07122	-0,07464	-0,03950	0,06399	0,26474
7	0,01067	0,00898	0,00350	-0,00683	-0,02280	-0,04334	-0,06305	-0,06936	-0,04024	0,05472	0,24595
7,25	0,01018	0,00895	0,00479	-0,00357	-0,01733	-0,03616	-0,05568	-0,06429	-0,04047	0,04669	0,22907
7,5	0,00920	0,00837	0,00534	-0,00124	-0,01293	-0,03001	-0,04905	-0,05945	-0,04031	0,03970	0,21386
7,75	0,00799	0,00748	0,00541	0,00038	-0,00940	-0,02475	-0,04309	-0,05486	-0,03983	0,03360	0,20010
8	0,00671	0,00645	0,00517	0,00146	-0,00660	-0,02027	-0,03776	-0,05053	-0,03912	0,02828	0,18762
8,25	0,00546	0,00540	0,00475	0,00214	-0,00440	-0,01646	-0,03299	-0,04647	-0,03822	0,02362	0,17627
8,5	0,00431	0,00440	0,00423	0,00252	-0,00268	-0,01324	-0,02875	-0,04266	-0,03718	0,01953	0,16591
8,75	0,00331	0,00349	0,00368	0,00269	-0,00136	-0,01052	-0,02497	-0,03911	-0,03604	0,01595	0,15644
9	0,00245	0,00270	0,00313	0,00271	-0,00037	-0,00825	-0,02163	-0,03580	-0,03483	0,01280	0,14775
9,25	0,00175	0,00203	0,00262	0,00262	0,00036	-0,00636	-0,01866	-0,03272	-0,03357	0,01003	0,13976
9,5	0,00118	0,00148	0,00215	0,00246	0,00088	-0,00479	-0,01605	-0,02987	-0,03228	0,00760	0,13240
9,75	0,00074	0,00103	0,00174	0,00226	0,00123	-0,00351	-0,01374	-0,02722	-0,03098	0,00546	0,12561
10,00	0,00041	0,00068	0,00138	0,00203	0,00145	-0,00246	-0,01171	-0,02478	-0,02967	0,00357	0,11932

Tabel C.2. Valorile funcției $c_{\gamma\rho}(\rho, \lambda)$

$\lambda \backslash \rho$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,25	0,00000	-0,95993	-1,91986	-2,87980	-3,83975	-4,79971	-5,75968	-6,71967	-7,67966	-8,63967	-9,59967
0,5	0,00000	-0,95886	-1,91778	-2,87681	-3,83599	-4,79535	-5,75491	-6,71467	-7,67461	-8,63468	-9,59480
0,75	0,00000	-0,95427	-1,90882	-2,86391	-3,81976	-4,77653	-5,73432	-6,69312	-7,65282	-8,61316	-9,57374
1	0,00000	-0,94206	-1,88498	-2,82960	-3,77659	-4,72648	-5,67956	-6,63580	-7,59485	-8,55591	-9,51772
1,25	0,00000	-0,91701	-1,83610	-2,75922	-3,68804	-4,62380	-5,56718	-6,51816	-7,47585	-8,43838	-9,40273
1,5	0,00000	-0,87377	-1,75172	-2,63772	-3,53511	-4,44640	-5,37297	-6,31477	-7,27008	-8,23513	-9,20387
1,75	0,00000	-0,80846	-1,62420	-2,45404	-3,30381	-4,17794	-5,07888	-6,00663	-6,95819	-7,92700	-8,90237
2	0,00000	-0,72042	-1,45226	-2,20619	-2,99144	-3,81503	-4,68094	-5,58930	-6,53550	-7,50925	-8,49359
2,25	0,00000	-0,61337	-1,24303	-1,90429	-2,61045	-3,37172	-4,19408	-5,07799	-6,01707	-6,99658	-7,99187
2,5	0,00000	-0,49489	-1,01124	-1,56930	-2,18682	-2,87764	-3,65016	-4,50552	-5,43568	-6,42115	-7,42863
2,75	0,00000	-0,37445	-0,77526	-1,22743	-1,75313	-2,37003	-3,08930	-3,91329	-4,83273	-5,82360	-6,84360
3	0,00000	-0,26089	-0,55223	-0,90312	-1,33977	-1,88363	-2,54897	-3,33996	-4,24690	-5,24191	-6,27386
3,25	0,00000	-0,16060	-0,35456	-0,61409	-0,96877	-1,44360	-2,05627	-2,81347	-3,70609	-4,70341	-5,74616
3,5	0,00000	-0,07700	-0,18891	-0,36984	-0,65193	-1,06344	-1,62570	-2,34870	-3,22512	-4,22262	-5,27463
3,75	0,00000	-0,01097	-0,05698	-0,17284	-0,39237	-0,74672	-1,26107	-1,94955	-2,80779	-3,80319	-4,86286
4	0,00000	0,03836	0,04288	-0,02079	-0,18733	-0,49037	-0,95915	-1,61265	-2,45069	-3,44173	-4,50750
4,25	0,00000	0,07284	0,11419	0,09121	-0,03088	-0,28782	-0,71300	-1,33093	-2,14675	-3,13129	-4,20176
4,5	0,00000	0,09474	0,16127	0,16911	0,08409	-0,13123	-0,51445	-1,09616	-1,88782	-2,86385	-3,93778
4,75	0,00000	0,10637	0,18851	0,21897	0,16480	-0,01278	-0,35547	-0,90034	-1,66606	-2,63177	-3,70813
5	0,00000	0,10995	0,20008	0,24647	0,21787	0,07463	-0,22889	-0,73645	-1,47468	-2,42848	-3,50637
5,25	0,00000	0,10746	0,19973	0,25668	0,24918	0,13717	-0,12861	-0,59866	-1,30811	-2,24860	-3,32726
5,5	0,00000	0,10065	0,19071	0,25397	0,26375	0,18002	-0,04959	-0,48223	-1,16193	-2,08791	-3,16669
5,75	0,00000	0,09099	0,17578	0,24203	0,26576	0,20750	0,01225	-0,38342	-1,03268	-1,94315	-3,02150
6	0,00000	0,07971	0,15721	0,22391	0,25867	0,22308	0,06020	-0,29927	-0,91771	-1,81182	-2,88926
6,25	0,00000	0,06776	0,13684	0,20206	0,24528	0,22961	0,09689	-0,22745	-0,81495	-1,69201	-2,76812
6,5	0,00000	0,05590	0,11606	0,17841	0,22779	0,22935	0,12442	-0,16611	-0,72277	-1,58223	-2,65663
6,75	0,00000	0,04465	0,09591	0,15439	0,20792	0,22409	0,14451	-0,11375	-0,63987	-1,48128	-2,55363
7	0,00000	0,03440	0,07713	0,13108	0,18698	0,21526	0,15852	-0,06914	-0,56518	-1,38819	-2,45819
7,25	0,00000	0,02535	0,06017	0,10919	0,16594	0,20396	0,16757	-0,03126	-0,49781	-1,30214	-2,36951
7,5	0,00000	0,01760	0,04528	0,08919	0,14549	0,19105	0,17259	0,00074	-0,43700	-1,22243	-2,28692
7,75	0,00000	0,01117	0,03255	0,07133	0,12608	0,17720	0,17433	0,02763	-0,38207	-1,14846	-2,20983
8	0,00000	0,00600	0,02195	0,05569	0,10804	0,16292	0,17343	0,05002	-0,33246	-1,07970	-2,13773
8,25	0,00000	0,00198	0,01334	0,04227	0,09152	0,14859	0,17041	0,06849	-0,28763	-1,01566	-2,07016
8,5	0,00000	-0,00100	0,00655	0,03094	0,07660	0,13451	0,16572	0,08353	-0,24714	-0,95593	-2,00671
8,75	0,00000	-0,00311	0,00137	0,02155	0,06329	0,12090	0,15975	0,09557	-0,21056	-0,90014	-1,94702
9	0,00000	-0,00447	-0,00242	0,01392	0,05154	0,10789	0,15280	0,10500	-0,17754	-0,84796	-1,89077
9,25	0,00000	-0,00524	-0,00505	0,00783	0,04128	0,09561	0,14515	0,11215	-0,14775	-0,79907	-1,83767
9,5	0,00000	-0,00554	-0,00673	0,00309	0,03241	0,08412	0,13702	0,11734	-0,12088	-0,75322	-1,78746
9,75	0,00000	-0,00549	-0,00766	-0,00051	0,02481	0,07346	0,12860	0,12083	-0,09667	-0,71017	-1,73991
10,00	0,00000	-0,00519	-0,00800	-0,00314	0,01838	0,06365	0,12006	0,12285	-0,07489	-0,66969	-1,69483

Tabel C.3. Valorile funcției $cM_{\theta}(\rho, \lambda)$

$\lambda \backslash \rho$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,25	-0,99993	-0,99993	-0,99993	-0,99994	-0,99995	-0,99996	-0,99997	-0,99998	-0,99999	-1,00000	-1,00000
0,5	-0,99881	-0,99883	-0,99891	-0,99903	-0,99919	-0,99937	-0,99956	-0,99974	-0,99990	-0,99999	-1,00000
0,75	-0,99398	-0,99411	-0,99450	-0,99511	-0,99590	-0,99682	-0,99779	-0,99871	-0,99947	-0,99995	-1,00000
1	-0,98115	-0,98156	-0,98276	-0,98467	-0,98716	-0,99003	-0,99306	-0,99595	-0,99834	-0,99985	-1,00000
1,25	-0,95485	-0,95582	-0,95869	-0,96326	-0,96921	-0,97610	-0,98335	-0,99027	-0,99602	-0,99963	-1,00000
1,5	-0,90945	-0,91140	-0,91713	-0,92626	-0,93817	-0,95196	-0,96651	-0,98040	-0,99196	-0,99923	-1,00000
1,75	-0,84087	-0,84427	-0,85429	-0,87026	-0,89110	-0,91530	-0,94086	-0,96532	-0,98572	-0,99861	-1,00000
2	-0,74844	-0,75377	-0,76947	-0,79453	-0,82730	-0,86543	-0,90582	-0,94461	-0,97708	-0,99769	-1,00000
2,25	-0,63606	-0,64368	-0,66610	-0,70197	-0,74900	-0,80391	-0,86231	-0,91866	-0,96610	-0,99643	-1,00000
2,5	-0,51174	-0,52177	-0,55132	-0,59872	-0,66111	-0,73430	-0,81260	-0,88863	-0,95314	-0,99479	-1,00000
2,75	-0,38543	-0,39774	-0,43406	-0,49252	-0,56986	-0,66118	-0,75962	-0,85606	-0,93870	-0,99271	-1,00000
3	-0,26643	-0,28063	-0,32263	-0,39057	-0,48105	-0,58880	-0,70613	-0,82237	-0,92322	-0,99018	-1,00000
3,25	-0,16146	-0,17699	-0,22309	-0,29811	-0,39890	-0,52025	-0,65408	-0,78854	-0,90702	-0,98713	-1,00000
3,5	-0,07412	-0,09034	-0,13866	-0,21793	-0,32565	-0,45715	-0,60449	-0,75507	-0,89019	-0,98354	-1,00000
3,75	-0,00534	-0,02157	-0,07020	-0,15080	-0,26192	-0,39994	-0,55760	-0,72203	-0,87272	-0,97936	-1,00000
4	0,04581	0,03019	-0,01694	-0,09611	-0,20726	-0,34832	-0,51319	-0,68926	-0,85452	-0,97456	-1,00000
4,25	0,08130	0,06683	0,02277	-0,05253	-0,16071	-0,30162	-0,47086	-0,65654	-0,83547	-0,96914	-1,00000
4,5	0,10350	0,09063	0,05093	-0,01848	-0,12113	-0,25914	-0,43022	-0,62368	-0,81553	-0,96309	-1,00000
4,75	0,11489	0,10394	0,06956	0,00760	-0,08747	-0,22026	-0,39098	-0,59059	-0,79467	-0,95643	-1,00000
5	0,11782	0,10898	0,08055	0,02712	-0,05882	-0,18453	-0,35299	-0,55728	-0,77295	-0,94920	-1,00000
5,25	0,11440	0,10776	0,08557	0,04131	-0,03447	-0,15166	-0,31626	-0,52385	-0,75046	-0,94143	-1,00000
5,5	0,10648	0,10203	0,08608	0,05118	-0,01386	-0,12148	-0,28086	-0,49047	-0,72732	-0,93318	-1,00000
5,75	0,09564	0,09326	0,08329	0,05758	0,00346	-0,09391	-0,24693	-0,45734	-0,70367	-0,92448	-1,00000
6	0,08318	0,08267	0,07822	0,06119	0,01781	-0,06893	-0,21465	-0,42469	-0,67967	-0,91540	-1,00000
6,25	0,07013	0,07125	0,07167	0,06260	0,02948	-0,04653	-0,18417	-0,39270	-0,65544	-0,90597	-1,00000
6,5	0,05727	0,05973	0,06429	0,06226	0,03871	-0,02667	-0,15563	-0,36157	-0,63112	-0,89623	-1,00000
6,75	0,04517	0,04868	0,05658	0,06056	0,04574	-0,00930	-0,12913	-0,33145	-0,60681	-0,88622	-1,00000
7	0,03421	0,03847	0,04890	0,05783	0,05077	0,00564	-0,10472	-0,30245	-0,58261	-0,87597	-1,00000
7,25	0,02461	0,02934	0,04152	0,05433	0,05404	0,01826	-0,08241	-0,27466	-0,55859	-0,86550	-1,00000
7,5	0,01647	0,02140	0,03461	0,05029	0,05575	0,02871	-0,06219	-0,24814	-0,53482	-0,85482	-1,00000
7,75	0,00978	0,01470	0,02830	0,04590	0,05611	0,03713	-0,04400	-0,22293	-0,51135	-0,84397	-1,00000
8	0,00447	0,00919	0,02264	0,04133	0,05534	0,04370	-0,02777	-0,19903	-0,48822	-0,83295	-1,00000
8,25	0,00042	0,00480	0,01766	0,03670	0,05364	0,04860	-0,01341	-0,17647	-0,46547	-0,82178	-1,00000
8,5	-0,00252	0,00142	0,01334	0,03214	0,05119	0,05201	-0,00082	-0,15522	-0,44312	-0,81047	-1,00000
8,75	-0,00451	-0,00109	0,00966	0,02772	0,04817	0,05412	0,01012	-0,13527	-0,42121	-0,79904	-1,00000
9	-0,00572	-0,00285	0,00657	0,02352	0,04474	0,05509	0,01952	-0,11660	-0,39977	-0,78751	-1,00000
9,25	-0,00631	-0,00399	0,00403	0,01960	0,04103	0,05510	0,02749	-0,09917	-0,37881	-0,77587	-1,00000
9,5	-0,00642	-0,00464	0,00198	0,01599	0,03718	0,05430	0,03415	-0,08297	-0,35835	-0,76414	-1,00000
9,75	-0,00619	-0,00489	0,00036	0,01272	0,03329	0,05283	0,03960	-0,06795	-0,33841	-0,75235	-1,00000
10,00	-0,00571	-0,00486	-0,00087	0,00981	0,02944	0,05083	0,04396	-0,05407	-0,31900	-0,74049	-1,00000

Tabel C.4. Valorile funcției $cM_{\theta 9}(\rho, \lambda)$

$\lambda \backslash \rho$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,25	-0,99993	-0,99993	-0,99993	-0,99993	-0,99994	-0,99994	-0,99995	-0,99996	-0,99996	-0,99997	-0,99997
0,5	-0,99881	-0,99882	-0,99886	-0,99892	-0,99900	-0,99910	-0,99921	-0,99931	-0,99942	-0,99951	-0,99957
0,75	-0,99398	-0,99405	-0,99424	-0,99455	-0,99496	-0,99545	-0,99599	-0,99654	-0,99706	-0,99750	-0,99781
1	-0,98115	-0,98136	-0,98196	-0,98293	-0,98422	-0,98575	-0,98744	-0,98917	-0,99080	-0,99218	-0,99314
1,25	-0,95485	-0,95534	-0,95678	-0,95910	-0,96218	-0,96585	-0,96989	-0,97402	-0,97794	-0,98126	-0,98356
1,5	-0,90945	-0,91042	-0,91331	-0,91795	-0,92411	-0,93146	-0,93955	-0,94784	-0,95569	-0,96236	-0,96699
1,75	-0,84087	-0,84257	-0,84761	-0,85573	-0,86652	-0,87938	-0,89357	-0,90814	-0,92196	-0,93370	-0,94186
2	-0,74844	-0,75111	-0,75900	-0,77174	-0,78868	-0,80893	-0,83130	-0,85431	-0,87620	-0,89484	-0,90780
2,25	-0,63606	-0,63988	-0,65115	-0,66936	-0,69364	-0,72273	-0,75497	-0,78825	-0,82000	-0,84712	-0,86599
2,5	-0,51174	-0,51676	-0,53161	-0,55566	-0,58781	-0,62647	-0,66949	-0,71410	-0,75685	-0,79351	-0,81905
2,75	-0,38543	-0,39159	-0,40984	-0,43946	-0,47921	-0,52724	-0,58099	-0,63708	-0,69115	-0,73777	-0,77030
3	-0,26643	-0,27353	-0,29462	-0,32898	-0,37533	-0,43170	-0,49525	-0,56209	-0,62703	-0,68340	-0,72282
3,25	-0,16146	-0,16923	-0,19235	-0,23020	-0,28161	-0,34465	-0,41641	-0,49265	-0,56745	-0,63293	-0,67885
3,5	-0,07412	-0,08223	-0,10644	-0,14632	-0,20095	-0,26867	-0,34669	-0,43062	-0,51399	-0,58769	-0,63955
3,75	-0,00534	-0,01346	-0,03778	-0,07817	-0,13413	-0,20444	-0,28667	-0,37649	-0,46702	-0,54802	-0,60524
4	0,04581	0,03801	0,01448	-0,02500	-0,08048	-0,15139	-0,23585	-0,32983	-0,42618	-0,51359	-0,57563
4,25	0,08130	0,07407	0,05214	0,01483	-0,03858	-0,10829	-0,19320	-0,28975	-0,39071	-0,48376	-0,55015
4,5	0,10350	0,09708	0,07738	0,04328	-0,00671	-0,07370	-0,15749	-0,25523	-0,35975	-0,45779	-0,52815
4,75	0,11489	0,10943	0,09246	0,06234	0,01684	-0,04618	-0,12757	-0,22530	-0,33248	-0,43497	-0,50901
5	0,11782	0,11342	0,09948	0,07389	0,03363	-0,02447	-0,10239	-0,19913	-0,30820	-0,41470	-0,49220
5,25	0,11440	0,11110	0,10034	0,07956	0,04502	-0,00747	-0,08111	-0,17604	-0,28635	-0,39649	-0,47727
5,5	0,10648	0,10428	0,09668	0,08078	0,05218	0,00571	-0,06306	-0,15550	-0,26650	-0,37996	-0,46389
5,75	0,09564	0,09448	0,08990	0,07875	0,05606	0,01580	-0,04768	-0,13711	-0,24831	-0,36482	-0,45179
6	0,08318	0,08296	0,08115	0,07444	0,05745	0,02339	-0,03457	-0,12056	-0,23153	-0,35084	-0,44077
6,25	0,07013	0,07072	0,07135	0,06865	0,05699	0,02896	-0,02338	-0,10562	-0,21598	-0,33786	-0,43068
6,5	0,05727	0,05853	0,06122	0,06201	0,05520	0,03289	-0,01385	-0,09209	-0,20151	-0,32575	-0,42139
6,75	0,04517	0,04695	0,05128	0,05500	0,05246	0,03549	-0,00576	-0,07983	-0,18801	-0,31440	-0,41280
7	0,03421	0,03636	0,04192	0,04798	0,04911	0,03700	0,00107	-0,06872	-0,17539	-0,30373	-0,40485
7,25	0,02461	0,02699	0,03337	0,04120	0,04538	0,03764	0,00679	-0,05865	-0,16357	-0,29367	-0,39746
7,5	0,01647	0,01895	0,02579	0,03483	0,04146	0,03758	0,01153	-0,04954	-0,15248	-0,28415	-0,39058
7,75	0,00978	0,01225	0,01922	0,02899	0,03749	0,03696	0,01541	-0,04130	-0,14207	-0,27513	-0,38415
8	0,00447	0,00684	0,01367	0,02374	0,03358	0,03589	0,01853	-0,03385	-0,13227	-0,26656	-0,37814
8,25	0,00042	0,00261	0,00909	0,01908	0,02979	0,03449	0,02099	-0,02714	-0,12305	-0,25840	-0,37251
8,5	-0,00252	-0,00055	0,00540	0,01502	0,02620	0,03282	0,02285	-0,02110	-0,11437	-0,25061	-0,36723
8,75	-0,00451	-0,00281	0,00250	0,01153	0,02282	0,03097	0,02421	-0,01568	-0,10618	-0,24316	-0,36225
9	-0,00572	-0,00430	0,00031	0,00857	0,01968	0,02900	0,02513	-0,01082	-0,09845	-0,23602	-0,35756
9,25	-0,00631	-0,00516	-0,00130	0,00609	0,01681	0,02695	0,02566	-0,00648	-0,09115	-0,22916	-0,35314
9,5	-0,00642	-0,00554	-0,00241	0,00406	0,01419	0,02488	0,02586	-0,00262	-0,08426	-0,22257	-0,34895
9,75	-0,00619	-0,00555	-0,00312	0,00240	0,01183	0,02281	0,02578	0,00079	-0,07775	-0,21623	-0,34499
10,00	-0,00571	-0,00530	-0,00351	0,00109	0,00972	0,02078	0,02547	0,00381	-0,07160	-0,21011	-0,34124

