NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA, EXECUŢIA ŞI EXPLOATAREA SISTEMELOR DE ALIMENTARE CU APĂ ŞI CANALIZARE A LOCALITĂŢILOR.
Indicativ NP 133 –2013

Partea I-a: SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ A LOCALITĂŢILOR. Indicativ NP 133/1 – 2013

A–PREVEDERI GENERALE PRIVIND PROIECTAREA SISTEMELOR DE ALIMENTARE CU APĂ
B – EXECUŢIA SISTEMELOR DE ALIMENTARE CU APĂ
C– EXPLOATAREA SISTEMELOR DE ALIMENTARE CU APĂ

CUPRINS

A-PREVEDERI GENERALE PRIVIND PROIECTAREA SISTEMELOR DE ALIMENTARE CU APĂ
1. Date generale
1.1 Obiectivul normativului
1.2 Utilizatori
1.3 Domeniul de aplicabilitate
1.4 Elemente componente şi rolul acestora
1.5 Criterii de alegere a schemei
1.5.1 Sursa de apă
1.5.2 Relieful şi natura terenului
1.5.3 Calitatea apei sursei
1.5.4 Mărimea debitului (cantităţile de apă furnizate-vehiculate de schemă)
1.5.5 Condiţii tehnico-economice
1.6 Criterii de alegere a schemei de alimentare cu apă
1.7 Debite de dimensionare şi verificare pentru obiectele sistemului de alimentare cu apă
1.8 Calitatea apei sursei
1.8.1 Surse subterane
1.8.2 Surse de suprafaţă
1.9 Analiza evoluţiei sistemului de alimentare cu apă
2. Captarea apei
2.1 Captarea apei din sursă subterană
2.1.1 Tipuri de captări şi domeniul de aplicare
2.1.2 Studiile necesare pentru elaborarea proiectului captării
2.1.2.1 Studiul hidrogeologic
(1) Studiul hidrogeologic preliminar
(2) Studiul hidrogeologic definitiv
(1) Configuraţia stratelor acvifere prin:
2.1.2.2 Studiul topografic
2.1.2.3 Studiul hidrochimic
2.1.3 Proiectarea captărilor cu puţuri forate
2.1.3.1 Debitul de calcul al captării
2.1.3.2 Debitul maxim al unui puţ forat
2.1.3.3 Numărul de puţuri forate
2.1.3.4 Lungimea frontului de captare, distanţa între puţuri
2.1.3.5 Determinarea influenţei între puţuri
2.1.3.6 Protecţia sanitară a captărilor din apă subterană
2.1.3.7 Sistemul de colectare a apei din puţuri
2.1.3.8 Alte prevederi
2.1.4 Proiectarea captării cu dren
2.1.4.1 Aplicare
2.1.4.2 Studii necesare
2.1.4.3 Stabilirea elementelor drenului
2.1.4.4 Stabilirea secţiunilor drenului
2.1.4.5 Filtrul invers
2.1.4.6 Evitarea infiltraţiilor în dren de la suprafaţă prin zona de umplutură
2.1.4.7 Elemente constructive
2.1.4.8 Zona de protecţie sanitară
2.1.5 Captarea izvoarelor
2.1.5.1 Studii necesare pentru captarea izvoarelor
2.1.5.2 Condiţionări privind captarea izvoarelor
2.1.5.3 Construcţia captărilor din izvoare
2.1.6 Tipuri speciale de captări din apă subterană
2.1.6.1 Captări din strate acvifere cu apă infiltrată prin mal
2.1.6.2 Îmbogăţirea stratelor de apă subterană

2.2 Captarea apei din surse de suprafaţă
2.2.1 Tipuri de captări şi domeniul de aplicare
2.2.1.1 Clasificare: tipuri de captări
2.2.1.2 Alegerea amplasamentului captării. Criterii
2.2.1.3 Alegerea tipului de captare. Criterii
2.2.2 Studii necesare pentru elaborarea proiectului captării
2.2.2.1 Studiul topografic
2.2.2.2 Studiul geomorfologic
2.2.2.3 Studiul geologic şi geotehnic
2.2.2.4 Studiul climatologic şi meteorologic
2.2.2.5 Studiul hidrologic
2.2.2.6 Studiul hidrochimic şi de tratabilitate
2.2.2.7 Studiul de impact şi studiul de siguranţă
2.2.3 Soluţiile tehnice pentru captări din râuri
2.2.3.1 Captare în albie: crib şi staţie de pompare în mal
2.2.3.2 Captare în mal cu staţie de pompare încorporată
2.2.3.3 Captări plutitoare
2.2.3.4 Captări din lacuri
2.2.3.4.1 Priza în aval de baraj
2.2.3.4.2 Prize în corpul barajului
2.2.3.4.3 Captări în lac
2.2.3.5 Captare cu baraj de derivaţie
2.2.3.6 Captare pe creasta pragului deversor
3. Staţii de tratare a apei
3.1 Obiectul staţiei de tratare
3.2 Criterii de alegere a filierei tehnologice a staţiei de tratare
3.2.1 Studii hidrochimice şi de tratabilitate pentru apa sursei
3.2.1.1 Compuşi chimici cu efecte asupra sănătăţii umane
3.2.1.2 Conţinutul studiilor de tratabilitate
3.2.1.4 Determinarea dozelor de reactivi de coagulare utilizaţi în tratarea apei
3.2.1.4.1 Metodologia de efectuare a testelor de coagulare – floculare de laborator
3.2.1.4.2 Determinarea dozelor necesare de acid sulfuric, respectiv acid clorhidric
3.2.1.4.3 Determinarea caracterului coroziv al apei şi a dozelor de reactivi pentru echilibrarea pH-ului
3.2.1.4.4 Determinarea dozelor de reactivi pentru corecţia pH-ului
3.2.1.4.5 Determinarea dozelor de reactivi de oxidare
3.2.2. Calitatea apei cerută de utilizator
3.2.3 Siguranţa proceselor de tratare
3.2.3.1 Conformarea proceselor existente la schimbările de norme sau de calitate a apei la sursă
3.2.3.2 Fiabilitatea proceselor de tratare
3.2.3.3 Capacitatea tehnică a operatorului pe baza tehnologiei disponibile
3.2.4 Impactul asupra mediului înconjurător
3.3 Clasificarea staţiilor de tratare
3.4 Scheme tehnologice ale staţiilor de tratare particularizate pe tipuri de sursă
3.4.1 Staţii de tratare pentru surse subterane
3.4.1.1 Schema S1 – apă subterană uşor tratabilă
3.4.1.2 Schema S2 – apă subterană cu tratabilitate normală
3.4.1.3 Schema S3 - apă subterană greu tratabilă
3.4.2 Staţii de tratare cu surse de suprafaţă tip lac
3.4.2.1 Schema L1 – apă de lac uşor tratabilă
3.4.2.2 Schema L2 – apă de lac cu tratabilitate normală
3.4.2.3 Schema L3 – apă de lac greu tratabilă
3.4.3 Staţii de tratare cu surse de suprafaţă tip râu
3.4.3.1 Schema R1 – apă de râu uşor tratabilă
3.4.3.2 Schema R2 – apă de râu cu tratabilitate normală
3.4.3.3 Schema R3 – apă de râu greu tratabilă
3.5 Proiectarea proceselor din staţiile de tratare

3.5.1 Deznisipare şi predecantare
3.5.1.1 Deznisipatoare orizontale
3.5.1.2 Predecantoare. Decantoare statice
3.5.1.2.1 Domeniul de aplicare
3.5.1.2.2 Proiectarea decantoarelor statice
3.5.1.2.3 Stabilirea mărimii hidraulice *w* "in situ"
3.5.1.3 Predecantoare orizontale longitudinale
3.5.1.4 Predecantoare orizontal radiale
3.5.1.5 Predecantoare verticale
3.5.2 Pre – oxidare, oxidare, post – oxidare
3.5.2.1 Pre – oxidarea
3.5.2.1.1 Ozonul (O_3)
3.5.2.1.2 Dioxidul de clor (ClO_2)
3.5.2.2 Post –oxidarea
3.5.3 Coagulare – floculare
3.5.4 Limpezirea apei prin decantare
3.5.4.1 Proiectarea tehnologică a decantoarelor lamelare
3.5.4.1.1 Dimensionarea decantoarelor lamelare
3.5.4.1.2 Prevederi constructive pentru construcţiile de coagulare – floculare şi decantare
3.5.4.2 Alte tipuri de tehnologii de limpezire a apei prin decantare
3.5.4.2.1 Decantoare cu pulsaţie
3.5.4.2.2 Decantoare cu recirculare nămol
3.5.4.2.3 Decantoare cu floculare balastată şi recirculare nămol
3.5.5 Limpezirea apei prin procedeul de flotaţie
3.5.6 Filtre rapide de nisip
3.5.6.1 Elemente componente
3.5.6.2 Caracteristici principale ale staţiei de filtre
3.5.6.3 Metoda de filtrare
3.5.6.4 Schema generală a unui filtru rapid
3.5.6.5 Materialul filtrant
3.5.6.6 Rezervor de apă de spălare
3.5.6.7 Staţia de pompare apă de spălare, staţia de suflante
3.5.6.8 Conducerea procesului de filtrare
3.5.9 Limpezirea apei prin filtrare pe membrane
3.5.9.1 Aplicarea şi proiectarea instalaţiilor cu membrane UF în staţiile de tratare pentru producerea apei potabile
3.5.9.2 Schema tehnologică pentru sistemele UF
3.5.9.3 Condiţionări privind tehnologia limpezirii apei prin filtrare pe membrane UF
3.5.10 Procese de adsorţie prin utilizarea cărbunelui activ
3.5.10.1 Aplicare
3.5.10.2 Proiectarea sistemelor de adsorbţie pe cărbune activ
3.5.10.3 Sisteme cu CAG (cărbune activ granular)
3.5.11 Staţii de reactivi
3.5.11.1 Staţii de reactivi cu stocare şi dozare uscată
3.5.11.1.1 Dimensionare depozit reactiv uscat
3.5.11.1.2 Dimensionare dozator uscat şi transportor
3.5.11.1.3 Dimensionare bazine de preparare şi dozare
3.5.11.1.4 Pompe dozatoare
3.5.11.2 Staţii de reactivi cu stocare şi dozare lichidă
3.5.11.2.1 Dimensionare recipient de stocare reactiv
3.5.11.2.2 Dimensionare bazine de preparare şi dozare
3.5.11.2.3 Pompe dozatoare
3.5.11.3 Prepararea şi dozarea polimerului
3.5.11.3.2 Depozitarea stocului de polimer
3.5.11.3.3 Bazine de preparare şi dozare
3.5.11.3.4 Pompe dozatoare

3.5.11.4 Prepararea şi dozarea cărbunelui activ pudră (CAP)
3.5.11.4.1 Considerente de proiectare
3.5.11.4.2 Depozitul de cărbune activ pudră
3.5.11.4.3 Alimentare şi transport
3.5.11.4.4 Bazin de preparare şi dozare
3.5.11.4.5 Pompe dozatoare
3.5.11.5 Prepararea şi dozarea apei de var
3.5.11.5.1 Considerente de proiectare
3.5.11.5.2 Siloz pentru var pulbere
3.5.11.5.3 Alimentare şi transport
3.5.11.5.4 Bazin preparare – dozare
3.5.11.5.5 Pompe dozatoare
3.5.11.6 Elemente generale privind realizarea staţiilor de reactivi
3.5.12 Staţii de clor
4. Rezervoare
4.1 Rolul rezervoarelor în sistemul de alimentare cu apă
4.1.1 Clasificarea rezervoarelor
4.1.2 Amplasarea rezervoarelor
4.2 Proiectarea construcţiilor de înmagazinare a apei
4.2.1 Capacitatea rezervoarelor
4.2.1.1 Volumul de compensare (V_{comp})
4.2.1.2 Volumul de avarie (V_{av})
4.2.1.3 Rezerva intangibilă de incendiu (Vi)
4.2.2 Configuraţia plană a rezervoarelor pe sol
4.2.3 Elementele constructive şi tehnologice pentru siguranţa rezervoarelor
4.2.3.1 Izolarea rezervoarelor
4.2.3.2 Instalaţia hidraulică a rezervoarelor
4.2.3.3 Instalaţiile de iluminat şi semnalizare
4.2.3.4 Instalaţiile de ventilaţie
4.2.3.5 Etanşeitatea rezervoarelor
4.2.3.6 Verificarea etanşeităţii rezervoarelor
4.3 Dezinfectarea rezervoarelor de apă potabilă
4.4 Castele de apă
4.4.1 Rolul castelelor de apă în sistemul de alimentare cu apă
4.4.2 Elementele constructive şi tehnologice ale castelelor de apă
4.4.3 Izolarea castelelor de apă
4.4.4 Instalaţia hidraulică a castelelor de apă
4.4.5 Instalaţiile de iluminat şi semnalizare
4.4.6 Complex rezervor subteran – castel de apă
5. Reţele de distribuţie
5.1 Tipuri de reţele
5.1.1 Clasificare după configuraţia în plan a conductelor care formează reţeaua
5.1.2 Clasificare după schema tehnologică de alimentare a reţelei
5.1.3 Clasificare după presiunea asigurată în reţea în timpul incendiului
5.1.4 Clasificare după valoarea presiunii
5.2 Proiectarea reţelelor de distribuţie
5.2.1 Forma reţelei
5.2.2 Debite de dimensionare a reţelei
5.2.3 Calculul hidraulic al conductelor reţelei
5.2.4 Asigurarea presiunii în reţea
5.2.4.1 Reţeaua de joasă presiune trebuie să asigure:
5.3 Dimensionarea reţelelor de distribuţie
5.3.1 Dimensionarea reţelei ramificate
5.3.1.1 Determinarea debitelor de calcul pe tronsoane
5.3.1.2 Verificarea reţelei ramificate
5.3.2 Dimensionarea reţelei inelare

5.3.2.1 Elemente generale
5.3.2.2 Elemente privind elaborarea unui model numeric de calcul pentru reţele de distribuţie inelare
5.3.2.3 Proiectarea reţelelor de distribuţie inelare pentru siguranţa în exploatare
5.3.2.4 Verificarea reţelei inelare
5.4 Construcţii anexe în reţeaua de distribuţie
5.4.1 Cămine de vane
5.4.2. Cămine cu armături de golire
5.4.3 Cămine de ventil de aerisire – dezaerisire
5.4.4 Compensatori de montaj, de dilatare, de tasare
5.4.5 Hidranţi de incendiu exteriori
5.5 Balanţa cantităţilor de apă în reţelele de distribuţie
5.5.1 Balanţa de apă şi determinarea apei care nu aduce venit (NRW –Non – Revenue Water)
5.5.2 Indicatori de performaţă
6. Aducţiuni
6.1. Aducţiuni. Clasificare
6.1.1 Aducţiuni gravitaţionale sub presiune
6.1.2 Aducţiuni gravitaţionale funcţionând cu nivel liber
6.1.3 Aducţiuni cu funcţionare prin pompare
6.1.4 Criterii generale de alegere a schemei hidraulice pentru aducţiuni
6.2 Studiile necesare pentru elaborarea proiectului aducţiunii
6.2.1 Studii topografice
6.2.2 Studii geologice şi geotehnice
6.2.3 Studii hidrochimice
6.3 Proiectarea aducţiunilor
6.3.1 Stabilirea traseului aducţiunii
6.3.2 Dimensionarea secţiunii aducţiunii
6.3.2.1 Calculul hidraulic al aducţiunii
6.3.2.1.1 Calculul hidraulic al aducţiunii gravitaţionale sub presiune
6.3.2.1.2 Calculul hidraulic al aducţiunii gravitaţionale cu nivel liber
6.3.2.1.3 Calculul hidraulic al aducţiunii funcţionând prin pompare
6.3.3 Siguranţa operării aducţiunii
6.3.3.1 Aducţiuni din 2 fire legate cu bretele
6.3.3.2 Aducţiune cu 1 fir şi rezervă de avarie
6.3.3.3 Comparaţia soluţiilor
6.3.3.4 Zona de protecţie sanitară la aducţiuni
6.3.4 Materiale pentru realizarea aducţiunii
6.3.5 Construcţii anexe pe aducţiune
6.3.5.1 Cămine
6.3.5.1.1 Cămine de vană de linie
6.3.5.1.2 Cămine de golire
6.3.5.1.3 Cămine de ventil
6.3.5.2 Traversările cursurilor de apă şi căilor de comunicaţie
6.3.5.2.1 Traversarea cursurilor de apă
6.3.5.2.2 Traversarea căilor de comunicaţie
6.3.5.2.3 Traversări aeriene de văi (râuri)
6.3.5.3 Proba de presiune a conductelor
6.3.5.4 Masive de ancoraj
6.3.5.5 Măsuri de protecţie sanitară
7. Staţii de pompare
7.1. Elemente generale
7.2. Alcătuirea staţiilor de pompare
7.3. Parametri caracteristici în funcţionarea staţiilor de pompare
7.4. Selectarea pompelor
7.4.1. Elemente generale
7.4.2. Echipare puţuri
7.4.3. Pompe air-lift (Mamut) pentru deznisiparea puţurilor

7.4.4. Staţii de pompare pentru captări din surse de suprafaţă
7.4.5. Staţii de pompare pentru aducţiuni
7.4.6. Staţii de pompare pentru reţele de distribuţie apă potabilă
7.5. Instalaţii hidraulice la staţiile de pompare
7.5.1. Date generale
7.5.2. Conducta de aspiraţie
7.5.3. Conducta de refulare
7.6. Determinarea punctului de funcţionare al staţiilor de pompare
7.7. Determinarea cotei axului pompei
7.8. Reabilitarea staţiilor de pompare
7.9. Instalaţii de automatizare şi monitorizare
B : EXECUŢIA SISTEMELOR DE ALIMENTARE CU APĂ
1. Execuţia sistemelor de alimentări cu apă
1.1 Execuţia captărilor cu puţuri
1.2 Execuţia captărilor cu drenuri
1.3 Execuţia captărilor din izvoare trebuie să respecte următoarele reguli
1.4 Execuţia captărilor din surse de suprafaţă
1.5 Execuţia aducţiunilor
1.6 Execuţia staţiilor de pompare
1.7 Execuţia rezervoarelor de înmagazinare a apei
1.8 Execuţia reţelei de distribuţie
1.9 Execuţia staţiei de tratare
C: EXPLOATAREA SISTEMELOR DE ALIMENTARE CU APĂ
1. Exploatarea sistemelor de alimentări cu apă
1.1 ”Instrucţiunile de exploatare şi întreţinere”
1.2 Instrucţiunile de exploatare şi întreţinere specifice
1.3 Planul de mentenanţă şi procedurile de intervenţie (planificare şi de urgenţă)
1.4 Intervenţiile în sistemul de alimentare cu apă
1.5 Înregistrarea documentelor
1.6 Exploatarea captărilor cu puţuri
1.7 Exploatarea captărilor cu drenuri
1.8 Exploatarea captărilor din izvoare
1.9 Exploatarea captărilor din surse de suprafaţă
1.10 Exploatarea aducţiunilor
1.11 Exploatarea staţiilor de pompare
1.12 Exploatarea staţiilor de pompare cu hidrofor
1.13 Exploatarea rezervoarelor de înmagazinare a apei
1.14 Exploatarea reţelei de distribuţie
1.15 Exploatarea staţiei de tratare
2. Măsuri de protecţia muncii şi a sănătăţii populaţiei
2.1 Măsuri de protecţia şi securitatea muncii la execuţia, exploatarea şi întreţinerea sistemului de alimentare cu apă
2.2 Măsuri de protecţia şi securitatea muncii pentru staţiile de pompare
2.3 Protecţia sanitară
3. Măsuri de aparare impotriva incendiilor

ANEXE

ANEXA 1-Referinţe tehnice şi legislative

LISTA TABELE

Tabelul 1.1. Variaţia parametrilor de calitate ai apei brute pentru cele trei tipuri de surse apă subterană
Tabelul 1.2. Variaţia parametrilor de calitate ai apei brute pentru cele trei categorii de apă - sursă lac
Tabelul 1.3. Variaţia parametrilor de calitate ai apei brute - sursa râu
Tabelul 1.4. Componentele balanţei de apă
Tabelul 2.1. Vitezele de trecere a apei prin grătare
Tabelul 3.1. Efecte adverse ale diferiţilor compuşi chimici asupra sănătăţii umane
Tabelul 3.2. Caracteristicile principale ale reactivilor utilizaţi în tratarea apei
Tabelul 3.3. Caracteristicile sitelor
Tabelul 3.4. Stabilirea potenţialului coroziv al unei ape conform Indicelui Langelier
Tabelul 3.5. Stabilirea potenţialului coroziv al unei ape conform Indicelui Ryznar
Tabelul 3.6. Variaţia parametrilor de calitate ai apei brute şi tratate - sursă uşor tratabilă
Tabelul 3.7. Variaţia parametrilor de calitate ai apei brute şi tratate - sursă cu tratabilitate normală
Tabelul 3.8. Variaţia parametrilor de calitate ai apei brute şi tratate - sursă greu tratabilă
Tabelul 3.9. Variaţia parametrilor de calitate ai apei brute şi tratate – sursă tip lac uşor tratabilă
Tabelul 3.10. Variaţia parametrilor de calitate ai apei brute şi tratate – sursă lac cu tratabilitate normală
Tabelul 3.11. Variaţia parametrilor de calitate ai apei brute şi tratate - sursă tip lac greu tratabilă
Tabelul 3.12. Variaţia parametrilor de calitate ai apei brute şi tratate - sursă tip râu, uşor tratabilă
Tabelul 3.13. Variaţia parametrilor de calitate ai apei brute şi tratate - sursă tip râu, cu tratabilitate normală
Tabelul 3.14. Variaţia parametrilor de calitate ai apei brute şi tratate - sursă tip râu greu tratabilă
Tabelul 3.15. Valorile vitezei de sedimentare w_a, în funcţie de diametrul suspensiilor d
Tabelul 3.16. Parametrii membranelor UF utilizate în tratarea apei
Tabelul 3.17. Doze de clor recomandate în funcţie de tipul procesului
Tabelul 3.18. Hidroejectoare utilizate, în funcţie de presiunea în punctul de injecţie
Tabelul 3.19. Condiţii de montaj pentru dozatoare de clor
Tabelul 4.1. Calculul volumului de compensare a rezervoarelor prin metoda diferenţelor orare
Tabelul 4.2. Valorile $a + b$
Tabelul 5.1. Valori ale rugozităţii peretelui conductei pentru calcule preliminare
Tabelul 5.2. Valorile preliminare ale vitezei economice
Tabelul 5.3. Presiunile la branşament H_b în funcţie de înălţimea clădirilor de locuit
Tabelul 5.4. Dimensionare reţea ramificată
Tabelul 5.5. Indicatori de performanţă pentru reţele de distribuţie
Tabelul 6.1. Viteza limită pentru evitarea eroziunii taluzelor – diverse categorii de căptuşeli, în m/s
Tabelul 6.2. Materiale folosite curent la execuţia aducţiunilor
Tabelul 7.1. Presiunea de vaporizare p_v a apei la diferite temperaturi

LISTA FIGURI

Figura 1.1. Schema generală sistem de alimentare cu apă (poziţia 1)
Figura 1.2.. Scheme de alimentare cu apă în zone de munte
Figura 1.3. Schemă de alimentare cu apă în zone de deal
Figura 1.4. Schemă de alimentare cu apă în zone de şes (apă de suprafaţă)
Figura 1.5. Schemă de alimentare cu apă industrială (în circuit închis)
Figura 1.6. Debite de dimensionare şi verificare pentru obiectele sistemului de alimentare cu apă
Figura 2.1. Puţ în strat freatic
Figura 2.2. Puţ în strat de adâncime (ascendent)
Figura 2.3. Captare cu dren perfect
Figura 2.4. Captare cu puţ/dren radial
Figura 2.5. Captare de izvor

Figura 2.6. Coloană litologică în strat freatic
Figura 2.7. Coloană litologică în strat de adâncime
Figura 2.8. Schema de determinare a coeficientului de permeabilitate Darcy prin măsurători pe teren
Figura 2.9. Schema de determinare a debitului maxim al unui puţ (foraj)
Figura 2.10. Grafic pentru calculul simplificat al distanţei de protecţie sanitară pentru puţuri
Figura 2.11. Schema sistemului de colectare prin sifonare
Figura 2.12. Schema sistemului de colectare prin pompare
Figura 2.13. Determinarea punctului de funcţionare pentru o electropompă
Figura 2.14. Elementele componente ale unei captări cu dren
Figura 2.15. Schema de calcul a distanţei de protecţie sanitară amonte
Figura 2.16. Grafic pentru calculul simplificat al distanţei de protecţie sanitară pentru dren
Figura 2.17. Captare de izvor
Figura 2.18. Captarea izvorului de coastă
Figura 2.19. Poziţia prizei în adâncime
Figura 2.20. Schema unei captări în albie
Figura 2.21. Tipuri de criburi
Figura 2.22. Valorile coeficientului (β) de formă a barelor grătarelor
Figura 2.23. Schemele captărilor cu bazin
Figura 2.24. Captare de mal, cu cheson
Figura 2.25. Captare plutitoare – secţiue
Figura 2.26. Captări în barajul cu contraforţi
Figura 2.27. Priza turn în lac
Figura 2.28. Captare de fund în lac – schema generala de amplasare
Figura 2.29. Captare cu baraj de derivaţie
Figura 2.30. Captare tiroliză
Figura 2.31. Captări sub fundul albiei
Figura 3.1. Schema generală a unei staţii de tratare
Figura 3.2. Distribuţia volumului cumulativ al porilor
Figura 3.3. Diagrama pentru determinarea indicelui Langelier
Figura 3.4. Curbă titrare cu var
Figura 3.5. Reprezentarea grafică a curbei de clorinare în prezenţa amoniului
Figura 3.6. Curba de clorare determinată experimental pentru apa cu conţinut de amoniu şi hidrogen sulfurat
Figura 3.7. Schema de identificarea a tipului de sursă şi a schemei uzinei de apă
Figura 3.8. Schema staţie de tratare pentru apă subterană uşor tratabilă
7**Figura 3.9.** Schema staţie de tratare pentru apă subterană cu tratabilitate normală
Figura 3.10. Schema staţie de tratare pentru apă subterană
Figura 3.11. Schema staţie de tratare cu sursă de suprafaţă tip lac uşor tratabilă
Figura 3.12. Schema staţie de tratare cu sursă de suprafaţă tip lac cu tratabilitate normală
Figura 3.13. Schema staţie de tratare cu sursă de suprafaţă tip lac greu tratabilă
Figura 3.14. Schema staţie de tratare cu sursă de suprafaţă tip râu uşor tratabilă
Figura 3.15. Schema staţie de tratare cu sursă de suprafaţă tip râu cu tratabilitate normală
Figura 3.16. Schema staţie de tratare cu sursă de suprafaţă tip râu greu tratabilă
Figura 3.17. Deznisipator orizontal longitudinal
Figura 3.18. Diagrame de sedimentare
Figura 3.19. Schemă predecantor orizontal-longitudinal: plan şi secţiuni
Figura 3.20. Predecantor orizontal radial
Figura 3.21. Decantor vertical
Figura 3.22. Bazin de reacţie cu Cl_2 (ape limpezi: subterane, lac)
Figura 3.23. Bazine de contact cu ozon

Figura 3.24. Bazin de contact pre – oxidare
Figura 3.25. Încadrarea procesului de post-oxidare
Figura 3.26. Plan şi secţiune cameră de reacţie rapidă (C_{RR}) şi cameră de floculare (F)
Figura 3.27. Variaţia volumului de nămol în funcţie de viteza ascensională
Figura 3.28. Instalaţie pentru determinarea coeficientului de coeziune al nămolului
Figura 3.29. Plan şi secţiune prin decantorul lamelar
Figura 3.30. Modul lamelar din plăci PE, PVC, PP cu profil semi – hexagonal
Figura 3.31. Modul lamelar – casete
Figura 3.32. Amplasarea jgheaburilor de colectare apă decantată pentru $i_H = 14 – 15$ $m^3/h,m^2$
Figura 3.33. Decantor cu pulsaţie
Figura 3.34. Decantor cu camere de reacţie rapidă şi lentă şi modul lamelar în curent ascendent
Figura 3.35. Decantor cu floculare balastată
Figura 3.36. Schema generală proces flotaţie
Figura 3.37. Secţiune longitudinală cuvă de filtru şi rezervor apă de spălare
Figura 3.38. Secţiune longitudinală ax cuvă de filtru
Figura 3.39. Secţiune transversală cuvă de filtru
Figura 3.40. Plan galerie tehnologică
Figura 3.41. Galerie tehnologică
Figura 3.42. Drenaj cu plăci cu crepine
Figura 3.43. Sistem alimentare/spălare filtre rapide cu baleiaj
Figura 3.44. Domeniul optim de granulozitate al nisipului pentru filtre rapide
Figura 3.45. Schema filtrului rapid sub presiune
Figura 3.46. Schema unui filtru lent
Figura 3.47. Conducte prevăzute cu orificii
Figura 3.48. Conformaţia pachetului Hollow fibre modules
Figura 3.49. Membrane imersate care lucrează sub vacuum
Figura 3.50. Schema tehnologică limpezire apă cu membrane UF
Figura 3.51. Variaţia debitului la filtrarea UF
Figura 3.52. Filtre CAG sub presiune, în serie
Figura 3.53. Filtre CAG cu nivel liber – mişcare ascendentă
Figura 3.54. Schema staţie de reactivi cu dozare uscată
Figura 3.55. Detalii siloz stocare reactiv
Figura 3.56. Exemplu dozator uscat
Figura 3.57. Transportor pentru reactiv solid
Figura 3.58. Schema unui bazin de preparare – dozare
Figura 3.59. Schema staţie de reactivi cu dozare lichidă
Figura 3.60. Sistem de preparare polimer pulbere
Figura 3.61. Sistem de preparare emulsie CAP
Figura 3.62. Preparare apă de var
Figura 3.63. Configuraţia staţiei de reactivi
Figura 3.64. Schema instalaţie de clorare a apei
Figura 3.65. Instalaţie de dozare a clorului în sistemele de vacuum
Figura 3.66. Sistem de injecţie a clorului
Figura 3.67. Secţiuni caracteristice printr-o staţie de clor
Figura 4.1. Amplasamente caracteristice pentru rezervoare
Figura 4.2. Elemente de calcul a cotei rezervorului
Figura 4.3. Configuraţia generală în plan a rezervoarelor
Figura 4.4. Instalaţia hidraulică a rezervoarelor
Figura 4.5. Schema de aşezare a conductelor în casa vanelor unui rezervor