Tabel C.5. Valorile funcției $cQ_{r9}(\rho, \lambda)$

$\lambda \backslash \rho$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,25	0,00000	-0,00004	-0,00008	-0,00011	-0,00014	-0,00015	-0,00016	-0,00015	-0,00012	-0,00007	0,00000
0,5	0,00000	-0,00064	-0,00125	-0,00178	-0,00219	-0,00244	-0,00250	-0,00232	-0,00187	-0,00111	0,00000
0,75	0,00000	-0,00325	-0,00630	-0,00896	-0,01103	-0,01231	-0,01260	-0,01172	-0,00946	-0,00562	0,00000
1	0,00000	-0,01016	-0,01971	-0,02803	-0,03451	-0,03853	-0,03947	-0,03672	-0,02963	-0,01760	0,00000
1,25	0,00000	-0,02430	-0,04714	-0,06707	-0,08260	-0,09227	-0,09458	-0,08803	-0,07110	-0,04227	0,00000
1,5	0,00000	-0,04856	-0,09424	-0,13414	-0,16534	-0,18486	-0,18970	-0,17678	-0,14298	-0,08512	0,00000
1,75	0,00000	-0,08483	-0,16473	-0,23469	-0,28963	-0,32434	-0,33343	-0,31134	-0,25234	-0,15056	0,00000
2	0,00000	-0,13289	-0,25827	-0,36848	-0,45562	-0,51143	-0,52721	-0,49379	-0,40153	-0,24038	0,00000
2,25	0,00000	-0,18972	-0,36918	-0,52780	-0,65446	-0,73716	-0,76295	-0,71774	-0,58637	-0,35271	0,00000
2,5	0,00000	-0,24984	-0,48704	-0,69834	-0,86932	-0,98391	-1,02398	-0,96917	-0,79685	-0,48244	0,00000
2,75	0,00000	-0,30664	-0,59923	-0,86263	-1,07959	-1,22986	-1,28947	-1,23029	-1,02006	-0,62280	0,00000
3	0,00000	-0,35400	-0,69407	-1,00448	-1,26607	-1,45466	-1,53990	-1,48446	-1,24394	-0,76755	0,00000
3,25	0,00000	-0,38752	-0,76310	-1,11213	-1,41472	-1,64337	-1,76099	-1,71959	-1,45989	-0,91235	0,00000
3,5	0,00000	-0,40488	-0,80187	-1,17927	-1,51793	-1,78778	-1,94485	-1,92907	-1,66343	-1,05520	0,00000
3,75	0,00000	-0,40571	-0,80951	-1,20446	-1,57368	-1,88549	-2,08904	-2,11093	-1,85347	-1,19592	0,00000
4	0,00000	-0,39103	-0,78783	-1,18989	-1,58405	-1,93814	-2,19476	-2,26614	-2,03102	-1,33545	0,00000
4,25	0,00000	-0,36285	-0,74044	-1,14002	-1,55361	-1,94978	-2,26522	-2,39713	-2,19794	-1,47512	0,00000
4,5	0,00000	-0,32375	-0,67196	-1,06065	-1,48830	-1,92560	-2,30439	-2,50667	-2,35614	-1,61618	0,00000
4,75	0,00000	-0,27660	-0,58758	-0,95824	-1,39464	-1,87118	-2,31633	-2,59730	-2,50713	-1,75952	0,00000
5	0,00000	-0,22437	-0,49260	-0,83939	-1,27925	-1,79203	-2,30479	-2,67106	-2,65183	-1,90564	0,00000
5,25	0,00000	-0,16994	-0,39220	-0,71051	-1,14853	-1,69337	-2,27312	-2,72945	-2,79062	-2,05465	0,00000
5,5	0,00000	-0,11593	-0,29115	-0,57755	-1,00841	-1,57999	-2,22425	-2,77357	-2,92343	-2,20635	0,00000
5,75	0,00000	-0,06466	-0,19361	-0,44576	-0,86418	-1,45616	-2,16072	-2,80413	-3,04992	-2,36034	0,00000
6	0,00000	-0,01797	-0,10302	-0,31957	-0,72044	-1,32566	-2,08475	-2,82167	-3,16956	-2,51614	0,00000
6,25	0,00000	0,02275	-0,02200	-0,20250	-0,58094	-1,19170	-1,99829	-2,82662	-3,28179	-2,67319	0,00000
6,5	0,00000	0,05661	0,04766	-0,09711	-0,44867	-1,05703	-1,90309	-2,81939	-3,38607	-2,83099	0,00000
6,75	0,00000	0,08318	0,10496	-0,00508	-0,32585	-0,92388	-1,80070	-2,80042	-3,48195	-2,98905	0,00000
7	0,00000	0,10246	0,14964	0,07273	-0,21400	-0,79409	-1,69260	-2,77021	-3,56908	-3,14697	0,00000
7,25	0,00000	0,11478	0,18202	0,13617	-0,11403	-0,66911	-1,58011	-2,72934	-3,64722	-3,30439	0,00000
7,5	0,00000	0,12077	0,20292	0,18563	-0,02635	-0,55009	-1,46452	-2,67845	-3,71623	-3,46099	0,00000
7,75	0,00000	0,12122	0,21350	0,22199	0,04904	-0,43791	-1,34701	-2,61828	-3,77605	-3,61652	0,00000
8	0,00000	0,11707	0,21517	0,24640	0,11246	-0,33322	-1,22870	-2,54958	-3,82670	-3,77073	0,00000
8,25	0,00000	0,10929	0,20944	0,26023	0,16449	-0,23648	-1,11065	-2,47317	-3,86827	-3,92341	0,00000
8,5	0,00000	0,09884	0,19786	0,26496	0,20585	-0,14798	-0,99382	-2,38986	-3,90088	-4,07435	0,00000
8,75	0,00000	0,08663	0,18193	0,26208	0,23740	-0,06788	-0,87911	-2,30051	-3,92470	-4,22336	0,00000
9	0,00000	0,07349	0,16303	0,25305	0,26004	0,00379	-0,76733	-2,20593	-3,93993	-4,37025	0,00000
9,25	0,00000	0,06012	0,14240	0,23924	0,27473	0,06710	-0,65919	-2,10695	-3,94678	-4,51485	0,00000
9,5	0,00000	0,04710	0,12112	0,22190	0,28242	0,12224	-0,55533	-2,00435	-3,94549	-4,65698	0,00000
9,75	0,00000	0,03490	0,10005	0,20216	0,28403	0,16944	-0,45627	-1,89891	-3,93634	-4,79648	0,00000
10,00	0,00000	0,02384	0,07990	0,18100	0,28047	0,20905	-0,36244	-1,79135	-3,91958	-4,93320	0,00000

Tabel C.6. Valorile funcției $c_{w10}(\rho, \lambda)$

$\lambda \backslash \rho$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,25	5897,400	5897,419	5897,476	5897,570	5897,698	5897,858	5898,045	5898,254	5898,481	5898,719	5898,960
0,5	367,801	367,820	367,877	367,970	368,098	368,258	368,445	368,654	368,881	369,119	369,359
0,75	71,9814	72,0005	72,0573	72,1505	72,2780	72,4368	72,6230	72,8320	73,0581	73,2949	73,5350
1	22,2115	22,2304	22,2865	22,3788	22,5050	22,6622	22,8468	23,0539	23,2781	23,5130	23,7513
1,25	8,62471	8,64316	8,69811	8,78837	8,91195	9,06604	9,24701	9,45036	9,67071	9,90176	10,13628
1,5	3,76637	3,78409	3,83691	3,92375	4,04278	4,19142	4,36627	4,56310	4,77677	5,00116	5,22915
1,75	1,71380	1,73044	1,78004	1,86170	1,97384	2,11422	2,27981	2,46677	2,67031	2,88462	3,10271
2	0,75400	0,76916	0,81442	0,88908	0,99191	1,12111	1,27417	1,44777	1,63761	1,83825	2,04294
2,25	0,28240	0,29577	0,33573	0,40184	0,49330	0,60884	0,74658	0,90382	1,07687	1,26076	1,44902
2,5	0,05072	0,06209	0,09615	0,15275	0,23154	0,33184	0,45246	0,59141	0,74567	0,91082	1,08068
2,75	-0,05646	-0,04714	-0,01912	0,02772	0,09349	0,17811	0,28108	0,40114	0,53598	0,68173	0,83255
3	-0,09816	-0,09079	-0,06855	-0,03104	0,02226	0,09182	0,17779	0,27963	0,39568	0,52264	0,65502
3,25	-0,10634	-0,10073	-0,08368	-0,05459	-0,01257	0,04333	0,11381	0,19898	0,29780	0,40750	0,52291
3,5	-0,09860	-0,09450	-0,08190	-0,06004	-0,02777	0,01625	0,07322	0,14376	0,22739	0,32185	0,42226
3,75	-0,08450	-0,08163	-0,07270	-0,05684	-0,03268	0,00138	0,04691	0,10499	0,17562	0,25696	0,34445
4	-0,06898	-0,06709	-0,06109	-0,05003	-0,03245	-0,00654	0,02954	0,07722	0,13690	0,20715	0,28371
4,25	-0,05442	-0,05329	-0,04955	-0,04224	-0,02985	-0,01048	0,01790	0,05700	0,10756	0,16853	0,23589
4,5	-0,04180	-0,04122	-0,03918	-0,03473	-0,02637	-0,01215	0,01003	0,04210	0,08510	0,13829	0,19794
4,75	-0,03136	-0,03118	-0,03038	-0,02804	-0,02273	-0,01255	0,00469	0,03102	0,06773	0,11440	0,16756
5	-0,02300	-0,02311	-0,02316	-0,02234	-0,01931	-0,01222	0,00107	0,02271	0,05420	0,09537	0,14304
5,25	-0,01648	-0,01676	-0,01738	-0,01762	-0,01623	-0,01151	-0,00134	0,01646	0,04357	0,08008	0,12306
5,5	-0,01150	-0,01189	-0,01285	-0,01377	-0,01355	-0,01060	-0,00291	0,01175	0,03516	0,06769	0,10664
5,75	-0,00778	-0,00821	-0,00936	-0,01068	-0,01125	-0,00962	-0,00387	0,00819	0,02847	0,05756	0,09302
6	-0,00505	-0,00550	-0,00669	-0,00823	-0,00930	-0,00862	-0,00441	0,00550	0,02311	0,04922	0,08163
6,25	-0,00310	-0,00352	-0,00469	-0,00629	-0,00765	-0,00766	-0,00465	0,00348	0,01880	0,04231	0,07203
6,5	-0,00174	-0,00212	-0,00321	-0,00477	-0,00627	-0,00675	-0,00468	0,00197	0,01532	0,03653	0,06388
6,75	-0,00081	-0,00115	-0,00213	-0,00358	-0,00511	-0,00590	-0,00457	0,00084	0,01249	0,03168	0,05692
7	-0,00021	-0,00050	-0,00135	-0,00267	-0,00415	-0,00513	-0,00437	0,00002	0,01018	0,02758	0,05093
7,25	0,00015	-0,00009	-0,00080	-0,00196	-0,00335	-0,00444	-0,00411	-0,00058	0,00829	0,02410	0,04575
7,5	0,00036	0,00017	-0,00042	-0,00142	-0,00269	-0,00382	-0,00381	-0,00101	0,00674	0,02112	0,04125
7,75	0,00045	0,00030	-0,00017	-0,00100	-0,00215	-0,00327	-0,00351	-0,00130	0,00546	0,01857	0,03732
8	0,00048	0,00036	0,00000	-0,00069	-0,00170	-0,00278	-0,00320	-0,00149	0,00440	0,01637	0,03387
8,25	0,00046	0,00037	0,00010	-0,00046	-0,00134	-0,00236	-0,00290	-0,00161	0,00353	0,01447	0,03084
8,5	0,00041	0,00035	0,00015	-0,00029	-0,00104	-0,00199	-0,00261	-0,00167	0,00281	0,01282	0,02815
8,75	0,00035	0,00032	0,00018	-0,00016	-0,00080	-0,00167	-0,00234	-0,00168	0,00221	0,01138	0,02577
9	0,00029	0,00027	0,00018	-0,00007	-0,00060	-0,00139	-0,00209	-0,00166	0,00172	0,01012	0,02365
9,25	0,00024	0,00023	0,00018	-0,00001	-0,00045	-0,00116	-0,00186	-0,00162	0,00131	0,00902	0,02175
9,5	0,00019	0,00019	0,00016	0,00003	-0,00033	-0,00096	-0,00164	-0,00156	0,00097	0,00806	0,02005
9,75	0,00014	0,00015	0,00014	0,00006	-0,00023	-0,00079	-0,00145	-0,00149	0,00069	0,00721	0,01853
10,00	0,00010	0,00011	0,00013	0,00007	-0,00015	-0,00064	-0,00128	-0,00142	0,00046	0,00645	0,01715

Tabel C.7. Valorile funcției $c_{\chi 10}(\rho, \lambda)$

$\lambda \backslash \rho$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,25	0,00000	-0,38254	-0,75643	-1,11305	-1,44376	-1,73990	-1,99286	-2,19397	-2,33461	-2,40613	-2,39989
0,5	0,00000	-0,38218	-0,75575	-1,11207	-1,44252	-1,73847	-1,99129	-2,19234	-2,33297	-2,40451	-2,39831
0,75	0,00000	-0,38066	-0,75278	-1,10780	-1,43717	-1,73229	-1,98455	-2,18531	-2,32587	-2,39751	-2,39147
1	0,00000	-0,37661	-0,74488	-1,09646	-1,42294	-1,71585	-1,96662	-2,16660	-2,30700	-2,37890	-2,37326
1,25	0,00000	-0,36829	-0,72868	-1,07319	-1,39374	-1,68210	-1,92983	-2,12821	-2,26827	-2,34071	-2,33590
1,5	0,00000	-0,35394	-0,70069	-1,03299	-1,34330	-1,62380	-1,86623	-2,06185	-2,20131	-2,27467	-2,27131
1,75	0,00000	-0,33222	-0,65836	-0,97216	-1,26695	-1,53553	-1,76993	-1,96133	-2,09987	-2,17462	-2,17344
2	0,00000	-0,30288	-0,60117	-0,88995	-1,16373	-1,41612	-1,63960	-1,82523	-1,96249	-2,03909	-2,04087
2,25	0,00000	-0,26709	-0,53136	-0,78956	-1,03760	-1,27012	-1,48011	-1,65858	-1,79418	-1,87301	-1,87841
2,5	0,00000	-0,22728	-0,45367	-0,67775	-0,89697	-1,10714	-1,30188	-1,47214	-1,60575	-1,68701	-1,69645
2,75	0,00000	-0,18649	-0,37402	-0,56298	-0,75239	-0,93929	-1,11800	-1,27951	-1,41085	-1,49450	-1,50810
3	0,00000	-0,14757	-0,29793	-0,45314	-0,61371	-0,77787	-0,94072	-1,09337	-1,22219	-1,30801	-1,32561
3,25	0,00000	-0,11258	-0,22941	-0,35396	-0,48807	-0,63108	-0,77887	-0,92287	-1,04898	-1,13658	-1,15782
3,5	0,00000	-0,08262	-0,17060	-0,26850	-0,37927	-0,50326	-0,63720	-0,77292	-0,89611	-0,98502	-1,00943
3,75	0,00000	-0,05798	-0,12205	-0,19756	-0,28831	-0,39559	-0,51693	-0,64477	-0,76485	-0,85457	-0,88166
4	0,00000	-0,03839	-0,08325	-0,14041	-0,21432	-0,30704	-0,41699	-0,53732	-0,65407	-0,74412	-0,77340
4,25	0,00000	-0,02330	-0,05314	-0,09555	-0,15542	-0,23550	-0,33509	-0,44822	-0,56144	-0,65136	-0,68241
4,5	0,00000	-0,01203	-0,03041	-0,06115	-0,10938	-0,17846	-0,26857	-0,37472	-0,48419	-0,57359	-0,60605
4,75	0,00000	-0,00390	-0,01377	-0,03537	-0,07397	-0,13342	-0,21478	-0,31414	-0,41968	-0,50822	-0,54178
5	0,00000	0,00169	-0,00202	-0,01657	-0,04719	-0,09815	-0,17139	-0,26411	-0,36556	-0,45294	-0,48736
5,25	0,00000	0,00532	0,00588	-0,00329	-0,02728	-0,07073	-0,13639	-0,22264	-0,31986	-0,40585	-0,44092
5,5	0,00000	0,00743	0,01081	0,00571	-0,01279	-0,04957	-0,10815	-0,18808	-0,28101	-0,36542	-0,40097
5,75	0,00000	0,00843	0,01353	0,01143	-0,00250	-0,03335	-0,08533	-0,15915	-0,24774	-0,33042	-0,36632
6	0,00000	0,00863	0,01463	0,01471	0,00455	-0,02104	-0,06689	-0,13481	-0,21907	-0,29989	-0,33602
6,25	0,00000	0,00829	0,01460	0,01622	0,00916	-0,01178	-0,05196	-0,11423	-0,19419	-0,27309	-0,30936
6,5	0,00000	0,00760	0,01382	0,01647	0,01195	-0,00491	-0,03987	-0,09677	-0,17250	-0,24942	-0,28576
6,75	0,00000	0,00671	0,01257	0,01588	0,01340	0,00010	-0,03010	-0,08190	-0,15350	-0,22840	-0,26474
7	0,00000	0,00575	0,01108	0,01475	0,01390	0,00368	-0,02220	-0,06921	-0,13680	-0,20965	-0,24595
7,25	0,00000	0,00478	0,00951	0,01332	0,01373	0,00615	-0,01583	-0,05835	-0,12206	-0,19287	-0,22907
7,5	0,00000	0,00386	0,00796	0,01175	0,01312	0,00778	-0,01072	-0,04905	-0,10902	-0,17779	-0,21386
7,75	0,00000	0,00303	0,00650	0,01015	0,01223	0,00876	-0,00664	-0,04109	-0,09746	-0,16420	-0,20010
8	0,00000	0,00230	0,00519	0,00862	0,01119	0,00925	-0,00340	-0,03425	-0,08718	-0,15191	-0,18762
8,25	0,00000	0,00168	0,00403	0,00720	0,01007	0,00938	-0,00086	-0,02839	-0,07802	-0,14078	-0,17627
8,5	0,00000	0,00117	0,00305	0,00591	0,00894	0,00925	0,00111	-0,02337	-0,06985	-0,13065	-0,16591
8,75	0,00000	0,00076	0,00223	0,00478	0,00785	0,00892	0,00261	-0,01907	-0,06255	-0,12143	-0,15644
9	0,00000	0,00044	0,00155	0,00379	0,00681	0,00847	0,00373	-0,01539	-0,05602	-0,11301	-0,14775
9,25	0,00000	0,00019	0,00102	0,00296	0,00585	0,00793	0,00454	-0,01225	-0,05017	-0,10531	-0,13976
9,5	0,00000	0,00002	0,00061	0,00225	0,00497	0,00735	0,00509	-0,00958	-0,04492	-0,09824	-0,13240
9,75	0,00000	-0,00010	0,00029	0,00167	0,00419	0,00673	0,00543	-0,00730	-0,04020	-0,09175	-0,12561
10,00	0,00000	-0,00018	0,00006	0,00120	0,00349	0,00612	0,00561	-0,00538	-0,03596	-0,08578	-0,11932

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL III
STRUCTURI HIDROEDILITARE
ANEXA C
Stări de eforturi și de deformații
Tabel C.8. Valorile funcției $cM_{r10}(\rho, \lambda)$

$\lambda \backslash \rho$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,25	-0,39998	-0,39598	-0,38398	-0,36398	-0,33598	-0,29999	-0,25599	-0,20400	-0,14400	-0,07600	0,00000
0,5	-0,39960	-0,39561	-0,38364	-0,36368	-0,33574	-0,29980	-0,25586	-0,20392	-0,14397	-0,07600	0,00000
0,75	-0,39800	-0,39405	-0,38218	-0,36239	-0,33467	-0,29898	-0,25530	-0,20360	-0,14384	-0,07599	0,00000
1	-0,39375	-0,38989	-0,37831	-0,35897	-0,33182	-0,29680	-0,25381	-0,20275	-0,14351	-0,07597	0,00000
1,25	-0,38501	-0,38135	-0,37035	-0,35194	-0,32599	-0,29232	-0,25074	-0,20100	-0,14282	-0,07592	0,00000
1,5	-0,36993	-0,36661	-0,35662	-0,33979	-0,31589	-0,28458	-0,24543	-0,19796	-0,14163	-0,07584	0,00000
1,75	-0,34711	-0,34431	-0,33583	-0,32140	-0,30060	-0,27283	-0,23737	-0,19335	-0,13981	-0,07572	0,00000
2	-0,31629	-0,31419	-0,30773	-0,29652	-0,27988	-0,25690	-0,22641	-0,18706	-0,13732	-0,07554	0,00000
2,25	-0,27870	-0,27742	-0,27341	-0,26609	-0,25449	-0,23731	-0,21289	-0,17927	-0,13421	-0,07530	0,00000
2,5	-0,23688	-0,23652	-0,23517	-0,23210	-0,22604	-0,21529	-0,19762	-0,17041	-0,13064	-0,07500	0,00000
2,75	-0,19406	-0,19459	-0,19590	-0,19707	-0,19659	-0,19234	-0,18159	-0,16103	-0,12680	-0,07465	0,00000
3	-0,15321	-0,15456	-0,15828	-0,16335	-0,16804	-0,16991	-0,16576	-0,15164	-0,12288	-0,07423	0,00000
3,25	-0,11650	-0,11854	-0,12427	-0,13263	-0,14178	-0,14902	-0,15080	-0,14260	-0,11901	-0,07375	0,00000
3,5	-0,08511	-0,08765	-0,09492	-0,10584	-0,11853	-0,13022	-0,13706	-0,13411	-0,11524	-0,07321	0,00000
3,75	-0,05931	-0,06219	-0,07049	-0,08320	-0,09851	-0,11364	-0,12464	-0,12621	-0,11159	-0,07261	0,00000
4	-0,03885	-0,04189	-0,05074	-0,06451	-0,08155	-0,09918	-0,11346	-0,11885	-0,10804	-0,07193	0,00000
4,25	-0,02312	-0,02618	-0,03516	-0,04934	-0,06729	-0,08658	-0,10336	-0,11195	-0,10456	-0,07119	0,00000
4,5	-0,01141	-0,01438	-0,02313	-0,03717	-0,05536	-0,07557	-0,09416	-0,10541	-0,10111	-0,07037	0,00000
4,75	-0,00303	-0,00580	-0,01404	-0,02749	-0,04536	-0,06588	-0,08570	-0,09915	-0,09767	-0,06949	0,00000
5	0,00270	0,00020	-0,00732	-0,01984	-0,03695	-0,05730	-0,07787	-0,09313	-0,09424	-0,06856	0,00000
5,25	0,00636	0,00417	-0,00249	-0,01385	-0,02987	-0,04964	-0,07057	-0,08731	-0,09081	-0,06757	0,00000
5,5	0,00843	0,00659	0,00087	-0,00918	-0,02388	-0,04279	-0,06375	-0,08169	-0,08738	-0,06654	0,00000
5,75	0,00934	0,00784	0,00309	-0,00557	-0,01882	-0,03665	-0,05738	-0,07626	-0,08397	-0,06548	0,00000
6	0,00943	0,00826	0,00446	-0,00282	-0,01454	-0,03115	-0,05144	-0,07103	-0,08060	-0,06439	0,00000
6,25	0,00895	0,00810	0,00519	-0,00075	-0,01094	-0,02624	-0,04591	-0,06601	-0,07727	-0,06329	0,00000
6,5	0,00812	0,00755	0,00546	0,00078	-0,00793	-0,02186	-0,04079	-0,06121	-0,07401	-0,06217	0,00000
6,75	0,00711	0,00678	0,00541	0,00188	-0,00542	-0,01799	-0,03606	-0,05664	-0,07081	-0,06105	0,00000
7	0,00603	0,00590	0,00515	0,00263	-0,00336	-0,01459	-0,03172	-0,05230	-0,06770	-0,05992	0,00000
7,25	0,00496	0,00500	0,00475	0,00311	-0,00169	-0,01161	-0,02776	-0,04819	-0,06466	-0,05880	0,00000
7,5	0,00395	0,00412	0,00428	0,00337	-0,00036	-0,00904	-0,02415	-0,04433	-0,06172	-0,05768	0,00000
7,75	0,00306	0,00331	0,00378	0,00347	0,00068	-0,00683	-0,02089	-0,04069	-0,05887	-0,05657	0,00000
8	0,00227	0,00259	0,00328	0,00345	0,00147	-0,00494	-0,01794	-0,03727	-0,05611	-0,05547	0,00000
8,25	0,00162	0,00197	0,00279	0,00333	0,00205	-0,00336	-0,01530	-0,03408	-0,05345	-0,05437	0,00000
8,5	0,00108	0,00144	0,00234	0,00314	0,00244	-0,00204	-0,01294	-0,03109	-0,05087	-0,05329	0,00000
8,75	0,00066	0,00101	0,00193	0,00291	0,00269	-0,00095	-0,01083	-0,02830	-0,04839	-0,05222	0,00000
9	0,00033	0,00066	0,00156	0,00264	0,00282	-0,00007	-0,00896	-0,02570	-0,04600	-0,05116	0,00000
9,25	0,00009	0,00039	0,00124	0,00237	0,00284	0,00064	-0,00731	-0,02329	-0,04370	-0,05011	0,00000
9,5	-0,00008	0,00018	0,00097	0,00209	0,00280	0,00119	-0,00586	-0,02104	-0,04148	-0,04908	0,00000
9,75	-0,00019	0,00003	0,00073	0,00182	0,00269	0,00160	-0,00459	-0,01896	-0,03935	-0,04805	0,00000
10,00	-0,00026	-0,00007	0,00053	0,00156	0,00255	0,00190	-0,00349	-0,01703	-0,03730	-0,04704	0,00000

Tabel C.9. Valorile funcției $cM_{010}(\rho, \lambda)$

$\lambda \backslash \rho$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,25	-0,39998	-0,39798	-0,39198	-0,38198	-0,36798	-0,34998	-0,32798	-0,30199	-0,27199	-0,23799	-0,19999
0,5	-0,39960	-0,39761	-0,39162	-0,38164	-0,36767	-0,34970	-0,32774	-0,30178	-0,27181	-0,23784	-0,19986
0,75	-0,39800	-0,39603	-0,39009	-0,38020	-0,36634	-0,34851	-0,32669	-0,30088	-0,27105	-0,23719	-0,19929
1	-0,39375	-0,39182	-0,38603	-0,37637	-0,36281	-0,34533	-0,32390	-0,29848	-0,26901	-0,23546	-0,19777
1,25	-0,38501	-0,38318	-0,37769	-0,36850	-0,35556	-0,33882	-0,31818	-0,29356	-0,26484	-0,23192	-0,19466
1,5	-0,36993	-0,36827	-0,36328	-0,35490	-0,34303	-0,32755	-0,30829	-0,28505	-0,25763	-0,22579	-0,18928
1,75	-0,34711	-0,34571	-0,34148	-0,33432	-0,32407	-0,31049	-0,29330	-0,27216	-0,24670	-0,21650	-0,18112
2	-0,31629	-0,31524	-0,31203	-0,30651	-0,29842	-0,28740	-0,27300	-0,25470	-0,23189	-0,20391	-0,17007
2,25	-0,27870	-0,27806	-0,27608	-0,27254	-0,26706	-0,25915	-0,24815	-0,23330	-0,21374	-0,18849	-0,15653
2,5	-0,23688	-0,23670	-0,23607	-0,23468	-0,23208	-0,22758	-0,22034	-0,20934	-0,19339	-0,17121	-0,14137
2,75	-0,19406	-0,19433	-0,19502	-0,19580	-0,19607	-0,19502	-0,19160	-0,18453	-0,17232	-0,15331	-0,12568
3	-0,15321	-0,15389	-0,15580	-0,15854	-0,16146	-0,16363	-0,16381	-0,16049	-0,15189	-0,13596	-0,11047
3,25	-0,11650	-0,11752	-0,12044	-0,12485	-0,13004	-0,13498	-0,13834	-0,13839	-0,13307	-0,11999	-0,09649
3,5	-0,08511	-0,08638	-0,09007	-0,09575	-0,10272	-0,10992	-0,11591	-0,11884	-0,11639	-0,10585	-0,08412
3,75	-0,05931	-0,06075	-0,06495	-0,07152	-0,07977	-0,08866	-0,09672	-0,10200	-0,10199	-0,09365	-0,07347
4	-0,03885	-0,04037	-0,04484	-0,05191	-0,06096	-0,07101	-0,08061	-0,08774	-0,08974	-0,08329	-0,06445
4,25	-0,02312	-0,02465	-0,02917	-0,03641	-0,04584	-0,05657	-0,06721	-0,07575	-0,07939	-0,07455	-0,05687
4,5	-0,01141	-0,01290	-0,01730	-0,02442	-0,03386	-0,04486	-0,05613	-0,06569	-0,07066	-0,06719	-0,05050
4,75	-0,00303	-0,00441	-0,00854	-0,01532	-0,02448	-0,03541	-0,04697	-0,05723	-0,06325	-0,06096	-0,04515
5	0,00270	0,00145	-0,00231	-0,00857	-0,01722	-0,02782	-0,03938	-0,05007	-0,05693	-0,05565	-0,04061
5,25	0,00636	0,00527	0,00195	-0,00368	-0,01166	-0,02172	-0,03306	-0,04397	-0,05148	-0,05109	-0,03674
5,5	0,00843	0,00751	0,00468	-0,00025	-0,00744	-0,01682	-0,02777	-0,03873	-0,04675	-0,04714	-0,03341
5,75	0,00934	0,00860	0,00626	0,00206	-0,00429	-0,01289	-0,02333	-0,03420	-0,04260	-0,04369	-0,03053
6	0,00943	0,00885	0,00699	0,00352	-0,00196	-0,00974	-0,01958	-0,03025	-0,03894	-0,04065	-0,02800
6,25	0,00895	0,00853	0,00712	0,00436	-0,00028	-0,00721	-0,01640	-0,02680	-0,03568	-0,03794	-0,02578
6,5	0,00812	0,00784	0,00685	0,00473	0,00090	-0,00519	-0,01370	-0,02376	-0,03277	-0,03553	-0,02381
6,75	0,00711	0,00695	0,00632	0,00479	0,00171	-0,00358	-0,01139	-0,02108	-0,03015	-0,03336	-0,02206
7	0,00603	0,00597	0,00565	0,00462	0,00222	-0,00230	-0,00943	-0,01870	-0,02779	-0,03140	-0,02050
7,25	0,00496	0,00498	0,00491	0,00432	0,00252	-0,00130	-0,00775	-0,01659	-0,02565	-0,02962	-0,01909
7,5	0,00395	0,00404	0,00417	0,00394	0,00266	-0,00051	-0,00632	-0,01471	-0,02370	-0,02800	-0,01782
7,75	0,00306	0,00319	0,00346	0,00352	0,00269	0,00009	-0,00510	-0,01303	-0,02193	-0,02652	-0,01668
8	0,00227	0,00244	0,00282	0,00308	0,00263	0,00055	-0,00406	-0,01153	-0,02030	-0,02516	-0,01564
8,25	0,00162	0,00179	0,00224	0,00267	0,00251	0,00089	-0,00318	-0,01020	-0,01882	-0,02391	-0,01469
8,5	0,00108	0,00126	0,00174	0,00227	0,00235	0,00113	-0,00243	-0,00900	-0,01745	-0,02276	-0,01383
8,75	0,00066	0,00083	0,00131	0,00191	0,00217	0,00130	-0,00180	-0,00793	-0,01619	-0,02169	-0,01304
9	0,00033	0,00050	0,00096	0,00158	0,00198	0,00140	-0,00127	-0,00697	-0,01504	-0,02070	-0,01231
9,25	0,00009	0,00024	0,00067	0,00129	0,00179	0,00145	-0,00083	-0,00612	-0,01397	-0,01977	-0,01165
9,5	-0,00008	0,00005	0,00045	0,00104	0,00160	0,00146	-0,00047	-0,00535	-0,01298	-0,01891	-0,01103
9,75	-0,00019	-0,00008	0,00027	0,00083	0,00141	0,00144	-0,00016	-0,00466	-0,01206	-0,01811	-0,01047
10,00	-0,00026	-0,00016	0,00013	0,00064	0,00124	0,00140	0,00008	-0,00405	-0,01121	-0,01735	-0,00994

Tabel C.10. Valorile funcției $cQ_{r10}(\rho, \lambda)$

$\lambda \backslash \rho$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,25	0,00000	0,09999	0,19997	0,29996	0,39995	0,49995	0,59995	0,69995	0,79996	0,89998	1,00000
0,5	0,00000	0,09977	0,19957	0,29939	0,39925	0,49918	0,59917	0,69924	0,79940	0,89966	1,00000
0,75	0,00000	0,09886	0,19781	0,29690	0,39623	0,49585	0,59582	0,69619	0,79699	0,89826	1,00000
1	0,00000	0,09644	0,19313	0,29031	0,38819	0,48699	0,58689	0,68805	0,79058	0,89455	1,00000
1,25	0,00000	0,09149	0,18356	0,27679	0,37171	0,46883	0,56858	0,67135	0,77741	0,88694	1,00000
1,5	0,00000	0,08295	0,16707	0,25349	0,34329	0,43748	0,53696	0,64247	0,75461	0,87374	1,00000
1,75	0,00000	0,07010	0,14223	0,21836	0,30041	0,39012	0,48911	0,59871	0,72000	0,85368	1,00000
2	0,00000	0,05289	0,10893	0,17121	0,24272	0,32628	0,42443	0,53941	0,67298	0,82635	1,00000
2,25	0,00000	0,03216	0,06877	0,11422	0,17281	0,24863	0,34547	0,46670	0,61508	0,79256	1,00000
2,5	0,00000	0,00956	0,02490	0,05177	0,09585	0,16268	0,25752	0,38518	0,54975	0,75421	1,00000
2,75	0,00000	-0,01286	-0,01877	-0,01074	0,01826	0,07529	0,16726	0,30070	0,48138	0,71371	1,00000
3	0,00000	-0,03321	-0,05863	-0,06829	-0,05396	-0,00712	0,08092	0,21871	0,41409	0,67334	1,00000
3,25	0,00000	-0,05013	-0,09206	-0,11722	-0,11647	-0,07990	0,00302	0,14314	0,35081	0,63470	1,00000
3,5	0,00000	-0,06289	-0,11764	-0,15557	-0,16690	-0,14052	-0,06399	0,07611	0,29310	0,59861	1,00000
3,75	0,00000	-0,07130	-0,13505	-0,18283	-0,20463	-0,18829	-0,11942	0,01819	0,24135	0,56526	1,00000
4	0,00000	-0,07560	-0,14469	-0,19955	-0,23023	-0,22376	-0,16379	-0,03106	0,19521	0,53442	1,00000
4,25	0,00000	-0,07627	-0,14743	-0,20686	-0,24497	-0,24816	-0,19820	-0,07256	0,15395	0,50566	1,00000
4,5	0,00000	-0,07389	-0,14437	-0,20619	-0,25042	-0,26304	-0,22402	-0,10743	0,11678	0,47853	1,00000
4,75	0,00000	-0,06910	-0,13669	-0,19906	-0,24821	-0,26994	-0,24257	-0,13668	0,08299	0,45265	1,00000
5	0,00000	-0,06254	-0,12553	-0,18696	-0,23994	-0,27036	-0,25507	-0,16122	0,05199	0,42772	1,00000
5,25	0,00000	-0,05482	-0,11200	-0,17130	-0,22709	-0,26563	-0,26258	-0,18178	0,02334	0,40354	1,00000
5,5	0,00000	-0,04646	-0,09709	-0,15333	-0,21097	-0,25691	-0,26598	-0,19891	-0,00325	0,37996	1,00000
5,75	0,00000	-0,03795	-0,08165	-0,13414	-0,19273	-0,24521	-0,26601	-0,21307	-0,02798	0,35695	1,00000
6	0,00000	-0,02968	-0,06639	-0,11466	-0,17332	-0,23139	-0,26330	-0,22458	-0,05100	0,33446	1,00000
6,25	0,00000	-0,02194	-0,05189	-0,09563	-0,15353	-0,21613	-0,25833	-0,23373	-0,07237	0,31249	1,00000
6,5	0,00000	-0,01495	-0,03856	-0,07760	-0,13400	-0,20003	-0,25154	-0,24074	-0,09216	0,29107	1,00000
6,75	0,00000	-0,00886	-0,02668	-0,06099	-0,11520	-0,18354	-0,24327	-0,24578	-0,11041	0,27018	1,00000
7	0,00000	-0,00374	-0,01640	-0,04605	-0,09748	-0,16702	-0,23384	-0,24904	-0,12718	0,24986	1,00000
7,25	0,00000	0,00040	-0,00780	-0,03292	-0,08106	-0,15076	-0,22348	-0,25066	-0,14250	0,23009	1,00000
7,5	0,00000	0,00360	-0,00082	-0,02164	-0,06608	-0,13498	-0,21242	-0,25080	-0,15644	0,21088	1,00000
7,75	0,00000	0,00592	0,00460	-0,01218	-0,05261	-0,11984	-0,20086	-0,24959	-0,16903	0,19222	1,00000
8	0,00000	0,00747	0,00862	-0,00443	-0,04067	-0,10546	-0,18897	-0,24717	-0,18034	0,17412	1,00000
8,25	0,00000	0,00835	0,01139	0,00174	-0,03020	-0,09191	-0,17689	-0,24367	-0,19044	0,15655	1,00000
8,5	0,00000	0,00867	0,01309	0,00649	-0,02115	-0,07927	-0,16475	-0,23922	-0,19936	0,13951	1,00000
8,75	0,00000	0,00856	0,01391	0,00999	-0,01343	-0,06755	-0,15268	-0,23392	-0,20719	0,12299	1,00000
9	0,00000	0,00811	0,01402	0,01241	-0,00694	-0,05677	-0,14077	-0,22791	-0,21397	0,10697	1,00000
9,25	0,00000	0,00742	0,01358	0,01393	-0,00157	-0,04692	-0,12912	-0,22127	-0,21977	0,09146	1,00000
9,5	0,00000	0,00659	0,01274	0,01471	0,00279	-0,03801	-0,11779	-0,21411	-0,22463	0,07644	1,00000
9,75	0,00000	0,00567	0,01163	0,01489	0,00624	-0,02999	-0,10685	-0,20653	-0,22861	0,06189	1,00000
10,00	0,00000	0,00474	0,01035	0,01460	0,00890	-0,02284	-0,09636	-0,19861	-0,23177	0,04782	1,00000

Tabel C.11. Valorile funcției $c_{w11}(\rho, \lambda)$

$\lambda \backslash \rho$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,25	0,00026	0,00026	0,00025	0,00024	0,00021	0,00019	0,00016	0,00012	0,00008	0,00004	0,00000
0,5	0,00422	0,00417	0,00401	0,00376	0,00341	0,00298	0,00248	0,00191	0,00129	0,00065	0,00000
0,75	0,02113	0,02087	0,02010	0,01883	0,01709	0,01493	0,01240	0,00956	0,00649	0,00327	0,00000
1	0,06483	0,06404	0,06167	0,05779	0,05247	0,04585	0,03808	0,02936	0,01992	0,01003	0,00000
1,25	0,14912	0,14730	0,14188	0,13298	0,12079	0,10558	0,08773	0,06767	0,04593	0,02314	0,00000
1,5	0,27974	0,27635	0,26624	0,24964	0,22688	0,19845	0,16501	0,12737	0,08651	0,04360	0,00000
1,75	0,44764	0,44228	0,42629	0,39998	0,36383	0,31859	0,26522	0,20496	0,13936	0,07029	0,00000
2	0,63092	0,62350	0,60135	0,56480	0,51447	0,45122	0,37630	0,29133	0,19840	0,10019	0,00000
2,25	0,80511	0,79589	0,76831	0,72268	0,65956	0,57983	0,48477	0,37626	0,25683	0,12992	0,00000
2,5	0,95306	0,94255	0,91103	0,85866	0,78575	0,69293	0,58132	0,45275	0,31000	0,15718	0,00000
2,75	1,06781	1,05662	1,02297	0,96671	0,88771	0,78606	0,66239	0,51817	0,35622	0,18116	0,00000
3	1,14986	1,13861	1,10465	1,04739	0,96602	0,85981	0,72856	0,57309	0,39592	0,20209	0,00000
3,25	1,20336	1,19263	1,16002	1,10439	1,02403	0,91714	0,78235	0,61947	0,43050	0,22071	0,00000
3,5	1,23352	1,22379	1,19396	1,14220	1,06576	0,96151	0,82660	0,65954	0,46148	0,23779	0,00000
3,75	1,24533	1,23698	1,21107	1,16501	1,09488	0,99600	0,86381	0,69520	0,49016	0,25401	0,00000
4	1,24315	1,23649	1,21533	1,17635	1,11437	1,02304	0,89588	0,72783	0,51748	0,26984	0,00000
4,25	1,23072	1,22590	1,21004	1,17907	1,12655	1,04442	0,92410	0,75836	0,54401	0,28557	0,00000
4,5	1,21116	1,20826	1,19794	1,17545	1,13320	1,06141	0,94932	0,78730	0,57007	0,30136	0,00000
4,75	1,18712	1,18611	1,18128	1,16734	1,13567	1,07488	0,97203	0,81489	0,59577	0,31726	0,00000
5	1,16078	1,16153	1,16189	1,15618	1,13497	1,08544	0,99251	0,84121	0,62111	0,33324	0,00000
5,25	1,13390	1,13622	1,14126	1,14314	1,13190	1,09352	1,01089	0,86622	0,64598	0,34927	0,00000
5,5	1,10786	1,11150	1,12054	1,12913	1,12706	1,09942	1,02724	0,88984	0,67030	0,36528	0,00000
5,75	1,08363	1,08831	1,10058	1,11484	1,12092	1,10338	1,04160	0,91200	0,69396	0,38122	0,00000
6	1,06190	1,06732	1,08199	1,10076	1,11387	1,10561	1,05401	0,93263	0,71687	0,39703	0,00000
6,25	1,04303	1,04889	1,06514	1,08728	1,10618	1,10630	1,06454	0,95170	0,73898	0,41268	0,00000
6,5	1,02718	1,03321	1,05026	1,07463	1,09811	1,10561	1,07326	0,96922	0,76024	0,42814	0,00000
6,75	1,01430	1,02025	1,03740	1,06296	1,08984	1,10373	1,08029	0,98521	0,78064	0,44342	0,00000
7	1,00422	1,00988	1,02653	1,05234	1,08154	1,10082	1,08573	0,99970	0,80018	0,45849	0,00000
7,25	0,99667	1,00188	1,01754	1,04281	1,07333	1,09706	1,08973	1,01277	0,81888	0,47336	0,00000
7,5	0,99134	0,99598	1,01027	1,03435	1,06532	1,09260	1,09241	1,02448	0,83673	0,48803	0,00000
7,75	0,98788	0,99187	1,00453	1,02692	1,05761	1,08759	1,09392	1,03490	0,85376	0,50250	0,00000
8	0,98596	0,98927	1,00014	1,02048	1,05026	1,08219	1,09439	1,04410	0,86999	0,51676	0,00000
8,25	0,98524	0,98787	0,99689	1,01495	1,04335	1,07651	1,09394	1,05217	0,88544	0,53083	0,00000
8,5	0,98544	0,98740	0,99461	1,01027	1,03690	1,07069	1,09270	1,05917	0,90012	0,54471	0,00000
8,75	0,98630	0,98764	0,99311	1,00636	1,03095	1,06481	1,09078	1,06518	0,91406	0,55838	0,00000
9	0,98758	0,98838	0,99225	1,00315	1,02551	1,05897	1,08829	1,07025	0,92727	0,57185	0,00000
9,25	0,98912	0,98944	0,99188	1,00055	1,02061	1,05325	1,08534	1,07447	0,93978	0,58512	0,00000
9,5	0,99076	0,99069	0,99190	0,99851	1,01622	1,04770	1,08199	1,07789	0,95158	0,59819	0,00000
9,75	0,99240	0,99202	0,99219	0,99695	1,01234	1,04238	1,07835	1,08058	0,96272	0,61105	0,00000
10,00	0,99396	0,99334	0,99268	0,99581	1,00895	1,03732	1,07447	1,08258	0,97320	0,62371	0,00000