Figura 4.6. Castel de apă din beton armat
Figura 4.7. Principalele forme ale cuvei castelelor de apă
Figura 4.8. Schema de înmagazinare cu rezervor la sol şi castel de apă
Figura 5.1. Scheme de reţele de distribuţie
Figura 5.2. Scheme tehnologice de funcţionare a reţelei de distribuţie
Figura 5.3. Scheme hidraulice de funcţionare a reţelei de distribuţie
Figura 6.1. Schema aducţiunii gravitaţionale sub presiune
Figura 6.2. Schema aducţiunii gravitaţionale cu nivel liber
Figura 6.3. Schema aducţiunii funcţionând prin pompare
Figura 6.4. Profilul longitudinal al unei conducte de aducţiune. Exemplu.
Figura 6.5. Dimensionarea aducţiunilor funcţionând gravitaţional
Figura 6.6. Amplasarea unui recipient cu aer sub presiune
Figura 6.7. Combaterea loviturii de berbec cu recipient tip hidrofor
Figura 6.8. Cheia limnimetrică
Figura 6.9. Secţiunea trapezoidală optimă: trapez circumscris semicercului
Figura 6.10. Forme ale secţiunii apeductelor
Figura 6.11. Schema hidraulică pentru calculul aducţiunii prin pompare
Figura 6.12. Determinarea diametrului economic al unei conducte funcţionând prin pompare
Figura 6.13. Aducţiune cu 2 fire, legate cu bretele
Figura 6.14. Cămin de vană de linie şi golire
Figura 6.15. Cămin de ventil
Figura 6.16. Traversare de conductă pe sub fundul râului
Figura 6.17. Trecere nevizitabilă pe sub o cale ferată
Figura 6.18. Masiv de ancoraj
Figura 6.19. Masiv de reazem pentru probele de presiune
Figura 6.20. Tipuri de masive de ancoraj
Figura 7.1. Schema unui sistem de pompare
Figura 7.2. Sistem de colectare a apei cu pompe submersibile
Figura 7.3. Schema unei pompe cu aer comprimat (Mamut)
Figura 7.4. Tipuri de pompe şi curbe caracteristice. Alegerea tipului de pompă.
Figura 7.5. Aducţiune deservita de o staţie de pompare cu 2+1 pompe
Figura 7.6. Punct de funcţionare staţie de pompare echipată cu 4 pompe identice
Figura 7.7. Schema instalaţiei hidraulice dintr-o staţie de pompare apă potabilă (2+1 pompe)
Figura 7.8. Punct de funcţionare energetic
Figura 7.9. Punct de funcţionare energetic a cuplajului paralel pentru doua pompe
Figura 7.10. Determinare cotă ax pompă

ABREVIERI

C	- captare
SP	- statie de pompare
ST	- statie de tratare
R	- rezervoare inmagazinare
RD	- retea de distributie
AAB	- aductiune apa bruta
AAP	- aductiune apa potabila
Q_{IC}	- debit de dimensionare obiecte schema alimentare cu apa
Q_{IIC}	- debit dimensionare retea de distributie
Kp	- coeficient de majorare a necesarului de apa
Ks	- coeficient de servitute pentru acoperirea necesitatii proprii sistemului
Q_{RI}	- debit refacere rezerva de incendiu
NTU	- unitati nefelometrice de turbiditate
CCO-Mn	- consum chimic de oxigen determinat prin metoda cu permanganat de potasiu (mg $KMnO_4$/l)
TOC	- carbon organic total (mg C/l)
NRW	- apa care nu aduce venit (m^3/zi)
v_a	- viteza admisibila de intrare a apei in put (mm/s)
d_{40}	- diametrul caracteristic al materialului stratului acvifer (mm)
D	- dren
D_{am}	- distanta de protectie sanitara
I	- indice de debit al izvorului
α	- coeficient de captare
AB	- apa bruta de sursa
AT	- apa tratata
PAC	- carbune activ pudra
CAG	- carbune activ granular
CMA	- concentratia maxim admisa
FST	- functie de schema de tratare
MFL	- milioane fibre la litru
I_L	- indice Langelier
I_R	- indice Ryznar

w_s - viteza de sedimentare
G - gradient hidraulic de amestec/ agitare (s^{-1})
K - coeficient de coeziune a namolului
Tu - turbiditate
i_H - incarcare hidraulica (m^3/h, m^2)
AD - apa decantata
N_{Ex} - namol in exces
NR - namol de recirculare
MON - materii organice naturale
FAD - flotatie cu aer dizolvat
FRN - filtre rapide de nisip
v_F - viteza medie de filtrare (m/h)
AS - apa de spalare
AdS - apa de la spalare
AF - apa filtrata
RAS - rezervor apa de spalare
d_{ef} - diametrul efectiv al granulelor materialului filtrant (mm)
u - coeficientul de uniformitate al granulelor materialului filtrant
MB - membrana biologica
UF - ultrafiltrare
HFM - pachete de fibre cilindrice (hollow fibre modules)
COT - carbon organic total (mg/l)
EBCT - timpul de contact in procesele de adsorbtie (min.)
C_R - cota radierului rezervorului
H_b - presiunea necesara la bransament (m col. H_2O)
V_{av} - volumul de avarie (m^3)
V_i - volumul rezervei intangibile (m^3)
T_i – timpul teoretic de functionare al hidrantilor interiori (min)
T_e - timpul teoretic de functionare al hidrantilor exteriori (ore)
λ - coeficient de pierdere de sarcina
UARL - volumul minim al pierderilor de apa in retele de distributie
CARL - volumul pierderilor reale de apa in retelele de distributie

IWA	- International Water Association (Asociatia Mondiala a Apei)
ILI	- indicator de performanta al retelelor de distributie
PREMO	- tuburi de beton armat precomprimat
PEID	- polietilena de inalta densitate
PVC	- policlorura de vinil
PAFSIN	- poliesteri armati cu fibra de sticla si insertie de nisip
S	- forta exercitata de apa dintr-o conducta la schimbarile de directie ale traseului
H	- inaltimea de pompare
P	- puterea absorbita a pompei
η	- randamentul unei pompe
NPSH	- inaltimea totala neta absoluta de aspiratie

A: PREVEDERI GENERALE PRIVIND PROIECTAREA SISTEMELOR DE ALIMENTARE CU APĂ

1. Date generale

(1) *Definiţie:* sistemul de alimentare cu apă este complexul de lucrări inginereşti prin care se asigură prelevarea apei din mediul natural, corectarea calităţii, înmagazinarea, transportul şi distribuţia acesteia la presiunea, calitatea şi necesarul solicitat de utilizator.

(2) *Obiectiv fundamental:* asigurarea permanentă a apei potabile sanogene pentru comunităţi umane inclusiv instituţii publice şi agenţi economici de deservire a comunităţii.

(3) *Obiectiv conex:* asigurarea apei de calitate pentru alţi utilizatori: platforme industriale, complexe pentru creşterea animalelor şi alte activităţi industriale şi agricole.

1.1 Obiectivul normativului

(1) Normativul are ca obiect proiectarea ansamblului de construcţii inginereşti definite la § 1, în conformitate cu prevederile legislaţiei privind calitatea în construcţii, aplicabile, în vigoare, în scopul menţinerii, pe întreaga durată de existenţă a construcţiilor, a cerinţelor aplicabile construcţiilor.

(2) Normativul nu cuprinde prescripţii privind calculele de stabilitate şi de rezistenţă ale construcţiilor, instalaţiilor şi echipamentelor mecanice, electrice, de automatizare, a instalaţiilor sanitare, termice şi de ventilaţie.

(3) La proiectare se va avea în vedere adoptarea de soluţii care să garanteze asigurarea calităţii lucrărilor pentru realizarea sistemului de alimentare cu apă, inclusiv prin utilizarea de materiale adecvate scopului din punct de vedere al calităţii.

(4) Se vor avea în vedere prevederile Regulamentului general de urbanism, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr.525/1996, republicată, cu modificările şi completările ulterioare, în principal, cu referire la obligativitatea existenţei sistemelor de identificare nedistructive, respectiv markeri, pentru identificarea traseelor reţelelor edilitare ampasate subteran.

1.2 Utilizatori

Prezentul normativ se adresează tuturor factorilor implicaţi în procesul investiţional: proiectanţi, verificatori de proiecte, experţi tehnici, executanţi, responsabili tehnici, investitori, proprietari, administratori şi utilizatori, personalului responsabil cu exploatarea obiectivelor, operatori ai serviciilor publice de apă şi canalizare, precum şi autorităţilor administraţiei publice locale şi organismelor de control/verificare. Se adresează factorilor implicaţi în conceperea, realizarea şi exploatarea acestora, precum şi în postutilizarea lor, potrivit responsabilităţilor fiecăruia, în condiţiile legii.

1.3 Domeniul de aplicabilitate

(1) Normativul cuprinde prescripţiile de proiectare tehnologică a ansamblului de construcţii şi instalaţii inginereşti ale sistemelor de alimentare cu apă şi ale staţiilor de tratare a apei din surse diferite în vederea potabilizării, punând la dispoziţia specialiştilor din domeniu cunoştinţele şi elementele teoretice, tehnologice şi constructive necesare proiectării şi realizării acestor construcţii, procese şi tehnologii.

(2) Partea A a prezentului normativ cuprinde prescripţii de proiectare a construcţiilor şi instalaţiilor de tratare a apei în vederea asigurării calităţii apei biostabile.

(3) Alegerea schemei de alimentare cu apă se bazează pe criteriile prezentate în § 1.6 din prezentul normativ.

(4) Calitatea apelor tratate trebuie să îndeplinească condiţiile impuse de prevederile Legii nr. 458/2002 privind calitatea apei potabile, republicată.

(5) Pentru apele tehnologice utilizate în procesele de tratare a apei se impun condiţionări tehnice privind reutilizarea şi prevederile pentru tratarea nămolurilor reţinute în condiţii igienice, valorificabile şi uşor de integrat în mediul natural.

(6) Categoria şi clasa de importanţă a construcţiilor şi instalaţiilor sistemelor de alimentare cu apă se va determina conform legislaţiei specifice, privind calitatea în construcţii, aplicabile, în vigoare.

1.4 Elemente componente şi rolul acestora

(1) Reprezentarea schematică a obiectelor componente ale unui sistem de alimentare cu apă, cu păstrarea ordinii tehnologice se defineşte ca fiind schema sistemului de alimentare cu apă.

(2) Schema unui sistem de alimentare cu apă se adoptă din numeroase variante posibile pe baza conceptului că cea mai bună schemă este definită de complexul de lucrări care:

a) asigură timp îndelungat calitatea şi necesarul de apă în condiţii de siguranţă privind sănătatea utilizatorilor la costuri suportabile;
b) prezintă fiabilitatea necesară pentru a se adopta pe termen scurt şi lung modificărilor de calitate a apei la sursă, modificărilor necesarului şi cerinţei de apă, extinderii şi perfecţionării tehnologiilor.

(3) Schema unui sistem de alimentare cu apă se proiectează pentru o perioadă lungă de timp (minim 50 de ani).

(4) Schema generală a unui sistem de alimentare cu apă se prezintă în figura 1.1.

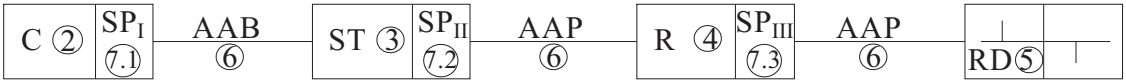


Figura 1.1. Schema generală sistem de alimentare cu apă (poziţia 1).

② C: captare; asigură prelevarea apei din sursă: complexitatea lucrărilor este determinată de tipul sursei.

③ ST: staţia de tratare; este un complex de lucrări în care pe baza proceselor fizice, chimice şi biologice se aduce calitatea apei captate la calitatea apei cerute de utilizator.

(5) Staţiile de tratare se bazează pe tehnologii şi sunt susceptibile permanent de necesitatea perfecţionării datorită deteriorării calităţii apei surselor şi progresului tehnologic.

④ R: rezervoare; asigură înmagazinarea apei pentru: compensarea orară/zilnică a consumului, combaterea incendiului, operare în cazul avariilor amonte de rezervoare.

⑤ RD: reţea de distribuţie; asigură transportul apei de la rezervor la branşamentele utilizatorilor la presiunea, calitatea şi necesarul solicitat.

⑥ AAB, AAP: aducţiuni de apă brută (de sursă) sau potabilă; asigură transportul apei gravitaţional sau prin pompare, cu nivel liber sau sub presiune între obiectele schemei sistemului de alimentare cu apă până la rezervor.

⑦ SP: staţii de pompare; necesare în funcţie de configuraţia profilului schemei; asigură energia necesară transportului apei de la cote inferioare la cote superioare.

Notă: Toate capitolele din prezentul Normativ vor avea numărul din schema generală a sistemului de alimentare cu apă (figura 1.1).

1.5 Criterii de alegere a schemei

Criteriile sunt determinate de factorii care pot influenţa alegerea schemei. Factorii de care depinde alegerea schemei sunt prezentaţi în cele ce urmează.

1.5.1 Sursa de apă

Se vor efectua studii complete privind sursele posibile care se vor lua în consideraţie conform cu capitolul 2.

(1) Principalele elemente care trebuie stabilite sunt:

a) siguranţa sursei: debit asigurat, menţinerea calităţii apei în limite normale în timp;
b) amplasarea sursei în corelaţie cu amplasamentul utilizatorului şi factorii de risc privind poluarea sau situaţiile extreme (viituri, secetă, seisme).

(2) Pentru schemele sistemelor de alimentare cu apă a comunităţilor umane vor fi preferate sursele subterane când acestea există.

1.5.2 Relieful şi natura terenului

(1) Relieful şi natura terenului pe care sunt distribuite obiectele schemei sistemului de alimentare cu apă influenţează transportul apei, tipul construcţiilor pentru aducţiuni, rezervoarele, staţiile de pompare.

(2) Se vor alege cu precădere schemele în care se poate asigura transportul gravitaţional, existenţa terenurilor stabile pe configuraţia schemei, existenţa căilor de comunicaţie şi un număr redus de lucrări de artă.

1.5.3 Calitatea apei sursei

Trebuie să îndeplinească condiţiile impuse în studiile de tratabilitate cap. 1 § 1.5 şi cap. 3 § 3.2.1 şi condiţiile impuse prin NTPA 013.

1.5.4 Mărimea debitului (cantităţile de apă furnizate-vehiculate de schemă)

Analiza şi rezolvările schemei trebuie să ţină seama de numărul persoanelor afectate şi/sau pagubele care pot apare în cazul defecţiunilor sistemului.

1.5.5 Condiţii tehnico-economice

(1) Este obligatoriu să se efectueze o analiză tehnico-economică şi de risc pentru mai multe variante de scheme a sistemului de alimentări cu apă.

(2) Se va adopta schema care:

a) prezintă cei mai buni indicatori la cost specific apă (Lei/m^3), energie specifică (kWh/m^3) în secţiunea branşamentului utilizatorului;
b) asigură risc minor din punct de vedere al fiabilităţii şi siguranţei în furnizarea continuă a apei de calitate;
c) satisface în cele mai bune condiţii cerinţa socială;
d) adoptă cele mai noi tehnologii pentru toate materialele şi procesele schemei sistemului de alimentare cu apă.

1.6 Criterii de alegere a schemei de alimentare cu apă

(1) C_1 – condiţiile locale: surse existente, relief, natura terenului, poziţia şi configuraţia amplasamentului.

(2) C_2 – numărul de persoane afectate, risc minor, siguranţă în asigurarea calităţii apei şi necesarului de apă.

(3) C_3 – costuri specifice (Lei/m^3 apă)$_{min}$ şi energie (kWh/m^3)$_{min}$ corelate cu cele mai bune tehnologii adoptate.

(4) C_4 – criterii speciale: asigurarea apei pentru toţi utilizatorii.

(5) În figurile 1.2, 1.3, 1.4, 1.5 se prezintă diferite tipuri de scheme în funcţie de configuraţia terenului, sursă, mărimea debitului.

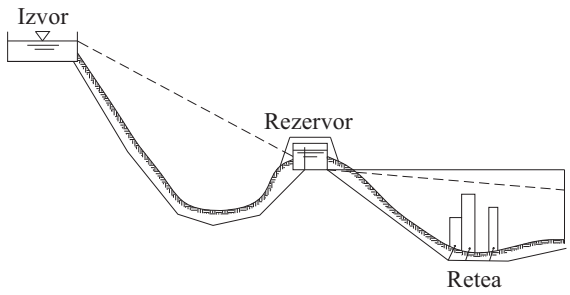


Figura 1.2.. Scheme de alimentare cu apă în zone de munte.

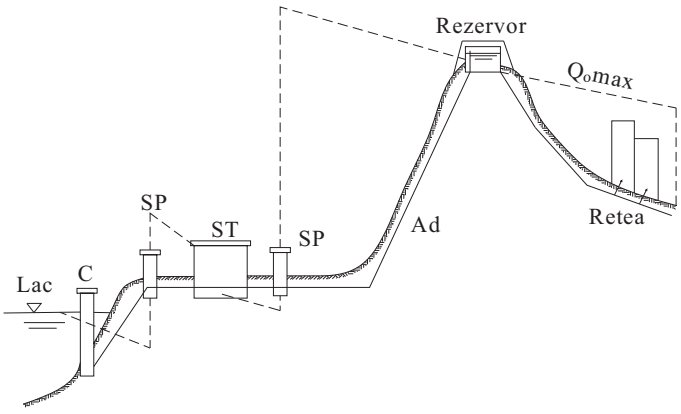


Figura 1.3. Schemă de alimentare cu apă în zone de deal.

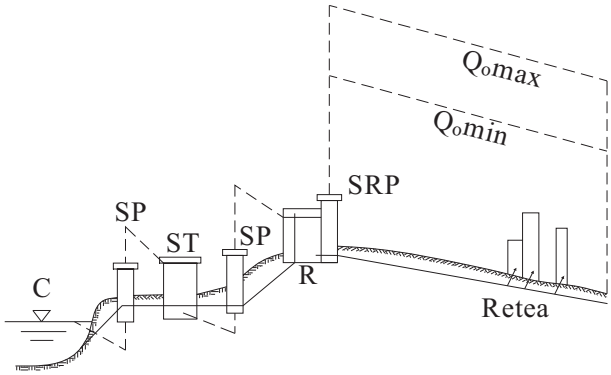


Figura 1.4. Schemă de alimentare cu apă în zone de şes (apă de suprafaţă).

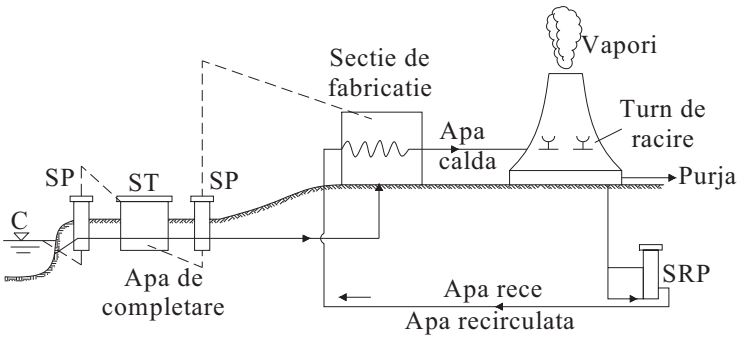


Figura 1.5. Schemă de alimentare cu apă industrială (în circuit închis).
SP – staţie de pompare; ST – staţie de tratare; C – captare; Ad – aducţiune; SRP – staţie repompare.

1.7 Debite de dimensionare şi verificare pentru obiectele sistemului de alimentare cu apă

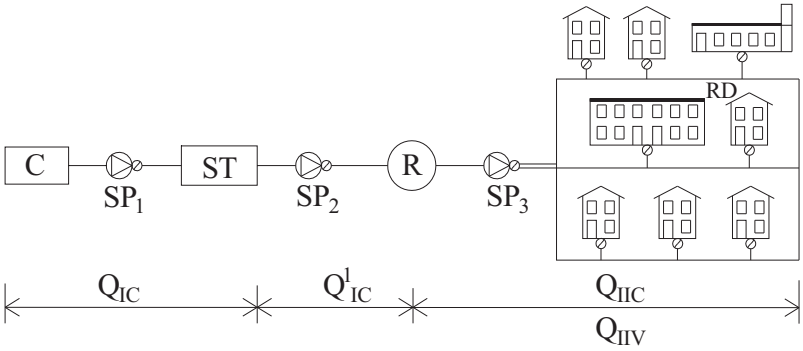


Figura 1.6. Debite de dimensionare şi verificare pentru obiectele sistemului de alimentare cu apă.
C – captare; ST – staţie tratare; R – rezervor; RD – reţea de distribuţie; SP_1, SP_2, SP_3 – staţii pompare.
– debitmetru/apometru.

(1) Toate obiectele şi elementele schemei sistemului de alimentare cu apă de la captare la ieşirea din staţia de tratare se dimensionează la:

$$Q_{IC} = K_p \cdot K_s \cdot (Q_{zi\ max} + Q_{RI}) \quad (m^3/zi) \tag{1.1}$$

unde:

k_p – coeficient de majorare a necesarului de apă pentru a ţine seama de volumele de apă care nu aduc venit (NRW); se va adopta: K_p = 1,25 pentru sisteme reabilitate (după implementare lucrări); K_p = 1,10 pentru sisteme noi, valoarea exactă se va stabili conform balanţei de apă;

k_s – coeficient de servitute pentru acoperirea necesităţilor proprii ale sistemului de alimentare cu apă: în uzina de apă, spălare rezervoare, spălare reţea distribuţie; se va adopta $K_s \leq$ 1,05;

$Q_{zi\ max}$ este suma cantităţilor de apă maxim zilnice, în m^3/zi, pentru acoperirea integrală a necesarului de apă; se stabileşte conform SR 1343-1/2006.

Q_{RI} – debitul de refacere a rezervei intangibile de incendiu; se stabileşte conform SR 1343-1/2006.

(2) Toate obiectele schemei sistemului de alimentare cu apă între staţia de tratare şi rezervoarele de înmagazinare (sistemul de aducţiuni) se dimensionează la debitul:

$$Q^1_{IC} = Q_{IC}/K_s \quad (m^3/zi) \tag{1.2}$$

(3) Rezervoarele de înmagazinare vor asigura:

– rezervă protejată – volumul rezervei intangibile de incendiu;
– volumul de compensare orară şi compensare zilnică pe perioada săptămânii;
– rezervă protejată – volumul de avarii pentru situaţiile de întrerupere a alimentării rezervoarelor.

a) Volumul minim al rezervoarelor trebuie să reprezinte 50% din consumul mediu, care trebuie să fie asigurat de către operatorii care exploatează sisteme centralizate de alimentare cu apă.

b) În situaţia în care configuraţia terenului permite, rezervoarele vor asigura şi presiunea în reţeaua de distribuţie.

(4) Toate elementele componente ale schemei sistemului de alimentare cu apă aval de rezervoare se dimensionează la debitul:

$$Q_{IIC} = K_p \cdot Q_{ormax} + K_p \cdot \sum_{1}^{n} n_j \cdot Q_{ii} \quad (m^3/h) \tag{1.3}$$

unde:

Q_{IIC} – debit de calcul pentru elementele schemei sistemului de alimentare cu apă aval de rezervoare;

$Q_{or\ max}$ – reprezintă valoarea necesarului maxim orar (m^3/h);

n_jQ_{ii} – numărul de jeturi şi debitele hidranţilor interiori (Q_{ii}) pentru toate incendiile teoretic simultane (n).

Pentru toate branşamentele va fi asigurată presiunea de utilizare a apei.

În cazul reţelei cu mai multe zone de presiune debitul n_jQ_{ii} se calculează pentru fiecare zonă cu coeficienţii de variaţie orară (K_{or}) adecvaţi şi debitul n_jQ_{ii} funcţie de dotarea clădirilor cu hidranţi interiori.

(5) Verificarea reţelei de distribuţie se face pentru 2 situaţii distincte:

a) funcţionarea în cazul stingerii incendiului folosind atat hidrantii interiori şi hidranţi exteriori pentru celelalte (n-1) incendii; cu asigurarea presiunii pentru incediul interior;
b) funcţionarea reţelei în cazul combaterii incendiului de la exterior utilizând numai hidranţii exteriori pentru toate cele n incendii simultane.

i) Verificarea reţelei la funcţionarea hidranţilor exteriori trebuie să confirme că în orice zonă de presiune unde apar cele n incendii teoretic simultane şi este necesar să se asigure în reţea (la hidranţii în funcţiune):

– minim 7 m col. H_2O pentru reţele (zone de reţea) de joasă presiune la debitul:

$$Q_{IIV} = a \cdot K_p \cdot Q_{or\,max} + 3{,}6 \cdot n \cdot K_p \cdot Q_{ie} \quad (m^3/h) \qquad (1.4)$$

în care:

Q_{IIV} – debitul de verificare;

a – coeficient de reducere a necesarului maxim orar pe perioada combaterii incendiului;

a = 0,7;

n – număr de incendii simultane exterioare;

Q_{ie} – debitul hidranţilor exteriori (l/s).

ii) Pentru asigurarea funcţionării corecte a hidranţilor interiori trebuie făcută şi verificarea ca pentru orice incendiu interior (la clădirile dotate cu hidranţi) presiunea de funcţionare trebuie să fie asigurată în orice situaţie, inclusiv când celelalte incendii teoretic simultane sunt stinse din exterior.

$$Q_{IIV} = a \cdot K_p \cdot Q_{or\,max} + 3{,}6 \cdot K_p \cdot \left(n_j Q_{ii}\right)_{max} + 3{,}6 \cdot (n-1) \cdot K_p \cdot Q_{ie} \left(\frac{m^3}{h}\right) \qquad (1.5)$$

$(n_jQ_{ii})_{max}$ – cel mai mare incendiu interior care poate apare pe zona sau teritoriul localităţii.

iii) Pentru localităţi cu debit de incendiu peste 20 l/s se va prevedea aducţiune dublă între rezervoare şi reţea pentru ca în orice situaţie să existe alimentarea reţelei de distribuţie.

1.8 Calitatea apei sursei

La proiectarea sistemelor de alimentare cu apă, se va avea în vedere concluziile studiilor hidrochimice şi de tratabilitate, în funcţie de sursa de apă (subterană, de suprafaţă).

1.8.1 Surse subterane

(1) Poluanţii care pot conduce la dificultăţi în procesul de producere a apei potabile sunt:

a) azotaţii
b) azotiţii;
c) azotul amoniacal (amoniu);
d) hidrogenul sulfurat;
e) fierul;
f) manganul.

(2) La alegerea sursei de apă trebuie să se ţină seama atât de aspectele cantitative cât şi calitative. Determinarea calităţii sursei de apă trebuie să se realizeze pe o perioadă de timp de cel puţin 1 an prin analize lunare. Analiza calităţii apei trebuie să furnizeze informaţii privind caracteristicile fizico-chimice, biologice, bacteriologice şi radioactive. Parametrii monitorizaţi sunt cei din legislaţia specifică, privind calitatea apei potabile, în vigoare. Metodele de analiză vor fi conforme standardelor în vigoare.

(3) După analiza rezultatelor determinărilor experimentale sursa se va încadra în una din următoarele categorii:

a) sursa slab încarcată;
b) sursa cu încărcare medie;
c) sursa cu încărcare ridicată.

Tabelul 1.1. Variaţia parametrilor de calitate ai apei brute pentru cele trei tipuri de surse apă subterană.

Nr. Crt.	Denumire parametru	Sursă slab încărcată	Sursă cu încărcare medie	Sursă cu încărcare ridicată
1	Fier total (mg/l)	0,2 - 2,0	1,0 - 3,0	3,0 - 10,0
2	Mangan (mg/l)	0,05 - 0,5	0,3 - 0,8	0,8 - 1,0
3	Azotaţi (mg/l)	≤ 50	50 - 80	80 - 120
4	Azotiţi (mg/l)	≤ 0,5	0,5-2,0	2,0 - 5,0
5	Amoniu (mg/l)	≤ 0,5	0,5-1,0	1,0 - 2,0
6	Hidrogen sulfurat (mg/l)	≤ 0,1	0,6 - 1,3	1,3 - 2,0

(4) În cazul încadrării sursei în categoriile "sursă cu încărcare medie" respectiv "sursă cu încărcare ridicată" sunt necesare studii de tratabilitate la nivel de laborator şi pe instalaţii pilot pentru alegerea schemei adecvate de tratare. Studiile de tratabilitate vor furniza următoarele date:

a) reactivi şi doze necesare;
b) evaluarea concentraţiilor diferiţilor subproduşi de reacţie;
c) parametrii tehnologici pentru procesele propuse (timp de contact);
d) estimare a consumului de energie;
e) eficienţe de tratabilitate pentru diferite scheme tehnologice analizate;
f) analiza costurilor de investiţie şi operare pentru diferite scheme tehnologice analizate;
g) estimarea cantităţilor de reziduuri rezultate şi elaborarea soluţiilor pentru neutralizarea şi valorificarea acestora;

(5) Determinarea dozelor de reactivi şi a eficienţei acestora este obligatoriu să se efectueze prin studii de laborator, dozele stoechiometrice fiind adeseori insuficiente unor reacţii complete (clorul adăugat pentru eliminarea azotului amoniacal poate fi consumat de alţi compuşi cu caracter reducător prezenţi în sursa de apă).

(6) Pe baza studiilor de tratabilitate şi a unei analize tehnico-economice se va adopta schema de tratare care să asigure pentru apa tratată încadrarea în condiţiile impuse de legislaţia specifică, aplicabilă, în vigoare, privind apa potabilă.

1.8.2 Surse de suprafaţă

(1) Studiile hidrochimice pentru proiectarea staţiilor de tratare din surse de suprafaţă (lacuri, râuri) trebuie sa furnizeze:

a) date privind calitatea apei sursei din punct de vedere fizico-chimic, biologic, bacteriologic şi radioactiv; analiza calităţii sursei trebuie să se realizeze pe o perioada adecvată de timp astfel încât să se pună în evidenţă atât valorile medii ale diferiţilor parametrii cât şi valorile extreme (minime si maxime);
b) date privind calitatea apei în diferite puncte pe adâncime în cazul lacurilor;
c) date privind natura substanţelor organice;
d) date privind micropoluanţii organici (pesticide);

e) date privind încărcarea cu metale grele;
f) date privind încărcarea cu azot şi fosfor necesare în vederea evaluării tendinţei de eutrofizare a sursei, în cazul lacurilor;
g) date privind corelarea calităţii apei cu anumite evenimente meteorologice (viituri);
h) date privind frecvenţa de apariţie a valorilor extreme pentru anumiţi indicatori;
i) încadrarea sursei de apă într-o categorie conform legislaţiei în vigoare(NTPA 013/2002);
j) o prognoză a calităţii apei pentru 20 - 30 ani pe baza evoluţiei calităţii în perioada de monitorizare şi a diferitelor surse de poluare adiacente sursei respective;

(2) Parametrii dominanţi în calitatea apei surselor de suprafaţă şi care vor fi monitorizaţi cu o frecvenţă ridicată sunt: turbiditatea; încărcarea organică (indicele de permanganat); carbon organic total (TOC); amoniu; azotaţi (în cazul lacurilor); fosfor (în cazul lacurilor); pesticidele; metale grele; încărcarea biologică.

(3) Parametrii cuprinşi în legislaţia în vigoare suplimentari faţă de cei menţionaţi vor fi monitorizaţi lunar iar metodele de analiză vor fi cele standardizate la momentul elaborării studiului.

(4) Pentru alegerea tehnologiei de tratare după analiza rezultatelor determinărilor experimentale sursa se poate încadra în una din următoarele categorii în funcţie de tipul acesteia, lac sau râu:

a) sursa slab încărcată;
b) sursa cu încărcare medie;
c) sursa cu încărcare ridicată.

(5) Tabelul 1.2 prezintă încărcările în diferiţi poluanţi pentru cele trei categorii de surse pentru lacuri iar în tabelul 1.3 încărcările corespunzătoare râurilor.

Tabelul 1.2. Variaţia parametrilor de calitate ai apei brute pentru cele trei categorii de apă - sursă lac.

Nr. Crt.	Denumire parametru	Sursă slab încărcată	Sursă cu încărcare medie	Sursă cu încărcare ridicată
1	Turbiditate (NTU)	≤ 50	≤ 50	≤ 50
2	CCO-Mn (mg O_2/l)	2 - 5	2 - 6	2 - 7
3	TOC (mg/l)	7 - 10	10 - 12	> 12,0
4	Amoniu (mg/l)	0,5	0,5 - 1,0	1,0 - 2,0
5	Pesticide total (µg/l)	0,5 - 0,8	0,8 - 1,0	1,0 - 2,0
6	Cadmiu (mg/l)	sub CMA	cel puţin unul dintre metalele grele depăşeşte concentraţia prevăzută în Lege	cel puţin unul dintre metalele grele depăşeşte concentraţia prevăzută în Lege
7	Plumb (mg/l)			
8	Mangan (mg/l)			
9	Arsen (mg/l)			
10	Crom (mg/l)			
11	Cupru (mg/l)			
12	Nichel (mg/l)			
13	Mercur (mg/l)			
14	Încărcare biologică (unit./l)	< 100.000	< 1.000.000	> 1.000.000

Tabelul 1.3. Variaţia parametrilor de calitate ai apei brute - sursa râu.

Nr. Crt.	Denumire parametru	Sursă slab încărcată	Sursă cu încărcare medie	Sursă cu încărcare ridicată
1	Turbiditate (NTU)	50 - 250	50 - 500	50 - 1000
2	CCO-Mn (mg O_2/l)	2 - 4	3 - 5	2 - 7
3	TOC (mg/l)	6 - 8	8 - 10	12 - 15
4	Amoniu (mg/l)	≤ 0,5	0,3 - 0,6	0,6 - 1,0
5	Pesticide total (µg/l)	≤ 0,5	0,5 - 1,0	0,5 - 1,5
6	Cadmiu (mg/l)	-	cel puţin unul dintre metalele grele depăşeşte concentraţia prevăzută în Lege	cel puţin unul dintre metalele grele depăşeşte concentraţia prevăzută în Lege
7	Plumb (mg/l)			
8	Mangan (mg/l)			
9	Arsen (mg/l)			
10	Crom (mg/l)			
11	Cupru (mg/l)			
12	Nichel (mg/l)			
13	Mercur (mg/l)			
14	Încărcare biologică (unit./l)	< 100.000	< 1.000.000	> 1.000.000

(6) Alegerea sursei sistemului de alimentare cu apă trebuie să ţină seama de respectarea condiţiilor impuse de Normativul NTPA 013/2002.

1.9 Analiza evoluţiei sistemului de alimentare cu apă

(1) Pentru toate sistemele de alimentare cu apă noi prin proiectare se va stabili planul de dezvoltare al obiectelor acestuia pentru o perspectivă de minim 30 de ani.

(2) Planul de dezvoltare va cuprinde:

a) estimarea dezvoltării sociale şi urbanistice;
b) estimări privind creşterea nivelului de trai, dotarea socială, creşterea numărului de utilizatori publici, dezvoltarea agenţilor economici şi încadrarea zonei în planul integrat de dezvoltare regională;
c) balanţa de apă conform tabelului 1.4, indicatorilor de performanţă conform metodologiei IWA (International Water Association) şi estimarea evoluţiei acestora;
d) plan de modernizare sistem pe baza datelor obţinute din operare în primii 3 ani de la punerea în funcţiune.

(3) Planul de dezvoltare/modernizare al sistemului de alimentare cu apă, va fi supus aprobării Consiliului Local al comunei, oraşului, municipiului, Consiliului judeţean, şi va sta la baza tuturor lucrărilor estimate să fie executate în sistem.

Tabelul 1.4. Componentele balanţei de apă.

<table>
<tr><td rowspan="8">(1)
Volum de apă intrat în sistem</td><td rowspan="4">(2)
Consum autorizat</td><td rowspan="2">(4)
Consum autorizat facturat</td><td>Consum măsurat facturat</td><td rowspan="2">Apă care aduce venituri</td></tr>
<tr><td>Consum nemăsurat facturat</td></tr>
<tr><td rowspan="2">(5)
Consum autorizat nefacturat</td><td>Consum măsurat nefacturat</td><td rowspan="6">(8)
Apă care nu aduce venituri (NRW)</td></tr>
<tr><td>Consum nemăsurat nefacturat</td></tr>
<tr><td rowspan="4">(3)
Pierderi de apă</td><td rowspan="2">(6)
Pierderi aparente</td><td>Consum neautorizat</td></tr>
<tr><td>Erori de măsurare</td></tr>
<tr><td rowspan="3">(7)
Pierderi reale</td><td>Pierderi pe conductele de aducţiune şi/sau pe conductele de distribuţie</td></tr>
<tr><td>Pierderi şi deversări la rezervoarele de înmagazinare</td></tr>
<tr><td>Scurgeri pe branşamente până la punctul de contorizare al consumatorului</td></tr>
</table>

(1) Volumul de apă injectat în reţeaua de distribuţie (m^3/an);
(2) Volumul anual de apă utilizat de consumatorii autorizaţi: persoane fizice, instituţii publice, agenţi economici;
(3) Pierderi de apă = diferenţa (1) - (2);
(4) Volumele de apă autorizate facturate pe baza contorizării sau altor sisteme de estimare;
(5) Volumele de apă nefacturate: măsurate/nemăsurate, pentru: spălare rezervoare, spălare reţea, exerciţii pompieri, alte utilităţi urbane/rurale;
(6) Volume de apă utilizate de consumatori neautorizaţi, utilizare frauduloasă, erori tehnice la apometre şi aparatele de măsură; sunt denumite şi pierderi aparente;
(7) Pierderi reale = volume de apă pierdute prin avarii conducte, branşamente, aducţiuni, deversări preaplin rezervoare;
(8) Apa care nu aduce venit (NRW) rezultă suma (5) + (6) + (7).

(4) Indicatorul apă care nu aduce venit (NRW) poziţia 8, tabel 1.4 va trebui să se încadreze în:
a) ≤ 25 – 30% din volumul de apă intrat în sistem (poziţia 1, tabel 1.4) pentru sisteme reabilitate;
b) ≤ 10% din volumul de apă intrat în sistem, pentru sisteme noi.

2. Captarea apei

2.1 Captarea apei din sursă subterană

2.1.1 Tipuri de captări şi domeniul de aplicare

În timp au fost dezvoltate diferite tipuri de captări. Acest lucru a fost generat de:

-dezvoltarea metodelor de cunoaştere a stratelor acvifere subterane;

-dezvoltarea mijloacelor şi tehnologiilor de execuţie.

Se utilizează următoarele tipuri de captări:

(1) Captări cu puţuri forate în strate freatice, de adâncime medie sau adâncime mare; stratul poate fi cu nivel liber, sub presiune (ascendent sau artezian) figurile 2.1 şi 2.2.

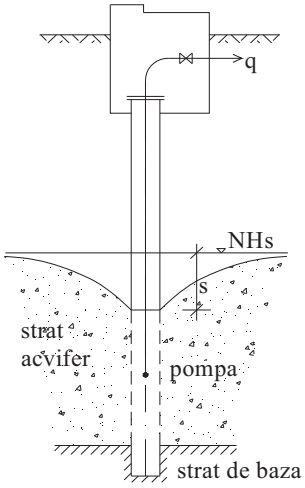


Figura 2.1. Puţ în strat freatic.

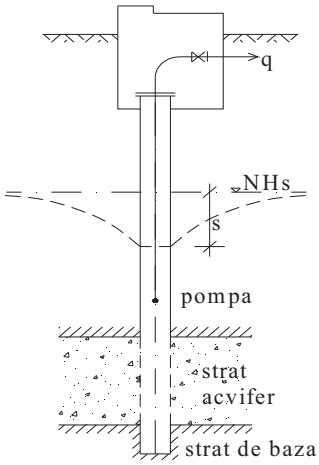


Figura 2.2. Puţ în strat de adâncime (ascendent).

(2) Captare cu dren (figura 2.3) aplicabilă în strate cu apă de calitate având:

a) adâncimea de amplasare sub 10 m;
b) grosimea stratului de apă 3 – 5 m;
c) configuraţie favorabilă a stratului de bază.

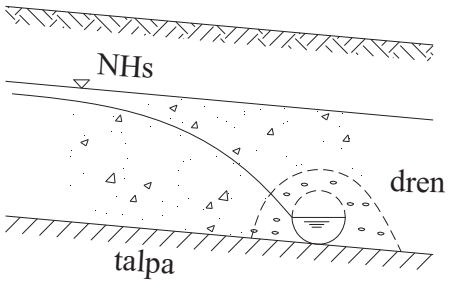


Figura 2.3. Captare cu dren perfect.

(3) Captare cu puţuri cu drenuri radiale (figura 2.4); este o captare în condiţii speciale:

a) strat de apă de grosime redusă dar foarte permeabil (K > 100 m/zi);
b) strat amplasat la adâncimi relativ mari (≈ 30 m).

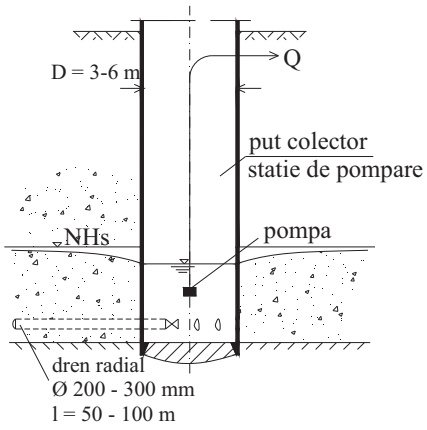


Figura 2.4. Captare cu puţ/dren radial.

(4) Captarea din izvoare (figura 2.5); în condiţiile existenţei unei configuraţii favorabile formării izvorului.

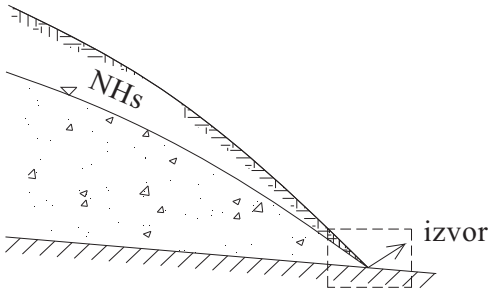


Figura 2.5. Captare de izvor.

(5) Reguli generale de alegere a tipului de captare

a) Regula calităţii apei – se alege captarea de apă ale cărei caracteristici calitative sunt în limita de calitate cerută de normele în vigoare; se respectă astfel condiţia de apă sanogenă pentru apa potabilă; dacă este necesară tratarea apei soluţia va fi decisă după o comparaţie de soluţii între costul tratării apei subterane sau costurile cerute de folosirea apei din altă sursă (subterană sau de suprafaţă); în cazul captării din straturi acvifere cu alimentare din malul râurilor se va urmări modificarea calităţii apei captate dar şi eventualele modificări ale comportării acviferului (de regulă creşte conţinutul de Fe din apa captată); trebuie făcută o prognoză asupra calităţii apei râului;
b) Regula existenţei unei configuraţii hidrogeologice favorabile pentru stratul purtător de apă: sisteme de alimentare strat, situaţia prelevărilor în ansamblul bazinului, evoluţia în perioade lungi de timp;
c) Regula disponibilităţii terenului; se ia în studiu captarea situată pe un teren liber sau care nu va fi destinat altei folosinţe şi care are sau poate avea destinaţie publică; captarea cu zona de protecţie de regim sever va deveni (dacă nu este) proprietatea beneficiarului captării – de regulă autoritatea locală;
d) Regula facilităţilor de exploatare; se preferă amplasamentul la care există un drum de acces, o linie de alimentare cu energie electrică;

e) Regula de disponibilitate; o sursă de apă subternă este o adevărată bogăţie; în cazul în care rămân rezerve neexploatate pentru necesarul cerut în proiect acestea vor trebui conservate;
f) Regula alocării apei de calitate; apa subterană de calitate va fi alocată pentru folosinţa de apă potabilă la localităţi; este o apă sanogenă favorabilă sanătăţii organismului omenesc;
g) Regula economică; se adoptă soluţia cea mai economică din punct de vedere al costurilor totale, prin comparaţie cu alte variante viabile: o captare din apropiere – cu disponibil de apă – chiar şi cu tratare, o aducţiune care are traseul în apropiere şi are disponibil de apă.
h) Reguli tehnice: (1) pentru debite mici şi strate sărace în apă (grosime mică, conductivitate redusă, nisip fin) se aplică soluţia cu dren; (2) pentru debite mici dar în strate adânci sau cu grosime mare de apă (peste 3 - 4 m) se adoptă soluţia cu puţuri forate; (3) pentru debite mari şi strate de adâncime medie-mare se adoptă soluţia cu puţuri forate; (4) în acvifere cu strate suprapuse se va decide dacă se face o captare cu foraj unic sau o captare cu puţuri separate pe strate; (5) la strate suprapuse dar cu cote diferite ale nivelului hidrostatic se va analiza soluţia captării selective a acestora; (6) soluţia de realizare a forajului va fi stabilită funcţie de alcătuirea granulometrică a stratelor cu apa (se va renunţa la stratele care au mult nisip fin).
i) Regula celei mai bune soluţii: într-o configuraţie hidrogeologică determinată va exista o singură soluţie tehnică optimă şi anume aceea care va asigura prelevarea unui debit maxim în condiţii de siguranţă inclusiv a calităţii apei;
j) În cazul stratului din roca fisurată studiile vor fi făcute cu metode specializate.

(6) Principii generale în dimensionarea captărilor din apă subterană
a) Se dimensionează o captare de apă subterană atunci când se demonstrează prin studii adecvate că există apă subterană bună de utilizat;
b) Captarea se dimensionează la debitul zilnic maxim (cerinţa maxim zilnică);
c) Frontul de puţuri va avea un număr de puţuri de rezervă; numărul minim este de 20% din numărul celor necesare pentru debitul cerut;
d) Captarea se dimensionează şi va funcţiona continuu şi 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;
e) Puţurile nu vor fi supraexploatate şi nu vor funcţiona dincolo de valoarea limită a vitezei de innisipare; alegerea pompelor amplasate în puţ este deosebit de importantă; este raţional ca alegerea pompelor şi echiparea să se facă după cunoşterea efectivă a parametrilor fiecărui puţ finalizat;
f) Fiecare puţ va fi prevăzut cu un cămin (cabină) izolat etanş, cu ventilaţie asigurată natural şi posibilitatea de intervenţie la coloana definitivă a puţului;
g) Captarea va avea zona de protecţie sanitară chiar dacă apa captată nu este potabilă;
h) Captarea se amplasează în concordanţă cu prevederile planului de amenajare al bazinului hidrografic respectiv;
i) Captarea va fi astfel amplasată încât să poată fi dezvoltată ulterior până la limita capacităţii stratului acvifer;
j) Captarea va avea un sistem de supraveghere a funcţionării (avertizare, masurare caracteristici, consum de energie);
k) Anual se va face o verificare a modului de funcţionare a fiecărui puţ; vor fi comparate valorile de lucru (debit, denivelare, consum specific de energie) cu datele de bază (cele de

la punerea în funcţiune a captării); în cazuri speciale (anomalii importante) este raţională o cercetare a stării interioare a puţului cu camera TV;

l) Dacă se apreciază ca puţurile vor trebui reabilitate periodic (spălare, deznisipare, schimbare coloana etc) este raţional ca măsurile necesare să fie prevăzute de la proiectare; îmbătrânirea puţurilor va fi luată în calcul.

2.1.2 Studiile necesare pentru elaborarea proiectului captării

Studiile pentru determinarea existenţei şi cunoaşterea caracteristicilor apei subterane (capacitate strat, posibilităţi de captare, calitate apă, protecţie sanitară), se vor realiza de entităţi specializate, potrivit legislaţiei specifice, aplicabile, în vigoare. Studiile vor conţine: studiu hidrogeologic, studiu hidrochimic şi studiu topografic.

2.1.2.1 Studiul hidrogeologic

Se va executa în două etape:

(1) <u>Studiul hidrogeologic preliminar</u>

Are la bază:

a) cercetarea şi interpretarea datelor existente (la autorităţi locale şi/sau central) în zona viitoarei captări: foraje existente, date de exploatare, disfuncţiuni, cunoştinţe existente despre stratele existente din zonă;

b) date obţinute prin metodele: geoelectrică, microseismică, alte metode nedistructive prin care se poate pune în evidenţă: adâncimile la care sunt cantonate stratele de apă subterană, calitatea apei subterane.

c) Rezultatele studiului preliminar trebuie să pună în evidenţă: estimarea configuraţiei viitoarei captări; estimarea complexităţii şi extinderii studiului hidrogeologic definitiv; etapele de derulare a studiului hidrogeologic definitiv.

(2) Studiul hidrogeologic definitiv

Se execută prin foraje de explorare-exploatare care vor fi definitivate ca părţi componente ale viitoarelor lucrări de captare. Studiul hidrogeologic trebuie să pună la dispoziţia proiectantului cele ce urmează:

(1) Configuraţia stratelor acvifere prin:

a) poziţia exactă, grosimea, nivelul hidrostatic inclusiv variaţia acestuia în timp pe baza precipitaţiilor din zonă; se vor estima nivelele hidrostatice minime cu asigurarea 95 - 97%; atunci când nu sunt măsurători sistematice de durată (min. 10 ani) pentru determinarea grosimii stratului de apă în strate acvifere cu nivel liber se va corecta grosimea măsurată cu raportul între nivelul minim multianual al precipitaţiilor din zonă la nivelul măsurat în anul efectuării studiilor;

b) elaborarea schemei coloanei litologice (figurile 2.6, 2.7);

c) propunerea de foraje de observaţie.

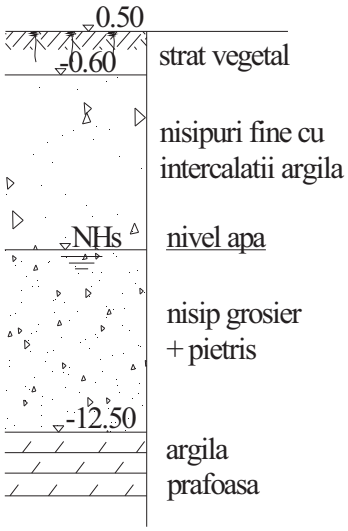


Figura 2.6. Coloană litologică în strat freatic.

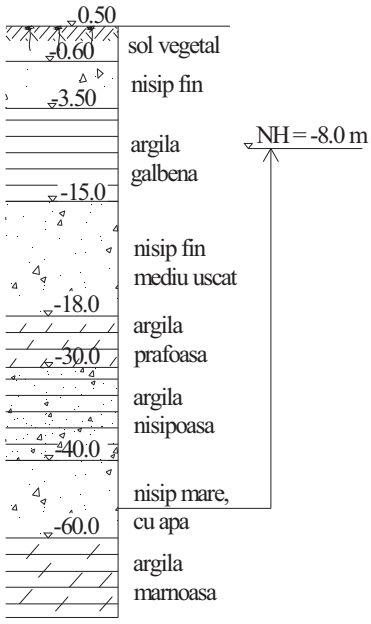


Figura 2.7. Coloană litologică în strat de adâncime.

(2) Direcţia de curgere a apei subterane şi panta hidraulică a stratului

Prin execuţia unor grupuri de 3 foraje dispuse în triunghi (latura 150 m) în staţii la 500 - 600 m distanţă se vor determina curbele de egal nivel ale suprafaţei apei subterane (hidroizohipse); pe această bază se determină direcţia de curgere şi panta stratului; aceste foraje de studiu vor fi definitivate ca foraje de observaţie în viitoarea captare.

(3) Determinarea capacităţii de debitare a forajului (curba puţului q = f(s))

a) Variaţia debitului extras funcţie de denivelare este elementul fundamental care stă la baza proiectării captării.

b) Determinarea curbei q = f(s) se va executa pentru fiecare foraj de explorare după deznisiparea acestuia şi echiparea corespunzătoare (coloană filtru, filtru invers).

c) Condiţiile efectuării probelor de pompare sunt:

1. după o perioadă de stabilizare a nivelelor în strat şi foraj (0,5 - 3 zile) se vor extrage minim 3 debite constante în timp (min.50 - 70 ore) pentru care se vor obţine 3 perechi de valori s_1, s_2, s_3;
2. măsurarea volumetrică a debitelor extrase din fiecare foraj;
3. urmărirea şi notarea curbei şi timpului de revenire după oprirea pompării;
4. prelevarea de probe de apă pentru analiza calitativă;
5. elaborarea curbelor $q_i = f(s_i)$ pe un sistem de axe convenabil (ordonata „s”, abscisa „q”).

(4) Determinarea coeficientului de permeabilitate Darcy

Se determină:

a) în laborator pe baza probelor luate din foraj în perioada execuţiei;

b) prin determinări „in situ" cu efectuarea de măsurători obţinute prin metoda pompărilor de probă; la fiecare foraj de explorare se vor executa încă 2 foraje de observaţie amplasate normal pe direcţia de curgere a apei subterane la 10, respectiv 20 m de forajul de bază (figura 2.8);

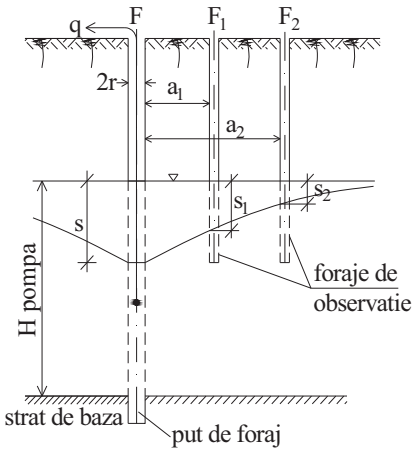


Figura 2.8. Schema de determinare a coeficientului de permeabilitate Darcy prin măsurători pe teren.

c) pe baza determinărilor q_i şi s_i completate cu s_{i1}, s_{i2} se poate calcula valoarea k folosind expresia:

$$k_i = \frac{q_i \cdot \ln a_2/a_1}{\pi\,(2H - s_{i1} - s_{i2})(s_{i1} - s_{i2})} \qquad (2.1)$$

d) se vor obţine 3 valori pentru fiecare foraj de explorare; efectuând medierea valorilor se va adopta o valoare a coeficientului de permeabilitate pentru fiecare zonă aferentă fiecărui foraj de explorare;

e) valorile obţinute pentru coeficientul de permeabilitate vor fi comparate cu valori obţinute prin relaţii empirice date în literatură.

(5) Determinarea granulozităţii stratului

Probele de rocă scoase din foraje se cern şi se trasează curbele granulometrice conform normelor în vigoare. Din curbe interesează valorile d_{10}, d_{40} şi d_{60}; pe baza acestora se stabileste viteza aparentă admisibilă de intrare a apei în foraj; se mai numeşte viteză de neînnisipare şi este limitată pentru a nu se antrena materialul fin din strat în foraj;

Valorile vitezei admisibile acceptate:

a) v_a = 0,5 mm/s la d_{40} = 0,25 mm
b) v_a = 1,0 mm/s la d_{40} = 0,50 mm
c) v_a = 2,0 mm/s la d_{40} = 1,00 mm
d) Pentru valori intermediare se interpolează.
e) La valori mai mari pentru granulele stratului se aplică relaţia empirică Sichardt:

$$v_a = \frac{\sqrt{k}}{15}\,(\mathrm{m/s}) \qquad (2.2)$$

în care k este exprimat în m/s.

(6) Debitul disponibil care poate fi captat din strat

$$Q = \alpha \sum_{i=1}^{n} H_i \cdot k_i \cdot i_i \cdot l_i\,(\mathrm{dm^3/s}) \qquad (2.3)$$

H_i = înălţimea minimă a stratului de apă subterană considerată constantă pe lungimea l_i (m);

k_i = coeficientul de permeabilitate corespunzător zonei de lungime l_i (m/s);

a) Valorile H_i, k_i sunt determinate în cadrul studiului bazat pe foraje de explorare-exploatare conform cap. 3, § 3.2.1.

i_i = panta hidraulică a acviferului pe distanţa l_i;

l_i = distanţa (lungimea) pentru care se estimează caracteristici apropiate pentru strat (m);

α = coeficient de transformare.

b) Studiul hidrogeologic trebuie să analizeze bilanţul între alimentarea stratului şi debitul prelevat prin captare, sub forma:

$$P + A = \bar{Q} + Z + E \qquad (2.4)$$

P – volumul mediu de apă din precipitaţii pe suprafaţa bazinului de recepţie infiltrat în acvifer (m^3/an);

A – aport suplimentar din alte surse: infiltraţii din răuri, lacuri (m^3/an);

$\bar{Q}$– debitul mediu multianual ce se poate capta (m^3/an);

Z – exfiltrare din acvifer prin: izvoare, alimentare depresiuni, răuri, infiltrare în alte strate (m^3/an);

E – apa pierdută prin evapotranspiraţia vegetaţiei din bazin (m^3/an);

2.1.2.2 Studiul topografic

Studiul topografic trebuie să conţină:

a) plan general de încadrare în zonă, scara 1/25000 sau 1/50000;
b) plan de situaţie de detaliu, cu curbe de nivel, scara 1/500 … 1/1000 cu zona ce se estimează că va fi afectată de captare;
c) prezenţa, poziţia şi caracteristicile tuturor reţelelor care trec prin zona captării şi în vecinătate;
d) poziţia drumurilor existente şi planificate în zonă precum şi a surselor de energie;
e) poziţia unor eventuali poluatori (agenţi economici, ferme) de natură să influenţeze calitatea apei din strat direct sau indirect;
f) poziţia cursurilor permanente/nepermanente de apă din zonă;
g) limitele de inundabilitate ale zonei la asigurare 1%, 0,5%.

2.1.2.3 Studiul hidrochimic

(1) Trebuie să stabilească prin analize fizico-chimice, biologice şi bacteriologice calitatea apei din strat.

(2) Studiul se efectuează pe probe recoltate din fiecare foraj de explorare astfel:

a) câte 2 probe înainte şi după deznisipare foraj;
b) 1 probă la fiecare mărime a debitului pentru determinarea q = f(s);
c) 1 probă la punerea în funcţiune a forajelor.

(3) Analizele vor cuprinde indicatorii ceruţi prin Legea nr.458/2002, republicată.

(4) Se vor lua în consideraţie următoarele:

a) în cazul prezenţei mai multor strate suprapuse şi separate rezultatele vor fi date pentru fiecare strat în parte;
b) rezultatele concludente (verificate cu probe martor) asupra parametrilor neconformi Legii;
c) estimarea riscului de poluare din cauza surselor poluate din zonă;
d) estimarea riscului de degradare a calităţii apei în timp şi viteza acestei degradări;
e) estimarea riscului de modificare a calităţii apei stratului de apă din cauza „îmbătrânirii puţurilor".