Tabel C.12. Valorile funcției $c_{\chi 11}(\rho, \lambda)$

$\lambda \backslash \rho$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,25	0,00000	0,00006	0,00013	0,00019	0,00024	0,00029	0,00034	0,00037	0,00040	0,00041	0,00041
0,5	0,00000	0,00103	0,00205	0,00301	0,00391	0,00471	0,00539	0,00594	0,00632	0,00651	0,00649
0,75	0,00000	0,00518	0,01024	0,01506	0,01954	0,02356	0,02699	0,02972	0,03163	0,03260	0,03252
1	0,00000	0,01586	0,03136	0,04616	0,05991	0,07224	0,08280	0,09122	0,09713	0,10016	0,09992
1,25	0,00000	0,03633	0,07189	0,10588	0,13750	0,16595	0,19039	0,20996	0,22378	0,23092	0,23045
1,5	0,00000	0,06769	0,13400	0,19754	0,25689	0,31053	0,35689	0,39430	0,42097	0,43500	0,43436
1,75	0,00000	0,10707	0,21219	0,31333	0,40834	0,49490	0,57045	0,63213	0,67679	0,70088	0,70050
2	0,00000	0,14826	0,29427	0,43562	0,56963	0,69318	0,80257	0,89344	0,96062	0,99812	0,99899
2,25	0,00000	0,18433	0,36670	0,54489	0,71607	0,87653	1,02146	1,14462	1,23820	1,29260	1,29633
2,5	0,00000	0,21031	0,41980	0,62715	0,83001	1,02448	1,20469	1,36224	1,48587	1,56107	1,56980
2,75	0,00000	0,22400	0,44925	0,67621	0,90372	1,12821	1,34286	1,53686	1,69461	1,79509	1,81143
3	0,00000	0,22529	0,45485	0,69180	0,93694	1,18756	1,43617	1,66922	1,86589	1,99692	2,02379
3,25	0,00000	0,21529	0,43872	0,67690	0,93336	1,20685	1,48949	1,76487	2,00602	2,17356	2,21418
3,5	0,00000	0,19566	0,40401	0,63586	0,89818	1,19184	1,50903	1,83044	2,12217	2,33274	2,39055
3,75	0,00000	0,16832	0,35432	0,57353	0,83701	1,14844	1,50073	1,87187	2,22047	2,48095	2,55958
4	0,00000	0,13531	0,29344	0,49492	0,75543	1,08224	1,46977	1,89393	2,30544	2,62284	2,72604
4,25	0,00000	0,09876	0,22526	0,40507	0,65887	0,99836	1,42056	1,90015	2,38010	2,76131	2,89294
4,5	0,00000	0,06076	0,15361	0,30891	0,55258	0,90158	1,35684	1,89314	2,44619	2,89786	3,06184
4,75	0,00000	0,02330	0,08215	0,21111	0,44144	0,79622	1,28179	1,87476	2,50459	3,03297	3,23327
5	0,00000	-0,01185	0,01413	0,11587	0,32987	0,68615	1,19815	1,84641	2,55560	3,16649	3,40710
5,25	0,00000	-0,04322	-0,04775	0,02673	0,22167	0,57474	1,10827	1,80911	2,59917	3,29792	3,58287
5,5	0,00000	-0,06972	-0,10140	-0,05351	0,11991	0,46479	1,01411	1,76372	2,63513	3,42664	3,76000
5,75	0,00000	-0,09066	-0,14547	-0,12289	0,02691	0,35855	0,91734	1,71094	2,66330	3,55206	3,93796
6	0,00000	-0,10576	-0,17926	-0,18026	-0,05574	0,25772	0,81935	1,65142	2,68354	3,67368	4,11630
6,25	0,00000	-0,11505	-0,20271	-0,22517	-0,12715	0,16355	0,72129	1,58580	2,69582	3,79113	4,29471
6,5	0,00000	-0,11891	-0,21629	-0,25785	-0,18699	0,07687	0,62415	1,51472	2,70020	3,90414	4,47301
6,75	0,00000	-0,11792	-0,22086	-0,27898	-0,23539	-0,00183	0,52876	1,43884	2,69684	4,01258	4,65112
7	0,00000	-0,11281	-0,21758	-0,28961	-0,27285	-0,07229	0,43584	1,35882	2,68595	4,11636	4,82901
7,25	0,00000	-0,10442	-0,20778	-0,29105	-0,30011	-0,13449	0,34603	1,27535	2,66784	4,21545	5,00669
7,5	0,00000	-0,09359	-0,19286	-0,28472	-0,31809	-0,18852	0,25987	1,18913	2,64284	4,30986	5,18422
7,75	0,00000	-0,08117	-0,17421	-0,27208	-0,32778	-0,23460	0,17786	1,10085	2,61130	4,39960	5,36162
8	0,00000	-0,06792	-0,15314	-0,25456	-0,33024	-0,27303	0,10041	1,01116	2,57361	4,48469	5,53894
8,25	0,00000	-0,05452	-0,13082	-0,23349	-0,32651	-0,30418	0,02787	0,92074	2,53015	4,56515	5,71621
8,5	0,00000	-0,04153	-0,10829	-0,21010	-0,31760	-0,32846	-0,03947	0,83019	2,48130	4,64102	5,89344
8,75	0,00000	-0,02941	-0,08638	-0,18546	-0,30445	-0,34631	-0,10140	0,74009	2,42747	4,71230	6,07065
9	0,00000	-0,01847	-0,06576	-0,16046	-0,28795	-0,35823	-0,15779	0,65098	2,36903	4,77902	6,24784
9,25	0,00000	-0,00895	-0,04691	-0,13586	-0,26892	-0,36471	-0,20855	0,56335	2,30637	4,84120	6,42502
9,5	0,00000	-0,00095	-0,03018	-0,11227	-0,24807	-0,36626	-0,25369	0,47764	2,23985	4,89887	6,60219
9,75	0,00000	0,00549	-0,01573	-0,09012	-0,22606	-0,36341	-0,29324	0,39424	2,16983	4,95206	6,77935
10,00	0,00000	0,01042	-0,00362	-0,06974	-0,20346	-0,35669	-0,32732	0,31351	2,09669	5,00079	6,95649

Tabel C.13. Valorile funcției $cM_{F11}(\rho, \lambda)$

$\lambda \backslash \rho$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,25	0,19996	0,19796	0,19197	0,18197	0,16797	0,14998	0,12798	0,10199	0,07199	0,03800	0,00000
0,5	0,19941	0,19742	0,19145	0,18149	0,16754	0,14961	0,12768	0,10176	0,07184	0,03792	0,00000
0,75	0,19706	0,19510	0,18923	0,17943	0,16570	0,14803	0,12641	0,10081	0,07122	0,03762	0,00000
1	0,19098	0,18911	0,18349	0,17411	0,16094	0,14395	0,12310	0,09834	0,06961	0,03685	0,00000
1,25	0,17923	0,17753	0,17241	0,16383	0,15175	0,13608	0,11672	0,09357	0,06649	0,03534	0,00000
1,5	0,16098	0,15954	0,15519	0,14787	0,13747	0,12384	0,10680	0,08615	0,06163	0,03300	0,00000
1,75	0,13741	0,13630	0,13295	0,12724	0,11900	0,10801	0,09397	0,07654	0,05535	0,02997	0,00000
2	0,11147	0,11073	0,10845	0,10450	0,09864	0,09054	0,07979	0,06593	0,04840	0,02662	0,00000
2,25	0,08645	0,08606	0,08481	0,08254	0,07894	0,07362	0,06604	0,05561	0,04163	0,02336	0,00000
2,5	0,06464	0,06454	0,06418	0,06334	0,06169	0,05875	0,05393	0,04650	0,03565	0,02047	0,00000
2,75	0,04695	0,04708	0,04740	0,04768	0,04756	0,04654	0,04393	0,03896	0,03068	0,01806	0,00000
3	0,03327	0,03356	0,03437	0,03547	0,03649	0,03689	0,03599	0,03292	0,02668	0,01612	0,00000
3,25	0,02301	0,02341	0,02454	0,02619	0,02800	0,02943	0,02978	0,02816	0,02350	0,01456	0,00000
3,5	0,01547	0,01593	0,01726	0,01924	0,02155	0,02367	0,02492	0,02438	0,02095	0,01331	0,00000
3,75	0,01003	0,01052	0,01192	0,01407	0,01666	0,01922	0,02108	0,02135	0,01887	0,01228	0,00000
4	0,00616	0,00664	0,00805	0,01023	0,01293	0,01573	0,01800	0,01885	0,01714	0,01141	0,00000
4,25	0,00346	0,00392	0,00526	0,00739	0,01007	0,01296	0,01547	0,01676	0,01565	0,01066	0,00000
4,5	0,00162	0,00204	0,00328	0,00528	0,00786	0,01073	0,01336	0,01496	0,01435	0,00999	0,00000
4,75	0,00041	0,00078	0,00190	0,00371	0,00613	0,00890	0,01157	0,01339	0,01319	0,00939	0,00000
5	-0,00035	-0,00003	0,00094	0,00256	0,00476	0,00738	0,01003	0,01200	0,01214	0,00883	0,00000
5,25	-0,00078	-0,00051	0,00031	0,00171	0,00368	0,00612	0,00870	0,01076	0,01119	0,00833	0,00000
5,5	-0,00100	-0,00078	-0,00010	0,00108	0,00282	0,00505	0,00753	0,00964	0,01032	0,00786	0,00000
5,75	-0,00106	-0,00089	-0,00035	0,00063	0,00213	0,00415	0,00650	0,00864	0,00951	0,00742	0,00000
6	-0,00103	-0,00090	-0,00049	0,00031	0,00158	0,00339	0,00560	0,00773	0,00878	0,00701	0,00000
6,25	-0,00094	-0,00085	-0,00054	0,00008	0,00115	0,00275	0,00481	0,00692	0,00810	0,00663	0,00000
6,5	-0,00082	-0,00076	-0,00055	-0,00008	0,00080	0,00221	0,00412	0,00618	0,00748	0,00628	0,00000
6,75	-0,00069	-0,00066	-0,00053	-0,00018	0,00053	0,00175	0,00352	0,00552	0,00690	0,00595	0,00000
7	-0,00057	-0,00056	-0,00049	-0,00025	0,00032	0,00137	0,00299	0,00493	0,00638	0,00565	0,00000
7,25	-0,00045	-0,00046	-0,00043	-0,00028	0,00015	0,00106	0,00253	0,00439	0,00589	0,00536	0,00000
7,5	-0,00035	-0,00036	-0,00038	-0,00030	0,00003	0,00080	0,00213	0,00391	0,00545	0,00509	0,00000
7,75	-0,00026	-0,00028	-0,00032	-0,00030	-0,00006	0,00058	0,00179	0,00348	0,00504	0,00484	0,00000
8	-0,00019	-0,00022	-0,00027	-0,00029	-0,00012	0,00041	0,00149	0,00309	0,00466	0,00461	0,00000
8,25	-0,00013	-0,00016	-0,00023	-0,00027	-0,00017	0,00027	0,00123	0,00275	0,00431	0,00438	0,00000
8,5	-0,00008	-0,00011	-0,00018	-0,00025	-0,00019	0,00016	0,00101	0,00244	0,00399	0,00418	0,00000
8,75	-0,00005	-0,00008	-0,00015	-0,00022	-0,00021	0,00007	0,00083	0,00216	0,00369	0,00398	0,00000
9	-0,00002	-0,00005	-0,00012	-0,00020	-0,00021	0,00000	0,00067	0,00191	0,00342	0,00380	0,00000
9,25	-0,00001	-0,00003	-0,00009	-0,00017	-0,00021	-0,00005	0,00053	0,00168	0,00316	0,00363	0,00000
9,5	0,00001	-0,00001	-0,00007	-0,00015	-0,00020	-0,00008	0,00041	0,00148	0,00293	0,00346	0,00000
9,75	0,00001	0,00000	-0,00005	-0,00013	-0,00019	-0,00011	0,00032	0,00130	0,00271	0,00331	0,00000
10,00	0,00002	0,00000	-0,00004	-0,00010	-0,00017	-0,00013	0,00023	0,00114	0,00251	0,00316	0,00000

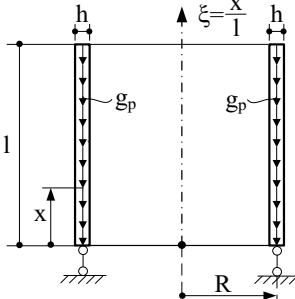
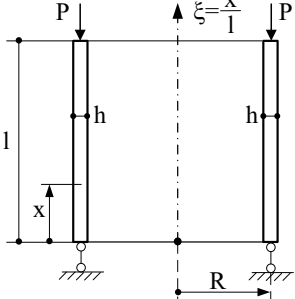
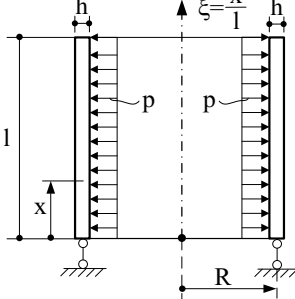
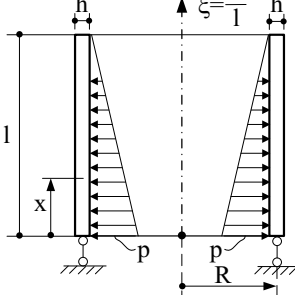
Tabel C.14. Valorile funcției $cM_{011}(\rho, \lambda)$

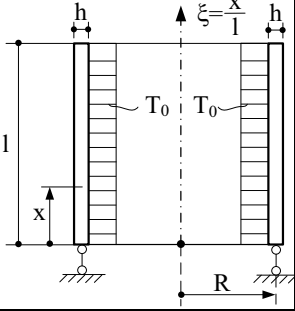
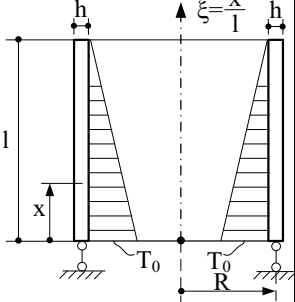
$\lambda \backslash \rho$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,25	0,19996	0,19896	0,19596	0,19097	0,18397	0,17497	0,16397	0,15097	0,13598	0,11898	0,09998
0,5	0,19941	0,19842	0,19543	0,19045	0,18348	0,17451	0,16355	0,15059	0,13564	0,11869	0,09973
0,75	0,19706	0,19608	0,19314	0,18825	0,18139	0,17256	0,16175	0,14897	0,13420	0,11744	0,09867
1	0,19098	0,19004	0,18723	0,18255	0,17597	0,16750	0,15710	0,14477	0,13048	0,11421	0,09592
1,25	0,17923	0,17838	0,17582	0,17154	0,16552	0,15772	0,14812	0,13666	0,12329	0,10796	0,09062
1,5	0,16098	0,16026	0,15809	0,15444	0,14928	0,14254	0,13416	0,12405	0,11211	0,09825	0,08237
1,75	0,13741	0,13686	0,13518	0,13235	0,12829	0,12291	0,11611	0,10774	0,09766	0,08571	0,07170
2	0,11147	0,11110	0,10997	0,10803	0,10517	0,10129	0,09622	0,08977	0,08173	0,07187	0,05994
2,25	0,08645	0,08626	0,08564	0,08454	0,08284	0,08039	0,07698	0,07237	0,06630	0,05847	0,04856
2,5	0,06464	0,06459	0,06442	0,06404	0,06333	0,06211	0,06013	0,05713	0,05278	0,04672	0,03858
2,75	0,04695	0,04702	0,04718	0,04737	0,04744	0,04718	0,04636	0,04465	0,04169	0,03709	0,03041
3	0,03327	0,03341	0,03383	0,03442	0,03506	0,03553	0,03557	0,03485	0,03298	0,02952	0,02399
3,25	0,02301	0,02321	0,02378	0,02465	0,02568	0,02665	0,02732	0,02733	0,02628	0,02369	0,01905
3,5	0,01547	0,01570	0,01637	0,01741	0,01867	0,01998	0,02107	0,02160	0,02116	0,01924	0,01529
3,75	0,01003	0,01027	0,01098	0,01209	0,01349	0,01499	0,01636	0,01725	0,01725	0,01584	0,01243
4	0,00616	0,00640	0,00711	0,00823	0,00967	0,01126	0,01279	0,01392	0,01423	0,01321	0,01022
4,25	0,00346	0,00369	0,00437	0,00545	0,00686	0,00847	0,01006	0,01134	0,01188	0,01116	0,00851
4,5	0,00162	0,00183	0,00245	0,00347	0,00481	0,00637	0,00797	0,00932	0,01003	0,00954	0,00717
4,75	0,00041	0,00060	0,00115	0,00207	0,00331	0,00478	0,00634	0,00773	0,00854	0,00823	0,00610
5	-0,00035	-0,00019	0,00030	0,00110	0,00222	0,00358	0,00507	0,00645	0,00734	0,00717	0,00523
5,25	-0,00078	-0,00065	-0,00024	0,00045	0,00144	0,00268	0,00407	0,00542	0,00634	0,00630	0,00453
5,5	-0,00100	-0,00089	-0,00055	0,00003	0,00088	0,00199	0,00328	0,00457	0,00552	0,00557	0,00394
5,75	-0,00106	-0,00097	-0,00071	-0,00023	0,00049	0,00146	0,00264	0,00387	0,00483	0,00495	0,00346
6	-0,00103	-0,00096	-0,00076	-0,00038	0,00021	0,00106	0,00213	0,00329	0,00424	0,00443	0,00305
6,25	-0,00094	-0,00089	-0,00075	-0,00046	0,00003	0,00076	0,00172	0,00281	0,00374	0,00398	0,00270
6,5	-0,00082	-0,00079	-0,00069	-0,00048	-0,00009	0,00052	0,00138	0,00240	0,00331	0,00359	0,00241
6,75	-0,00069	-0,00068	-0,00062	-0,00047	-0,00017	0,00035	0,00111	0,00205	0,00294	0,00325	0,00215
7	-0,00057	-0,00056	-0,00053	-0,00044	-0,00021	0,00022	0,00089	0,00176	0,00262	0,00296	0,00193
7,25	-0,00045	-0,00045	-0,00045	-0,00039	-0,00023	0,00012	0,00071	0,00151	0,00234	0,00270	0,00174
7,5	-0,00035	-0,00036	-0,00037	-0,00035	-0,00023	0,00005	0,00056	0,00130	0,00209	0,00247	0,00157
7,75	-0,00026	-0,00027	-0,00030	-0,00030	-0,00023	-0,00001	0,00044	0,00111	0,00188	0,00227	0,00143
8	-0,00019	-0,00020	-0,00023	-0,00026	-0,00022	-0,00005	0,00034	0,00096	0,00169	0,00209	0,00130
8,25	-0,00013	-0,00014	-0,00018	-0,00021	-0,00020	-0,00007	0,00026	0,00082	0,00152	0,00193	0,00118
8,5	-0,00008	-0,00010	-0,00014	-0,00018	-0,00018	-0,00009	0,00019	0,00071	0,00137	0,00178	0,00108
8,75	-0,00005	-0,00006	-0,00010	-0,00015	-0,00017	-0,00010	0,00014	0,00060	0,00124	0,00165	0,00099
9	-0,00002	-0,00004	-0,00007	-0,00012	-0,00015	-0,00010	0,00009	0,00052	0,00112	0,00154	0,00091
9,25	-0,00001	-0,00002	-0,00005	-0,00009	-0,00013	-0,00010	0,00006	0,00044	0,00101	0,00143	0,00084
9,5	0,00001	0,00000	-0,00003	-0,00007	-0,00011	-0,00010	0,00003	0,00038	0,00092	0,00133	0,00078
9,75	0,00001	0,00001	-0,00002	-0,00006	-0,00010	-0,00010	0,00001	0,00032	0,00083	0,00125	0,00072
10,00	0,00002	0,00001	-0,00001	-0,00004	-0,00008	-0,00009	-0,00001	0,00027	0,00075	0,00117	0,00067