(5) Rezultatele studiului vor fi completate în timp de către beneficiarul captării cu rezultatele obţinute în exploatare.

2.1.3 Proiectarea captărilor cu puţuri forate

2.1.3.1 Debitul de calcul al captării

$$Q_c = [Q_{zi\,max} + Q_{RI}] \cdot k_p \cdot k_s \qquad (\mathrm{m}^3/\mathrm{s}) \qquad (2.5)$$

$Q_{zi\,max}$ – necesarul maxim zilnic de apă;
Q_{RI} – debitul de refacere al rezervei de incendiu;
k_p – coeficient de pierderi inevitabile, conform SR 1343 - 1/2006;
k_s – coeficient pentru necesităţi proprii ale sistemului de alimentare cu apă, conform SR 1343-1/2006;
k_p – coeficient de majorare a necesarului de apă pentru a ţine seama de volumele de apă care nu aduc venit (NRW); se va adopta: K_p = 1,25 pentru sisteme reabilitate (după implementare lucrări); K_p = 1,10 pentru sisteme noi, valoarea exactă se va stabili conform balanţei de apă;
k_s – coeficient de servitute pentru acoperirea necesităţilor proprii ale sistemului de alimentare cu apă: în uzina de apă, spălare rezervoare, spălare reţea distribuţie; se va adopta $K_s \leq$ 1,05;

2.1.3.2 Debitul maxim al unui puţ forat

(1) Se cunoaşte:

a) curba de pompare, q = f(s) pentru fiecare foraj;
b) viteza aparentă admisibilă $v_a = f(d_{40})$ pentru granulozitatea stratului în zona forajului;
c) diametrul forajului în zona coloanei de filtru; acesta s-a adoptat de comun acord, proiectant, executant foraje de explorare-exploatare; domeniul diametrelor normale este 200 - 400 mm, condiţionat şi de diametrul electropompei care va fi montată în puţ, instalaţia de foraj utilizată;
d) nu se va lua în consideraţie creşterea razei puţului datorată filtrului invers (min. 50 mm) între coloana filtru şi strat; aceasta se va constitui în coeficientul de siguranţă în aprecierea vitezei aparente admisibile.

(2) În figura 2.9 se prezintă schema de determinare a debitului maxim pentru: strat freatic, strat sub presiune şi straturi suprapuse.

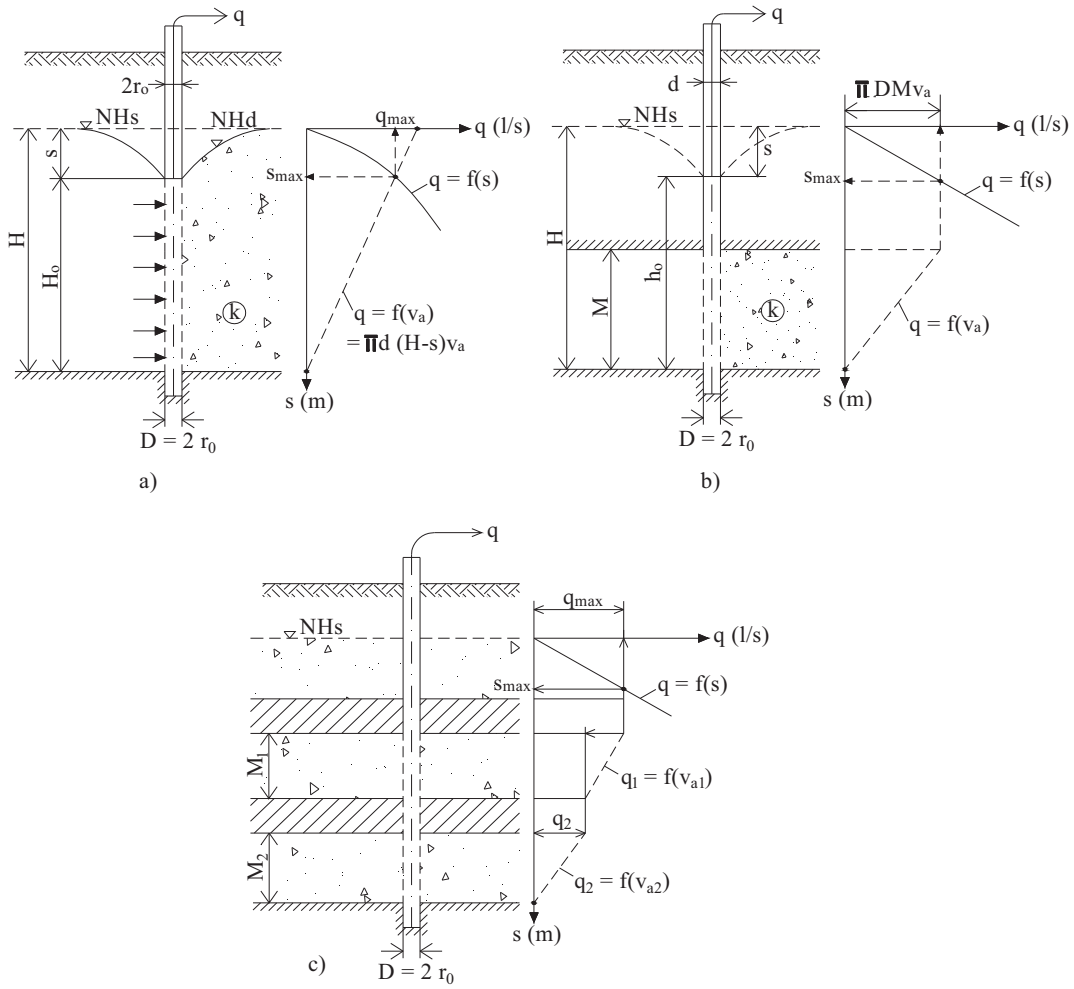


Figura 2.9. Schema de determinare a debitului maxim al unui puţ (foraj): a) în strat freatic; b) în strat sub presiune; c) în straturi suprapuse (fără stratul freatic).

(3) Debitele capabile q = f(v_a) pentru fiecare strat sunt:

a) freatic:

$$q^F = f(d_{40}) = 2\pi r_o(\alpha_1 H - s)v_a \quad (2.6)$$

pentru s = 0

$$q_{max} = 2\pi r_o \alpha_1 \cdot H \cdot v_{a1} \quad (2.7)$$

pentru s = H → q = 0

b) strat sub presiune

$$q_{max} = 2\pi r_o \alpha_2 \cdot M \cdot v_a \quad (2.8)$$

c) strate suprapuse

$$q_{max} = q_2 + q_1 = \pi r_o \alpha_2 \cdot M_2 \cdot v_{a2} + \pi r_o \alpha_2 \cdot M_1 \cdot v_{a1} \quad (2.9)$$

se va adopta cea mai mica valoare dintre v_{a1} si v_{a2};

(4) Semnificaţia notaţiilor în relaţiile (2.6), (2.7), (2.8) şi (2.9) este:

H – grosimea minimă a stratului freatic (corectată datorită variaţiei precipitaţiilor), (dm);
M, M_1, M_2 – grosimea stratelor sub presiune, (dm);
v_a, v_{a1}, v_{a2} – vitezele aparente admisibile (de neînnisipare), (dm/s);
r_o, r_1 – raza forajului în zona stratelor captate, (dm);
d_{40} – diametrul ochiurilor sitei prin care trece 40% din materialul stratului;
α_1 – coeficientul de reducere a înălţimii stratului freatic care ţine seama de lungimea activă a filtrului puţului; $\alpha_1 = 0,9$;
α_2 – coeficientul de reducere a lungimii coloanei de filtru; $\alpha_2 = 0,75\text{-}0,8$;

(5) Debitul şi denivelarea maximă se vor obţine la intersecţia curbei de pompare q = f(s) şi a curbei de neînnisipare q = f(v_a) pe sistemul de axe s,q (figura 2.9).

(6) Se atrage atenţia asupra următoarelor:
a) dacă denivelarea rezultă mai mare decât H/3 pentru strat freatic denivelarea se va limita la max. 33% iar debitul se va reduce corespunzător;
b) în nici o situaţie nu se va depăşi debitul maxim al puţului (figura 2.9).
c) este obligatoriu ca diametrul coloanei filtru din perioada pompărilor de probă să rămână identic cu cel al puţului definitivat; în caz contrar sunt necesare calcule de corectare.

2.1.3.3 Numărul de puţuri forate

$$n_p = \frac{Q_c}{q_i} \cdot 1,2(\text{m}) \qquad (2.10)$$

unde:
1,2 – coeficient de siguranţă privind respectarea valorii v_a în cazul scoaterii din funcţiune a unor puţuri pentru revizie instalaţie, pompă şi deznisipare.
a) Se va rotunji superior la un număr întreg.
b) Atunci când puţurile nu au acelaşi debit calculul se face prin însumarea valorilor.

2.1.3.4 Lungimea frontului de captare, distanţa între puţuri

(1) Lungimea frontului de captare se obţine prin însumarea debitelor pe tronsoanele unde s-au estimat parametrii H_i, k_i, i_i apropiaţi.

$$L = \sum l_i = \sum \frac{Q_{IC}}{H_i \cdot k_i \cdot i_i} \; ; \; Q_{IC} = \sum \text{Q}_\text{i}\,(\text{m}) \qquad (2.11)$$

H_i – (m)
k_i – (m/zi)
i_i – panta stratului acvifer
Q_{IC} – (m^3/zi)
Pentru siguranţa captării se pun următoarele condiţii:
$Q_{IC} \leq 0,9 \cdot Q$
unde:
Q – debitul disponibil al stratului conform relaţiei (2.3);
0,9 – coeficient de reducere a capacităţii stratului pentru servitute în aval de captare; acesta poate fi mai mare dacă se justifică din bilanţul apei.

(2) Distanţa între puţuri:

$$a = L/n_p \quad (\text{m}) \qquad (2.12)$$

Pentru siguranţa şi reducerea influenţei între puţuri:

a) a ≥ 50 m la strate acvifere freatice;
b) a ≥ 100 m la strate sub presiune până la adâncimea stratului de bază 100 m;
c) a ≥ 150 m la strate sub presiune peste adâncimea de 100 m.

2.1.3.5 Determinarea influenţei între puţuri

(1) Încercări „in situ". După execuţia primului grup de 3 foraje adiacente: P_{i-1}, P_i, P_{i+1} se vor realiza pompări simultane „in situ" pentru determinarea influenţei între puţuri conform cu următoarele:

a) din forajul P_i se va pompa debitul:

$$q_{max}^{P_i} = \frac{Q_{IC}}{0{,}8\ n_p}\ (\mathrm{m^3/zi}) \qquad (2.13)$$

considerând situaţia în care 20% din puţuri sunt în revizie/rezervă etc.

b) din forajul P_{i-1} se va pompa un debit identic puţului P_i;
c) se vor efectua măsurători pentru denivelări şi analize de calitate apă din cele 2 foraje;
d) puţul P_{i+1} este oprit pe perioada efectuării pompărilor din puţurile P_{i-1} şi P_i;
e) Incercarea se consideră reuşită dacă denivelările, nivelele în foraje şi nivelele în strat corespund datelor din curbele de pompare q = f(s) conform § 2.1.3.2 şi diagramele de calcul a debitelor optime conform figurii 2.9.
f) În situaţia în care denivelările în forajele P_i şi P_{i-1} depăşesc valorile calculate conform graficelor din figura 2.8 cu mai mult de 10% referitor la s_{max} corespunzător q^{Pi}_{max} se procedează la creşterea distanţei între foraje şi corespunzător extinderea lungimii frontului de captare.

(2) Verificarea ansamblului captării

a) Procedura de determinare a influenţei între puţuri se va efectua de regulă pe grupuri de câte 3 foraje adiacente pentru toate puţurile din ansamblul captării.
b) Principiul fundamental care se va lua în consideraţie va fi: fiecare foraj (puţ) poate asigura un debit unic determinat de condiţiile impuse prin caracteristicile stratului şi elementele de construcţie şi amenajare a forajului. Acest debit nu va trebui să fie influenţat (eventual modificat) de forajele învecinate.
c) Toate determinările asupra fiecărui foraj (sau grupuri de foraje) vor fi efectuate în regim permanent înţelegând prin aceasta:
   1. debite constante extrase din foraj;
   2. nivel în foraj fără variaţii pe perioada pompărilor;
   3. perioada minimă de timp pentru a se considera regim permanent este min 72 ore.

2.1.3.6 Protecţia sanitară a captărilor din apă subterană

Conform prevederilor Normelor speciale privind caracterul şi mărimea zonelor de protecţie sanitară şi hidrogeologică, aprobate prin Hotărârea Guvernului nr.930/2005, se asigură următoarele:

(1) Perimetrul de regim sever care delimitează o suprafaţă în jurul captării de la limita căreia apa curge în strat către puţuri min. T = 20 zile.

(2) Expeditiv se calculează aplicând ecuaţia de continuitate: volumul de apă extras din puţ în timpul T egal cu volumul de apă conţinut în strat în interiorul limitei distanţei de protecţie sanitară.

a) pentru acvifer freatic

$$D_1 = \sqrt{\frac{q_{max} \cdot T}{\pi\,(H - s/2) \cdot p}} \quad \text{(m)} \tag{2.14}$$

b) pentru strat sub presiune

$$D_1 = \sqrt{\frac{q \cdot T}{\pi \cdot M \cdot p}} \quad \text{(m)} \tag{2.15}$$

q, q_{max} – debitul şi debitul maxim extras din foraj (m^3/zi);
T = 20 zile;
H – grosimea minimă a stratului de apă (m);
M – grosimea minimă a stratului sub presiune (m);
s – denivelarea corespunzătoare debitului maxim (m);
p – porozitatea stratului.
D_1 – este valabil pentru puţ în bazin.

(3) Pentru un şir de puţuri se utilizează diagrama din figura 2.10 unde pe baza raportului D_1/a se obţine D_{am}/a, D_{av}/a şi D_{lat}/a.

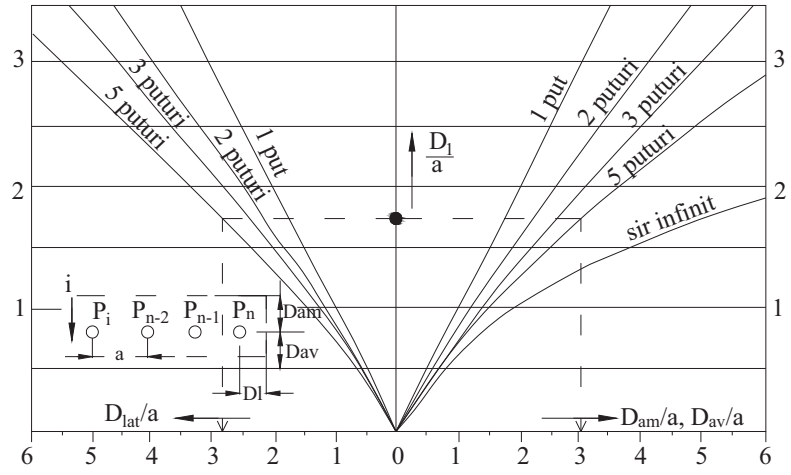


Figura 2.10. Grafic pentru calculul simplificat al distanţei de protecţie sanitară pentru puţuri.

(4) În situaţia în care rezultă:

D_{am}> 50 m, D_{av}> 20 m şi D_l> a/2 se adoptă:

D_{am} = 50 m, D_{av} = 20 m; D_l = d/2 şi se pune condiţia realizării obligatorii a dezinfecţiei apei captate.

(5) Zona (suprafaţa) perimetrului de regim sever se împrejmuieşte, se plantează cu iarbă şi accesul va fi restricţionat şi admis doar pentru personalul autorizat de operator. În această suprafaţă se interzice realizarea oricărei construcţii care nu are legătură cu captarea; în cazul supravegherii cu

personal se interzice evacuarea apelor uzate în strat (se va adopta soluţia de pompare a apelor în afara zonei).

(6) Pentru captările mai mari (peste 5 puţuri) este obligatorie determinarea perimetrului de regim sever cu ajutorul unui model matematic al acviferului. Cu această ocazie de estimează şi riscul de impurificare al apei subterane.

(7) Zona de restricţie

a) Este suprafaţa delimitată de perimetrul de la limita căruia apa curge până la captare în 50 zile.

b) Sunt interzise activităţi care pot conduce la poluarea apei din strat; amplasarea de construcţii şi/sau desfăşurarea unor activităţi se face numai cu avizul organelor sanitare. Exploatarea suprafeţelor de proprietati private vor fi rezolvate conform prevederilor legislative.

(8) În cazul puţurilor din strate de adâncime la care tavanul este format din roci relativ puţin permeabile şi cu o grosime mai mare de 60 - 70 m zona de protecţie de regim sever se poate realiza independent la fiecare puţ. Suprafaţa protejata va avea latura de min. 20 m. Dacă forajele de observaţie vor fi folosite şi pentru controlul calităţii apei atunci acestea vor avea protecţia sanitară asigurată.

(9) Zona de restricţie se va marca cu borne şi elemente de identificare/avertizare.

2.1.3.7 Sistemul de colectare a apei din puţuri

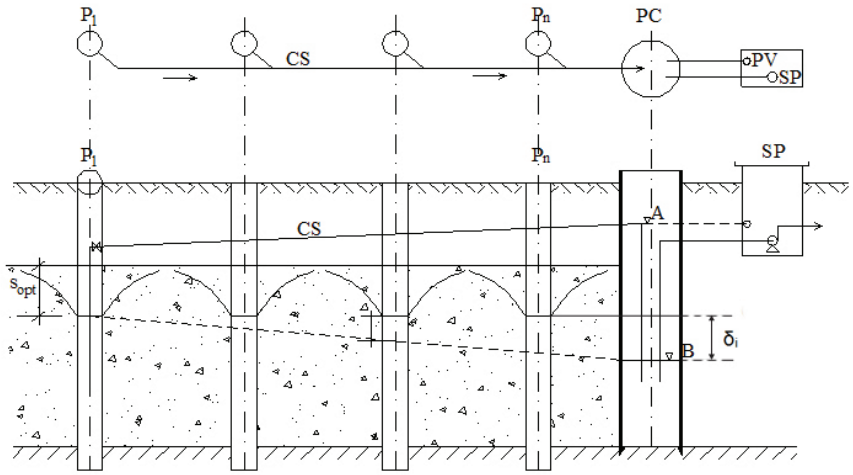
Se vor lua în consideraţie două sisteme:

a) Sistemul de colectare prin sifonare.

b) Sistemul de colectare prin pompare.

c) Sistem de colectare prin sifonare

În figura 2.11 se prezintă schema sistemului de colectare prin sifonare şi elementele componente.Sistemul va fi adoptat numai în condiţii speciale, justificate.



P_1, P_n – puţuri forate
CS – colector sifonare
PC – puţ colector
PV – pompă vid
SP – staţie pompare
δ_i – pierderea de sarcină între puţ şi colector; va fi controlată cu vana din puţ

Figura 2.11. Schema sistemului de colectare prin sifonare.

(1) Colectarea apei se realizează prin sifonare între P_i şi un puţ colector PC; pentru siguranţă puţul colector se aşează la jumătatea captării.

(2) Dimensionarea sistemului hidraulic de sifonare:

a) viteze economice v = 0,5 - 0,8 m/s; recomandabil crescătoare către puţul colector;
b) pompa de vacuum: q_{aer} = 10% $Q_{apă}$; presiune 0,5 bari; se prevede o pompă în funcţiune şi una de rezervă;
c) panta constructivă a colectorului de sifonare: min. 1‰ ascendentă spre puţul colector;
d) diferenţa de cotă între punctul cel mai înalt al colectorului de sifonare (cota A) şi nivelul minim al apei în puţul colector (cota B): max. 5 m;
e) conductele de sifonare vor fi închise hidraulic în fiecare puţ şi puţul colector: imersarea minimă a capetelor conductelor va fi de 0,75 m.

(3) Condiţionări privind aplicarea soluţiei prin sifonare. Calitatea apei extrase din foraje.

a) Va trebui să existe asigurarea că apa nu conţine compuşi dizolvaţi care datorită presiunii de vacuum pot să-şi schimbe starea şi să producă depuneri pe conductă (ex. apă cu Fe: $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$).

b) Lungimea maximă a colectorului de sifonare nu va depăşi 500,0 m;

c) Configuraţia terenului: terenul va trebui să ofere posibilitatea să se realizeze:

1. pozarea colectorului de sifonare cu pantă ascendentă către puţul colector;
2. să se poată asigura acoperirea peste generatoarea superioară cu min. $h_{îngheţ}$;
3. adâncimile de pozare max. 4,0 m.

NOTĂ: este esenţială realizarea unui sistem etanş; o singură neetanşeitate (ruptură, fisură) scoate din funcţiune toată conducta.

d) Sistemul de colectare prin pompare

(1) Schema cuprinde:

a) echiparea fiecărui puţ cu pompe individuale (submersibile cu ax vertical);
b) construcţia unui sistem de conducte de legătură (tip conducte sub presiune prin pompare) între puţuri.

(2) În figura 2.12 este prezentată o schemă pentru sistemul de colectare prin pompare în rezervor tampon aşezat pe amplasament şi repomparea apei. Dacă se justifică pomparea poate fi făcută direct în rezervor.

(3) Rezolvările care se cer:

a) dimensionarea conductelor de legătură între puţuri şi rezervor;
b) alegerea electropompelor pentru echiparea fiecărui puţ.

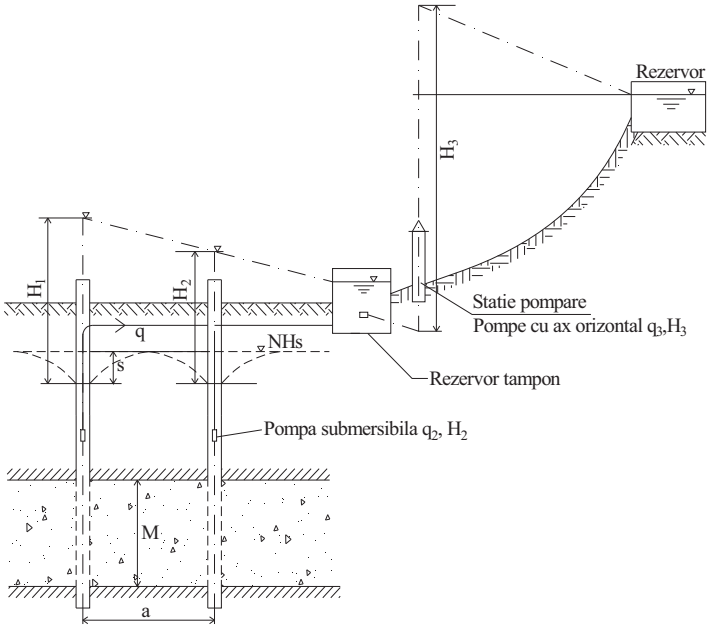


Figura 2.12. Schema sistemului de colectare prin pompare.

(4) Dimensionarea conductelor. Se va asigura dimensionarea pe principiul: cheltuieli anuale minime din investiţii şi exploatare.

Etapele vor fi:

a) o predimensionare hidraulică pe baza cunoaşterii debitelor şi vitezelor economice; v_{ec} = 0,8 - 1,2 m/s (diametre mici, viteze mici);
b) alegerea electropompelor pe baza debitelor şi înălţimile de pompare pentru schema adoptată în predimensionare;
c) stabilirea punctului de funcţionare pentru fiecare electropompă care echipează puţurile; punctul de funcţionare este reprezentat de intersecţia între curbele q = f(H) pentru pompă şi q = f(h_r) pentru sistemul de conducte de refulare.

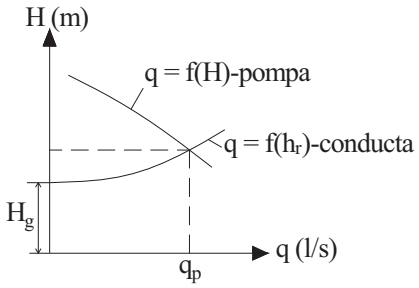


Figura 2.13. Determinarea punctului de funcţionare pentru o electropompă.

(5) Punctul de funcţionare va trebui să pună în evidenţă:
a) valoarea q_p – debitul pompat; această valoare va trebui să nu depăşească debitul maxim al puţului P_i;
b) poziţia punctului de funcţionare va trebui să indice:
1. un randament min. de 75% al electropompei pentru debite unitare ≥ 15 l/s pompă;
2. pentru debite reduse se vor adopta soluţiile care să conducă la cheltuieli minime din investiţii şi exploatare.

(6) În situaţia în care cele 2 condiţii anterioare nu sunt realizate:
− se urmăreşte schimbarea curbei $q = f(h_r)$ prin modificarea unor diametre;
− se elaborează soluţii pentru îndeplinirea condiţiilor: alt tip de pompă; pentru pompele cu debite ≥ 20 l/s se va analiza şi soluţia cu folosirea pompelor cu turaţie variabilă.

2.1.3.8 Alte prevederi

(1) Pentru captări importante (peste 50 l/s) se va face un calcul de optimizare a alcătuirii captării prin:
a) alegerea diametrului forajului q = f(s,d);
b) alegerea distanţei dintre puţuri a = f(q,s);
c) alegerea sistemului de colectare a apei din puţuri.

(2) Se impune dotarea sistemului cu:
a) electrovane de reglaj-limitare debit prelevat din foraje;
b) sisteme automate pentru asigurarea funcţionării electropompelor;
c) sisteme de măsură on-line: debite, presiuni, parametrii foraj, parametrii energetici, stare de funcţionare.

(3) Echipamentele vor fi amplasate în căminul/cabina puţului; toate datele vor fi transmise la un dispecer zonal care va urmări permanent operarea captării.

(4) La fiecare km din lungimea frontului de captare va fi prevăzută o linie de foraje de observaţie (minim 2 amonte şi una aval).

2.1.4 Proiectarea captării cu dren

2.1.4.1 Aplicare

Soluţia de captare cu dren (captare orizontală) se aplică în situaţiile:
a) baza (talpa) stratului acvifer se află la adâncimi ≤ 10,0 m;
b) stratul freatic, grosime 4 - 5 m, permeabilitate bună k > 50 m/zi;
c) elemente favorabile pentru configuraţia curgerii stratului subteran astfel încât acesta să poată fi interceptat după o direcţie determinată printr-un dren;
d) drenul se va executa ca dren perfect, aşezat pe talpa stratului.

2.1.4.2 Studii necesare

Sunt identice celor de la captări cu puţuri (cap. 2) cu precizările: forajele de studiu vor fi foraje de explorare; acestea se vor amplasa după direcţia normală la direcţia de curgere a apei subterane la max. 500 m; forajele de explorare se vor definitiva ca foraje de observaţie pentru viitoarea captare.

2.1.4.3 Stabilirea elementelor drenului

Lungimea drenului se determinacu expresia 2.16:

$$L = 1{,}2 \cdot \frac{Q_{IC}}{\sum H_i \cdot k_i \cdot i_i} (\text{m}) \qquad (2.16)$$

1,2 – coeficient de siguranţă care ţine seama de aproximările unor elemente din studii;
Q_{IC} – debitul de calcul (m^3/zi);
H_i – grosimile minime ale stratului acvifer pe sectoare având caracteristici hidrogeologice apropiate;
k_i – coeficient de permeabilitate mediu corespunzător sectorului i (m/zi);
i_i – panta hidraulică a stratului acvifer conform studiilor.
În figura 2.14 sunt indicate elementele componente ale unei captări cu dren.

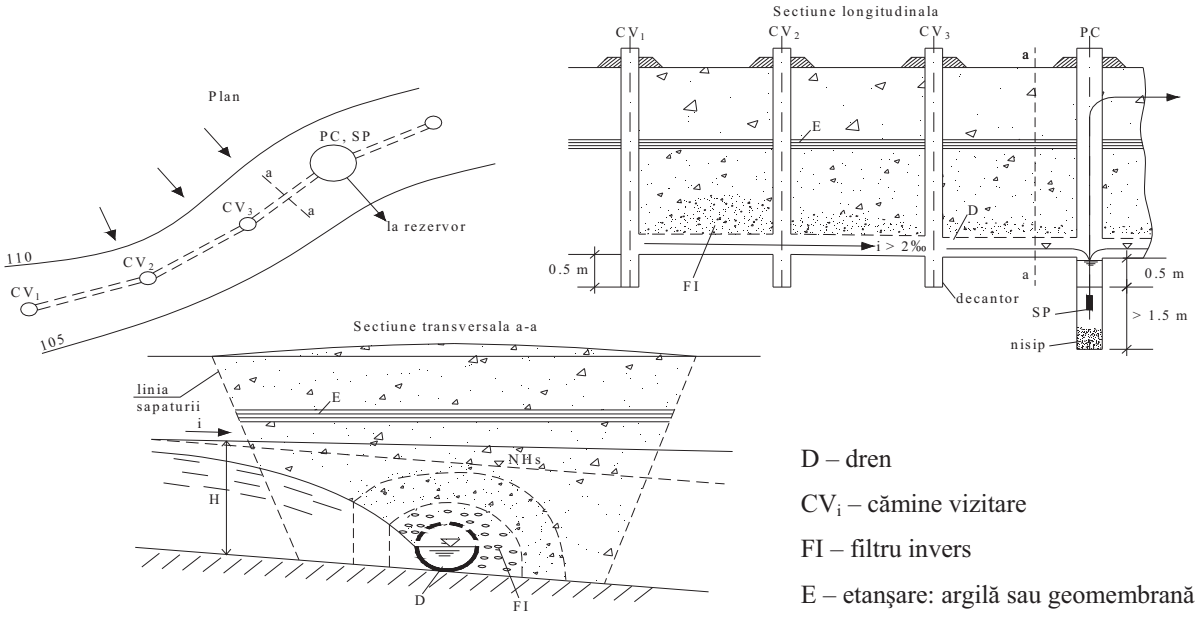


Figura 2.14. Elementele componente ale unei captări cu dren.

2.1.4.4 Stabilirea secţiunilor drenului

(1) Se consideră că:
a) secţiunea drenului funcţionează cu grad de umplere a = h/D ≤ 0,5;
b) fiecare tronson de dren se dimensionează la debitul din secţiunea aval:

$$q^{i\text{-}k}{}_{calcul} = q^{i}{}_{am} + q_{sp} \cdot l_{i\text{-}k} \qquad (\text{l/s}) \qquad (2.17)$$

unde:
$q^{i}{}_{am}$ – debitul influent în capătul amonte al tronsonului;
q_{sp} – debit specific pe metru liniar de lungime a tronsonului;

c) panta minimă constructivă a tubului de dren va fi 2 ‰;
d) diametrul minim al tronsoanelor de dren Dn ≥ 20 cm.

(2) Tuburile de drenaj vor fi prevăzute cu orificii pe suprafaţa laterală de deasupra diametrului orizontal astfel:

a) procentul orificiilor: 3 - 4% din suprafaţa laterală de deasupra diametrului orizontal;
b) diametrul orificiilor: $d_{or} \geq 1{,}5\ d_g$; d_g – diametrul granulelor primului strat de filtru de pietriş al filtrului invers care îmbracă tubul drenului.
c) tubul drenului va fi realizat astfel încât să fie în concordanţă cu agresivitatea mediului (apă+sol), calitatea apei şi presiunea rocii.

(3) În cazuri justificate drenul poate fi realizat cu secţiune vizitabilă.

2.1.4.5 Filtrul invers

(1) Filtrul din jurul tuburilor de drenaj va lua în consideraţie:

a) min. 3 straturi fiecare de pietriş mărgăritar de 10 cm grosime;
b) stratul exterior $d_{g\ ext} \geq 3\ d_{40}$ al stratului acvifer;
c) stratul median $d_{g\ m} = 3\ d_{g\ ext}$;
d) stratul de contact cu tubul de drenaj $d_{gcd} = 3\ d_{gm}$.

- prin d_g se înţelege diametrul $d_{10.}$

(2) Realizarea filtrului din jurul drenului se va face din material granular (pietrişuri sortate şi spălate); principalele condiţionări sunt:

a) domeniul diametrelor granulelor se va adopta respectând principiile: coeficient de uniformitate $c_u = d_{60}/d_{10} \leq 1{,}4$; procentele de parte fină ($d < d_{min}$) şi fracţiune mare ($d > d_{max}$) nu vor depăşi 5% din total;
b) materialul va fi spălat şi sortat corespunzător.
c) stratele se vor amplasa folosind cofraje mobile

2.1.4.6 Evitarea infiltraţiilor în dren de la suprafaţă prin zona de umplutură

Se va amenaja la 50 cm deasupra stratului de apă în regim natural cu un sistem etanş format din geomembrană şi/sau strat de argilă de min. 30 cm grosime.

2.1.4.7 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.

Condiţionările sunt impuse de:

a) rezistenţa la solicitările date de împingerea pământului;
b) compatibilităţile sanitare la calitatea apei;
c) rezistenţa la acţiunea agresivă a apei şi a solului.
d) imbinarea cu mufă sau manşon de trecut pe tub este recomandabilă.

(2) Cămine de vizitare

a) Se prevăd în aliniament la max. 60 m şi la toate schimbările de direcţie în plan orizontal şi vertical.

b) La fiecare cămin se va prevedea:

1. un depozit de 50 cm adâncime pentru reţinerea nisipului fin;

2. o supraînălţare de 50 cm peste cota terenului amenajat; aceasta va fi închisă cu capac şi va fi prevăzută cu gură de aerisire

c) Căminele vor fi prevăzute cu scări pentru accesul personalului de exploatare.

(3) Puţul colector

a) Se amenajează la jumătatea lungimii drenului sau în punctul de intersecţie a 2 ramuri de dren.

b) Diametrul puţului colector rezultă din:

1. acumularea unui volum sub cota radierului drenurilor influente format din:
   a) volum de acumulare nisip min. 100 cm din înălţime;
   b) volum de aspiraţie electropompe:

$$V_{AP} = Q_{captat} \cdot T_u \quad (m^3) \tag{2.18}$$

T_u = 1 - 10 minute

2. volum de închidere hidraulică conducte aspiraţie min. 30 cm din înălţime.

c) Se adoptă o adâncime de min. 1,5 - 2,0 m şi rezultă diametrul puţului colector. Proiectantul poate decide amenajarea staţiei de pompare în interiorul puţului colector pe baza analizei următorilor factori:

1. calitatea apei captate; în situaţiile în care apa este potabilă SP se prevede într-o construcţie independentă în exteriorul PC;
2. dacă apa captată urmează să fie tratată: SP se poate amenaja în interiorul PC; se interzice dezinfectarea apei în puţul colector.

(4) Foraje de observaţie

La captările importante, în lungul drenului, pe fiecare kilometru se va realiza un sistem de foraje de observaţie organizate în profile de 3 foraje (2 în amonte şi unul în aval).

2.1.4.8 Zona de protecţie sanitară

(1) Zona de protecţie sanitară va respecta elementele de la captarea cu puţuri. Diferenţa este legată de continuitatea zonei în jurul captării.

(2) Distanţa dintre dren şi zona de protecţie se determină expeditiv cu relaţia 2.19 pentru panta mică (i < 0,003) a stratului acvifer astfel:

$$D_{am} = \frac{k}{q}\left[\left(\frac{3q^2T}{4pk} + h_0^3\right)^{2/3} - h_0^2\right] \text{(m)} \tag{2.19}$$

D – distanţa amonte (m);

k – coeficient de permeabilitate Darcy (m/zi);

T – durata minimă de curgere 20 zile;

p – coeficient de porozitate al stratului (0,1 … 0,3);

h_o – înălţimea stratului de apă denivelat măsurată la limita filtrului invers, figura 2.15.

q – debitul specific al drenului q = Q/(H · k · i), (m^3/zi).

(3) Distanţa aval va avea cel puţin 10 m.

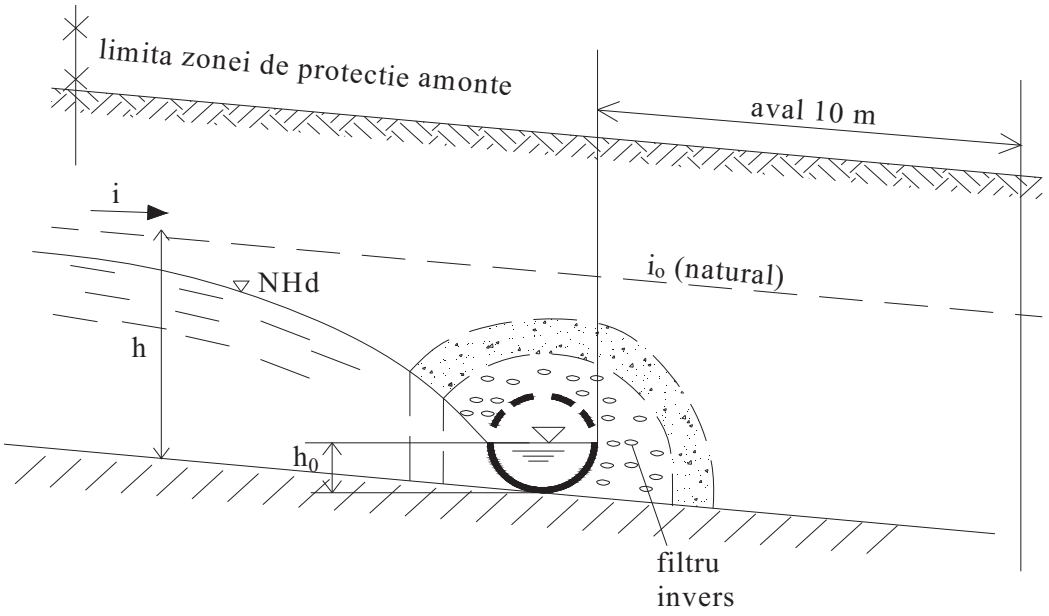


Figura 2.15. Schema de calcul a distanţei de protecţie sanitară amonte.

(4) Pentru strate acvifere de coastă (panta mare i > 1%) distanţa amonte se calculează cu relaţia 2.20:

$$D_{am} = \frac{k \cdot i \cdot T}{p} \text{(m)} \qquad (2.20)$$

Termenii au semnificaţia de la relaţia 2.19.

(5) Distanţa aval va avea cel puţin 10 m.

(6) Pentru strate acvifere cu panta 0,003 < i > 0,01 distanţa amonte se determină cu relaţia 2.21:

$$D = \frac{H}{i} \cdot \left(\eta_0 - \eta_1 + ln\ \frac{1-\eta_0}{1-\eta_1}\right) \text{(m)} \qquad (2.21)$$

H – grosimea stratului de apă (m);

i – panta piezometrică a stratului acvifer;

$\eta_0 = h_0/H$; h_0 – grosimea stratului de apă la limita filtrului invers; se calculează din curba de infiltraţie, la distanţa egală cu jumătate din lăţimea gropii la nivelul filtrului invers.

$\eta_1 = h_1/H$; h_1 – grosimea stratului de apă la limita zonei de protecţie sanitară; se calculează prin aproximaţii succesive cu ajutorul graficului din figura 2.16; se calculează η; se calculează $\frac{T \cdot k \cdot i}{p \cdot H}$; coordonata dată de cele 2 valori (η_0 şi $\frac{T \cdot k \cdot i}{p \cdot H}$); cu relaţia 2.21 se calculează D.

Distanţa de protecţie în aval şi lateral se adoptă de minim 20 m.

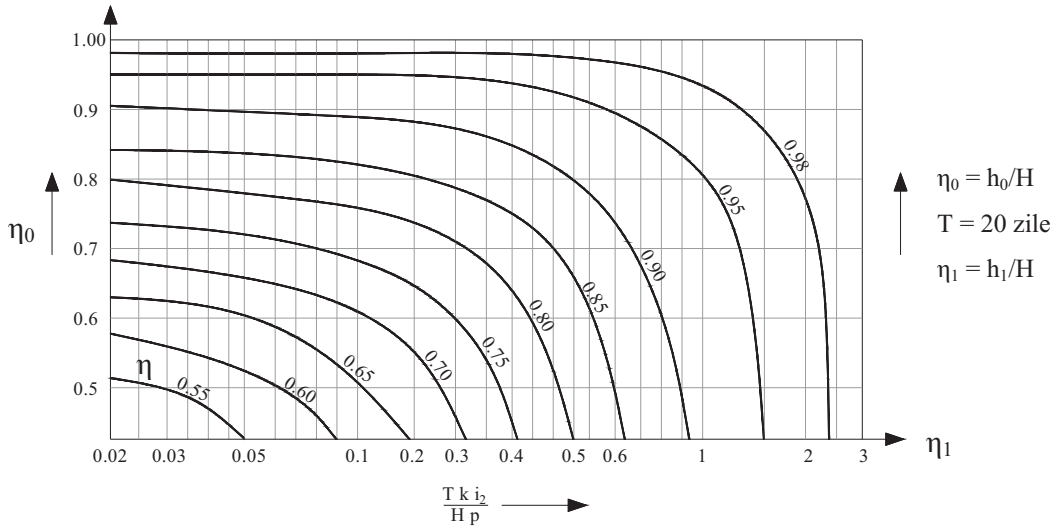


Figura 2.16. Grafic pentru calculul simplificat al distanţei de protecţie sanitară pentru dren.

(7) Pentru captări importante mărimea perimetrului se determină prin interpretarea rezultatelor obţinute pe un model matematic al stratului. Se verifică periodic cu ajutorul datelor din forajele de observaţie.

2.1.5 Captarea izvoarelor

(1) Izvoarele sunt definite ca surse subterane care se formează în condiţii hidrogeologice favorabile.

(2) Sunt puse în evidenţă:

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

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

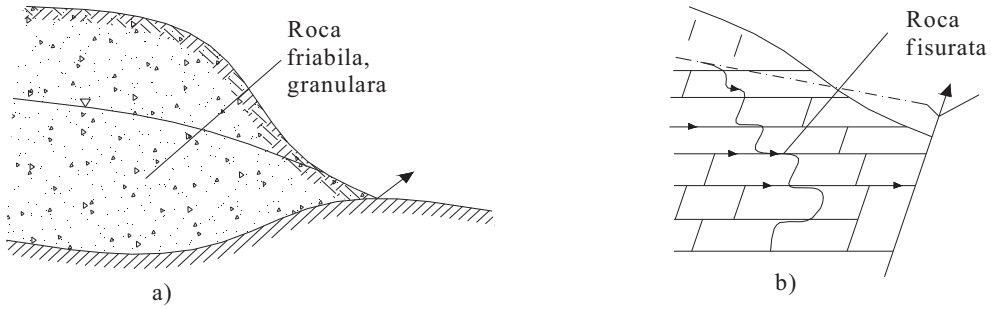


Figura 2.17. Captare de izvor
a) izvor descendent (de coastă), b) izvor ascendent.

2.1.5.1 Studii necesare pentru captarea izvoarelor

- *Calitatea apei şi variaţia debitului*

(1) Adoptarea deciziei de captare a unui izvor se va realiza pe baza studiilor privind variaţia debitului şi calităţii acestuia în corelaţie cu factorii naturali de influenţă.

(2) Urmărirea debitului izvorului prin măsurători „in situ" se va realiza pe o perioadă de min. 1 an, datele fiind completate cu informaţii obţinute de la factorii locali pe o perioadă de min. 10 ani.

(3) Se defineşte indicele de debit:

$$I = \frac{Q_{max}}{Q_{min}} \tag{2.22}$$

(4) Sunt 3 situaţii:

a) I < 10 – se recomandă captarea;
b) 10 < I < 20 – soluţia captării izvorului se compara tehnico-economic cu soluţia din alte surse, decizia fiind adoptată pe costuri de operare şi investiţii minime;
c) I > 20 – nu se recomandă captarea.

(5) Calitatea apei izvorului se va urmări prin probe recoltate curent (1 probă săptămânal) şi în perioadele evenimentelor meteorologice (ploi, topirea zăpezilor).

(6) Analizele de calitatea apei izvorului vor pune în evidenţă: t^{o}C, culoare, turbiditate, gust, conductivitate, reziduu fix, substanţe organice, analize bacteriologice şi biologice.

(7) Analizele de calitate apă şi urmărirea variaţiei debitului izvorului vor pune în evidenţă bazinul hidrogeologic de alimentare al acestuia. Studiile vor trebui să inventarieze/analizeze toate sursele posibile de poluare din bazinul hidrogeologic aferent izvorului.

(8) Elementele care sunt luate în calcul pentru captarea unui izvor:

a) debitul minim care asigură cerinţa de apă solicitată;
b) calitatea apei corespunde cerinţei sau poate fi corectată cu tehnologii existente fără costuri exagerate;
c) să se poate asigura protecţia sanitară.

2.1.5.2 Condiţionări privind captarea izvoarelor

a) Se captează integral debitul izvorului; surplusul de debit peste cerinţa solicitată se descarcă prin prea-plin controlat;
b) Captarea în secţiune reală de debuşare din complexul geologic;
c) Se va menţine prin construcţia captării regimul natural de curgere;
d) Execuţia cu mijloace care să nu producă modificări în structura geologică a configuraţiei izvorului;
e) Eliminarea influenţelor exterioare care pot periclita existenţa izvorului (cariere, mine, construcţii drumuri, calea ferată).

2.1.5.3 Construcţia captărilor din izvoare

(1) Schema captării unui izvor de coastă este dată în figura 2.18.

(2) Captarea cuprinde:

a) bazin de deznisipare (1); se produce reţinerea particulelor antrenate din strat; volumul camerei se dimensionează la un timp de staţionare de 30 - 50”; compartimentul va fi prevăzut cu un prea-plin pentru descărcarea debitului neutilizat şi un prag pentru încărcarea camerei (2);
b) cameră de încărcare aducţiune (2); dimensiunile şi volumul acestui compartiment sunt determinate pe baza elementelor constructive pentru realizare construcţie şi elemente de calcul hidraulic pentru încărcare aducţiune, golire şi înălţime lamă deversoare;
c) cameră instalaţii hidraulice: vane închidere aducţiune, golire compartimente; dimensiunile sunt impuse de gabaritul instalaţiilor hidraulice.

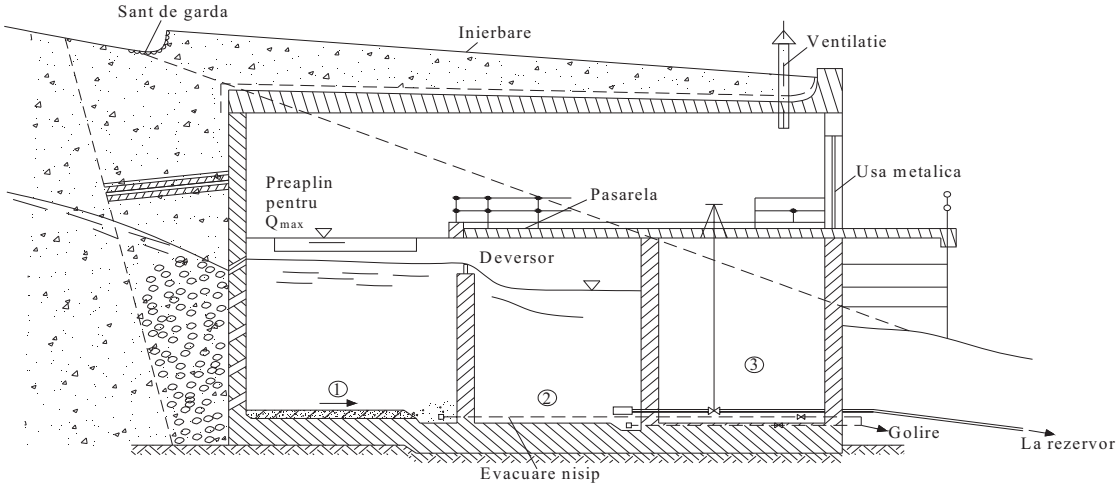


Figura 2.18. Captarea izvorului de coastă:
1.cameră de deznisipare; 2. cameră de încărcare; 3. cameră uscată.

(3) Pentru construcţia captării izvorului se va asigura filtru de pietriş sortat în amonte de peretele pentru prelevarea apei; min. 3 straturi de 10 cm grosime din pietriş sortat cu granulometrie descrescătoare spre stratul acvifer. În perete se vor monta barbacane prefabricate cu orificii mai mici decât mărimea maximă a granulelor filtrului.

(4) Se vor adopta măsuri constructive pentru evitarea infiltraţiilor în camera de captare prin execuţia unei hidroizolaţii exterioare a suprafeţei construcţiei.

2.1.6 Tipuri speciale de captări din apă subterană

2.1.6.1 Captări din strate acvifere cu apă infiltrată prin mal

(1) Sunt recomandate în următoarele condiţii:

a) albii majore dezvoltate pe zone aluvionare întinse şi cu grosimi mari;
b) variaţii mari de nivele ale râului în zonă;
c) calitatea apei râului relativ stabilă sau cu variaţii mici de conţinut în suspensii.

(2) Proiectarea acestui tip de captare urmează procedura stratelor acvifere cu nivel liber în soluţia puţuri forate sau drenuri.

(3) Adoptarea unei soluţii de captare din strate acvifere cu apă infiltrată prin mal va avea la bază:
a) studii hidrogeologice definitive derulate pe o perioadă de min. 1 an astfel încât să cuprindă integral relaţia râu-strat;
b) studiul colmatării zonei de infiltraţie;
c) studii hidrochimice privind modificările calitative ale apei râului prin infiltraţia în strat.

(4) Decizia se va adopta pe baza unei analize tehnico-economice care va lua în consideraţie:
a) costurile de investiţie pentru realizarea captării inclusiv amenajările conexe: amenajare zonă de infiltraţie, dig de protecţie;
b) costurile de investiţie privind tratarea apei captate;
c) costurile de operare.

(5) Soluţia se va compara cu: altă sursă, altă opţiune, costul apei furnizate.

(6) În general la captări de acest tip apar fenomene:
a) reducere a debitului captării în perioade scurte (2 - 3 ani);
b) modificarea calităţii apei captate.

(7) Calculele complexe şi studiile nu pot stabili cu precizie aceste modificări şi o serie de nedeterminări rămân; urmărirea şi monitorizarea permanentă a captării trebuie realizată.

2.1.6.2 Îmbogăţirea stratelor de apă subterană

(1) Soluţia se impune în situaţii favorabile de strate acvifere amplasate în apropierea surselor de suprafaţă unde se urmăreşte:
a) folosirea completă a instalaţiei unei captări existente;
b) crearea unei rezerve de apă subterană;
c) îmbunătăţirea matricei de calitate a apei prin staţionarea/curgerea în subteran perioade mari de timp (≈ 100 zile).

(2) Sunt necesare studii şi instalaţii corespunzătoare pentru tratarea apei de suprafaţă care se va infiltra.

2.2 Captarea apei din surse de suprafaţă

2.2.1 Tipuri de captări şi domeniul de aplicare

Captările din râuri, lacuri sau alte surse de suprafaţă se realizează în cazul când alte surse de apă în zonă nu pot asigura cerinţa de apă pentru un utilizator calitativ şi/sau cantitativ.

2.2.1.1 Clasificare: tipuri de captări

a) Captare în albie: crib şi staţie de pompare în mal; aplicare – când adâncimea minimă necesară se realizează în albie.
b) Captare în mal: cu staţie de pompare încorporată sau independentă; aplicare – când există adâncimea minimă la malul concav al apei; debite mari.
c) Captări plutitoare: aplicare – fluvii cu variaţii mari de nivel.
d) Captări din lacuri naturale şi/sau artificiale.
e) Captare cu baraj de derivaţie – se aplică când adâncimea apei este redusă.
f) Captări în condiţii speciale (dren în mal, şi/sau sub albie) – se aplică când malurile albiei şi/sau patul sunt formate din aluviuni permeabile.

2.2.1.2 Alegerea amplasamentului captării. Criterii

a) Captarea se amplasează amonte de localitate (utilizator);
b) b. Captarea se amplasează în zona stabilă a albiei, neinundabilă, pe acelaşi mal cu localitatea, în zone de aliniament sau a malului concav al sectorului de râu;
c) c. Zonă accesibilă, apropiată de căile de comunicaţie şi de sursele de energie;
d) Poziţia captării trebuie să fie încadrată în planul general de gospodărire cantitativă şi calitativă a sectorului de râu.
e) Amplasamentul captării trebuie să permită relizarea condiţiilor pentru:
   1. prelevarea apei cu turbiditate minimă, pierderi de sarcină hidraulică minime;
   2. evitarea antrenării aluviunilor în priză;
   3. lucrări de apărări de maluri şi îndiguiri de mică amploare.
   4. asigurarea condiţiilor pentru realizarea zonelor de protecţie sanitară.
f) Terenul de fundare trebuie să fie corespunzător pentru amplasarea unei construcţii hidrotehnice, ca stabilitate şi capacitate portantă.
g) Se recomandă ca albia să fie stabilă sau să se poată stabiliza cu lucrări de regularizare în zona prizei pe distanţele:
   1. în amonte $L_1 = (4 \dots 5) \cdot B$ pentru sectoarele rectilinii şi $L_2 = (6 \dots 7) \cdot B$ pentru sectoarele curbe;
   2. în aval $L_1 = (4 \dots 5) \cdot B$ pentru sectoarele rectilinii şi $L_2 = (10 \dots 14) \cdot B$ pentru sectoarele curbe.

în care:

B – lăţimea albiei minore stabile la nivelul minim cu asigurarea de calcul pentru captare.

h) Prizele de apă din lacuri se amplasează la adâncimi cel puţin egale cu de 3 ori înălţimea valului .

La alegerea amplasamentului captării din lac se va ţine seama de următoarele:

a) rezultatele studiilor asupra calităţii apei din lac şi evoluţia sa în timp;
b) evitarea zonelor de instabilitate a fundului şi malurilor lacului;
c) evitarea zonelor în care vânturile dominante pot antrena plutitori, alge, gheaţă şi zai, sau antrenează apa cu caracteristici defavorabile calitativ;
d) amplasarea captărilor de apă este interzisă la coada lacului de acumulare, unde se depun cele mai multe aluviuni;
e) corelarea lucrărilor de captare cu situaţiile care apar în perioadele de curăţire a lacului.

2.2.1.3 Alegerea tipului de captare. Criterii

(1) Alegerea tipului de captare se va face în funcţie de:

a) tipul sursei (curs de apă, lac);
b) coordonarea cu schemele de gospodărire a apelor din bazinul hidrografic respectiv;
c) cantitatea de apă necesară folosinţei: mărimea debitului mediu zilnic, maxim zilnic, anual;
d) condiţiile de calitate a apei preluate prin priză;
e) gradul de asigurare a captării pentru debitele şi nivelele maxime şi minime;
f) condiţiile specifice locale ale amplasamentului: topografice, geotehnice, hidrogeologice şi hidrologice.

(2) La captările din cursurile de apă, tipul de captare se alege în funcţie de următorii factori:

a) α – coeficientul de captare, determinat cu relaţia:

$$\alpha = \frac{Q_c}{Q_{min}} \tag{2.23}$$

în care:

Q_c – debitul de calcul care urmează a fi captat;

Q_{min} – debitul minim afluent pe râu în amplasamentul prizei de apă, la gradul de asigurare a folosinţei deservite; în cazul în care se captează debite pentru mai multe folosinţe, Q_{min}se stabileşte ţinând seama de gradul de asigurare şi procentul de debit captat pentru

fiecare folosinţă în parte adoptând asigurarea cea mai defavorabilă; obligatoriu se va ţine seama de debitul ecologic de pe râu.

b) adâncimea de apă minimă din râu, în faţa prizei H_{min} corespunzătoare lui Q_{min};
c) necesităţile de autospălare a aluviunilor din faţa prizei.

(3) Captările în curent liber se recomandă să fie utilizate în cazurile în care:

$$\alpha \leq 0{,}25 \; şi \; H_{min} \geq H_{nec} \qquad (2.24)$$

(4) Captările în mal se recomandă să se folosească dacă adâncimea de apă H_{min} lângă malul râului respectă condiţia:

$$H_{min} \geq H_{nec} = H_p + H_f + H_a \qquad (2.25)$$

în care:

H_p – înălţimea pragului ferestrei faţă de fundul râului, având valoarea minimă de 0,3 ... 0,75 m, în funcţie de înălţimea stratului de aluviuni posibil de a fi târâte în priză;

H_f – înălţimea ferestrei pentru captarea debitului Q_c;

H_a – acoperirea cu apă a ferestrei, necesară pentru captarea apei fără plutitori şi/sau particule solide; se adoptă valoarea cea mai mare dintre valorile rezultate din aplicarea relaţiilor următoare:

$$H_a = h_v + h_{g2} \qquad (2.26)$$

$$H_a = h_{g1} + h_{g2} \qquad (2.27)$$

în care:

h_v – este jumătate din înălţimea totală a valului;

h_{g1} – grosimea maximă a gheţii;

h_{g2} – garda minimă până la oglinda apei (min. 0,5 m).

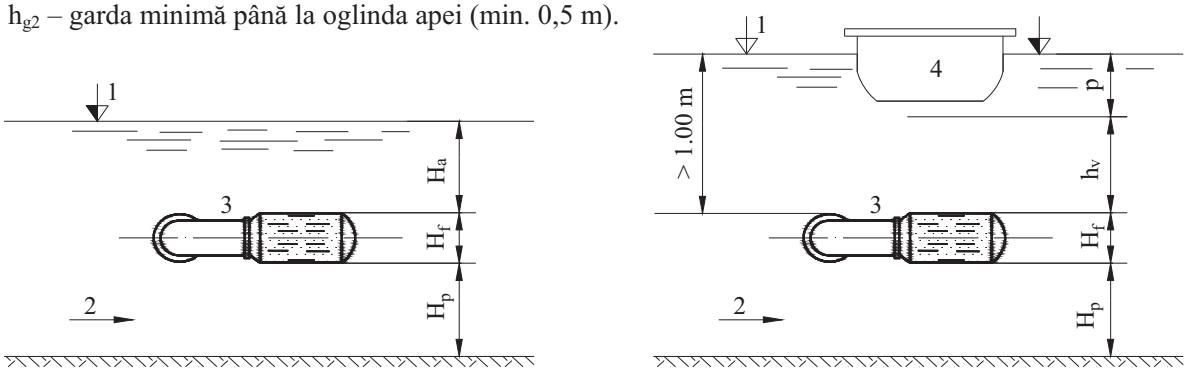


Figura 2.19. Poziţia prizei în adâncime.
a. la râuri fără navigaţie; b. râuri navigabile; 1. nivelul minim asigurat;
2. sensul curentului; 3. priza de apă (sorb); 4. plutitor.

(5) Captările cu crib se prevăd dacă adâncimea de apă H_{min} în zona talvegului respectă condiţia:

$$H_{min} \geq H_p + H_f + H_a \qquad (2.28)$$

în care:

H_p – înălţimea de la fundul râului până la limita inferioară de intrare a apei în grătar;

H_f – înălţimea ferestrei cribului (la grătare verticale);

H_a – acoperirea cu apă necesară deasupra ferestrei care se determină astfel:

a) în cazul râurilor fără navigaţie, cea mai mare dintre valorile rezultate din aplicarea relaţiilor:

$$H_a = h_{g1} + h_{vt} + h_{g2} \qquad (2.29)$$

$$H_a = h_v + h_{g1} + h_{g2} \qquad (2.30)$$

b) în cazul râurilor navigabile, cea mai mare dintre valorile rezultate din aplicarea relaţiilor:

$$H_a = h_{g1} + h_{vt} + h_{g2} \quad (2.31)$$
$$H_a = h_v + h_{gt} + h_{g2} \quad (2.32)$$
$$H_a = p + h_v + h_{g2} \quad (2.33)$$

în care:
$h_{v,}$ h_{g1}, h_{g2} – idem § 2.2.1.3 d;
h_{vt} – acoperirea cu apă necesară evitării vortexului;
p – pescajul maxim al navelor care circulă în zonă.