Tabel C.15. Valorile funcției $c_{Qr11}(\rho, \lambda)$

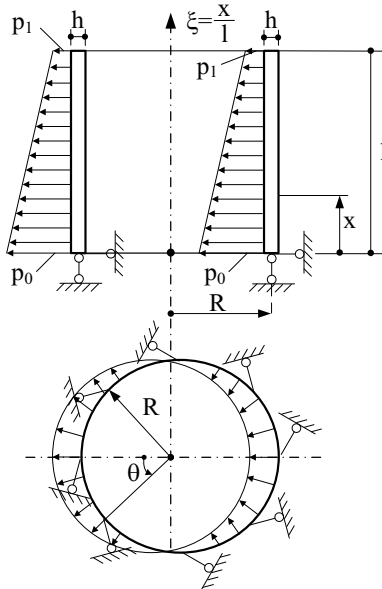
$\lambda \backslash \rho$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,25	0,00000	-0,04999	-0,09997	-0,14996	-0,19995	-0,24994	-0,29994	-0,34993	-0,39993	-0,44993	-0,49994
0,5	0,00000	-0,04979	-0,09959	-0,14940	-0,19924	-0,24910	-0,29900	-0,34894	-0,39892	-0,44895	-0,49903
0,75	0,00000	-0,04895	-0,09794	-0,14700	-0,19618	-0,24550	-0,29500	-0,34470	-0,39461	-0,44475	-0,49512
1	0,00000	-0,04678	-0,09368	-0,14081	-0,18828	-0,23620	-0,28466	-0,33372	-0,38345	-0,43388	-0,48503
1,25	0,00000	-0,04259	-0,08545	-0,12885	-0,17304	-0,21825	-0,26468	-0,31252	-0,36189	-0,41288	-0,46552
1,5	0,00000	-0,03610	-0,07270	-0,11031	-0,14939	-0,19038	-0,23367	-0,27958	-0,32838	-0,38022	-0,43517
1,75	0,00000	-0,02775	-0,05631	-0,08645	-0,11892	-0,15444	-0,19363	-0,23702	-0,28503	-0,33795	-0,39588
2	0,00000	-0,01864	-0,03839	-0,06034	-0,08554	-0,11499	-0,14959	-0,19011	-0,23718	-0,29123	-0,35243
2,25	0,00000	-0,00998	-0,02133	-0,03543	-0,05361	-0,07713	-0,10717	-0,14477	-0,19080	-0,24586	-0,31020
2,5	0,00000	-0,00261	-0,00680	-0,01413	-0,02616	-0,04439	-0,07028	-0,10511	-0,15002	-0,20582	-0,27290
2,75	0,00000	0,00311	0,00454	0,00260	-0,00442	-0,01822	-0,04047	-0,07275	-0,11647	-0,17268	-0,24194
3	0,00000	0,00721	0,01273	0,01483	0,01172	0,00155	-0,01757	-0,04749	-0,08991	-0,14620	-0,21713
3,25	0,00000	0,00990	0,01818	0,02315	0,02300	0,01578	-0,00060	-0,02826	-0,06927	-0,12533	-0,19746
3,5	0,00000	0,01143	0,02139	0,02828	0,03034	0,02555	0,01163	-0,01384	-0,05329	-0,10883	-0,18180
3,75	0,00000	0,01206	0,02284	0,03092	0,03461	0,03184	0,02020	-0,00308	-0,04082	-0,09560	-0,16912
4	0,00000	0,01199	0,02295	0,03165	0,03652	0,03549	0,02598	0,00493	-0,03096	-0,08477	-0,15861
4,25	0,00000	0,01142	0,02207	0,03096	0,03667	0,03715	0,02967	0,01086	-0,02304	-0,07569	-0,14969
4,5	0,00000	0,01049	0,02049	0,02926	0,03554	0,03733	0,03179	0,01525	-0,01658	-0,06792	-0,14193
4,75	0,00000	0,00933	0,01846	0,02688	0,03352	0,03646	0,03276	0,01846	-0,01121	-0,06113	-0,13505
5	0,00000	0,00806	0,01618	0,02409	0,03092	0,03484	0,03287	0,02077	-0,00670	-0,05512	-0,12886
5,25	0,00000	0,00675	0,01380	0,02111	0,02798	0,03273	0,03235	0,02240	-0,00288	-0,04972	-0,12322
5,5	0,00000	0,00549	0,01146	0,01810	0,02491	0,03033	0,03140	0,02348	0,00038	-0,04486	-0,11805
5,75	0,00000	0,00430	0,00925	0,01520	0,02183	0,02778	0,03014	0,02414	0,00317	-0,04044	-0,11329
6	0,00000	0,00323	0,00723	0,01249	0,01887	0,02520	0,02867	0,02445	0,00555	-0,03642	-0,10889
6,25	0,00000	0,00230	0,00544	0,01002	0,01609	0,02265	0,02708	0,02450	0,00758	-0,03275	-0,10481
6,5	0,00000	0,00151	0,00390	0,00784	0,01354	0,02021	0,02541	0,02432	0,00931	-0,02940	-0,10102
6,75	0,00000	0,00086	0,00260	0,00595	0,01123	0,01789	0,02372	0,02396	0,01076	-0,02634	-0,09749
7	0,00000	0,00035	0,00155	0,00434	0,00918	0,01573	0,02203	0,02346	0,01198	-0,02354	-0,09420
7,25	0,00000	-0,00004	0,00071	0,00300	0,00739	0,01374	0,02037	0,02284	0,01299	-0,02097	-0,09113
7,5	0,00000	-0,00032	0,00007	0,00191	0,00583	0,01191	0,01875	0,02214	0,01381	-0,01861	-0,08826
7,75	0,00000	-0,00051	-0,00039	0,00104	0,00450	0,01025	0,01719	0,02136	0,01446	-0,01645	-0,08556
8	0,00000	-0,00062	-0,00072	0,00037	0,00338	0,00876	0,01569	0,02052	0,01497	-0,01446	-0,08303
8,25	0,00000	-0,00067	-0,00092	-0,00014	0,00244	0,00741	0,01426	0,01965	0,01536	-0,01262	-0,08064
8,5	0,00000	-0,00068	-0,00103	-0,00051	0,00166	0,00621	0,01292	0,01875	0,01563	-0,01094	-0,07839
8,75	0,00000	-0,00065	-0,00106	-0,00076	0,00102	0,00515	0,01164	0,01784	0,01580	-0,00938	-0,07626
9	0,00000	-0,00060	-0,00104	-0,00092	0,00052	0,00421	0,01045	0,01692	0,01589	-0,00794	-0,07425
9,25	0,00000	-0,00054	-0,00098	-0,00101	0,00011	0,00339	0,00934	0,01601	0,01590	-0,00662	-0,07234
9,5	0,00000	-0,00046	-0,00090	-0,00104	-0,00020	0,00268	0,00831	0,01510	0,01584	-0,00539	-0,07053
9,75	0,00000	-0,00039	-0,00080	-0,00102	-0,00043	0,00206	0,00735	0,01421	0,01573	-0,00426	-0,06880
10,00	0,00000	-0,00032	-0,00069	-0,00098	-0,00060	0,00153	0,00647	0,01334	0,01557	-0,00321	-0,06716

Anexa D. Stări de eforturi și de deformații axial-simetrice, în teoria de membrană, din acțiunile curente de exploatare, pentru plăci curbe cilindrice simplu rezemate pe conturul inferior

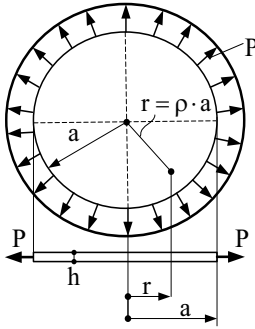
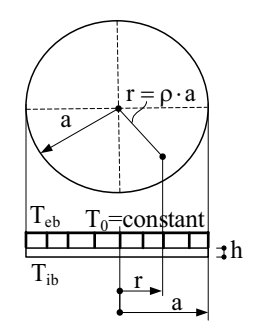
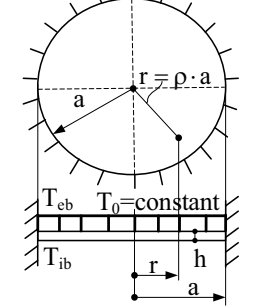
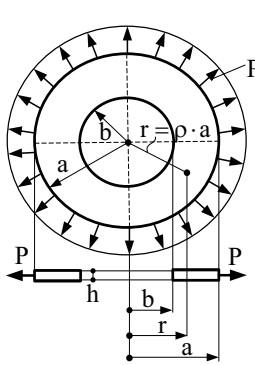
Nr. Crt.	Schema de acționare și rezemare	Expresiile componentelor acțiunilor	Expresiile eforturilor secționale	Expresiile de calcul ale componentelor deformației
1.		$g_p = \gamma_m \cdot h$ $X(\xi) = -g_p$ $Z(\xi) = 0$ $T(\xi) = 0$	$N_x(\xi) = -g_p \cdot l \cdot (1 - \xi)$ $N_\theta(\xi) = 0$	$w(\xi) = \frac{\mu \cdot R \cdot g_p \cdot l}{E \cdot h} \cdot (1 - \xi)$ $\chi(\xi) = -\frac{\mu \cdot R \cdot g_p}{E \cdot h}$ $u(\xi) = \frac{g_p \cdot l^2}{2 \cdot E \cdot h} \cdot (\xi^2 - 2 \cdot \xi)$
2.		$X(\xi) = 0$ $Z(\xi) = 0$ $T(\xi) = 0$	$N_x(\xi) = -P$ $N_\theta(\xi) = 0$	$w(\xi) = \frac{\mu \cdot R \cdot P}{E \cdot h}$ $\chi(\xi) = 0$ $u(\xi) = -\frac{P \cdot l}{E \cdot h} \cdot \xi$
3.		$X(\xi) = 0$ $Z(\xi) = -p$ $T(\xi) = 0$	$N_x(\xi) = 0$ $N_\theta(\xi) = p \cdot R$	$w(\xi) = \frac{p \cdot R^2}{E \cdot h}$ $\chi(\xi) = 0$ $u(\xi) = -\frac{\mu \cdot R \cdot l \cdot p}{E \cdot h} \cdot \xi$
4.		$X(\xi) = 0$ $Z(\xi) = -p \cdot (1 - \xi)$ $T(\xi) = 0$	$N_x(\xi) = 0$ $N_\theta(\xi) = p \cdot R \cdot (1 - \xi)$	$w(\xi) = \frac{p \cdot R^2}{E \cdot h} \cdot (1 - \xi)$ $\chi(\xi) = -\frac{p \cdot R^2}{E \cdot h \cdot l}$ $u(\xi) = -\frac{\mu \cdot R \cdot l \cdot p}{2 \cdot E \cdot h} \cdot (2 \cdot \xi - \xi^2)$

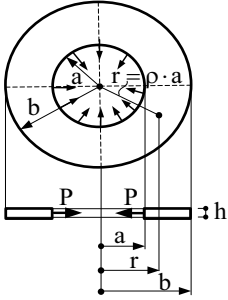
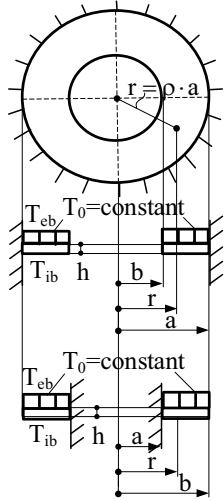
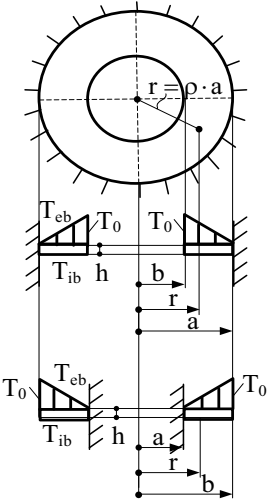
Nr. Crt.	Schema de acționare și rezemare	Expresiile componentelor acțiunilor	Expresiile eforturilor secționale	Expresiile de calcul ale componentelor deformației
5.		$X(\xi) = 0$ $Z(\xi) = 0$ $T(\xi) = T_0$	$N_x(\xi) = 0$ $N_\theta(\xi) = 0$	$w(\xi) = R \cdot \alpha_t \cdot T_0$ $\chi(\xi) = 0$ $u(\xi) = \alpha_t \cdot T_0 \cdot l \cdot \xi$
6.		$X(\xi) = 0$ $Z(\xi) = 0$ $T(\xi) = T_0 \cdot (1 - \xi)$	$N_x(\xi) = 0$ $N_\theta(\xi) = 0$	$w(\xi) = R \cdot \alpha_t \cdot T_0 \cdot (1 - \xi)$ $\chi(\xi) = -\frac{\alpha_t \cdot T_0}{l}$ $u(\xi) = \alpha_t \cdot T_0 \cdot l \cdot \left(\xi - \frac{\xi^2}{2} \right)$

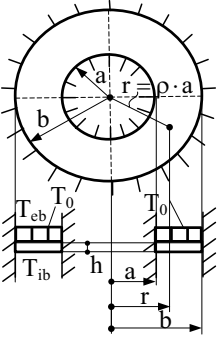
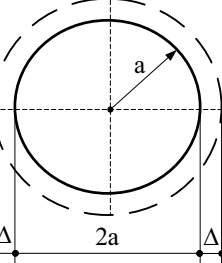
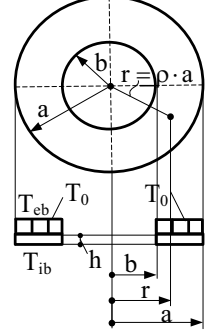
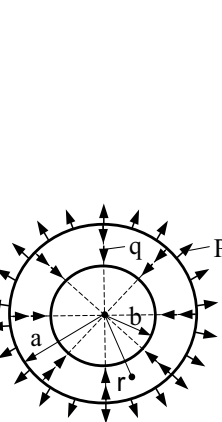
Anexa E. Starea de eforturi și de deformații în teoria de membrană din acțiunea unor presiuni antisimetrice cu variație liniară pe înălțimea plăcilor curbe cilindrice

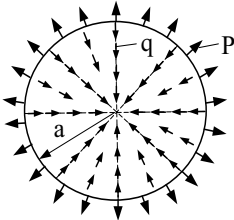
Schema de rezemare și acționare	Expresiile de calcul ale eforturilor și deformațiilor
 <p data-bbox="236 1030 619 1288"> $p(\xi, \theta) = p_0 \cdot (1 - \lambda_p \cdot \xi) \cdot \cos(\theta)$ $X(\xi, \theta) = 0$ $Y(\xi, \theta) = 0$ $Z(\xi, \theta) = -p_0 \cdot (1 - \lambda_p \cdot \xi) \cdot \cos(\theta)$ </p>	$N_x(\xi, \theta) = -\frac{p_0 \cdot l^2}{6 \cdot R} \cdot \left[(3 - 2 \cdot \lambda_p) - 3 \cdot \xi \cdot (2 - \lambda_p) + 3 \cdot \xi^2 - \lambda_p \cdot \xi^3 \right] \cdot \cos(\theta)$ $N_\theta(\xi, \theta) = p_0 \cdot R \cdot (1 - \lambda_p \cdot \xi) \cdot \cos(\theta)$ $N_{x\theta}(\xi, \theta) = N_{\theta x}(\xi, \theta) = -\frac{p_0 \cdot l}{2} \cdot \left[2 \cdot (1 - \xi) - \lambda_p \cdot (1 - \xi^2) \right] \cdot \sin(\theta)$ $u(\xi, \theta) = -\frac{p_0 \cdot l^2}{6 \cdot E \cdot h} \cdot F_u(\xi) \cdot \cos(\theta)$ $v(\xi, \theta) = -\frac{p_0 \cdot l^2}{E \cdot h} \cdot F_v(\xi) \cdot \sin(\theta)$ $w(\xi, \theta) = \frac{p_0 \cdot R^2}{E \cdot h} \cdot \left(F_w(\xi) + \frac{l^2}{R^2} \cdot F_v(\xi) \right) \cdot \cos(\theta)$ $F_u(\xi) = \frac{l}{R} \cdot \left[\xi \cdot \left(3 - 2 \cdot \lambda_p + 6 \cdot \mu \cdot \frac{R^2}{l^2} \right) - \xi^2 \cdot (3 - 1,5 \cdot \lambda_p + 3 \cdot \mu \cdot \lambda_p \cdot \frac{R^2}{l^2}) + \xi^3 - 0,25 \cdot \lambda_p \cdot \xi^4 \right]$ $F_v(\xi) = \xi \cdot \left[2 \cdot (1 + \mu) - \lambda_p \right] - \xi^2 \cdot \left[(1 + \mu) - \frac{l^2}{6 \cdot R^2} \cdot (1,5 - \lambda_p + 3 \cdot \mu \cdot \frac{R^2}{l^2}) \right] - \frac{l^2}{6 \cdot R^2} \cdot \left[\xi^3 \cdot \left(1 - 0,5 \cdot \lambda_p + \mu \cdot \lambda_p \cdot \frac{R^2}{l^2} \right) - 0,25 \cdot \xi^4 + 0,05 \cdot \lambda_p \cdot \xi^5 \right]$ $F_w(\xi) = (1 - \lambda_p \cdot \xi) + \mu \cdot \frac{l^2}{6 \cdot R^2} \cdot \left[(3 - 2 \cdot \lambda_p) - 3 \cdot \xi \cdot (2 - \lambda_p) + 3 \cdot \xi^2 - \lambda_p \cdot \xi^3 \right]$ $\lambda_p = 1 - \frac{p_1}{p_0}$

Anexa F. Stări de eforturi și de deformații axial-simetrice în plăci plane circulare acționate cu sisteme de forțe aplicate în planul plăcii și variații de temperatură uniforme pe grosimea plăcii T_0

Nr. Crt.	Schema de rezemare și acționare	Expresiile de calcul ale eforturilor și deformațiilor
1.		$N_r(\rho) = P$ $N_\theta(\rho) = P$ $u(\rho) = \frac{P \cdot a}{E \cdot h} \cdot (1 - \mu) \cdot \rho$ $\rho = \frac{r}{a}$
2.		$N_r(\rho) = 0$ $N_\theta(\rho) = 0$ $u(\rho) = a \cdot \alpha_t \cdot T_0 \cdot \rho$ $\rho = \frac{r}{a}$ $T_0 = \frac{T_{ib} + T_{eb}}{2} = \text{constant}$
3.		$N_r(\rho) = N_\theta(\rho) = -\frac{E \cdot h \cdot \alpha_t \cdot T_0}{1 - \mu}$ $u(\rho) = 0$ $\rho = \frac{r}{a}$ $T_0 = \frac{T_{ib} + T_{eb}}{2} = \text{constant}$
4.		$N_r(\rho) = \frac{P}{1 - \beta^2} \cdot \left(1 - \frac{\beta^2}{\rho^2}\right)$ $N_\theta(\rho) = \frac{P}{1 - \beta^2} \cdot \left(1 + \frac{\beta^2}{\rho^2}\right)$ $u(\rho) = \frac{P \cdot a \cdot \rho}{E \cdot h \cdot (1 - \beta^2)} \cdot \left[(1 - \mu) + (1 + \mu) \cdot \frac{\beta^2}{\rho^2} \right]$ $\rho = \frac{r}{a}; \beta = \frac{b}{a}$

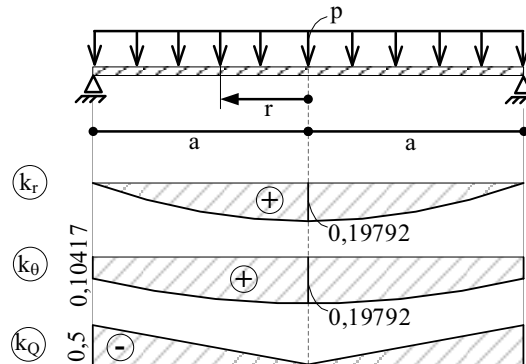
Nr. Crt.	Schema de rezemare și acționare	Expresiile de calcul ale eforturilor și deformațiilor
5.		$N_r(\rho) = \frac{P}{1-\beta^2} \cdot \left(1 - \frac{\beta^2}{\rho^2}\right)$ $N_\theta(\rho) = \frac{P}{1-\beta^2} \cdot \left(1 + \frac{\beta^2}{\rho^2}\right)$ $u(\rho) = \frac{P \cdot a \cdot \rho}{E \cdot h \cdot (1-\beta^2)} \cdot \left[(1-\mu) + (1+\mu) \cdot \frac{\beta^2}{\rho^2} \right]$ $\rho = \frac{r}{a}$ $\beta = \frac{b}{a}$
6.		$N_r(\rho) = E \cdot h \cdot \alpha_t \cdot T_0 \cdot c \cdot \left[\frac{\beta^2}{(1+\mu) \cdot \rho^2} - \frac{1-c \cdot \beta^2}{c \cdot (1-\mu)} \right]$ $N_\theta(\rho) = -E \cdot h \cdot \alpha_t \cdot T_0 \cdot c \cdot \left[\frac{\beta^2}{(1+\mu) \cdot \rho^2} + \frac{1-c \cdot \beta^2}{c \cdot (1-\mu)} \right]$ $u(\rho) = c \cdot a \cdot \alpha_t \cdot T_0 \cdot \beta^2 \cdot \rho \cdot \left(1 - \frac{1}{\rho^2}\right)$ $\rho = \frac{r}{a}; \beta = \frac{b}{a}; T_0 = \frac{T_{ib} + T_{eb}}{2} = \text{constant}$ $c = \frac{1+\mu}{(1-\mu) + (1+\mu) \cdot \beta^2}$
7.		$N_r(\rho) = \frac{E \cdot h \cdot \alpha_t \cdot T_0}{3 \cdot (1-\mu) \cdot (\beta-1)} \cdot \left[3 - \rho \cdot (1-\mu) + c_1 \cdot (1+\mu) - \frac{c_2 \cdot (1-\mu)}{\rho^2} \right]$ $N_\theta(\rho) = \frac{E \cdot h \cdot \alpha_t \cdot T_0}{3 \cdot (1-\mu) \cdot (\beta-1)} \cdot \left[3 - 2 \cdot \rho \cdot (1-\mu) - c_1 \cdot (1+\mu) + \frac{c_2 \cdot (1-\mu)}{\rho^2} \right]$ $u(\rho) = \frac{a \cdot \alpha_t \cdot T_0 \cdot (1+\mu)}{3 \cdot (\beta-1)} \cdot \left(\rho^2 - c_1 \cdot \rho + \frac{c_2}{\rho} \right)$ $\rho = \frac{r}{a}; \beta = \frac{b}{a}; T_0(\rho) = T_0 \cdot \frac{1-\rho}{1-\beta}$ $c_1 = \frac{(1-\mu) + \beta^3 \cdot (2+\mu) - 3 \cdot \beta^2 \cdot (\beta-1)}{(1-\mu) + (1+\mu) \cdot \beta^2}$ $c_2 = \frac{\beta^3 \cdot (2+\mu) - (1+\mu) \cdot \beta^2 - 3 \cdot \beta^2 \cdot (\beta-1)}{(1-\mu) + (1+\mu) \cdot \beta^2}$