(6) Captările cu staţii de pompare plutitoare se recomandă în cazurile când adâncimea minimă permite soluţia de plutire a prizei (în general pe fluvii şi râuri cu variaţii mari de nivel şi în lacuri); se consideră că variaţia nivelului apei este mare dacă diferenţele sunt peste 3 – 4 m. Condiţia ca să se poată adopta captarea cu staţie de pompare plutitoare este ca $H_{min} > H_{nec}$.

$$H_{min} \geq H_{nec} = max \begin{cases} H_{nec} = h_{g1} + h_{vt} + h_s + h_{g2} \\ H_{nec} = h_v + h_{vt} + h_s + h_{g2} \\ H_{nec} = h_{gn} + p \end{cases} \quad (2.34)$$

unde:
$h_{v,}$ h_{g1}, $h_{g2,}$ $h_{vt,}$ p – idem § 2.2.1.3. d şi e.
h_s – distanţa minimă a sorbului faţă de fundul râului;
h_{gn} – pescajul ambarcaţiunii staţiei de pompare plutitoare;

(7) În cazul captărilor de apă din lac, tipul de captare se alege în funcţie de următorii factori:
a) tipul lacului: natural sau artificial;
b) tipul barajului (în cazul lacurilor artificiale);
c) limitele maxime şi minime de variaţie a nivelului apei din lac;
d) evoluţia nivelului fundului lacului, în zona captării în timp;
e) variaţia calităţii apei în lac, atât pe verticală cât şi în funcţie de distanţa de la ţărm şi în timp;
f) posibilităţile de etapizare a execuţiei captării în corelaţie cu alte utilizări ale apei lacului;
g) siguranţa şi uşurinţa în exploatare.

2.2.2 Studii necesare pentru elaborarea proiectului captării

(1) Elaborarea proiectelor pentru captări de apă de suprafaţă, vor fi precedate de următoarele investigaţii, studii şi cercetări de laborator:
a) studii topografice;
b) studii geomorfologice;
c) studii geologice şi geotehnice;
d) studii hidrologice;
e) studii climatologice şi meteorologice;
f) studii hidrochimice şi de tratabilitate;
g) studii de impact şi de siguranţă (risc).

(2) Pentru captările de apă din lacuri trebuie întocmite studii suplimentare asupra:
a) stării de eutrofizare a lacului; evaluarea riscului de înrăutăţire a calităţii apei;
b) influenţa acţiunii vântului, valurilor şi curenţilor de apă din lac asupra viitoarei captări;
c) regimului de exploatare a apei din lac în cazul folosinţelor multiple.

2.2.2.1 Studiul topografic

Studiul topografic trebuie să conţină:

a) planuri de situaţie (la scări convenabile 1:10.000 ... 1:5.000; de ansamblu şi de detaliu), pe care să fie amplasată sursa de apă de suprafaţă luată în considerare;
b) precizarea limitei de inundabilitate, corespunzătoare nivelului maxim istoric al apei, pe ambele maluri, precum şi cu diferite asigurări de calcul, conform standardelor în vigoare;
c) profile transversale prin albia râului, lacului;
d) profile topografice în lungul cursului de apă prin talvegul râului şi în lungul malurilor;
e) cote exacte, la nivelul oglinzii apei, măsurate instantaneu, în amonte şi aval de captare, pentru calculul pantei naturale de curgere în zona de amenajare a captării de apă;
f) în cazul lacurilor de acumulare artificiale sau a celor naturale se fac periodic măsurători batimetrice, necesare la calculul volumului de apă înmagazinat la un moment dat în funcţie de nivelul apei în lac şi pentru stabilirea ritmului de colmatare;
g) limitele de proprietate, natura juridică a proprietăţii, zonele construite, perimetre degradate, indicarea balastierelor, a incintelor industriale, a depozitelor de reziduri, a tuturor surselor posibile de poluare.

2.2.2.2 Studiul geomorfologic

(1) Factorii geomorfologici sunt influenţaţi de curgerea apelor de şiroire de pe versanţi în râuri sau acumulări, evapotranspiraţia, condiţii de infiltrare a apei în subteran, fenomene de eroziune, material antrenat de torenţi.

(2) Studiul geomorfologic furnizează următoarele elemente:

a) pantele naturale ale terenului pe diferite sectoare de bazin;
b) sectoarele ocupate cu terase şi lunci, unde infiltraţia în subteran este mult favorizată;
c) influenţa condiţiilor geomorfologice asupra disponibilităţilor de captare a debitului necesar în diferite puncte;
d) sectoare optime de amplasare a unor captări cu barare, captări de mal sau alte tipuri de captare;
e) lucrări necesare pentru corectarea unor deficienţe.

2.2.2.3 Studiul geologic şi geotehnic

(1) Studiile geologice şi geotehnice se referă la:

a) constituţia litologică a bazinului hidrografic, precum şi gradul de tectonizare a acestor formaţiuni, care furnizează elemente privitoare la scurgerea de suprafaţă, eventuale pierderi de teren, gradul de mineralizare în timp a apelor râului/lacului;
b) stabilitatea malurilor lacului şi a amplasamentului lucrărilor auxiliare captării.
c) stratificaţia terenului în amplasament şi caracteristicile geotehnice ale fiecărui strat, atât în stare uscată cât şi umedă.

2.2.2.4 Studiul climatologic şi meteorologic

(1) Studiile furnizează următoarele date:

a) precipitaţii medii anuale, minime, maxime instantanee, şi modul de repartiţie al acestora în cursul anului;
b) volumele de apă furnizate sursei în cazul ploilor medii şi excepţionale;
c) umiditatea relativă lunară, anuală şi multianuală;
d) temperatura medie anuală şi variaţia temperaturilor în decursul anului;
e) regimul vânturilor din zonă;
f) regimul îngheţului.

2.2.2.5 Studiul hidrologic

(1) Studiul hidrologic ia în considerare atât regimul de scurgere natural, cât şi cel amenajat şi furnizează următoarele elemente:

a) dinamica albiei în zona captării cu referire la fenomenele de depunere şi eroziune, afuieri generale şi locale, limitele de inundabilitate;
b) debite medii anuale şi lunare (min. 3 ani) cu asigurările corespunzătoare;
c) debitul minim de calcul cu asigurarea cerută de obiectivul pentru care se face captarea;
d) debitul solid (târât şi în suspensie) şi corelaţia acestuia cu debitele lichide;
e) date privind temperatura apei şi variaţia ei în timp;
f) corelaţia dintre debitele şi nivelurile apei din râurile şi lacurile de acumulare;
g) încadrarea în planul de gospodărire a apelor pe bazin;
h) debite de servitute în aval.

2.2.2.6 Studiul hidrochimic şi de tratabilitate

(1) Studiile privind calitatea apei de suprafaţă se referă la:

a) încadrarea în categoria de râu conform NTPA 013/2002 şi asigurarea calităţii acesteia;
b) încadrarea în criteriile stabilite de NTPA 013/2002 pentru apa destinată potabilizării;
c) inventarierea surselor de poluare a râului ce ar putea induce substanţe periculoase pentru calitatea apei (ape uzate industriale, de canalizare, spălare suprafeţe, drumuri, depozite); vor fi indicate şi nivelele de îmbunătăţire a calităţii apei ca urmare a îmbunătăţirii epurării apei în amonte.
d) agresivitatea apei faţă de betoane şi metale;

(2) Studiile de tratabilitate a apei precizează:

a) procedeele tehnologice de tratare care trebuie analizate, în funcţie de caracteristicile fizice, chimice, biologice şi microbiologice ale apei de tratat în concordanţă cu categoria de folosinţă;
b) tipuri de reactivi necesari şi recomandaţi în procesul de tratare a apei;
c) dozele estimate de reactivi în corelaţie cu caracteristicile apei brute;
d) schemele tehnologice de principiu şi parametrii de proiectare tehnologică.

2.2.2.7 Studiul de impact şi studiul de siguranţă

(1) Impactul unei captări din surse de apă de suprafaţă asupra mediului este în general negativ. Pentru reducerea acestor efecte trebuie luate măsuri speciale pentru a se asigura limitele admise pentru protecţia mediului în sensul conservării condiţiilor naturale existente înainte de construcţia captării.

(2) Procedura de elaborare şi conţinutul cadru al studiilor de impact trebuie să fie conform actelor normative specifice, aplicabile, în vigoare.

(3) Studiul de siguranţă (risc) comportă trei etape:

(4) Etapa I: Analiza situaţiei existente. Se elaborează o documentaţie în care se analizează planurile de securitate actuale.

(5) Etapa a II –a: Studiu de securitate cu obiectivele principale:

a) identificarea riscurilor care pot afecta lucrarea şi cauzele lor;
b) evaluarea importanţei acestor situaţii de risc, caracterizate prin indicele de criticitate;
c) menţionarea şi definirea măsurilor corective.

(6) Etapa a III – a: Clasificarea riscurilor şi recomandări

(7) Aprecierile de risc se fac pentru situaţia actuală şi de viitor. Evaluarea factorilor de risc pentru sursa de apă se face atât din punct de vedere calitativ cât şi cantitativ, ambele fiind importante pentru funcţionarea sistemelor de alimentare cu apă.

2.2.3 Soluţiile tehnice pentru captări din râuri

2.2.3.1 Captare în albie: crib şi staţie de pompare în mal

(1) Se aplică atunci când adâncimea minimă necesară se realizează în albie (la debite minime pe râu înălţimea apei este mai mare de 1,20 m).

(2) Elementele componente ale captării sunt date în figura 2.20

.

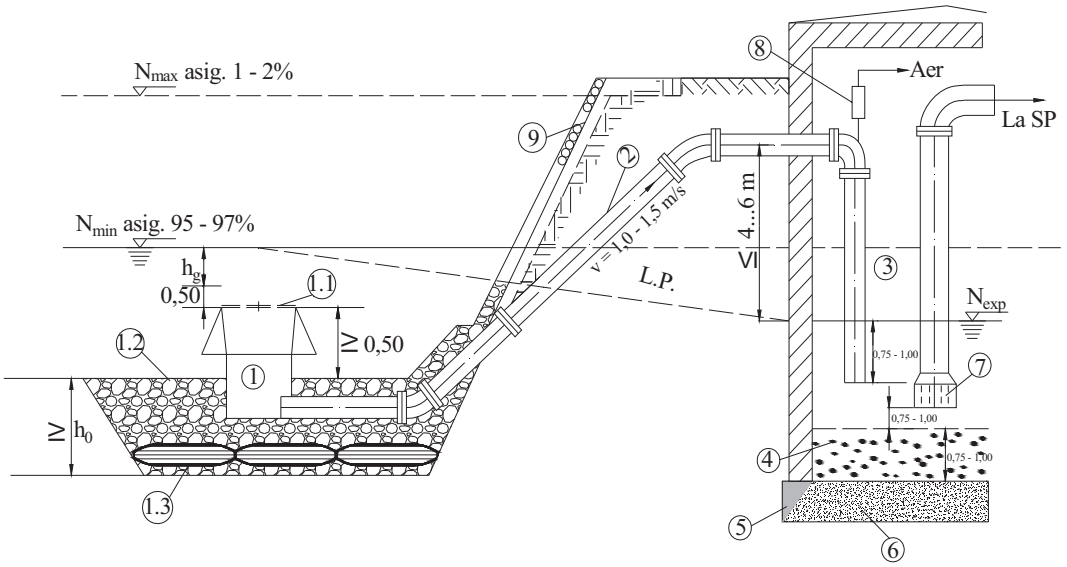


Figura 2.20. Schema unei captări în albie.

1.Crib din elemente prefabricate/monolit
1.1Grătar
1.2 Anrocamente de fixare
1.3 Saltea de fascine (φ 10 – 15 cm prinse cu sârmă la 30 – 40 cm
2.Conductă de legătură crib – mal
3.Staţie de pompare mal
4. Volum acumulare nisip antrenat
5. Cuţit cheson
6. Saltea beton simplu
7. Sorb conductă aspiraţie
8. Sistem de amorsare (pompe vid)
9. Pereu pe pat din balast

(3) Crib:

a) construcţie permanentă de protecţie a sorbului;
b) se poate realiza ca o construcţie independentă din: căsoaie de lemn, beton armat, tablă protejată sau inox;
c) se aşează pe talvegul apei pe un pat de anrocamente dacă fundul albiei este stabil sau în cazul albiilor cu fundul nestabil (nisip fin, mâl) patul de anrocamete trebuie să fie aşezat pe o saltea de fascine.
d) în cazul unor captări mari (peste 200 – 500 l/s) din motive de siguranţă se realizează două criburi; acestea vor fi aşezate la min. 20 m între ele; se consideră că nu pot apărea deficienţe la ambele construcţii simultan; ambele criburi sunt în funcţiune;
e) se execută cu batardou pentru punerea la uscat.

f) construcţia se verifică la plutire şi stabilitate în toate ipotezele de funcţionare.

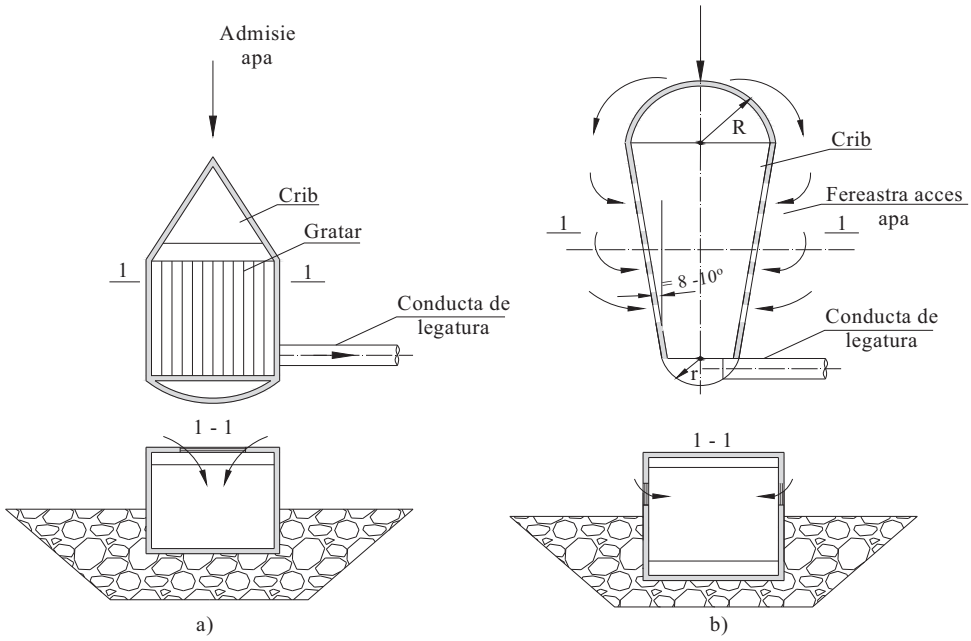


Figura 2.21. Tipuri de criburi.
a) grătar plan; b) grătar în pereţi laterali.

(4) Grătarul cribului

a) Se dimensionează la o viteză medie de trecere între bare de 0,1 – 0,3 m/s;

b) Se execută din bare rezistente la şocul cu plutitorii, iar amplasarea lor se face pe partea laterală sau superioară a cribului (şoc redus din cauza plutitorilor, acces redus al aluviunilor din cauza întoarcerii curentului de apă, aluviunile trec având inerţie mai mare).

c) La toate tipurile de priză se determină pierderile de sarcină care apar datorită grătarelor, ferestrelor, timpanelor, nişelor, în funcţie de dispoziţia constructivă.

d) Pierderile de sarcină la grătare înclinate sau verticale se calculează cu relaţia Kirschmer:

$$\Delta h_{gr} = \zeta_{gr} \cdot \frac{v_i^2}{2g} = \beta \cdot \left(\frac{s}{b}\right)^{4/3} \cdot \frac{v_i^2}{2g} \cdot sin\alpha \qquad (2.35)$$

unde:

v_i – viteza apei între barele grătarului;

α – unghiul format de bare cu orizontala;

s – grosimea maximă a unei bare;

b – distanţa între bare;

β – coeficient de formă a barelor.

ζ_{gr}– coeficient de rezistenţă hidraulică a grătarelor.

e) Pentru $\alpha = 0$ (grătare orizontale) pierderea de sarcină se calculează cu relaţia:

$$\Delta h_g = hr_{\hat{i}bs} + hr_{lbs} \qquad (2.36)$$

unde:

$hr_{\hat{i}bs}$ = pierderi de sarcină locale la îngustarea bruscă de secţiune;

hr_{lbs} = pierderi de sarcină locale la largirea bruscă de secţiune.

f) Valorile coeficientului β sunt date, în funcţie de tipurile de bare, în figura 2.22.

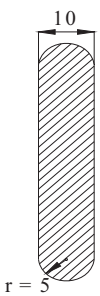
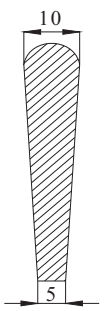
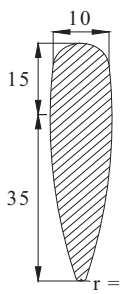
Tipul de bare (mm)	a.	b.	c.	d.	e.
					
β	2,42	1,67	1,00	0,76	1,70

Figura 2.22. Valorile coeficientului (β) de formă a barelor grătarelor .

g) În calcule pentru a tine seama de gradul de înfundare al grătarului de adoptă:

$$h_r = 3 \cdot \Delta h_{gr} \qquad (2.37)$$

(5) Ferestrele prizei

a) Ferestrele prizelor fiind acoperite de grătare, în calcul se va introduce un coeficient care depinde de procentul dintre plinuri şi goluri şi gradul de înfundare al grătarului.

b) Notând grosimea barelor cu s şi intervalele dintre bare cu bşi ţinând seama de obturarea posibilă cu plutitori sau aluviuni cu un procent (în practică ”p” se poate lua 25%), suprafaţa totală a ferestrelor de captare este:

$$F_{tot} = \zeta \cdot (1 + \beta_o) \cdot A_{net} \qquad (2.38)$$

în care:

$$A_{net}^F = \frac{Q}{V} = \frac{A_{Tot}^F}{\zeta \cdot (1+\beta_0)} \qquad (2.39)$$

$$\beta_0 = \frac{s+p \cdot b}{(1-p) \cdot b} \qquad (2.40)$$

ζ – coeficient de corecţie al contracţiei; ζ se poate lua în practică de la 1,05 la 1,10, în funcţie de forma barelor, înclinarea lor şi direcţia generală a curentului de apă faţă de planul de amplasare al grătarului;

s – grosimea barelor;

b – distanţa dintre bare (goluri);

p – coeficient de obturare a grătarului.

c) Lungimea şi înălţimea ferestrei se determină cu formula:

$$A_{Tot}^{F} = B_{tot} \cdot H_g \qquad (2.41)$$

în care:

B_{tot} – lăţimea ferestrei.

$$B_{tot} = (n+1) \cdot b \cdot n_s \qquad (2.42)$$

H_g – înălţimea ferestrei.

d) În stabilirea debitului Q pentru dimensionarea grătarelor se va ţine seama şi de debitul de spălare în sens invers în perioada de funcţionare a captării; valoare $Q_{spălare}$ poate fi $(1{,}5 – 2) \cdot Q_{captat;}$

(6) Salteaua de fascine este utilizată în cazul în care patul albiei este instabil;

(7) Conducta de legătură

a) se dimensionează la o viteză de 1,0 – 1,5 m/s;

b) poate fi sub formă de conductă sifon sau de aspiraţie realizată din tuburi de oţel.

(8) Staţie de pompare

a) este echipată cu electropompe corespunzătoare Q şi H_p;

b) în cazul conductelor de sifonare scurte (sub 50 m de la priză la mal) camera colectoare de pe mal lipseşte iar prelevarea apei se poate prin racordare directă la pompe cu amorsare cu un rezervor vidat.

2.2.3.2 Captare în mal cu staţie de pompare încorporată

(1) Se adoptă atunci când:

a) se asigură adâncimea minimă la malul concav;

b) debitul captat este mare;

c) nu este raţională realizarea unui crib;

d) albia este stabilă în zonă;

e) albia majoră nu permite realizarea unui batardou pentru perioada de execuţie sau remedieri în exploatare.

(2) Captarea în mal se poate realiza în variante constructive diferite, în funcţie de debitul captat şi de destinaţia apei captate (cheson de formă circulară sau rectangulară, cameră uscată/umedă pentru pompe):

a) captări cu cheson în mal - pentru centre populate sau industrii, debitul este mediu, iar apa urmează să suporte o tratare pentru corectarea calităţii;

b) b.captări în mal cu bazin deschis (figura 2.23) - pentru debite mari de apă (mari unităţi industriale, centre populate mari, irigaţii, CET-uri).

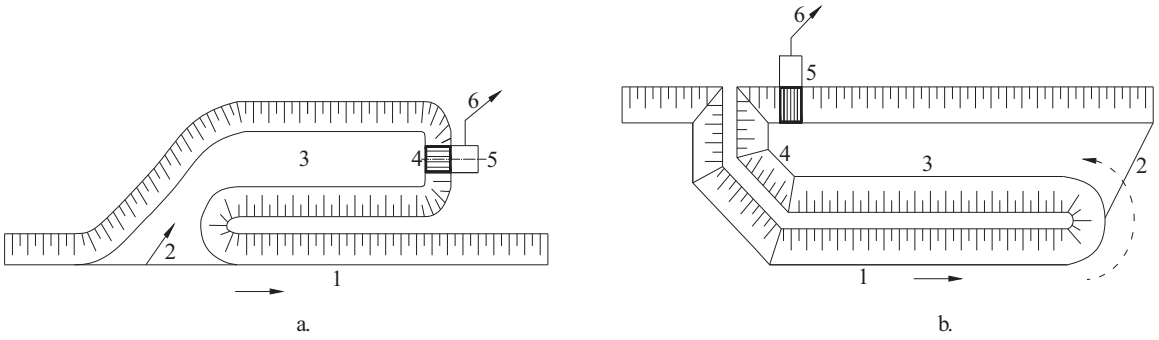


Figura 2.23. Schemele captărilor cu bazin:
a. cu bazin săpat în mal; b. cu bazin avansat în albie;
1. râu; 2. prag; 3. bazin; 4. priză; 5. staţie de pompare; 6. conductă de aducţiune (refulare).

(3) Captarea cu cheson este o construcţie monolită, care de obicei cuprinde şi staţia de pompare. Elementele componente ale captării cu cheson în mal sunt date în figura 2.24.

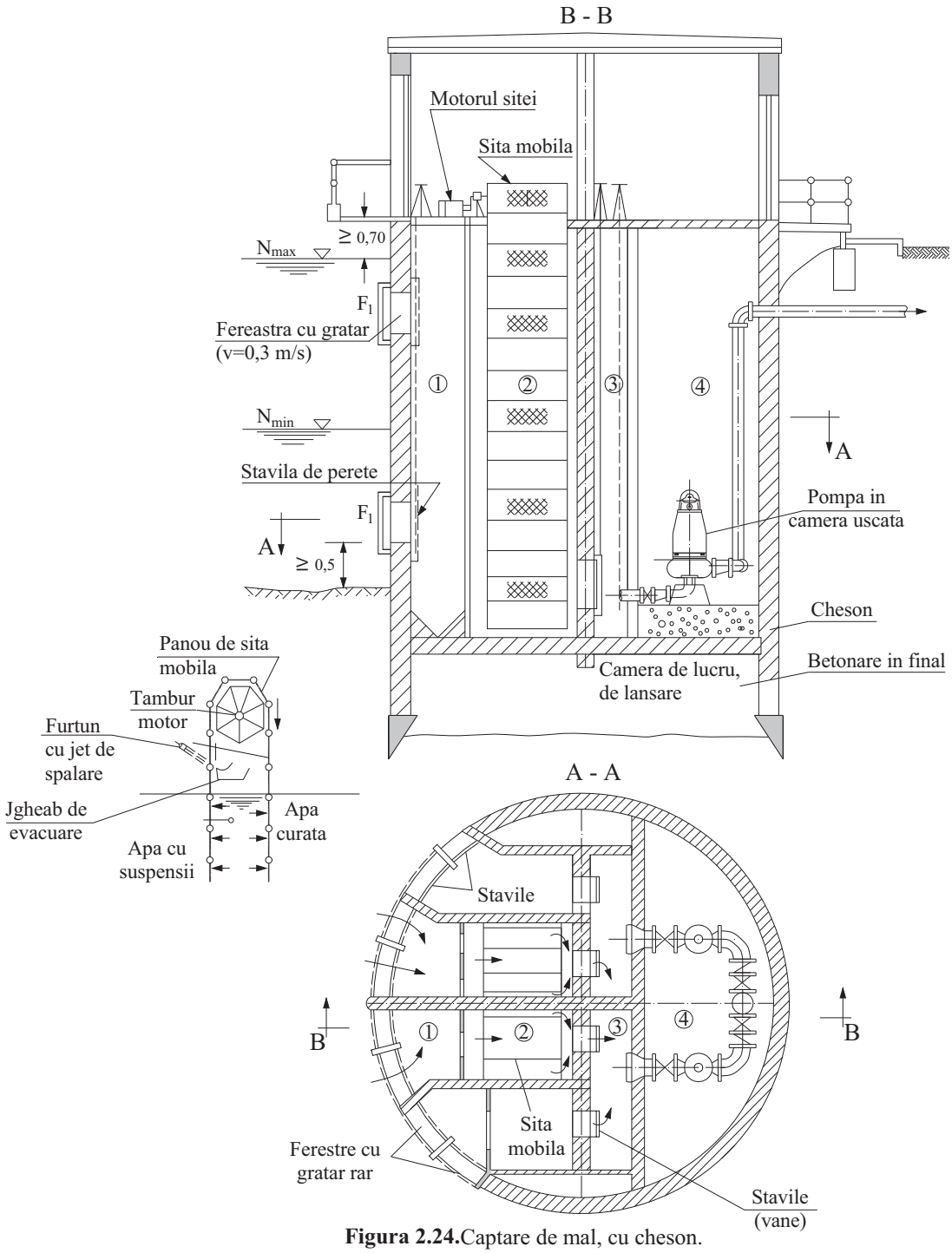


Figura 2.24. Captare de mal, cu cheson.

a. secţiune verticală B – B; b. detaliu sită;1. camera de admisie şi deznisipare a apei; 2. camera sitelor rotative; 3. cameră cu rol de bazin de aspiraţie pentru pompe; 4. cameră uscată pentru pompe.

(1) Chesonul este o lucrare, de regulă cilindrică, aşezată stabil în mal (fundată la o adâncime unde nu se pot produce afuieri – la ape mari – adâncime numită adâncimea de afuiere), care are deschideri protejate în zona apei.

(2) Construcţia este compartimentată în plan pe linii tehnologice independente, dintre care una este întotdeauna de rezervă. În interior, se deosebesc următoarele compartimente:

a) Camera de admisie şi deznisipare a apei (cu posibilităţi de evacuare a nisipului depus);
b) Camera sitelor rotative; sitele rotative sunt formate din panouri de sită cu ochiuri de dimensiuni mici, articulate şi trecute peste două tambururi – unul sus (motor) şi altul jos (pasiv); apa trece prin panourile de sită, sunt reţinute impurităţile mari, plutitorii în general; panourile se ridică permanent, ajungând deasupra nivelului apei în faţa unui jet de spălare;
   Sitele folosite pot fi plane şi fixe la construcţiile mici şi site mobile la prizele mari. Dimensionarea sitelor se face la o viteză de 0,1 … 0,2 m/s în cazul sitelor plane, fixe, şi la 1 m/s pentru sitele rotative cu curăţire continuă.
   Sitele se dimensionează la secţiunea corespunzătoare nivelurilor minime ale apei din râu (v = 0,1 … 0,2 m/s) şi se verifică la scoaterea din funcţiune a unui compartiment. La dimensionare se ţine seama de obturarea (înfundarea) secţiunilor cu 20 … 50% care crează între amonte şi aval o diferenţă de nivel de 0,1 … 0,3 m.
   Sitele se prevăd cu ochiuri de 1 x 1 mm în cazul apelor cu suspensii foarte fine şi cu ochiuri de 5 x 5 mm până la 20 x 20 mm la debite mari .
c) Bazin de aspiraţie pentru pompele din camera uscată;
   Camera de aspiraţie se dimensionează pentru un timp de trecere a apei de 60 … 100 s. La debite importante, pentru reducerea volumului camerei de aspiraţie, sunt indicate studii speciale de laborator care să determine pe lângă volumul camerei de aspiraţie,şi forma acesteia.
   Calculul conductelor de aspiraţie se face la viteza de 0,6 … 1,0 m/s pentru a avea pierderi de sarcină reduse. Viteza pe conductele de aspiraţie nu trebuie să scadă sub 0,6 m/s pentru a nu se produce sedimentarea suspensiilor gravimetrice din apa brută. În cazuri special folosind pompe submersibile, pompele pot fi amplasate direct în bazinul de aspiraţie.
d) Cameră uscată, care adăposteşte pompele treapta I (care trimit apa de la sursă la staţia de tratare). În cazul în care nu se dispune de pompe cu ax vertical (care au motoarele montate pe platforma superioară), pot fi prevăzute pompe cu ax orizontal, cu adoptarea unor măsuri importante de păstrare uscată a camerei. Camera uscată poate fi suprimată în situaţiile în care pentru cerinţa de apă şi înălţimea de pompare sunt disponibile electro – pompe submersibile cu randamente satisfăcătoare.

(3) În partea superioară a construcţiei, se prevăd: camera de comandă, camera de manevră a vanelor şi pompelor de epuisment, camera motoarelor pompelor verticale şi sala transformatoarelor (dacă este cazul). Nivelul planşeului se execută de obicei cu circa 0,7 m peste nivelul maxim al apelor râului, cu asigurarea 1%. În faţa prizei, se execută o pasarelă de acces a personalului pentru curăţarea grătarelor de la priză şi îndepărtarea plutitorilor şi gheţii. Grătarele sunt de tip rar, cu distanţe între bare de 3 – 10 cm.

(4) Admisia apei în priză se face prin două serii de ferestre –fereastre sub nivelul minim şi fereastre sub nivelul maxim. Pentru dimensionarea ferestrelor prizei sunt recomandate vitezele de trecere a apei prin grătare specificate în tabelul 2.1.

Tabelul 2.1. Vitezele de trecere a apei prin grătare.

Condiţii existente pe râu	Viteza de trecere a apei prin grătar în m/s	Observaţii
Zai*	max. 0,1	Poate fi mărită dacă se iau măsuri speciale împotriva zaiului** şi lama de apă peste grătar este de min. 0,80 m.
Plutitori	max. 0,3	În cazul grătarelor fără curăţire mecanică.
Plutitori	de la 0,3 … 0,6	În cazul grătarelor cu curăţire mecanică.

**Zai - gheaţă în cristale fine; se formează în apa râului în condiţii speciale de $h_{apă}$, $t^{\circ}C$ apă şi $t^{\circ}C$ aer.*
***Blocarea barelor grătarelor cu zaiul se evită prin încălzirea grătarelor la $t^{\circ}C = t^{\circ}C$ apă + 0,1 ÷ 0,2$^{\circ}C$.*

(5) La nivelurile mari în râu, se lucrează cu fereastra de sus, pentru a evita antrenarea în priză a aluviunilor târâte de apă la partea de jos a albiei. Pentru închidere, fiecare fereastră are prevăzută o stavilă plană, manevrabilă de la suprafaţă. În faţa ferestrelor, grătarele sunt rare, din bare rotunde (ţeavă) sau profile, şi se pot curăţa cu greble mecanice (la prizele mari) sau manual. Grătarele trebuie să fie executate cu exactitate şi iarna se pot înlocui cu grătare din lemn sau se pot lua măsuri speciale pentru a se evita prinderea zaiului de barele metalice (încălzire bare grătar cu diferenţă de temperatură faţă de apă de min. 0,1 $^{\circ}$C).

2.2.3.3 Captări plutitoare

(1) Pentru râuri şi fluvii cu variaţii mari de nivel şi adâncimi de captare asigurate la malul concav se poate adopta soluţia unei captări plutitoare (figura 2.25) formată din:

a) ambarcaţiune (ponton) ancorată la mal printr-un sistem amovibil care va permite ridicarea şi coborârea verticală odată cu variaţia nivelului apei în sursă;
b) staţie de pompare amplasată în compartimentele pontonului;
c) legătura la mal prin sisteme autoportante (≥ 2) care pot fi conductele de refulare ale pompelor.

(2) Prin proiect se va asigura mişcarea întregului ponton pe verticală între cotele minime ale nivelului sursei şi cotele maxime prin articulaţii fixate la mal.

(4) În realizarea captării plutitoare se impun următoarele condiţionări:

a) pentru fiecare electro – pompă se va asigura aspiraţie independentă cu prelevarea apei din sursă la 1,0 – 1,25 m sub nivelul instantaneu;
b) ansamblul prelevării apei din sursă, electro – pompele şi conductele de refulare, va funcţiona unitar având: sisteme de izolare, interconectare, măsurători hidraulice şi electrice;

(4) Ambarcaţiunea (pontonul) va fi considerată de clasă în conformitate cu prevederile navigaţiei pe râul, fluviul sursă. Siguranţa la avarie trebuie sa fie analizată.

(5) Se vor prevede măsuri pentru:

a) accesul personalului de operare şi verificare pe ambarcaţiune şi spaţiile necesare acestui personal;
b) asigurarea spaţiilor pentru activitatea personalului de operare la utilajele montate pentru prelevarea şi refularea apei brute (min. 1,25 – 1,5 m în jurul fiecărui agregat);
c) asigurarea ancorării ambarcaţiunii pentru siguranţa totală: mecanic, electric, tehnologic la toate nivelele, debitele şi condiţiile care pot să fie întâlnite pe râu: plutitori, gheaţă.
d) protecţia contra avariilor la ciocnirea cu vasele de transport.

(6) Instalaţia de manevrare şi legare cuprinde:

a) babalele vor fi amplasate în ambele borduri: în pupă şi provă; vor fi executate din oţel sudat, iar parâmele vegetale;
b) scondrii metalici vor asigura legarea pontonului;
c) conductele de refulare independente de la fiecare pompă vor fi autoportante pe 25 – 30 m şi vor asigura fixarea pontonului la mal prin articulaţii sferice care vor permite deplasarea verticală sus – jos şi invers a pontonului, funcţie de nivelul apei în fluviu.

(7) Se va executa la mal un sistem de fixare a sistemului de articulaţii sferice – conducte de refulare.

(8) Se vor adopta măsuri pentru:

a) stabilizarea malurilor şi albiei în zona amplasamentului cu perete de piatră şi fundaţie pe masiv de anrocamente corespunzătoare adâncimilor maxime pe râu;
b) construcţia ambarcaţiunii se va executa din tablă de oţel conform normelor navelor şi ambarcaţiunilor caracteristice râului/fluviului sursă

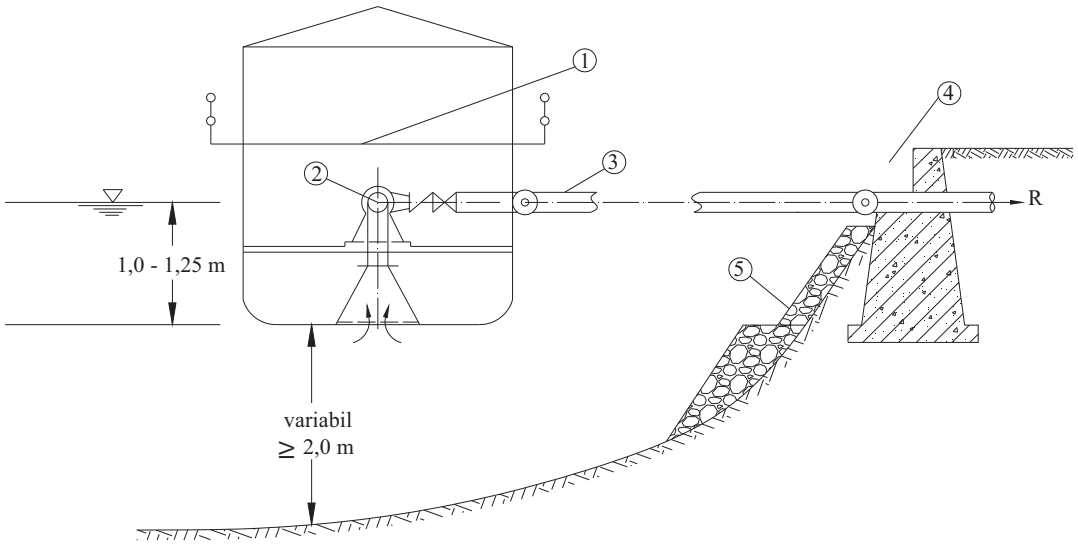


Figura 2.25. Captare plutitoare – secţiune.
1. ambarcaţiune (ponton); 2. electro – pompe; 3. conducte refulare cu articulaţii sferice la ambele capete; 4. zid de sprijin (ancoraj); 5. apărare de mal.

2.2.3.4 Captări din lacuri

Priza de apă poate fi realizată în corpul barajului, în aval de baraj sau în lac. Elementele care conduc la stabilirea soluţiei sunt:

a) tipul de construcţie de barare a albiei;

b) poziţia utilizatorului de apă faţă de lac: captare din lac, dacă acesta este amplasat amonte şi departe de baraj; în baraj sau aval, pentru un consumator amplasat în aval;
c) mărimea lacului, variaţia nivelului apei în lac;
d) utilizarea complexă a apei acumulate (de regulă, la stabilirea amplasamentului lacului se elaborează un plan de gestionare a resursei);
e) tipul de baraj şi simultaneitatea execuţiei barajului cu priza pentru folosinţe de apă; în general, după executarea barajului priza poate fi numai în aval sau în lac;
f) condiţiile reale de teren; trebuie ţinut seama că barajele cu lacuri mari de acumulare sunt situate în zona de deal – munte;
g) condiţiile raţionale de tratare a apei obţinute din lac.

2.2.3.4.1 Priza în aval de baraj

Se poate executa în forme şi la debite adecvate situaţiei locale.Sunt posibile următoarele tipuri de captări:

a) captări în curent liber, de forma celor descrise la râuri la care debitul regularizat prin lac are valori mult mai mari;
b) captări în baraj sau în lac, în cazul în care lacul are ca principală folosinţă alimentarea cu apă sau când barajul este realizat pentru un lac de compensare a debitelor rezultate de la funcţionarea unor centrale hidroelectrice din amonte;
c) captări în lac, în cazul în care lacul compensează folosinţa energetică, iar beneficiarul este departe de baraj, în amonte.

2.2.3.4.2 Prize în corpul barajului

(1) Sunt gândite şi executate odată cu barajul, astfel încât să nu pericliteze siguranţa în funcţionare a acestuia, dar să poată preleva apa de calitatea cea mai bună existentă la un moment dat în lac. Dacă barajul este din beton, priza este de regula comună cu barajul (figura 2.26).

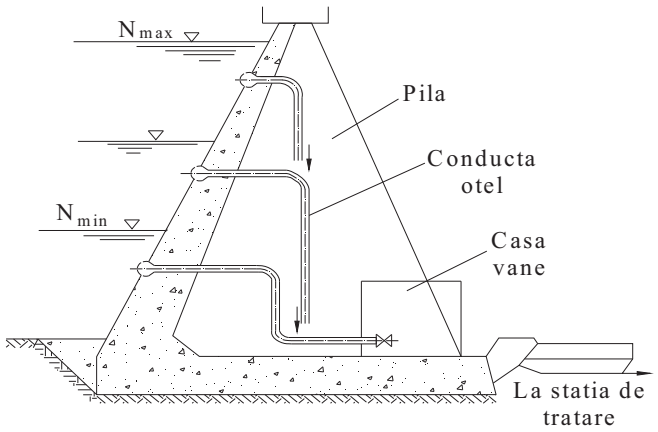


Figura 2.26. Captări în barajul cu contraforţi.

(2) Captările turn (figura 2.27) se recomandă când adâncimea şi calitatea corespunzătoare a apei se găseşte la distanţă de mal. Captările turn se preferă în cazul când captarea nu se poate realiza cu criburi care să prezinte grad de siguranţă corespunzător cerinţei utilizatorului.

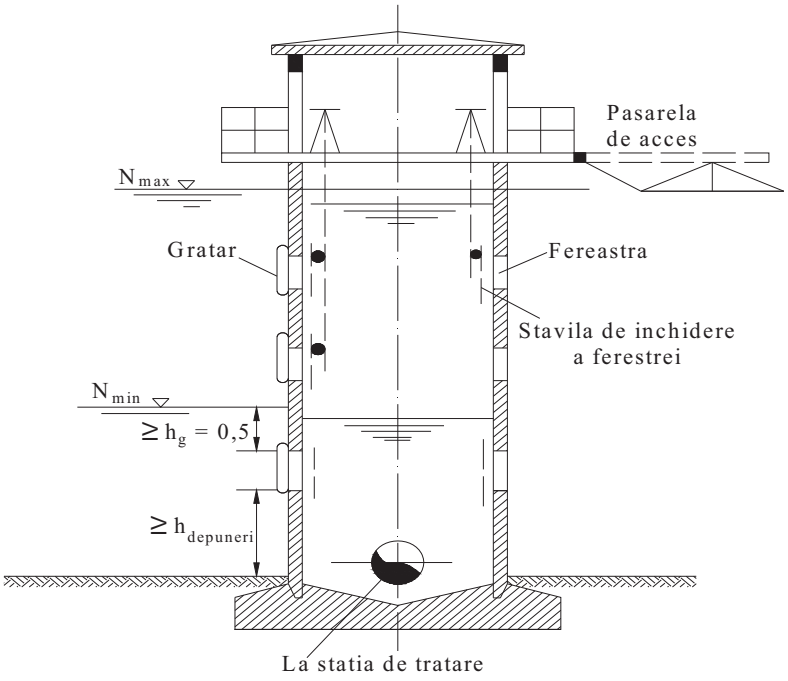


Figura 2.27. Priza turn în lac.

2.2.3.4.3 Captări în lac

(1) Se utilizează atunci când în amplasament nivelul apei este asigurat întotdeauna deasupra unor valori limită. Se pot practica: o captare de tip turn (figura 2.27), când debitul captat este important, iar nivelul lacului relativ constant; o captare plutitoare, când alimentarea cu apă este sezonieră şi condiţiile de iarnă nu sunt severe; o captare de fund, când lacul este de adâncime mare şi cu un volum de apă important (figura 2.28).

(2) Captarea de fund este formată dintr-un sorb (pot fi prevăzute mai multe asemenea construcţii independente) protejat de o confecţie metalică stabilă de tip tetrapod. Se amplasează deasupra nivelului (apreciat) de colmatare şi sub nivelul minim al apei din lac (acoperire mai mare pentru a fi evitaţi plutitorii). Zona captării va fi balizată pentru a fi ferită de accesul plutitorilor şi uşor reperată pentru control; se marchează şi zona de protecţie, dacă este cazul.

(3) Conducta de legătură (suficient de elastică dacă are lungime mare) se lansează prin plutire şi poate permite ridicarea prizei în caz de nevoie. Captarea va fi amplasată la o asemenea adâncime, încât să nu fie deplasată de valuri într-o zonă în care valurile nu pun în mişcare depunerile de pe fund şi deteriora calitatea apei. Acest tip de captare este destinată mai ales prelevării apei din lacurile naturale.

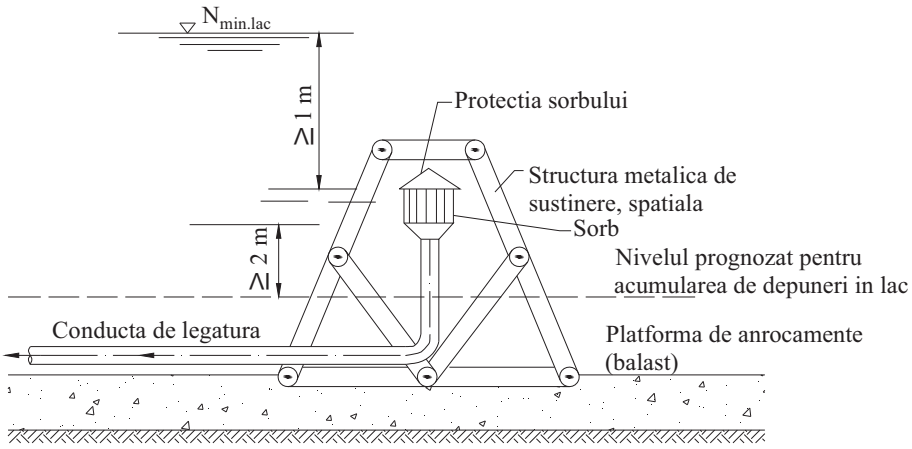


Figura 2.28. Captare de fund în lac – schema generala de amplasare.

2.2.3.5 Captare cu baraj de derivaţie

(1) Se prevede atunci când nu se asigură adâncimea de apă pentru captare (Hmin < Hnec).

(2) Barajul de derivaţie (stăvilar) trebuie să asigure următoarele condiţii:
- a) să fie stabil la acţiunea dinamică a apei;
- b) să permită evacuarea debitelor mari fără a provoca inundaţii sau deteriorarea altor construcţii;
- c) să permită evacuarea gheţurilor de primăvară;
- d) să asigure navigaţia, plutăritul, circulaţia peştilor sau alte folosinţe.

(3) Forma captării depinde de:
- a) mărimea debitului captat, raportul debit captat / debit râu;
- b) variaţia debitului râului şi aluviunilor transportate;
- c) posibilităţile de execuţie;
- d) valoarea debitului de servitute/ ecologic.
- e) amplasamentul efectiv al prizei (natura albiei, adâncimea stratului impermeabil, înălţimea malurilor);

(4) În figura 2.29 este prezentată schema unei captări cu baraj de derivaţie cu priză laterală.

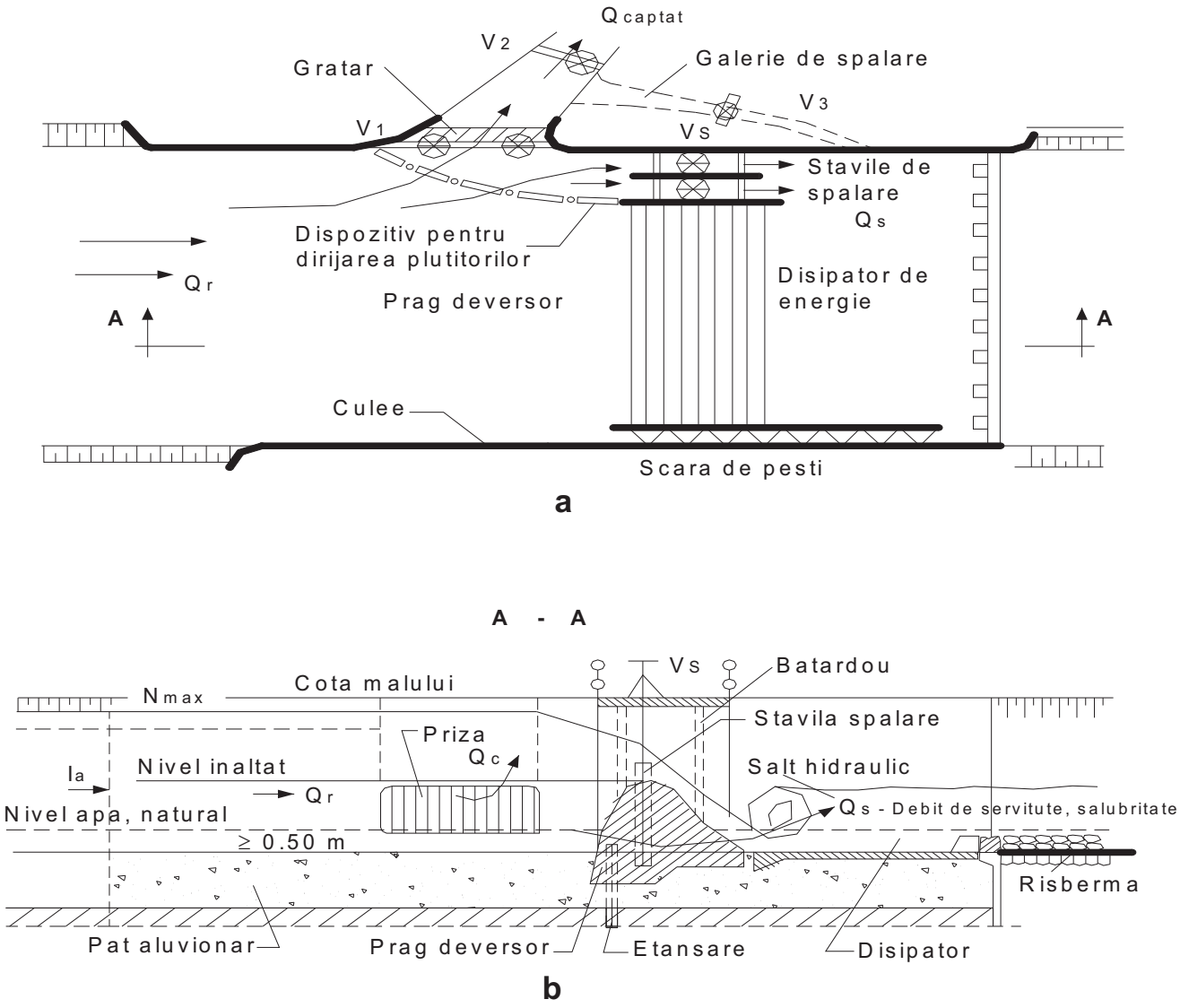


Figura 2.29. Captare cu baraj de derivaţie.
a. vedere în plan; b. secţiune verticala prin pragul deversor.

(5) Priza este o deschidere în culee, protejată cu un grătar contra plutitorilor;
Conditionari:

a) se prevede cu un prag (grătarul se aşează deasupra fundului albiei la min. 0,3-0,5m) pentru a evita antrenarea aluviunilor mari în priză;
b) pentru a evita blocarea grătarului cu plutitori, viteza de trecere este redusă, 0,1 – 0,3 m/s, şi priza are o formă de confuzor.
c) accesul apei poate fi închis cu stavile; dacă deschiderea totală este mare, ea se poate reduce cu ajutorul unor pile intermediare;

i. În pile, înaintea nişei stavilei, se prevăd profile U înglobate în beton, cu deschiderea spre apă, pentru a se putea lansa batardoul (umplutură din elemente, grinzi de lemn sau metal), în scopul punerii la uscat a incintei pentru eventuale reparaţii; în confuzor vitezele apei sunt reduse, se produc depuneri, care pot afecta curgerea pe canalul de legătură; spălarea acestora se poate face cu o golire secundară – de spălare; dacă se închide total sau parţial plecarea spre beneficiar (stavila V_2) şi se deschide stavila V_3, se poate asigura o circulaţie forţată cu o viteză mare (diferenţa de nivel amonte-aval este mare).

ii.La debite suficiente pe râu se poate funcţiona cu vana V_3 parţial deschisă – spălarea făcându-se continuu; pentru evitarea antrenării plutitorilor mari şi a gheţii în sloiuri, se amenajează un perete de lemn scufundat parţial (0,3 m) sau o linie de buşteni legaţi articulat (care plutesc). Vana/vanele de spălare vor fi totdeauna parţial deschise pentru evacuarea debitului de servitute/ecologic.

(6) Disipatorul de energie se execută atât în dreptul stavilelor de spălare, cât şi al barajului deversor, în aval; are rolul de a transforma energia apei dată de căderea concentrată la o limită care să nu producă eroziuni, spălări în aval de construcţie, spălări care ar putea periclita stabilitatea acesteia; lungimea lui va fi aleasă astfel ca la plecarea apei viteza să fie cel mult egală cu viteza de curgere naturală a apei.

Alte elemente care trebuie luate în consideraţie la realizarea unei captări de derivaţie:

a) corpul barajului deversor trebuie să îndeplinească condiţiile de stabilitate la solicitările forţelor exterioare şi contra afuierilor; legătura construcţiei din albie cu malurile se face prin intermediul culeilor; lângă baraj malurile trebuie să fie amenajate pentru a nu se produce inundaţii la ape mari având în vedere asigurările de debite şi niveluri normate prin STAS 4273/1983 şi STAS 4068-2/1987.
b) în condiţii favorabile lângă captare se poate prevedea şi deznisipatorul; se spală mai uşor; nisipul nu va produce dificultăţi prin depunerea pe aducţiune.
c) la captările cu baraj de derivaţie se prevăd scări de peşti care permit trecerea acestora din bieful aval spre bieful amonte.
d) pe râuri de munte cu caracter torenţial, se prevăd în amonte de barajul de captare două - trei baraje din lemn şi anrocamente (în cascade) pentru reţinerea aluviunilor, care să reducă panta naturală a râului la o pantă de compensaţie; acestea feresc barajul atât de acţiunea dinamică a unor aluviuni mari, cât şi acumularea de aluviuni.

2.2.3.6 Captare pe creasta pragului deversor

(1) Este o captare cu grătar pe creastă (figura 2.30), denumită şi tiroliză, care se adoptă în cazul în care debitul râului la ape mici este redus şi nu se poate asigura devierea prin captarea în mal. Captarea se aplică în zone de munte, la râuri cu caracter torenţial pentru debite mici. În unele situaţii, masivul de beton se execută sub forma unui prag de fund – cu grătar la nivelul fundului apei (grătarul este înclinat aval pentru a evita blocarea cu aluviuni mari).

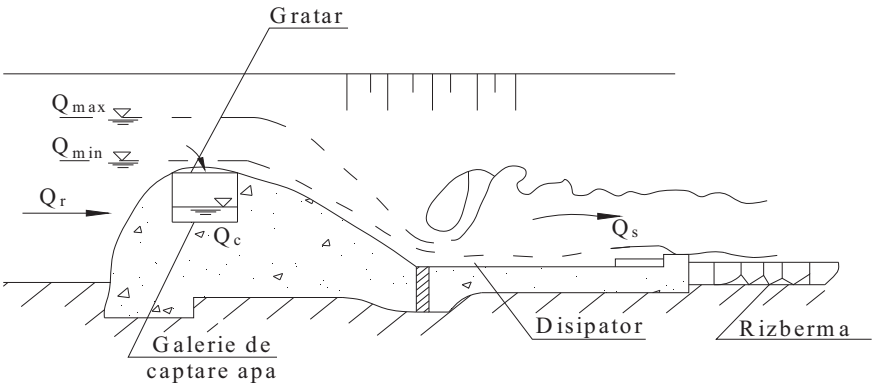


Figura 2.30. Captare tiroliză.

2.2.3.7 Captări în condiţii speciale (dren în mal, şi/sau sub albie) – se adoptă atunci când malurile albiei şi/sau patul sunt formate din aluviuni permeabile, debitul pe râu este foarte redus iar iarna îngheţul este sever.

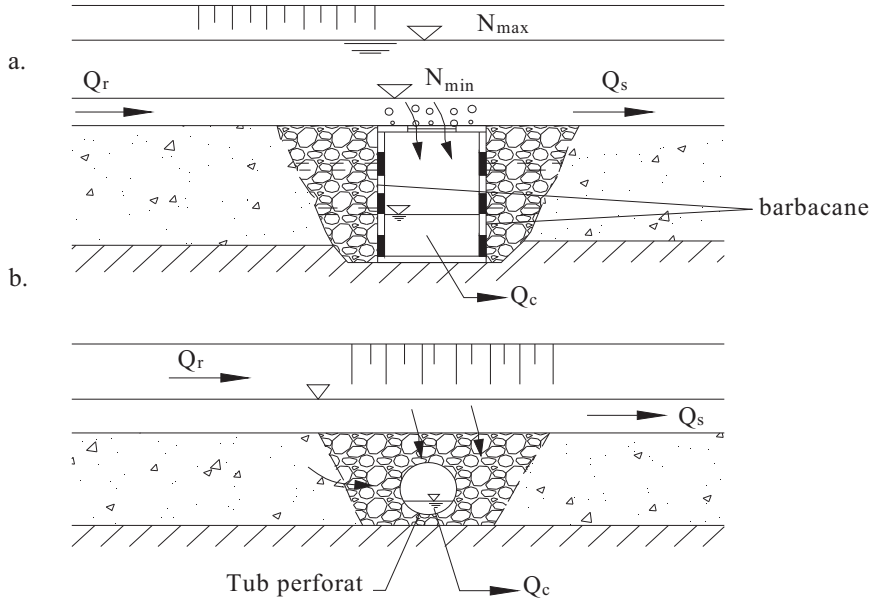


Figura 2.31. Captări sub fundul albiei.
a. captare cu galerie transversală pe fundul albiei; b. dren (tub perforat pe suprafaţa laterală de deasupra diametrului amplasat sub fundul albie; Q_s – debit de servitute; Q_c – debit captat; Q_r – debit râu.

(1) Captarea cu dren (figura 2.31.b) este aplicabilă la râurile cu pat aluvionar cu granulaţie medie sau mare. Este o captare pentru debite reduse (în general < 20 – 30 l/s) şi reprezintă o soluţie mai

economică decât barajele de derivaţie. Se poate aşeza normal pe albie sau oblic pentru a mări lungimea de captare.

(2) Captarea sub albie (figura 2.31.a) se adoptă în situaţia unor localităţi amplasate în zona colinară pentru care singura sursă de apă o constituie râul sau pârâul care izvorăşte de la cote înalte, al cărui debit scade foarte mult în perioadele de iarnă şi vară, şi în cazul în care fenomenele de îngheţ durează timp îndelungat. În această situaţie, o captare în albia râului va fi afectată, iar exploatarea va pune probleme deosebite. Pentru evitarea unor asemenea probleme, au fost imaginate şi executate captări sub fundul albiei, într-o zonă în care albia este bine dezvoltată şi are un pat de 2-3 m de aluviuni. Construcţia transversală drenează apa şi la un mal se execută un puţ colector de unde apa este prelevată şi transportată. Aceaste captari se deosebesc de captarile de apă infiltrată prin mal sau sub fundul albiei (cu drenuri radiale), deoarece apa captată are tot caracteristicile unei ape de suprafaţă.

3. Staţii de tratare a apei

3.1 Obiectul staţiei de tratare

(1) Staţia de tratare reprezintă ansamblul de construcţii şi instalaţii în care se desfăşoară procese prin care se asigură corectarea calitaţii apei sursei pentru obţinerea cerinţelor de calitate a apei cerute de utilizator.

(2) Filiera tehnologică generală a unei staţii de tratare poate cuprinde procesele (fig. 3.1):

a) deznisipare – aplicabil pentru conţinut MTS > 30% particule discrete;
b) predecantare – aplicabil pentru $T_u^{AB} > 500$ ^oNTU;
c) pre-oxidarea – asigură protecţia filierei la poluări accidentale şi la variaţiile calitative ale sursei;
d) coagulare-floculare – se asigură destabilizarea particulelor coloidale prin tratare cu reactivi chimici şi condiţiile hidrochimice în vederea reţinerii acestora;
e) limpezire prin decantare pentru reţinerea suspensiilor coagulate, se impune $T_u^{AD} \leq 4$ ^oNTU;
   unde:
   T_u^{AD} – turbiditatea apei decantate în °NTU.
f) limpezire prin filtrare pe strat de nisip pentru asigurarea unei turbidităţi $\leq 1^o$ NTU;
g) afinare – proces format din oxidare cu O_3 (ozon) urmată de adsorbţia pe CAG (cărbune activ granular) pentru reţinerea micropoluanţilor;
h) corecţie pH – încadrarea calităţii apei în zona neutră din punct de vedere al indicelor Langelier şi Ryznar.
i) dezinfecţie – neutralizare virusuri, bacterii şi asigurarea calităţii sanogene.