Nr. Crt.	Schema de rezemare și acționare	Expresiile de calcul ale eforturilor și deformațiilor
8.		$N_r(\rho) = N_\theta(\rho) = -\frac{E \cdot h \cdot \alpha_t \cdot T_0}{1 - \mu}$ $u(\rho) = 0$ $\rho = \frac{r}{a}$ $T_0 = \frac{T_{ib} + T_{eb}}{2} = \text{constant}$
9.		$N_r(\rho) = N_\theta(\rho) = \frac{E \cdot h \cdot \Delta}{a \cdot (1 - \mu)}$ $u(\rho) = \Delta \cdot \rho$
10.		$N_r(\rho) = N_\theta(\rho) = 0$ $u(\rho) = a \cdot \alpha_t \cdot T_0 \cdot (1 + \mu) \cdot \rho$ $\rho = \frac{r}{a}$ $T_0 = \frac{T_{ib} + T_{eb}}{2} = \text{constant}$
11.		$N_r(\rho) = \frac{P}{1 - \beta^2} \cdot \left(1 - \frac{\beta^2}{\rho^2} \right) - \frac{q \cdot a \cdot (2 + \mu)}{3 \cdot (1 - \beta^2)} \cdot \left[(1 - \beta^3) - \rho \cdot (1 - \beta^2) - \frac{\beta^2 \cdot (1 - \beta)}{\rho^2} \right]$ $N_r(\rho) = \frac{P}{1 - \beta^2} \cdot \left(1 + \frac{\beta^2}{\rho^2} \right) + \frac{q \cdot a \cdot (2 + \mu)}{3 \cdot (1 - \beta^2)} \cdot \left[-(1 - \beta^3) - \frac{\beta^2 \cdot (1 - \beta)}{\rho^2} + \frac{1 + 2 \cdot \mu}{2 + \mu} \cdot (1 - \beta^2) \cdot \rho \right]$ $u(\rho) = \frac{1}{D} \cdot \left\{ \frac{P \cdot a}{(1 + \mu) \cdot (1 - \beta^2)} \cdot \left[\rho + \frac{(1 + \mu)}{(1 - \mu)} \cdot \frac{\beta^2}{\rho} \right] + \frac{q \cdot a^2}{3} \cdot \left[\rho^2 - \rho \cdot \frac{(2 + \mu)}{(1 + \mu)} \cdot \frac{(1 - \beta^3)}{(1 - \beta^2)} - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{(2 + \mu)}{(1 - \mu)} \cdot \frac{(\beta^2 - \beta^3)}{(1 - \beta^2)} \right] \right\}$

Nr. Crt.	Schema de rezemare și acționare	Expresiile de calcul ale eforturilor și deformațiilor
		$\rho = \frac{r}{a}; \beta = \frac{b}{a}$ $D = \frac{E \cdot h}{1 - \mu^2}$
12.		$N_r(\rho) = P - \frac{q \cdot a \cdot (2 + \mu)}{3} \cdot (1 - \rho)$ $N_\theta(\rho) = P - \frac{q \cdot a}{3} \cdot [(2 + \mu) - (1 + 2 \cdot \mu) \cdot \rho]$ $u(\rho) = \frac{P \cdot a}{D \cdot (1 + \mu)} \cdot \rho - \frac{q \cdot a^2}{3 \cdot D} \cdot \left[\frac{(2 + \mu)}{(1 + \mu)} \cdot \rho - \rho^2 \right]$ $\rho = \frac{r}{a}; \beta = \frac{b}{a}$ $D = \frac{E \cdot h}{1 - \mu^2}$

Anexa G. Stări de eforturi și de deformații în plăci plane circulare, acționate de sisteme de forțe aplicate normal pe planul plăcilor, în diverse condiții de rezemare

G.1. Placă circulară simplu rezemată pe contur, acționată de o încărcare uniform repartizată pe întreaga suprafață



Expresii de calcul:

$$w = \frac{p \cdot a^4}{B} \cdot k_w$$

$$\chi = -\frac{\partial w}{\partial r} = -\frac{1}{a} \cdot \frac{\partial w}{\partial \rho}$$

$$\chi = \frac{p \cdot a^3}{B} \cdot k_\chi$$

$$M_r = p \cdot a^2 \cdot k_r$$

$$M_\theta = p \cdot a^2 \cdot k_\theta$$

$$Q_r = p \cdot a \cdot k_Q$$

$$k_w = \frac{1}{64} \cdot (1 - \rho^2) \cdot \left(\frac{5 + \mu}{1 + \mu} - \rho^2 \right)$$

$$k_\chi = \frac{1}{16} \cdot \rho \cdot \left(\frac{3 + \mu}{1 + \mu} - \rho^2 \right)$$

$$k_r = \frac{1}{16} \cdot (3 + \mu) \cdot (1 - \rho^2)$$

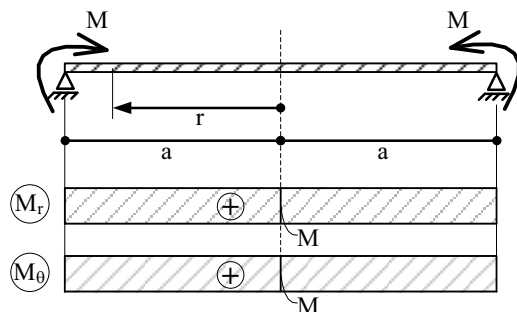
$$k_\theta = \frac{1}{16} \cdot [3 + \mu - (1 + 3 \cdot \mu) \cdot \rho^2]$$

$$k_Q = -0,5 \cdot \rho$$

Tabel G1.1. Valorile coeficienților k_w , k_χ , k_r , k_θ , k_Q , în funcție de valoarea $\rho = \frac{r}{a}$

$\rho = \frac{r}{a}$	k_w	k_χ	k_r	k_θ	k_Q
0	1	2	3	4	5
0,0	0,06920	0,00000	0,19792	0,19792	0,00000
0,1	0,06835	0,01690	0,19594	0,19698	-0,05000
0,2	0,06583	0,03343	0,19000	0,19417	-0,10000
0,3	0,06169	0,04921	0,18010	0,18948	-0,15000
0,4	0,05603	0,06386	0,16625	0,18292	-0,20000
0,5	0,04897	0,07701	0,14844	0,17448	-0,25000
0,6	0,04069	0,08829	0,12667	0,16417	-0,30000
0,7	0,03139	0,09731	0,10094	0,15198	-0,35000
0,8	0,02131	0,10371	0,07125	0,13792	-0,40000
0,9	0,01074	0,10712	0,03760	0,12198	-0,45000
1,0	0,00000	0,10714	0,00000	0,10417	-0,50000

G.2. Placă circulară simplu rezemată pe contur, încărcată cu un moment uniform distribuit (M) pe conturul exterior



Expresii de calcul:

$$w = \frac{M \cdot a^2}{B} \cdot k_w$$

$$\chi = \frac{M \cdot a}{B} \cdot k_\chi$$

$$M_r = M_\theta = M$$

$$Q_r = 0$$

$$k_w = \frac{1}{2 \cdot (1 + \mu)} \cdot (1 - \rho^2)$$

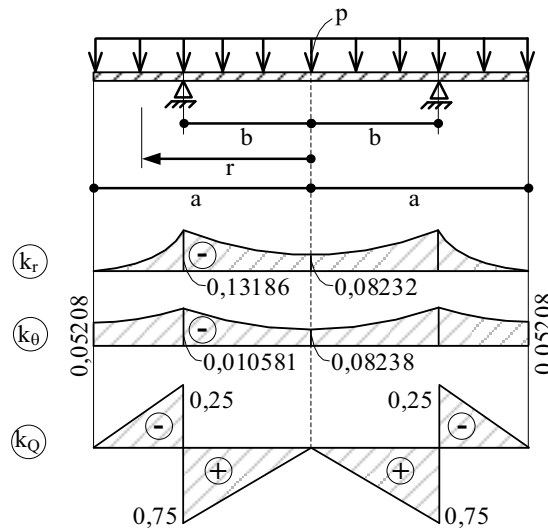
$$k_\chi = \frac{1}{1 + \mu} \cdot \rho$$

Tabel G2.1. Valorile coeficienților k_w , k_χ

$\rho = \frac{r}{a}$	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45
k_w	0,42857	0,42750	0,42429	0,41893	0,41143	0,40179	0,39000	0,37607	0,36000	0,34179
k_χ	0,00000	0,04286	0,08571	0,12857	0,17143	0,21429	0,25714	0,30000	0,34286	0,38571

$\rho = \frac{r}{a}$	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	1,00
k_w	0,32143	0,29893	0,27429	0,24750	0,21857	0,18750	0,15429	0,11893	0,08143	0,00000
k_χ	0,42857	0,47143	0,51429	0,55714	0,60000	0,64286	0,68571	0,72857	0,77143	0,85714

G.3. Placă circulară simplu rezemată pe un cerc de rază $r=b$, $b < a$, acționată de o încărcare uniform distribuită pe întreaga suprafață



Expresii de calcul:

$$\rho = \frac{r}{a} \leq \beta$$

$w = \frac{p \cdot a^4}{B} \cdot k_w^I$ $\chi = \frac{p \cdot a^3}{B} \cdot k_\chi^I$ $M_r = p \cdot a^2 \cdot k_r^I$ $M_\theta = p \cdot a^2 \cdot k_\theta^I$ $Q_r = p \cdot a \cdot k_Q^I$	$k_w^I = \frac{1}{64 \cdot (1 + \mu)} \cdot \left\{ (1 + \mu) \cdot \rho^4 - 2 \cdot \left[(1 + 3 \cdot \mu) + 2 \cdot (1 - \mu) \cdot \beta^2 + 4 \cdot (1 + \mu) \cdot \ln \beta \right] \cdot \rho^2 + 2 \cdot (1 + 3 \cdot \mu) \cdot \beta^2 + (3 - 5 \cdot \mu) \cdot \beta^4 + 8 \cdot (1 + \mu) \cdot \beta^2 \cdot \ln \beta \right\}$ $k_\chi^I = \frac{1}{16 \cdot (1 + \mu)} \cdot \left\{ -(1 + \mu) \cdot \rho^3 + \rho \cdot \left[(1 + 3 \cdot \mu) + 2 \cdot (1 - \mu) \cdot \beta^2 + 4 \cdot (1 + \mu) \cdot \ln \beta \right] \right\}$ $k_r^I = \frac{1}{16} \cdot \left[-(3 + \mu) \cdot \rho^2 + (1 + 3 \cdot \mu) + 2 \cdot (1 - \mu) \cdot \beta^2 + 4 \cdot (1 + \mu) \cdot \ln \beta \right]$ $k_\theta^I = \frac{1}{16} \cdot \left[(1 + 3 \cdot \mu) + (1 - \rho^2) + 2 \cdot (1 - \mu) \cdot \beta^2 + 4 \cdot (1 + \mu) \cdot \ln \beta \right]$ $k_Q^I = -0,5 \cdot \rho$
---	---

$$\rho = \frac{r}{a} \geq \beta$$

$w = \frac{p \cdot a^4}{B} \cdot k_w^{II}$ $\chi = \frac{p \cdot a^3}{B} \cdot k_\chi^{II}$ $M_r = p \cdot a^2 \cdot k_r^{II}$ $M_\theta = p \cdot a^2 \cdot k_\theta^{II}$ $Q_r = p \cdot a \cdot k_Q^{II}$	$k_w^{II} = \frac{1}{64 \cdot (1 + \mu)} \cdot \left\{ -\left[2 \cdot (3 + \mu) \cdot \beta^2 - (3 - 5 \cdot \mu) \cdot \beta^4 - 8 \cdot (1 + \mu) \cdot \beta^2 \cdot \ln \beta \right] + 2 \cdot \rho^2 \cdot \left[(3 + \mu) - 2 \cdot (1 - \mu) \cdot \beta^2 - 4 \cdot (1 + \mu) \cdot \ln \beta \right] + (1 + \mu) \cdot \rho^4 - 8 \cdot (1 + \mu) \cdot \ln \frac{\rho}{\beta} \cdot (\beta^2 + \rho^2) \right\}$ $k_\chi^{II} = \frac{1}{16 \cdot (1 + \mu)} \cdot \left\{ \rho \cdot \left[-(1 - \mu) + 2 \cdot (1 - \mu) \cdot \beta^2 + 2 \cdot (1 + \mu) \cdot \frac{\beta^2}{\rho^2} + 4 \cdot (1 + \mu) \cdot \ln \rho \right] - \rho^3 \cdot (1 + \mu) \right\}$ $k_r^{II} = \frac{1}{16} \cdot \left[(3 + \mu) \cdot (1 - \rho^2) + 2 \cdot (1 - \mu) \cdot \beta^2 \cdot \left(1 - \frac{1}{\rho^2} \right) + 4 \cdot (1 + \mu) \cdot \ln \rho \right]$ $k_\theta^{II} = \frac{1}{16} \cdot \left[(5 \cdot \mu - 1) + 2 \cdot (1 - \mu) \cdot \beta^2 \cdot \left(1 + \frac{1}{\rho^2} \right) - (1 + 3 \cdot \mu) \cdot \rho^2 + 4 \cdot (1 + \mu) \cdot \ln \rho \right]$ $k_Q^{II} = -0,5 \cdot \left(\rho - \frac{1}{\rho} \right)$
--	---

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL III
STRUCTURI HIDROEDILITARE
ANEXA G
Stări de eforturi și de deformații în plăci plane circulare
Tabel G3.1. Valorile coeficienților k_w

$\rho = \frac{r}{a}$ \ $\beta = \frac{b}{a}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0,00	-0,00247	-0,00639	-0,00969	-0,01115	-0,00980	-0,00476	0,00481	0,01975	0,04092
0,10	0,00000	-0,00480	-0,00863	-0,01048	-0,00945	-0,00468	0,00464	0,01934	0,04029
0,20	0,00686	0,00000	-0,00542	-0,00844	-0,00837	-0,00443	0,00413	0,01814	0,03841
0,30	0,01617	0,00772	0,00000	-0,00498	-0,00650	-0,00395	0,00336	0,01620	0,03536
0,40	0,02677	0,01715	0,00747	0,00000	-0,00375	-0,00315	0,00241	0,01361	0,03121
0,50	0,03800	0,02742	0,01615	0,00644	0,00000	-0,00188	0,00142	0,01051	0,02610
0,60	0,04942	0,03802	0,02536	0,01371	0,00478	0,00000	0,00054	0,00706	0,02020
0,70	0,06079	0,04863	0,03472	0,02131	0,01012	0,00259	0,00000	0,00348	0,01371
0,80	0,07193	0,05907	0,04399	0,02895	0,01565	0,00554	-0,00008	0,00000	0,00689
0,90	0,08279	0,06926	0,05307	0,03647	0,02116	0,00860	0,00007	-0,00319	0,00000
1,00	0,09340	0,07922	0,06194	0,04382	0,02657	0,01163	0,00028	-0,00623	-0,00672

Tabel G3.2. Valorile coeficienților k_y

$\rho = \frac{r}{a}$ \ $\beta = \frac{b}{a}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0,00	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
0,10	-0,04950	-0,03191	-0,02132	-0,01351	-0,00712	-0,00158	0,00343	0,00811	0,01257
0,20	-0,08347	-0,06419	-0,04302	-0,02739	-0,01462	-0,00354	0,00649	0,01584	0,02477
0,30	-0,10094	-0,08764	-0,06547	-0,04202	-0,02287	-0,00625	0,00879	0,02283	0,03621
0,40	-0,11000	-0,09956	-0,08215	-0,05777	-0,03224	-0,01008	0,00998	0,02869	0,04654
0,50	-0,11383	-0,10499	-0,09026	-0,06963	-0,04312	-0,01542	0,00966	0,03304	0,05536
0,60	-0,11429	-0,10643	-0,09334	-0,07500	-0,05143	-0,02262	0,00746	0,03553	0,06230
0,70	-0,11269	-0,10546	-0,09341	-0,07653	-0,05484	-0,02832	0,00302	0,03576	0,06700
0,80	-0,11007	-0,10324	-0,09185	-0,07591	-0,05542	-0,03038	-0,00078	0,03337	0,06907
0,90	-0,10725	-0,10068	-0,08972	-0,07437	-0,05464	-0,03052	-0,00202	0,03087	0,06814
1,00	-0,10500	-0,09857	-0,08786	-0,07286	-0,05357	-0,03000	-0,00214	0,03000	0,06643

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL III
STRUCTURI HIDROEDILITARE
ANEXA G
Stări de eforturi și de deformații în plăci plane circulare
Tabel G3.3. Valorile coeficienților k_r

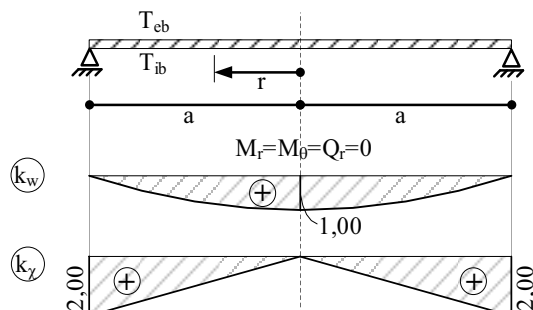
$\rho = \frac{r}{a}$ \ $\beta = \frac{b}{a}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0,00	-0,57680	-0,37150	-0,24803	-0,15683	-0,08238	-0,01774	0,04076	0,09533	0,14739
0,10	-0,57877	-0,37348	-0,25001	-0,15881	-0,08436	-0,01972	0,03878	0,09335	0,14542
0,20	-0,30442	-0,37942	-0,25595	-0,16475	-0,09029	-0,02566	0,03284	0,08742	0,13948
0,30	-0,18159	-0,21318	-0,26585	-0,17465	-0,10019	-0,03555	0,02295	0,07752	0,12958
0,40	-0,10647	-0,12288	-0,15022	-0,18850	-0,11404	-0,04941	0,00909	0,06367	0,11573
0,50	-0,05686	-0,06623	-0,08186	-0,10373	-0,13186	-0,06722	-0,00872	0,04585	0,09792
0,60	-0,02418	-0,02973	-0,03899	-0,05195	-0,06862	-0,08899	-0,03049	0,02408	0,07614
0,70	-0,00418	-0,00743	-0,01285	-0,02044	-0,03020	-0,04212	-0,05622	-0,00165	0,05042
0,80	0,00558	0,00382	0,00089	-0,00321	-0,00848	-0,01493	-0,02254	-0,03133	0,02073
0,90	0,00663	0,00590	0,00467	0,00296	0,00077	-0,00192	-0,00510	-0,00876	-0,01292
1,00	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000

Tabel G3.4. Valorile coeficienților k_θ

$\rho = \frac{r}{a}$ \ $\beta = \frac{b}{a}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0,00	-0,57680	-0,37150	-0,24803	-0,15683	-0,08238	-0,01774	0,04076	0,09533	0,14739
0,10	-0,57773	-0,37244	-0,24897	-0,15777	-0,08331	-0,01868	0,03982	0,09440	0,14646
0,20	-0,45650	-0,37525	-0,25178	-0,16058	-0,08613	-0,02149	0,03701	0,09158	0,14364
0,30	-0,35740	-0,31955	-0,25647	-0,16527	-0,09081	-0,02618	0,03232	0,08690	0,13896
0,40	-0,28512	-0,26246	-0,22470	-0,17183	-0,09738	-0,03274	0,02576	0,08033	0,13239
0,50	-0,23081	-0,21519	-0,18915	-0,15269	-0,10581	-0,04118	0,01732	0,07190	0,12396
0,60	-0,18922	-0,17742	-0,15774	-0,13019	-0,09478	-0,05149	0,00701	0,06158	0,11364
0,70	-0,15722	-0,14771	-0,13188	-0,10970	-0,08120	-0,04635	-0,00518	0,04940	0,10146
0,80	-0,13283	-0,12482	-0,11148	-0,09279	-0,06877	-0,03941	-0,00471	0,03533	0,08739
0,90	-0,11476	-0,10777	-0,09614	-0,07984	-0,05889	-0,03329	-0,00303	0,03189	0,07146
1,00	-0,10208	-0,09583	-0,08542	-0,07083	-0,05208	-0,02917	-0,00208	0,02917	0,06458

G.4. Placă circulară plină, simplu rezemată pe contur, acționată de câmpul elementar

$$\Delta T = \frac{T_{ib} - T_{eb}}{2} = \text{constant}$$



Expresii de calcul:

$$\Delta T = \frac{T_{ib} - T_{eb}}{2}$$

$$w = \frac{a^2 \cdot \alpha_t \cdot \Delta T}{h} \cdot k_w$$

$$\chi = \frac{a \cdot \alpha_t \cdot \Delta T}{h} \cdot k_\chi$$

$$k_w = 1 - \rho^2$$

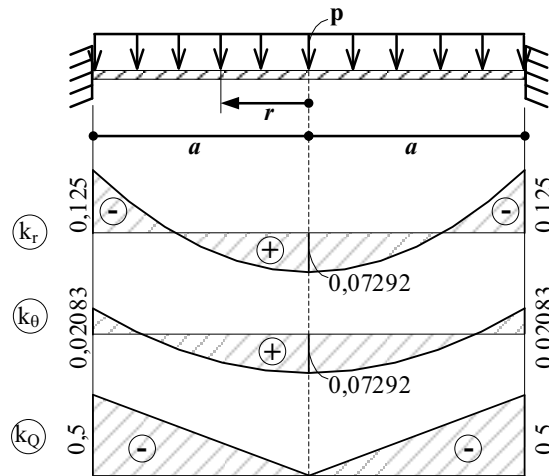
$$k_\chi = 2 \cdot \rho$$

Tabel G4.1. Valorile coeficienților k_w , k_χ

$\rho = \frac{r}{a}$	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45
k_w	1,00000	0,99750	0,99000	0,97750	0,96000	0,93750	0,91000	0,87750	0,84000	0,79750
k_χ	0,00000	0,10000	0,20000	0,30000	0,40000	0,50000	0,60000	0,70000	0,80000	0,90000

$\rho = \frac{r}{a}$	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	1,00
k_w	0,75000	0,69750	0,64000	0,57750	0,51000	0,43750	0,36000	0,27750	0,19000	0,00000
k_χ	1,00000	1,10000	1,20000	1,30000	1,40000	1,50000	1,60000	1,70000	1,80000	2,00000

G.5. Placă circulară plină, încadrată pe contur, acționată de o încărcare uniform repartizată pe întreaga suprafață



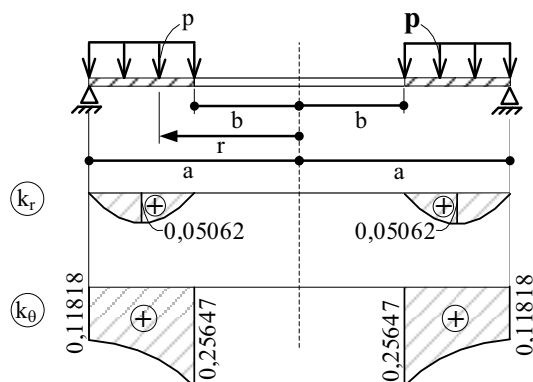
Expresii de calcul:

$w = \frac{p \cdot a^4}{B} \cdot k_w$ $\chi = -\frac{\partial w}{\partial r} = -\frac{1}{a} \cdot \frac{\partial w}{\partial \rho}$ $\chi = \frac{p \cdot a^3}{B} \cdot k_\chi$ $M_r = p \cdot a^2 \cdot k_r$ $M_\theta = p \cdot a^2 \cdot k_\theta$ $Q_r = p \cdot a \cdot k_Q$	$k_w = \frac{1}{64} \cdot (1 - \rho^2)^2$ $k_\chi = \frac{1}{16} \cdot (\rho - \rho^3)$ $k_r = \frac{1}{16} \cdot [1 + \mu - (3 + \mu) \cdot \rho^2]$ $k_\theta = \frac{1}{16} \cdot [1 + \mu - (1 + 3 \cdot \mu) \cdot \rho^2]$ $k_Q = -0,5 \cdot \rho$
---	--

Tabel G5.1. Valorile coeficienților k_w , k_χ , k_r , k_θ , k_Q , în funcție de valoarea $\rho = \frac{r}{a}$

$\rho = \frac{r}{a}$	k_w	k_χ	k_r	k_θ	k_Q
0,0	0,01563	0,00000	0,07292	0,07292	0,00000
0,1	0,01531	0,00619	0,07094	0,07198	-0,05000
0,2	0,01440	0,01200	0,06500	0,06917	-0,10000
0,3	0,01294	0,01706	0,05510	0,06448	-0,15000
0,4	0,01102	0,02100	0,04125	0,05792	-0,20000
0,5	0,00879	0,02344	0,02344	0,04948	-0,25000
0,6	0,00640	0,02400	0,00167	0,03917	-0,30000
0,7	0,00406	0,02231	-0,02406	0,02698	-0,35000
0,8	0,00202	0,01800	-0,05375	0,01292	-0,40000
0,9	0,00056	0,01069	-0,08740	-0,00302	-0,45000
1,0	0,00000	0,00000	-0,12500	-0,02083	-0,50000

G.6. Placă circulară cu gol, simplu rezemată pe un cerc de rază $r=a$ ($b<a$), încărcată cu o forță uniform distribuită



Expresii de calcul:

$$w = \frac{p \cdot a^4}{B} \cdot k_w$$

$$\chi = \frac{p \cdot a^3}{B} \cdot k_\chi$$

$$M_r = p \cdot a^2 \cdot k_r$$

$$M_\theta = p \cdot a^2 \cdot k_\theta$$

$$Q_r = p \cdot a \cdot k_Q$$

$$c_1 = 3 + \mu + 4 \cdot (1 + \mu) \cdot \frac{\beta^2}{1 - \beta^2} \cdot \ln \beta$$

$$c_2 = 3 + \mu - 4 \cdot (1 + \mu) \cdot \frac{\beta^2}{1 - \beta^2} \cdot \ln \beta$$

$$k_w = \frac{1}{64} \cdot \left\{ \frac{2}{1 + \mu} \cdot \left[(3 + \mu) - \beta^2 \cdot c_2 \right] \cdot (1 - \rho^2) - (1 - \rho^4) - 4 \cdot \beta^2 \cdot \ln \rho \cdot \left(\frac{c_1}{1 - \mu} + 2 \cdot \rho^2 \right) \right\}$$

$$k_\chi = \frac{1}{16} \cdot \left\{ \frac{1}{1 + \mu} \cdot \left[(3 + \mu) - \beta^2 \cdot c_2 \right] \cdot \rho - \rho^3 + \frac{\beta^2}{\rho} \cdot \left(\frac{c_1}{1 - \mu} + 2 \cdot \rho^2 \right) + 4 \cdot \beta^2 \cdot \ln \rho \cdot \rho \right\}$$

$$k_r = \frac{1}{16} \cdot \left[(3 + \mu) \cdot (1 - \rho^2) - \beta^2 \cdot c_1 \cdot \left(\frac{1}{\rho^2} - 1 \right) + 4 \cdot (1 + \mu) \cdot \beta^2 \cdot \ln \rho \right]$$

$$k_\theta = \frac{1}{16} \cdot \left[(1 + 3 \cdot \mu) \cdot (1 - \rho^2) + \beta^2 \cdot c_1 \cdot \left(\frac{1}{\rho^2} - 1 \right) + 4 \cdot (1 + \mu) \cdot \beta^2 \cdot \ln \rho + 2 \cdot (1 - \mu) - 2 \cdot \beta^2 \cdot [2 \cdot (1 - \mu) - c_1] \right]$$

$$k_Q = -\frac{1}{2} \cdot \left(\rho - \frac{\beta^2}{\rho} \right)$$

ANEXA G
Stări de eforturi și de deformații în plăci plane circulare

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL III
STRUCTURI HIDROEDILITARE

Tabel G6.2. Valorile coeficienților k_x

$\rho = \frac{b}{a}$, $\beta = \frac{b}{a}$	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	
0,05	0,02012																		
0,10	0,02262	0,03921																	
0,15	0,02895	0,03974	0,05678																
0,20	0,03614	0,04399	0,05637	0,07252															
0,25	0,04354	0,04962	0,05917	0,07160	0,08625														
0,30	0,05090	0,05580	0,06346	0,07339	0,08503	0,09782													
0,35	0,05810	0,06215	0,06848	0,07662	0,08611	0,09644	0,10713												
0,40	0,06505	0,06847	0,07380	0,08061	0,08849	0,09699	0,10568	0,11411											
0,45	0,07167	0,07462	0,07917	0,08497	0,09162	0,09871	0,10585	0,11264	0,11871										
0,50	0,07791	0,08048	0,08443	0,08944	0,09512	0,10111	0,10704	0,11254	0,11726	0,12086									
0,55	0,08370	0,08598	0,08946	0,09383	0,09875	0,10387	0,10883	0,11330	0,11696	0,11947	0,12054								
0,60	0,08900	0,09104	0,09414	0,09802	0,10233	0,10674	0,11094	0,11460	0,11739	0,11903	0,11923	0,11770							
0,65	0,09376	0,09560	0,09841	0,10188	0,10570	0,10956	0,11315	0,11615	0,11826	0,11921	0,11870	0,11649	0,11231						
0,70	0,09791	0,09961	0,10218	0,10533	0,10876	0,11218	0,11528	0,11776	0,11934	0,11973	0,11867	0,11591	0,11121	0,10432					
0,75	0,10143	0,10301	0,10538	0,10828	0,11141	0,11449	0,11720	0,11928	0,12043	0,12039	0,11890	0,11572	0,11061	0,10335	0,09371				
0,80	0,10424	0,10573	0,10796	0,11067	0,11357	0,11637	0,11879	0,12056	0,12139	0,12102	0,11922	0,11572	0,11031	0,10277	0,09288	0,08044			
0,85	0,10632	0,10774	0,10986	0,11242	0,11514	0,11775	0,11996	0,12149	0,12209	0,12149	0,11945	0,11573	0,11012	0,10238	0,09233	0,07976	0,06447		
0,90	0,10760	0,10897	0,11101	0,11347	0,11607	0,11854	0,12060	0,12197	0,12241	0,12166	0,11947	0,11562	0,10988	0,10204	0,09190	0,07926	0,06394	0,04577	
0,95	0,10805	0,10939	0,11138	0,11377	0,11629	0,11867	0,12063	0,12192	0,12227	0,12143	0,11916	0,11524	0,10945	0,10158	0,09143	0,07880	0,06352	0,04540	
1,00	0,10761	0,10893	0,11089	0,11325	0,11573	0,11807	0,12000	0,12124	0,12156	0,12070	0,11842	0,11451	0,10873	0,10089	0,09079	0,07824	0,06305	0,04506	

ANEXA G
Stări de eforturi și de deformații în plăci plane circulare

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL III
STRUCTURI HIDROEDILITARE

Tabel G6.4. Valorile coeficienților k_{θ}

$\beta = \frac{r}{a} = \frac{b}{a}$	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	
0,05	0,39119																		
0,10	0,24420	0,38122																	
0,15	0,21614	0,27505	0,36802																
0,20	0,20519	0,23708	0,28725	0,35255															
0,25	0,19884	0,21842	0,24910	0,28883	0,33541														
0,30	0,19401	0,20703	0,22735	0,25350	0,28392	0,31700													
0,35	0,18963	0,19880	0,21303	0,23122	0,25218	0,27470	0,29758												
0,40	0,18528	0,19202	0,20242	0,21562	0,23066	0,24659	0,26247	0,27736											
0,45	0,18073	0,18587	0,19375	0,20365	0,21481	0,22644	0,23776	0,24801	0,25647										
0,50	0,17590	0,17993	0,18608	0,19373	0,20225	0,21097	0,21924	0,22641	0,23187	0,23501									
0,55	0,17071	0,17396	0,17889	0,18497	0,19165	0,19835	0,20452	0,20960	0,21306	0,21439	0,21308								
0,60	0,16512	0,16781	0,17187	0,17683	0,18220	0,18749	0,19220	0,19586	0,19797	0,19811	0,19583	0,19072							
0,65	0,15912	0,16140	0,16482	0,16897	0,17341	0,17770	0,18139	0,18407	0,18530	0,18468	0,18183	0,17638	0,16798						
0,70	0,15269	0,15467	0,15762	0,16118	0,16495	0,16853	0,17152	0,17353	0,17418	0,17312	0,16998	0,16444	0,15618	0,14489					
0,75	0,14581	0,14757	0,15018	0,15331	0,15660	0,15968	0,16218	0,16376	0,16407	0,16277	0,15954	0,15409	0,14611	0,13533	0,12148				
0,80	0,13849	0,14008	0,14244	0,14526	0,14821	0,15094	0,15313	0,15444	0,15456	0,15318	0,15001	0,14475	0,13715	0,12695	0,11390	0,09776			
0,85	0,13071	0,13218	0,13436	0,13696	0,13967	0,14218	0,14417	0,14534	0,14540	0,14405	0,14102	0,13605	0,12890	0,11932	0,10707	0,09195	0,07374		
0,90	0,12247	0,12386	0,12591	0,12836	0,13091	0,13328	0,13517	0,13629	0,13637	0,13513	0,13233	0,12771	0,12104	0,11210	0,10068	0,08655	0,06954	0,04944	
0,95	0,11378	0,11510	0,11707	0,11941	0,12188	0,12417	0,12602	0,12717	0,12733	0,12627	0,12375	0,11952	0,11337	0,10509	0,09447	0,08132	0,06545	0,04669	
1,00	0,10462	0,10591	0,10781	0,11010	0,11252	0,11479	0,11666	0,11788	0,11818	0,11735	0,11513	0,11133	0,10571	0,09809	0,08827	0,07607	0,06130	0,04381	

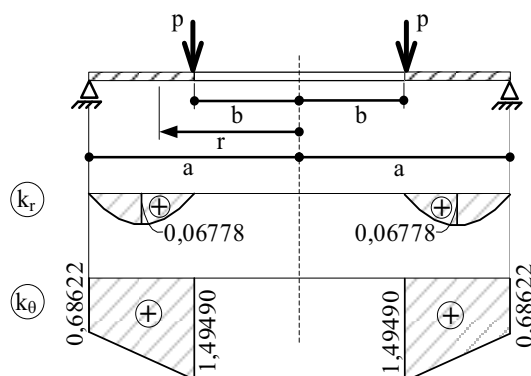
**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL III
STRUCTURI HIDROEDILITARE**

**ANEXA G
Stări de eforturi și de deformații în plăci plane circulare**

Tabel G6.5. Valorile coeficienților k_q

$\rho = \frac{b}{a}$, $\beta = \frac{b}{a}$	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	
0,05	0,00000																		
0,10	-0,03750	0,00000																	
0,15	-0,06667	-0,04167	0,00000																
0,20	-0,09375	-0,07500	-0,04375	0,00000															
0,25	-0,12000	-0,10500	-0,08000	-0,04500	0,00000														
0,30	-0,14583	-0,13333	-0,11250	-0,08333	-0,04583	0,00000													
0,35	-0,17143	-0,16071	-0,14286	-0,11786	-0,08571	-0,04643	0,00000												
0,40	-0,19687	-0,18750	-0,17187	-0,15000	-0,12187	-0,08750	-0,04687	0,00000											
0,45	-0,22222	-0,21389	-0,20000	-0,18056	-0,15556	-0,12500	-0,08889	-0,04722	0,00000										
0,50	-0,24750	-0,24000	-0,22750	-0,21000	-0,18750	-0,16000	-0,12750	-0,09000	-0,04750	0,00000									
0,55	-0,27273	-0,26591	-0,25455	-0,23864	-0,21818	-0,19318	-0,16364	-0,12955	-0,09091	-0,04773	0,00000								
0,60	-0,29792	-0,29167	-0,28125	-0,26667	-0,24792	-0,22500	-0,19792	-0,16667	-0,13125	-0,09167	-0,04792	0,00000							
0,65	-0,32308	-0,31731	-0,30769	-0,29423	-0,27692	-0,25577	-0,23077	-0,20192	-0,16923	-0,13269	-0,09231	-0,04808	0,00000						
0,70	-0,34821	-0,34286	-0,33393	-0,32143	-0,30536	-0,28571	-0,26250	-0,23571	-0,20536	-0,17143	-0,13393	-0,09286	-0,04821	0,00000					
0,75	-0,37333	-0,36833	-0,36000	-0,34833	-0,33333	-0,31500	-0,29333	-0,26833	-0,24000	-0,20833	-0,17333	-0,13500	-0,09333	-0,04833	0,00000				
0,80	-0,39844	-0,39375	-0,38594	-0,37500	-0,36094	-0,34375	-0,32344	-0,30000	-0,27344	-0,24375	-0,21094	-0,17500	-0,13594	-0,09375	-0,04844	0,00000			
0,85	-0,42353	-0,41912	-0,41176	-0,40147	-0,38824	-0,37206	-0,35294	-0,33088	-0,30588	-0,27794	-0,24706	-0,21324	-0,17647	-0,13676	-0,09412	-0,04853	0,00000		
0,90	-0,44861	-0,44444	-0,43750	-0,42778	-0,41528	-0,40000	-0,38194	-0,36111	-0,33750	-0,31111	-0,28194	-0,25000	-0,21528	-0,17778	-0,13750	-0,09444	-0,04861	0,00000	
0,95	-0,47368	-0,46974	-0,46316	-0,45395	-0,44211	-0,42763	-0,41053	-0,39079	-0,36842	-0,34342	-0,31579	-0,28553	-0,25263	-0,21711	-0,17895	-0,13816	-0,09474	-0,04868	
1,00	-0,49875	-0,49500	-0,48875	-0,48000	-0,46875	-0,45500	-0,443875	-0,42000	-0,39875	-0,37500	-0,34875	-0,32000	-0,28875	-0,25500	-0,21875	-0,18000	-0,13875	-0,09500	

G.7. Placă circulară cu gol, simplu rezemată pe contur, încărcată cu o forță uniform distribuită (p) de-a lungul unui cerc de rază r=b



Expresii de calcul:

$w = \frac{p \cdot a^2 \cdot b}{B} \cdot k_w$ $\chi = \frac{p \cdot a \cdot b}{B} \cdot k_\chi$ $M_r = p \cdot b \cdot k_r$ $M_\theta = p \cdot b \cdot k_\theta$ $Q_r = p \cdot k_Q$	$c_1 = \frac{\beta^2}{1 - \beta^2} \cdot \ln \beta$ $k_w = \frac{1}{8} \cdot \left[\left(\frac{3 + \mu}{1 + \mu} - 2 \cdot c_1 \right) \cdot (1 - \rho^2) + 4 \cdot \frac{1 + \mu}{1 - \mu} \cdot c_1 \cdot \ln \rho + 2 \cdot \rho^2 \cdot \ln \rho \right]$ $k_\chi = \frac{1}{4} \cdot \left[\left(\frac{3 + \mu}{1 + \mu} - 2 \cdot c_1 \right) \cdot \rho - \frac{2}{\rho} \cdot \frac{1 + \mu}{1 - \mu} \cdot c_1 - \rho \cdot (1 + 2 \cdot \ln \rho) \right]$ $k_r = -\frac{1}{2} \cdot (1 + \mu) \cdot \left[-c_1 \cdot \left(\frac{1}{\rho^2} - 1 \right) + \ln \rho \right]$ $k_\theta = -\frac{1}{2} \cdot (1 + \mu) \cdot \left[c_1 \cdot \left(\frac{1}{\rho^2} - 1 \right) + \ln \rho + 2 \cdot c_1 - \frac{1 - \mu}{1 + \mu} \right]$ $k_Q = -\frac{\beta}{\rho}$
---	--

ANEXA G
Stări de eforturi și de deformații în plăci plane circulare

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL III
STRUCTURI HIDROEDILITARE

Tabel G7.2. Valorile coeficienților k_x

$\rho = \frac{1-\beta}{a} = \frac{b}{a}$	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	
0,05	0,20162																		
0,10	0,21092	0,32196																	
0,15	0,24217	0,31685	0,41363																
0,20	0,27369	0,33039	0,40386	0,48807															
0,25	0,30239	0,34846	0,40816	0,47658	0,55076														
0,30	0,32781	0,36693	0,41761	0,47570	0,53868	0,60487													
0,35	0,35005	0,38431	0,42870	0,47957	0,53473	0,59271	0,65248												
0,40	0,36933	0,40004	0,43984	0,48545	0,53490	0,58688	0,64047	0,69502											
0,45	0,38589	0,41393	0,45027	0,49193	0,53708	0,58454	0,63347	0,68328	0,73354										
0,50	0,39996	0,42595	0,45962	0,49822	0,54006	0,58404	0,62939	0,67555	0,72212	0,76880									
0,55	0,41174	0,43612	0,46771	0,50391	0,54316	0,58441	0,62695	0,67025	0,71393	0,75772	0,80141								
0,60	0,42140	0,44450	0,47444	0,50875	0,54594	0,58503	0,62534	0,66637	0,70777	0,74926	0,79066	0,83182							
0,65	0,42910	0,45118	0,47979	0,51259	0,54814	0,58551	0,62404	0,66326	0,70282	0,74249	0,78206	0,82140	0,86041						
0,70	0,43497	0,45624	0,48379	0,51537	0,54960	0,58559	0,62269	0,66045	0,69856	0,73675	0,77486	0,81274	0,85030	0,88746					
0,75	0,43913	0,45974	0,48644	0,51705	0,55023	0,58510	0,62105	0,65765	0,69458	0,73160	0,76853	0,80525	0,84165	0,87766	0,91323				
0,80	0,44169	0,46177	0,48779	0,51762	0,54995	0,58393	0,61897	0,65464	0,69063	0,72670	0,76269	0,79847	0,83395	0,86904	0,90371	0,93791			
0,85	0,44273	0,46240	0,48788	0,51708	0,54874	0,58202	0,61634	0,65126	0,68650	0,72183	0,75707	0,79211	0,82684	0,86121	0,89516	0,92865	0,96165		
0,90	0,44234	0,46168	0,48674	0,51546	0,54660	0,57932	0,61307	0,64741	0,68207	0,71680	0,75146	0,78592	0,82007	0,85387	0,88725	0,92019	0,95264	0,98461	
0,95	0,44061	0,45969	0,48443	0,51277	0,54351	0,57581	0,60911	0,64301	0,67722	0,71150	0,74571	0,77972	0,81343	0,84679	0,87974	0,91224	0,94428	0,97583	
1,00	0,43758	0,45648	0,48097	0,50904	0,53947	0,57146	0,60444	0,63801	0,67188	0,70583	0,73970	0,77338	0,80677	0,83980	0,87242	0,90461	0,93633	0,96757	

ANEXA G
Stări de eforturi și de deformații în plăci plane circulare

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL III
STRUCTURI HIDROEDILITARE

Tabel G7.4. Valorile coeficienților k_0

$\rho = \frac{b}{a}$	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	
0,05	3,92045																		
0,10	2,20219	3,13015																	
0,15	1,72235	2,13988	2,68092																
0,20	1,46938	1,70826	2,01780	2,37258															
0,25	1,29979	1,45598	1,65838	1,89035	2,14183														
0,30	1,17203	1,28330	1,42749	1,59275	1,77191	1,96022													
0,35	1,06920	1,15338	1,26248	1,38751	1,52307	1,66554	1,81244												
0,40	0,98292	1,04953	1,13585	1,23478	1,34203	1,45475	1,57098	1,68929											
0,45	0,90847	0,96303	1,03373	1,11476	1,20260	1,29493	1,39013	1,48704	1,58481										
0,50	0,84290	0,88884	0,94837	1,01659	1,09056	1,16830	1,24846	1,33005	1,41237	1,49490									
0,55	0,78426	0,82382	0,87509	0,93384	0,99754	1,06448	1,13351	1,20378	1,27467	1,34573	1,41663								
0,60	0,73119	0,76590	0,81088	0,86243	0,91831	0,97705	1,03762	1,09926	1,16146	1,22381	1,28602	1,34786							
0,65	0,68270	0,71364	0,75372	0,79966	0,84947	0,90182	0,95579	1,01074	1,06617	1,12174	1,17718	1,23229	1,28694						
0,70	0,63804	0,66598	0,70219	0,74368	0,78866	0,83594	0,88469	0,93431	0,98438	1,03456	1,08464	1,13441	1,18376	1,23259					
0,75	0,59665	0,62217	0,65524	0,69314	0,73424	0,77743	0,82196	0,86729	0,91302	0,95887	1,00461	1,05008	1,09516	1,13976	1,18382				
0,80	0,55806	0,58160	0,61211	0,64707	0,68498	0,72482	0,76590	0,80772	0,84991	0,89220	0,93440	0,97635	1,01793	1,05908	1,09972	1,13982			
0,85	0,52191	0,54382	0,57220	0,60473	0,64000	0,67707	0,71529	0,75419	0,79345	0,83279	0,87205	0,91108	0,94977	0,98805	1,02586	1,06317	1,09993		
0,90	0,48791	0,50844	0,53505	0,56554	0,59860	0,63334	0,66916	0,70563	0,74242	0,77930	0,81609	0,85267	0,88894	0,92482	0,96026	0,99522	1,02968	1,06362	
0,95	0,45582	0,47519	0,50029	0,52905	0,56023	0,59301	0,62681	0,66121	0,69591	0,73071	0,76542	0,79993	0,83414	0,86799	0,90142	0,93440	0,96691	0,99892	
1,00	0,42543	0,44380	0,46761	0,49490	0,52449	0,55559	0,58765	0,62029	0,65322	0,68622	0,71916	0,75190	0,78436	0,81647	0,84819	0,87948	0,91032	0,94070	

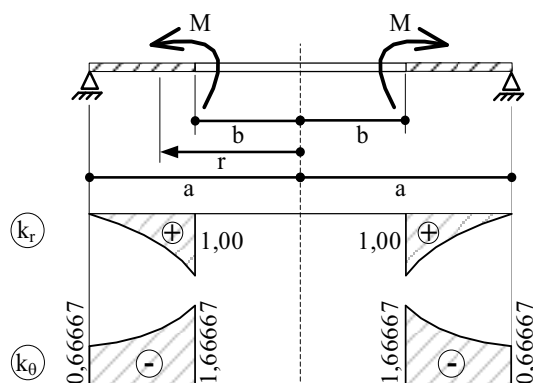
**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL III
STRUCTURI HIDROEDILITARE**

**ANEXA G
Stări de eforturi și de deformații în plăci plane circulare**

Tabel G7.5. Valorile coeficienților k_q

$\rho = \frac{1}{r} \cdot \frac{b}{a}$	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	
0,05	-1,00000																		
0,10	-0,50000	-1,00000																	
0,15	-0,33333	-0,66667	-1,00000																
0,20	-0,25000	-0,50000	-0,75000	-1,00000															
0,25	-0,20000	-0,40000	-0,60000	-0,80000	-1,00000														
0,30	-0,16667	-0,33333	-0,50000	-0,66667	-0,83333	-1,00000													
0,35	-0,14286	-0,28571	-0,42857	-0,57143	-0,71429	-0,85714	-1,00000												
0,40	-0,12500	-0,25000	-0,37500	-0,50000	-0,62500	-0,75000	-0,87500	-1,00000											
0,45	-0,11111	-0,22222	-0,33333	-0,44444	-0,55556	-0,66667	-0,77778	-0,88889	-1,00000										
0,50	-0,10000	-0,20000	-0,30000	-0,40000	-0,50000	-0,60000	-0,70000	-0,80000	-0,90000	-1,00000									
0,55	-0,09091	-0,18182	-0,27273	-0,36364	-0,45455	-0,54545	-0,63636	-0,72727	-0,81818	-0,90909	-1,00000								
0,60	-0,08333	-0,16667	-0,25000	-0,33333	-0,41667	-0,50000	-0,58333	-0,66667	-0,75000	-0,83333	-0,91667	-1,00000							
0,65	-0,07692	-0,15385	-0,23077	-0,30769	-0,38462	-0,46154	-0,53846	-0,61538	-0,69231	-0,76923	-0,84615	-0,92308	-1,00000						
0,70	-0,07143	-0,14286	-0,21429	-0,28571	-0,35714	-0,42857	-0,50000	-0,57143	-0,64286	-0,71429	-0,78571	-0,85714	-0,92857	-1,00000					
0,75	-0,06667	-0,13333	-0,20000	-0,26667	-0,33333	-0,40000	-0,46667	-0,53333	-0,60000	-0,66667	-0,73333	-0,80000	-0,86667	-0,93333	-1,00000				
0,80	-0,06250	-0,12500	-0,18750	-0,25000	-0,31250	-0,37500	-0,43750	-0,50000	-0,56250	-0,62500	-0,68750	-0,75000	-0,81250	-0,87500	-0,93750	-1,00000			
0,85	-0,05882	-0,11765	-0,17647	-0,23529	-0,29412	-0,35294	-0,41176	-0,47059	-0,52941	-0,58824	-0,64706	-0,70588	-0,76471	-0,82353	-0,88235	-0,94118	-1,00000		
0,90	-0,05556	-0,11111	-0,16667	-0,22222	-0,27778	-0,33333	-0,38889	-0,44444	-0,50000	-0,55556	-0,61111	-0,66667	-0,72222	-0,77778	-0,83333	-0,88889	-0,94444	-1,00000	
0,95	-0,05263	-0,10526	-0,15789	-0,21053	-0,26316	-0,31579	-0,36842	-0,42105	-0,47368	-0,52632	-0,57895	-0,63158	-0,68421	-0,73684	-0,78947	-0,84211	-0,89474	-0,94737	
1,00	-0,05000	-0,10000	-0,15000	-0,20000	-0,25000	-0,30000	-0,35000	-0,40000	-0,45000	-0,50000	-0,55000	-0,60000	-0,65000	-0,70000	-0,75000	-0,80000	-0,85000	-0,90000	

G.8. Placă circulară cu gol, simplu rezemată pe contur, încărcată cu un moment (M) de-a lungul unui cerc de rază $r=b$



Expresii de calcul:

$$w = \frac{M \cdot a^2}{B} \cdot k_w$$

$$\chi = \frac{M \cdot a}{B} \cdot k_\chi$$

$$M_r = M \cdot k_r$$

$$M_\theta = M \cdot k_\theta$$

$$Q_r = 0$$

$$k_w = -\frac{\beta^2}{2 \cdot (1 - \beta^2) \cdot (1 + \mu)} \cdot \left[1 - \rho^2 - 2 \cdot \frac{1 + \mu}{1 - \mu} \cdot \ln \rho \right]$$

$$k_\chi = -\frac{1}{1 + \mu} \cdot \frac{\beta^2}{1 - \beta^2} \cdot \left(\rho + \frac{1 + \mu}{1 - \mu} \cdot \frac{1}{\rho} \right)$$

$$k_r = \frac{\beta^2}{1 - \beta^2} \cdot \left(\frac{1}{\rho^2} - 1 \right)$$

$$k_\theta = -\frac{\beta^2}{1 - \beta^2} \cdot \left(\frac{1}{\rho^2} + 1 \right)$$

$$k_Q = 0$$

ANEXA G
Stări de eforturi și de deformații în plăci plane circulare

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL III
STRUCTURI HIDROEDILITARE

Tabel G8.2. Valorile coeficienților k_x

$\frac{p}{a} = \frac{b}{a}$	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	
0,05	-0,06026																		
0,10	-0,03029	-0,12208																	
0,15	-0,02037	-0,08211	-0,18710																
0,20	-0,01547	-0,06234	-0,14205	-0,25714															
0,25	-0,01257	-0,05065	-0,11542	-0,20893	-0,33429														
0,30	-0,01067	-0,04300	-0,09799	-0,17738	-0,28381	-0,42104													
0,35	-0,00934	-0,03766	-0,08582	-0,15536	-0,24857	-0,36876	-0,52051												
0,40	-0,00838	-0,03377	-0,07695	-0,13929	-0,22286	-0,33061	-0,46667	-0,63673											
0,45	-0,00765	-0,03083	-0,07026	-0,12718	-0,20349	-0,30188	-0,42612	-0,58141	-0,77506										
0,50	-0,00709	-0,02857	-0,06511	-0,11786	-0,18857	-0,27975	-0,39487	-0,53878	-0,71823	-0,94286									
0,55	-0,00665	-0,02680	-0,06107	-0,11055	-0,17688	-0,26241	-0,37040	-0,50538	-0,67371	-0,88442	-1,15069								
0,60	-0,00630	-0,02540	-0,05787	-0,10476	-0,16762	-0,24867	-0,35100	-0,47891	-0,63842	-0,83810	-1,09042	-1,41429							
0,65	-0,00602	-0,02428	-0,05532	-0,10014	-0,16022	-0,23769	-0,33550	-0,45777	-0,61024	-0,80110	-1,04229	-1,35185	-1,75826						
0,70	-0,00580	-0,02338	-0,05327	-0,09643	-0,15429	-0,22889	-0,32308	-0,44082	-0,58764	-0,77143	-1,00369	-1,30179	-1,69314	-2,22353					
0,75	-0,00562	-0,02266	-0,05163	-0,09345	-0,14952	-0,22182	-0,31311	-0,42721	-0,56950	-0,74762	-0,97271	-1,26161	-1,64088	-2,15490	-2,88367				
0,80	-0,00548	-0,02208	-0,05031	-0,09107	-0,14571	-0,21617	-0,30513	-0,41633	-0,55499	-0,72857	-0,94793	-1,22946	-1,59907	-2,10000	-2,81020	-3,88571			
0,85	-0,00536	-0,02162	-0,04927	-0,08918	-0,14269	-0,21168	-0,29879	-0,40768	-0,54347	-0,71345	-0,92825	-1,20394	-1,56587	-2,05640	-2,75186	-3,80504	-5,57259		
0,90	-0,00528	-0,02126	-0,04845	-0,08770	-0,14032	-0,20816	-0,29383	-0,40091	-0,53444	-0,70159	-0,91282	-1,18393	-1,53985	-2,02222	-2,70612	-3,74180	-5,47997	-8,97293	
0,95	-0,00521	-0,02098	-0,04782	-0,08656	-0,13850	-0,20546	-0,29001	-0,39570	-0,52750	-0,69248	-0,90097	-1,16856	-1,51986	-1,99598	-2,67100	-3,69323	-5,40884	-8,85647	
1,00	-0,00516	-0,02078	-0,04735	-0,08571	-0,13714	-0,20345	-0,28718	-0,39184	-0,52235	-0,68571	-0,89217	-1,15714	-1,50501	-1,97647	-2,64490	-3,65714	-5,35598	-8,76992	

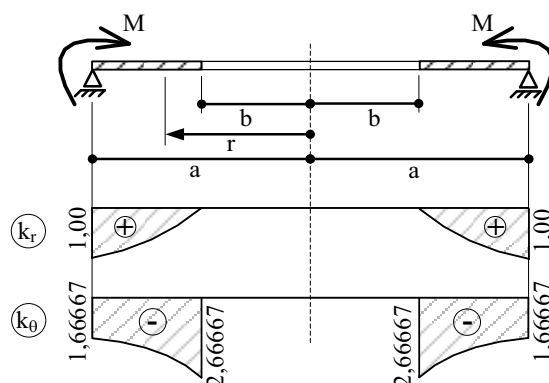
ANEXA G
Stări de eforturi și de deformații în plăci plane circulare

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL III
STRUCTURI HIDROEDILITARE

Tabel G8.4. Valorile coeficienților k_{θ}

$\beta = \frac{b}{a}$	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	
0,05	-1,00501																		
0,10	-0,25313	-1,02020																	
0,15	-0,11390	-0,45903	-1,04604																
0,20	-0,06516	-0,26263	-0,59847	-1,08333															
0,25	-0,04261	-0,17172	-0,39130	-0,70833	-1,13333														
0,30	-0,03035	-0,12233	-0,27877	-0,50463	-0,80741	-1,19780													
0,35	-0,02297	-0,09256	-0,21092	-0,38180	-0,61088	-0,90626	-1,27920												
0,40	-0,01817	-0,07323	-0,16688	-0,30208	-0,48333	-0,71703	-1,01211	-1,38095											
0,45	-0,01488	-0,05998	-0,13669	-0,24743	-0,39588	-0,58730	-0,82899	-1,13110	-1,50784										
0,50	-0,01253	-0,05051	-0,11509	-0,20833	-0,33333	-0,49451	-0,69801	-0,95238	-1,26959	-1,66667									
0,55	-0,01079	-0,04349	-0,09911	-0,17941	-0,28705	-0,42585	-0,60109	-0,82015	-1,09332	-1,43526	-1,86738								
0,60	-0,00947	-0,03816	-0,08696	-0,15741	-0,25185	-0,37363	-0,52738	-0,71958	-0,95925	-1,25926	-1,63839	-2,12500							
0,65	-0,00844	-0,03401	-0,07750	-0,14029	-0,22446	-0,33299	-0,47002	-0,64131	-0,85491	-1,12229	-1,46018	-1,89386	-2,46320						
0,70	-0,00762	-0,03072	-0,06999	-0,12670	-0,20272	-0,30074	-0,42450	-0,57920	-0,77212	-1,01361	-1,31878	-1,71046	-2,22467	-2,92157					
0,75	-0,00696	-0,02806	-0,06394	-0,11574	-0,18519	-0,27473	-0,38778	-0,52910	-0,70533	-0,92593	-1,20470	-1,56250	-2,03223	-2,66885	-3,57143				
0,80	-0,00642	-0,02588	-0,05898	-0,10677	-0,17083	-0,25343	-0,35773	-0,48810	-0,65067	-0,85417	-1,11134	-1,44141	-1,87473	-2,46201	-3,29464	-4,55556			
0,85	-0,00598	-0,02408	-0,05488	-0,09934	-0,15894	-0,23579	-0,33282	-0,45411	-0,60536	-0,79469	-1,03396	-1,34105	-1,74420	-2,29059	-3,06525	-4,23837	-6,20721		
0,90	-0,00560	-0,02257	-0,05144	-0,09311	-0,14897	-0,22100	-0,31195	-0,42563	-0,56740	-0,74486	-0,96911	-1,25694	-1,63481	-2,14694	-2,87302	-3,97257	-5,81793	-9,52632	
0,95	-0,00528	-0,02129	-0,04852	-0,08783	-0,14054	-0,20849	-0,29428	-0,40153	-0,53527	-0,70268	-0,91424	-1,18577	-1,54224	-2,02537	-2,71033	-3,74761	-5,48848	-8,98688	
1,00	-0,00501	-0,02020	-0,04604	-0,08333	-0,13333	-0,19780	-0,27920	-0,38095	-0,50784	-0,66667	-0,86738	-1,12500	-1,46320	-1,92157	-2,57143	-3,55556	-5,20721	-8,52632	

G.9. Placă circulară cu gol, simplu rezemată pe contur, încărcată cu un moment (M) de-a lungul unui cerc de rază $r=a$



Expresii de calcul:

$$w = \frac{M \cdot a^2}{B} \cdot k_w$$

$$\chi = \frac{M \cdot a}{B} \cdot k_\chi$$

$$M_r = M \cdot k_r$$

$$M_\theta = M \cdot k_\theta$$

$$Q_r = 0$$

$$k_w = \frac{1}{2 \cdot (1 - \beta^2) \cdot (1 + \mu)} \cdot \left(1 - \rho^2 - 2 \cdot \frac{1 + \mu}{1 - \mu} \cdot \beta^2 \cdot \ln \rho \right)$$

$$k_\chi = \frac{1}{1 + \mu} \cdot \frac{1}{1 - \beta^2} \cdot \left(\rho + \frac{1 + \mu}{1 - \mu} \cdot \frac{\beta^2}{\rho} \right)$$

$$k_r = \frac{1}{1 - \beta^2} \cdot \left(1 - \frac{\beta^2}{\rho^2} \right)$$

$$k_\theta = \frac{1}{1 - \beta^2} \cdot \left(\frac{\beta^2}{\rho^2} + 1 \right)$$

$$k_Q = 0$$

**NORMATIV NP 133 – VOLUMUL III
STRUCTURI HIDROEDILITARE**

**ANEXA G
Stări de eforturi și de deformații în plăci plane circulare**

Tabel G9.2. Valorile coeficienților k_x

$\rho = \frac{b}{a}$	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	
0,05	0,10311																		
0,10	0,11600	0,20779																	
0,15	0,14894	0,21068	0,31567																
0,20	0,18690	0,23377	0,31348	0,42857															
0,25	0,22685	0,26494	0,32970	0,42321	0,54857														
0,30	0,26781	0,30014	0,35513	0,43452	0,54095	0,67818													
0,35	0,30934	0,33766	0,38582	0,45536	0,54857	0,66876	0,82051												
0,40	0,35124	0,37662	0,41980	0,48214	0,56571	0,67347	0,80952	0,97959											
0,45	0,39336	0,41655	0,45597	0,51290	0,58921	0,68760	0,81183	0,96712	1,16077										
0,50	0,43566	0,45714	0,49368	0,54643	0,61714	0,70832	0,82344	0,96735	1,14680	1,37143									
0,55	0,47808	0,49823	0,53250	0,58198	0,64831	0,73384	0,84182	0,97681	1,14514	1,35584	1,62212								
0,60	0,52059	0,53968	0,57216	0,61905	0,68190	0,76295	0,86528	0,99320	1,15271	1,35238	1,60471	1,92857							
0,65	0,56317	0,58142	0,61246	0,65728	0,71736	0,79483	0,89265	1,01491	1,16738	1,35824	1,59943	1,90900	2,31540						
0,70	0,60580	0,62338	0,65327	0,69643	0,75429	0,82889	0,92308	1,04082	1,18764	1,37143	1,60369	1,90179	2,29314	2,82353					
0,75	0,64848	0,66551	0,69448	0,73631	0,79238	0,86468	0,95596	1,07007	1,21236	1,39048	1,61557	1,90446	2,28374	2,79776	3,52653				
0,80	0,69119	0,70779	0,73602	0,77679	0,83143	0,90188	0,99084	1,10204	1,24071	1,41429	1,63364	1,91518	2,28479	2,78571	3,49592	4,57143			
0,85	0,73394	0,75019	0,77784	0,81775	0,87126	0,94025	1,02736	1,13625	1,27204	1,44202	1,65682	1,93251	2,29445	2,78497	3,48043	4,53361	6,30116		
0,90	0,77670	0,79269	0,81988	0,85913	0,91175	0,97959	1,06526	1,17234	1,30587	1,47302	1,68425	1,95536	2,31128	2,79365	3,47755	4,51323	6,25139	9,74436	
0,95	0,81949	0,83527	0,86210	0,90085	0,95278	1,01975	1,10430	1,20999	1,34179	1,50677	1,71526	1,98285	2,33415	2,81026	3,48528	4,50752	6,22313	9,67076	
1,00	0,86230	0,87792	0,90449	0,94286	0,99429	1,06060	1,14432	1,24898	1,37949	1,54286	1,74931	2,01429	2,36215	2,83361	3,50204	4,51429	6,21313	9,62707	

ANEXA G
Stări de eforturi și de deformații în plăci plane circulare

NORMATIV NP 133 – VOLUMUL III
STRUCTURI HIDROEDILITARE

Tabel G9.4. Valorile coeficienților k_{θ}

$\rho = \frac{1}{\beta} = \frac{b}{a}$	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	
0,05	2,00501																		
0,10	1,25313	2,02020																	
0,15	1,11390	1,45903	2,04604																
0,20	1,06516	1,26263	1,59847	2,08333															
0,25	1,04261	1,17172	1,39130	1,70833	2,13333														
0,30	1,03035	1,12233	1,27877	1,50463	1,80741	2,19780													
0,35	1,02297	1,09256	1,21092	1,38180	1,61088	1,90626	2,27920												
0,40	1,01817	1,07323	1,16688	1,30208	1,48333	1,71703	2,01211	2,38095											
0,45	1,01488	1,05998	1,13669	1,24743	1,39588	1,58730	1,82899	2,13110	2,50784										
0,50	1,01253	1,05051	1,11509	1,20833	1,33333	1,49451	1,69801	1,95238	2,26959	2,66667									
0,55	1,01079	1,04349	1,09911	1,17941	1,28705	1,42585	1,60109	1,82015	2,09332	2,43526	2,86738								
0,60	1,00947	1,03816	1,08696	1,15741	1,25185	1,37363	1,52738	1,71958	1,95925	2,25926	2,63839	3,12500							
0,65	1,00844	1,03401	1,07750	1,14029	1,22446	1,33299	1,47002	1,64131	1,85491	2,12229	2,46018	2,89386	3,46320						
0,70	1,00762	1,03072	1,06999	1,12670	1,20272	1,30074	1,42450	1,57920	1,77212	2,01361	2,31878	2,71046	3,22467	3,92157					
0,75	1,00696	1,02806	1,06394	1,11574	1,18519	1,27473	1,38778	1,52910	1,70533	1,92593	2,20470	2,56250	3,03223	3,66885	4,57143				
0,80	1,00642	1,02588	1,05898	1,10677	1,17083	1,25343	1,35773	1,48810	1,65067	1,85417	2,11134	2,44141	2,87473	3,46201	4,29464	5,55556			
0,85	1,00598	1,02408	1,05488	1,09934	1,15894	1,23579	1,33282	1,45411	1,60536	1,79469	2,03396	2,34105	2,74420	3,29059	4,06525	5,23837	7,20721		
0,90	1,00560	1,02257	1,05144	1,09311	1,14897	1,22100	1,31195	1,42563	1,56740	1,74486	1,96911	2,25694	2,63481	3,14694	3,87302	4,97257	6,81793	10,52632	
0,95	1,00528	1,02129	1,04852	1,08783	1,14054	1,20849	1,29428	1,40153	1,53527	1,70268	1,91424	2,18577	2,54224	3,02537	3,71033	4,74761	6,48848	9,98688	
1,00	1,00501	1,02020	1,04604	1,08333	1,13333	1,19780	1,27920	1,38095	1,50784	1,66667	1,86738	2,12500	2,46320	2,92157	3,57143	4,55556	6,20721	9,52632	

EDITOR: PARLAMENTUL ROMÂNIEI — CAMERA DEPUTAȚILOR



„Monitorul Oficial” R.A., Str. Parcului nr. 65, sectorul 1, București; 012329
C.I.F. RO427282, IBAN: RO55RNCB0082006711100001 BCR
și IBAN: RO12TREZ7005069XXX000531 DTCPMB (alocat numai persoanelor juridice bugetare)
Tel. 021.318.51.29/150, fax 021.318.51.15, e-mail: marketing@ramo.ro, www.monitoruloficial.ro
Adresa Centrului pentru relații cu publicul este: șos. Panduri nr. 1, bloc P33, sectorul 5, București; 050651.
Tel. 021.401.00.73, 021.401.00.78, e-mail: concursurifp@ramo.ro, convocariaga@ramo.ro
Pentru publicări, încărcați actele pe site, la: <https://www.monitoruloficial.ro/brp/>