(3) Procesele a), b), c) pot fi by-passate temporar în funcţie de calitatea apei sursei.

(4) Alte filiere tehnologice de staţii de tratare sunt particularizate pe tipuri de surse pentru:

a) procese de deferizare-demanganizare;
b) reducerea/creşterea durităţii apei;
c) reducerea conţinutului de amoniu, hidrogen sulfurat şi carbon organic total;
d) reducerea conţinutului de azotaţi.

(5) Orice filieră de tratare este însoţită de elemente necesare pentru asigurarea functionarii proceselor. Printre acestea se menţionează:

a) staţia de reactivi chimici, cu rolul de a stoca, prepara şi doza reactivii necesari proceselor de tratare (coagulanţi, floculanţi, agenţi dezinfectanţi, corecţie pH, oxidare);
b) sisteme de spălare filtre rapide constituite din staţii de pompe şi suflante;
c) laborator, pentru monitorizarea şi controlul proceselor de tratare şi calitatea apei produse;
d) sistem propriu de alimentare cu apă şi canalizare;
e) sisteme de recuperare a apei de la spălare filtre, a nămolului din decantoare şi procesarea nămolurilor;
f) sisteme de control şi automatizarea funcţionării procesului.

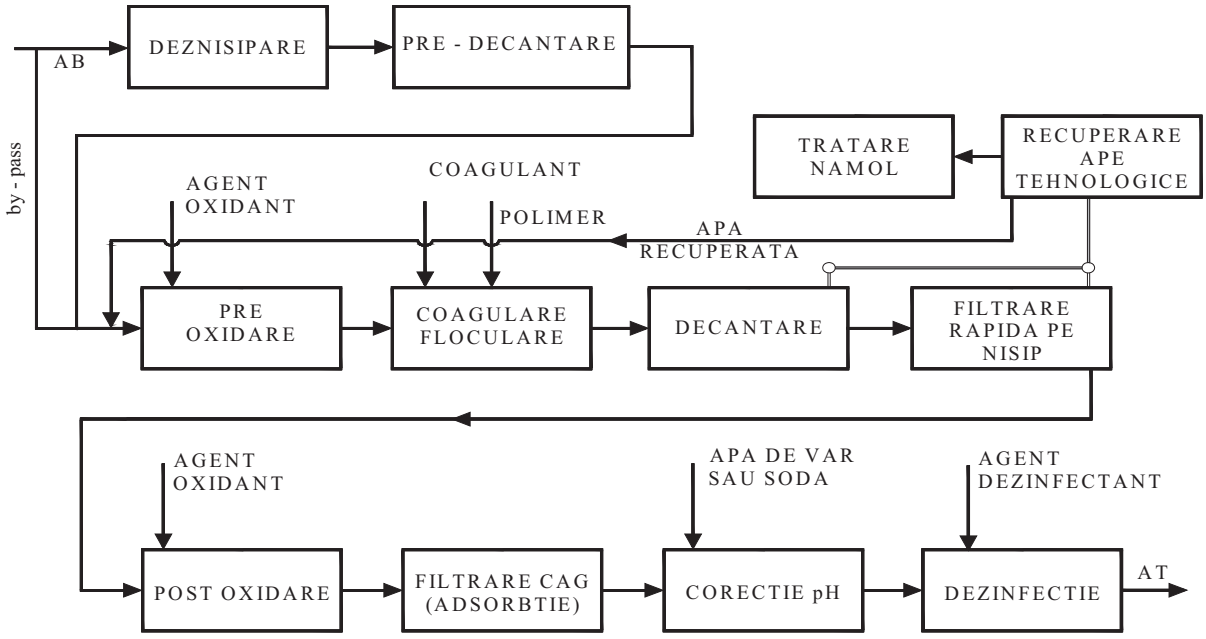


Figura 3.1. Schema generală a unei staţii de tratare
(AB – apă brută, AT – apă tratată).

3.2 Criterii de alegere a filierei tehnologice a staţiei de tratare

(1) Criterii tehnice

Adoptarea deciziilor privind alegerea unei filiere pentru o uzină de producţie a apei potabile trebuie să aibe la bază:

a) concluziile studiilor sistematice asupra sursei: hidrochimice, biologice şi bacteriologice pe o perioadă cât mai îndelungată (min. 1 an);
b) încercări experimantale "in situ" pe instalaţii pilot care să simuleze procesele tehnologice din filiera care se va adopta; aceste tipuri de încercări sunt obligatorii pentru debite necesare unei populaţii peste 200 000 locuitori;
c) prognoza variaţiei calităţii apei sursei pentru o perioadă de 10 – 15 ani corelată cu posibilitatea introducerii sau retehnologizării unor procese existente;
d) încercări experimentale şi simulări privind modificările de calitate a apei produse în sistemul de distribuţie al utilizatorului.

(2) Criterii de fiabilitate

În adoptarea oricărei filiere de tratare se impune prevederea unor procese şi sisteme care pot funcţiona temporar pentru siguranţa calităţii apei produse. Cele mai importante dintre acestea se referă la:

a) operarea la poluări accidentale ale sursei cu substanţe toxice, microbiologice sau radioactive; în aceste situaţii sistemele de poldere, oxidare şi adsorbţie se impun pentru evitarea scoaterii din funcţiune a uzinelor;
b) asigurarea biostabilităţii apei impune prevederea controlului strict al pH-ului de coagulare – floculare şi afinarea în avalul filierei;
c) asigurarea echilibrului calciu – carbonic din punct de vedere al caracterului încrustrat sau agresiv al apei pe baza unei analize aprofundate a reactivilor de coagulare – floculare şi a necesităţii obiective a prevederii sistemelor care să realizeze corectarea indicatorului pH.

(3) Criterii economice

a) Adoptarea oricărei scheme tehnologice pentru o staţie de tratare va avea la bază realizarea a minimum două opţiuni de surse disponibile; acestea vor lua în consideraţie criteriile tehnice, de fiabiliatate, costurile de investiţie, costurile de operare şi vor fi comparate pe bază de indicatori specifici: Lei/m^3 apă produsă, kWh/m^3 apă.

b) Elementele determinante sunt diferite pentru fiecare sursă de apă iar alegerea proceselor de tratare este funcţie de calitatea apei cerută de consumator, în conjuncţie cu prevederile standardelor şi normativelor, precum şi de costurile de investiţie şi operare implicate. Factorii care trebuie luaţi în considerare la selectarea proceselor de tratare sunt:

a) calitatea apei sursei, indice de tratabilitate, variaţii de calitate, evoluţie în timp;
b) siguranţa proceselor de tratare în asigurarea calităţii apei produse; mărimea staţiei de tratare referitor la numărul de persoane afectate;
c) nivelul tehnologic disponibil;
d) calitatea apei cerută de utilizator;
e) costuri de investiţie şi de operare;
f) compatibilitatea cu mediul înconjurător;

3.2.1 Studii hidrochimice şi de tratabilitate pentru apa sursei

Proiectarea staţiilor de tratare apă potabilă trebuie să aibă la baza studii hidrochimice şi de tratabilitate, în funcţie de sursa de apă (subterană, de suprafaţă).

3.2.1.1 Compuşi chimici cu efecte asupra sănătăţii umane

O serie de compuşi prezenţi în sursele de apă pot genera în anumite concentraţii efecte adverse asupra sănătăţii umane. În tabelul 3.1 se prezintă compuşii chimici şi efectele acestora asupra sănătăţii umane şi sursele de contaminare.

Tabelul 3.1. Efecte adverse ale diferiţilor compuşi chimici asupra sănătăţii umane.

Nr. crt.	Compus	C.M.A. (mg/l)	Efecte asupra sănătăţii umane	Sursa de contaminare
1	Fluoruri	4.0	Fluoroze ale scheletului şi dentitiei	Resurse naturale, îngrăşăminte, industria aluminiului, reactivi de tratare a apei.
2	Benzen	0.005	Cancer	Anumite alimente, gaze, medicamente, pesticide, vopseluri, industria de mase plastice.
3	Tetraclorură de carbon	0.005	Cancer	Solvenţi şi sub-produşii lor de degradare.
4	p-diclorbenzen	0.075	Cancer	Deodoranţi.
5	1,2-dicloretan	0.005	Cancer	Benzina cu plumb, insecticide, vopseluri.
6	1,1-dicloretilen	0.007	Cancer, boli de ficat şi de rinichi	Mase plastice, pigmenţi, parfumuri, vopseluri.
7	Tricloretilenă	0.005	Cancer	Textile, adezivi şi degresanţi pentru metale.
8	1,1,1-tricloretan	0.2	Boli de ficat şi ale sistemului nervos	Adezivi, aerosoli, textile, vopseluri, cerneluri, degresanţi pentru metale.
9	Clorură de vinil	0.002	Cancer	Conducte de PVC, solvenţi.
10	Giardia lamblia	FST	Gastroenterita	Fecale umane şi animale.
11	Legionella	FST	Legionelloza	Ape naturale; se pot dezvolta în sistemele de încălzire.
12	Coliformi totali	absent	Indică prezenţa organismelor patogene gastroenterice	Fecale umane şi animale.
13	Escherichia coli	FST	Gastroenterita	Fecale umane şi animale.
14	Coliformi fecali	FST	Indică prezenţa organismelor patogene gastroenterice	Fecale umane şi animale.
15	Turbiditate	FST	Interferă cu dezinfecţia	Coloizi minerali sau organici
16	Viruşi	FST	Gastroenterita	Fecale umane si animale
17	Fibre azbest (>10 μm)	7 MFL	Cancer	Conducte de azbociment.
18	Bariu	2	Boli ale sistemului circulator	Depozite naturale, pigmenţi, răşini epoxidice, cărbune.
19	Cadmiu	0.005	Boli ale rinichilor	Conducte galvanizate corodate, depozite naturale, baterii, vopseluri.
20	Crom (total)	0.1	Boli de ficat, rinichi şi ale sistemului circulator	Depozite naturale, minerit, placare electrolitică, pigmenţi.
21	Mercur (anorganic)	0.002	Boli ale rinichilor şi ale sistemului nervos	Depozite naturale, baterii, comutatoare.
22	Azotaţi	10	Methemoglobimie	Deşeuri animale, îngrăşăminte, depozite naturale, fose septice, canalizări.
23	Azotiţi	1	Methemoglobimie	Din conversia azotaţilor.
24	Seleniu	0.05	Boli ale ficatului	Depozite naturale, minerit, arderea cărbunilor şi uleiurilor depozitate.
25	Acrilamida	FST	Cancer, efecte ale sistemului nervos	Polimeri utilizaţi în tratarea apei şi epurarea apelor uzate.
26	Alaclor	0.002	Cancer	Erbicide pentru porumb, soia.
27	Aldicarb	În curs de cercetare	Boli ale sistemului nervos	Insecticide pentru bumbac, cartofi, alte legume.
28	Aldicarb sulfonat	În curs de cercetare	Boli ale sistemului nervos	Biodegradarea aldicarbului.
29	Aldicarb sulfoxid	În curs de cercetare	Boli ale sistemului nervos	Biodegradarea aldicarbului.
30	Atrazina	În curs de cercetare	Tumori ale glandei mamare	Erbicide pentru porumb.
31	Carbofuran	0.04	Boli ale sistemului nervos şi ale sistemului reproductiv	Erbicide pentru porumb şi bumbac.
32	Clordan	0.002	Cancer	Insecticid pentru termite.
33	Clorbenzen	0.1	Boli ale sistemului nervos şi ficatului	Solvenţi pentru degresarea metalelor.
34	2,4-D	0.07	Boli ale ficatului şi rinichilor	Erbicide pentru gâsu, porumb, gazon.

Nr. crt.	Compus	C.M.A. (mg/l)	Efecte asupra sănătătii umane	Sursa de contaminare
35	o-Diclorbenzen	0.6	Boli ale ficatului, rinichilor şi sângelui	Vopseluri, componente pentru curăţarea motoarelor, solvenţi, reziduuri chimice.
36	cis-1,2-Dicloretilen	0.07	Boli ale ficatului, rinichilor sistemului nervos şi sistemului circulator	Solvenţi industriali.
37	trans-1,2-Dicloretilen	0.1	Boli ale ficatului, rinichilor sistemului nervos şi sistemului circulator	Solvenţi industriali.
38	Dibromclorpropan	0.0002	Cancer	Erbicide pentru soia, bumbac, ananas, livezi de pomi fructiferi.
39	1,2-diclorpropan	0.00005	Boli ale ficatului, rinichilor şi sistemului nervos	Erbicide, solvenţi industriali
40	Epiclorhidrina	FST	Cancer	Reactivi pentru tratarea apei, răşini epoxidice.
41	Etilbenzen	0.7	Boli ale ficatului, rinichilor şi sistemului nervos	Benzina, insecticide, reziduuri chimice.
42	Etilen dibromit	0.00005	Cancer	Benzina cu plumb, erbicide.
43	Heptaclor	0.0004	Cancer	Insecticide contra termitelor utilizate în cultura porumbului.
44	Heptaclor epoxid	0.0002	Cancer	Biodegradarea heptaclorului.
45	Lindan	0.0002	Boli ale ficatului, rinichiului, sistemului nervos	Insecticide utilizate contra dăunătorilor din fermele de vite.
46	Metoxiclor	0.04	Tulburari de crestere, boli ale ficatului, rinichiului şi sistemului nervos	Insecticide pentru fructe, legume, vite, animale de casă.
47	Pentaclorofenol	0.001	Cancer si boli ale ficatului şi rinichilor	Conservanţi pentru lemn, erbicide, reziduuri din turnurile de răcire.
48	PCBs	0.0005	Cancer	Uleiuri refrigerente pentru transformatori electrici.
49	Stiren	0.1	Boli ale ficatului şi sistemului nervos	Plastic, cauciuc, răşini, industria farmaceutică, scurgeri din gropi de gunoi orăşeneşti.
50	Tetracloretilen	0.005	Cancer	Depozitarea incorectă a solvenţilor.
51	Toluen	1	Boli ale ficatului, rinichilor, sistemului nervos şi sistemului circulator	Aditivi pentru benzină, solvenţi.
52	Toxafen	0.003	Cancer	Insecticide.
53	2,4,5-TP	0.05	Boli ale ficatului şi rinichilor	Erbicide.
54	Xilen (total)	10	Boli ale ficatului, rinichilor şi sistemului nervos	Subproduşi de rafinare ai benzinei, vopseluri, cerneluri, detergenţi.
55	Plumb	FST	Boli ale rinichilor şi sistemului nervos	Depozite naturale sau industriale, instalaţii, aliaje.
56	Cupru	FST	Iritaţii gastrointestinale	Depozite naturale sau industriale, conservanţi pentru lemn, instalaţii.
57	Antimoniu	0.006	Cancer	Stingătoare de incendiu, electronice, ceramică, artificii.
58	Beriliu	0.004	Boli ale oaselor şi plămânilor	Electrice, aerospaţiale, industria de aparate.
59	Cianuri	0.2	Afecţiuni ale tiroidei şi sistemului nervos	Electroplacare, oţel, materiale plastice, minerit, îngrăşăminte.
60	Nichel	În curs de cercetare	Boli de inima şi ale ficatului	Aliaje metalice, electroplacare, baterii, industria chimică.
61	Thaliu	0.002	Boli ale rinichilor, ficatului creierului si intestinelor	Electronice, medicamente, aliaje, sticlă.
62	Adipat (di(2-	0.4	Scade greutatea corporală	Cauciuc sintetic, îmbrăcăminţi pentru alimente.

Nr. crt.	Compus	C.M.A. (mg/l)	Efecte asupra sănătătii umane	Sursa de contaminare
	etilhexil))			
63	Dalapon	0.2	Boli ale ficatului şi rinichilor	Erbicide pentru pomi fructiferi, fasole, cafea, gazon, drumuri, căi ferate.
64	Diclormetan	0.005	Cancer	Vopseluri, degresanţi pentru metal, solvent.
65	Dinoseb	0.007	Boli ale tiroidei şi organelor reproductive	Erbicide pentru porumb.
66	Diquant	0.02	Boli ale ficatului, rinichilor	Erbicide pentru sisteme acvatice.
67	Dioxina	$3x10^{-8}$	Cancer	Subprodus din industria chimică; impurităţi în erbicide.
68	Endothal	0.002	Boli ale ficatului, rinichilor şi afecţiuni gastrointestinale	Erbicide pentru porumb, sisteme acvatice naturale.
69	Endrin	0.002	Boli ale ficatului, rinichilor şi afecţiuni cardiace	Insecticide.
70	Glifosat	0.7	Boli ale ficatului si rinichilor	Erbicide pentru iarbă şi gazon.
71	Hexaclorbenzen	0.001	Cancer	Subproduşi ai industriei de pesticide.
72	Hexachlorciclo-pentadiena	0.05	Boli ale rinichilor şi stomacului	Produs intermediar în industria pesticidelor.
73	Oxamil (vidat)	0.2	Boli ale rinichilor	Insecticide pentru mere, cartofi si roşii.
74	PAHs (benzo(a)-piren)	0.0002	Cancer	Arderea substanţelor organice, vulcani, combustibili fosili.
75	Ftalat (di(2-etilhexil)	0.006	Cancer	PVC şi alte materiale plastice.
76	Picloram	0.5	Boli ale rinichiului şi ficatului	Erbicide pentru plante lemnoase.
77	Simazina	0.004	Cancer	Erbicide pentru iarbă, porumb, sisteme acvatice.
78	1,2,4-Triclorbenzen	0.07	Boli ale ficatului si rinichilor	Industria de erbicide, industria de coloranţi.
79	1,1,2-Tricloretan	0.005	Boli ale rinichilor, ficatului şi sistemului nervos	Solventi în cauciuc, alţi produşi organici, deşeuri din industria chimică.
80	Emitatori Beta / foton (I)	4 mrem/an	Cancer	Depozite naturale sau artificiale.
81	Emitatori Alfa (I)	15 pCi/l	Cancer	Depozite naturale.
82	Emitatori Alfa (P)	15 pCi/l	Cancer	Depozite naturale.
83	Radiu 226+228 (I)	5 pCi/l	Cancer osos	Depozite naturale.
84	Radiu 226 (P)	20 pCi/l	Cancer osos	Depozite naturale.
85	Radiu 228 (P)	20 pCi/l	Cancer osos	Depozite naturale.
86	Uraniu	0.02	Cancer	Depozite naturale.
87	Bromaţi	0.01	Cancer	Sub-produs al ozonului.
88	Bromdiclormetan	Vezi TTHM	Cancer, boli ale ficatului, rinichilor şi sistemului reproductiv	Sub-produs al clorului.
89	Clorită	1.0	Neurotoxicitate	Sub-produs al dioxidului de clor.
90	Cloroform	Vezi TTHM	Cancer, boli ale ficatului, rinichilor şi sistemului reproductiv	Sub-produs al clorului.
91	Dibromoclormetan	Vezi TTHM	Boli ale sistemului nervos, ficatului, rinichilor şi sistemului reproductiv	Sub-produs al clorului.
92	Acid dicloracetic	Vezi HAA5	Cancer, boli ale sistemului reproductiv	Sub-produs al clorului.
93	Acid haloacetic (HAA5)	0.06	Cancer	Sub-produs al clorului.
94	Acid tricloracetic	Vezi HAA5	Boli ale ficatului, rinichilor,	Sub-produs al clorului.

Nr. crt.	Compus	C.M.A. (mg/l)	Efecte asupra sănătătii umane	Sursa de contaminare
			splinei si afectiuni de dezvoltare	
95	Trihalometani Total (TTHM)	0.08	Cancer	Sub-produs al clorului.
96	Cryptosporidium	FST	Boli gastroenterice	Fecale umane şi animale.
97	Sulfaţi	500	Diaree	Depozite naturale.

Notaţii: CM – concentraţia maximă; FST – funcţie de schema de tratare; MFL – milioane fibre la litru.

3.2.1.2 Conţinutul studiilor de tratabilitate

(1) Încadrarea în una din categoriile de calitate conform NTPA 013/2002 – "Norme de calitate pe care trebuie să le îndeplinească apele de suprafaţă utilizate pentru potabilizare", aprobat prin Hotărârea Guvernului nr.100/2002, cu modificările şi completările ulterioare, conduce la decizia de adoptare a proceselor de tratare aplicabile sursei. Eficienţa acestora va fi determinată pe baza studiilor de tratabilitate. Acestea trebuie sa furnizeze următoarele informaţii:

a) tipul de oxidant, doze necesare şi timp de contact pentru preoxidare;
b) tipul de coagulant, doze necesare;
c) tehnologia de limpezire (decantare sau flotaţie) şi parametrii tehnologici pentru toate treptele de oxidare din filiera de tratare;
d) doze de ozon necesare în procesul de post-oxidare şi timp de contact;

(2) Alegerea oxidanţilor va ţine seama de concentraţia de materii organice a apei brute şi potenţialul de formare a subproduşilor organoclorurati. Se va estima potenţialul de formare a subproduşilor pentru fiecare oxidant introdus în schema de tratare.

3.2.1.3 Caracteristicile principale ale reactivilor utilizaţi în tratarea apei

Tabelul 3.2. Caracteristicile principale ale reactivilor utilizaţi în tratarea apei.

Nr crt	Denumire	Formula	Forma de prezentare	Densitate vrac (g/cm^3)	c_{uzuale} (%)	Densitate la diferite concentratii (g/cm^3)	Doze uzuale (g/m^3)	Utilizare
1.	Sulfat de aluminiu	$Al_2(SO_4)_3$ x 18 H_2O	**solid** sub formă granulară sau placi de culoare albă; **lichid**: soluţie de diferite concentraţii	0.97	5 – 30	5% - 1.05 10% - 1.105 15% - 1.16 20% - 1.226 25% - 1.29 30% - 1.333	20 – 80	Procese de coagulare - floculare
2.	Clorura ferică	$FeCl_3$ x $6H_2O$	**solid** **lichid** brun roşcat: soluţie de concentraţie 35-45%	1.42	35	5% -1.035 10% - 1.085 15% - 1.13 20% - 1.182 25% - 1.234 30% - 1.291 35% - 1.353 40% - 1.417 45% - 1.485	5 – 15	Procese de coagulare - floculare
3.	Sulfat feros	$FeSO_4$	**solid** **lichid** – soluţie concentraţie 20%	1.5		5% - 1.047 10% - 1.10 15% - 1.15 20% - 1.213	10 - 20	Procese de coagulare - floculare

Nr crt	Denumire	Formula	Forma de prezentare	Densitate vrac (g/cm^3)	c_{uzuale} (%)	Densitate la diferite concentratii (g/cm^3)	Doze uzuale (g/m^3)	Utilizare
4.	Polimeri	-	**solid** (granular) **emulsie**	-	0,1-1	-	0.01-0.5	Procese de floculare
5.	Var	$Ca(OH)_2$	**solid** – pulbere de culoare albă	0.65	5 % 0.16 %	1.03 1.0	15 - 100	Corecţie pH
6.	Hidroxid de sodiu	NaOH	lichid – solutie de concentratii diferite solid: fulgi de culoare albă	1.057 2.13	48-50%	-	5 - 10	Corecţie pH
7.	Carbonat de sodiu	Na_2CO_3	solid - pulbere de culoare albă	2.5	25 – 30	-	5 – 10	Corecţie pH
8.	Hipoclorit de sodiu	NaClO	lichid gălbui: soluţie de concentraţie 11-16 %Cl_2	1.2 – 1.3	-	-	0.5 – 1.5	Oxidare-Dezinfecţe
9.	Acid sulfuric	H_2SO_4	lichid uleios	1.84	95	1.84	5 – 15	Corecţie pH
10.	Acid clorhidric	HCl	lichid gălbui	1.19	37	1.19	5 - 15	Corecţie pH

(3) Cărbune activ

a) Se utilizeaza cărbune activ sub formă de pudră (PAC) sau granular (CAG).

b) Obiectivul urmărit în staţiile de tratare: adsorţia micropoluanţilor, substanţelor toxice, substanţelor organice oxidate în prealabil, substanţelor care dau gust/miros/culoare.

c) Proprietăţile principale ale cărbunelui activ: conţinutul de cenuşă; umiditatea; densitatea; mărimea particulelor; duritatea; volumul şi distribuţia după mărimea porilor.

d) Conţinutul de cenuşă este reprezentat de reziduul obţinut prin calcinarea la temperatura de 954^o C timp de 3 ore în aer. Uzual, conţinutul de cenuşă variază între 3 şi 10%. Pentru reducerea cantităţii de cenuşă, se poate utiliza spălarea cu acid.

e) Umiditatea se determină prin uscarea în cuptor timp de 3 ore a unei cantităţi de 5 sau 10 g de cărbune activ la temperatura 150 ^{o} C. Se determină greutatea înainte şi după uscare şi răcire în exicator.

f) Densitatea. Sunt mai multe tipuri de densităţi care se analizează, printre care se menţionează:

i. densitatea în vrac sau densitatea aparentă reprezintă greutatea cărbunelui activ uscat raportată la volumul pe care acesta îl ocupa. Aceasta se determină prin umplerea unui cilindru cu volumul de 100 ml cu cărbune prin cadere liberă dintr-o maşină vibratoare şi cântărirea volumului respectiv. Valorile uzuale sunt în gama 0,5 – 0,6 g/ml pentru cărbune activ fabricat din cărbune mineral, respectiv 0,24 – 0,30 g/l pentru cărbune activ fabricat din lemn;

ii. densitatea particulei reprezintă densitatea unei particule singulare. Volumul pe care se bazează include volumul porilor precum şi volumul materialului. Densitatea particulei se determină în mod uzual cu mercur la presiunea atmosferică (mercurul umple spaţiile goale din particula de cărbune activ, dar nu umple porii). Valorile uzuale sunt în gama 0,74 – 0,80 g/ml;

iii. densitatea reală sau densitatea scheletului este cea determinată numai pe materialul (cărbunele) propriu-zis. Pentru determinarea acesteia se utilizează uzual o metodă de înlocuire cu heliu (heliul intră practic în toţi porii materialului). Valorile uzuale sunt în gama 2,1 – 2,2 g/ml.

g) Marimea particulelor se determină prin cernerea a 100 sau 200 g de cărbune printr-un sistem de site mecanice timp de 10 minute după care se cântăresc reţinerile pe fiecare sită în parte. În tabelul 3.3 se prezintă caracteristicile sitelor.

Tabelul 3.3. Caracteristicile sitelor.

Numărul sitei	**Deschiderea ochiurilor sitei (mm)**
4	4,70
6	3,33
8	2,36
12	1,65
14	1,40
16	1,17
18	0,0991
20	0,833
25	0,701
30	0,589
35	0,495
40	0,417
45	0,351
50	0,295
60	0,246
80	0,175
100	0,150
200	0,074
325	0,043

h) Valorile uzuale ale mărimii particulelor de cărbune activ granular sunt: 8/20 (granulele trec prin sita 8 şi sunt reţinute pe sita 20), 8/30, 10/30, 12/20, 12/30, 12/40 si 20/50.

i) Cărbunele activ pudră se încadrează de obicei la sitele 100/325.

j) Duritatea. Abilitatea cărbunelui activ de a rezista la abraziune este unul dintre parametrii cei mai importanţi. Procedura de determinare a durităţii cărbunilor activi presupune cernerea acestora urmată de agitarea cărbunelui într-un recipient alături de bile de oţel inoxidabil. Cărbunele este cernut pe o sită care are ochiurile mai mici de două ori decât ochiurile minime rezultate prin cernerea iniţială. Indicele de duritate este exprimat ca procentul de greutate reţinut pe această sită.

k) Indicele de abraziune este reducerea diametrului mediu al particulelor care apare în testul descris anterior exprimată ca un procent din diametrul mediu iniţial. Diametrul mediu al particulelor este calculat dintr-o distribuţie a mărimii sitelor prin multiplicarea fracţiunilor de greutate reţinute pe fiecare sită cuvaloarea medie a ochiurilor sitei pe care cărbunele a fost reţinut şi cu sita imediat de dinainte (mai mare) şi însumarea acestor fracţiuni. Valorile uzuale ale indicelui de abraziune sunt 65 – 80% (practic 70 – 75%).

l) Volumul şi distribuţia după mărime a porilor. Volumul porilor reprezintă volumul total al porilor din particula de cărbune activ granular raportat la greutate. Valorile uzuale sunt de ordinul 0,8 – 1,2 ml/g pentru cărbune activ fabricat din cărbuni minerali, respectiv 2,2 – 2,5 ml/g pentru cărbune activ fabricat din lemn. Volumul total al porilor poate fi determinat printr-un test de adsorbţie cu azot desfăşurate astfel încât azotul condensat să intre în totalitate în porii cărbunelui.

m) Cărbunele activ conţine o structură complexa de pori, de forme şi mărimi diferite. Porii au de obicei o geometrie neregulată şi sunt interconectaţi. Dimensiunile porilor sunt uzual între 10 Å şi 100.000 Å (1 Å = 10^{-10} m). Distribuţia după mărime a porilor depinde de tipul de material utilizat şi de metoda şi de durata procesului de activare. Prin metode bine stabilite (de exemplu determinarea volumului de mercur care poate fi forţat să intre în pori ca o funcţie de presiune) este posibil să se determine volumul porilor de o anumită dimensiune. Distribuţia după mărimea porilor este un parametru de alegere a cărbunelui activ. Astfel, pentru reţinerea compuşilor care dau culoare este necesar un cărbune cu pori mari (> 20 Å). Pentru adsorbţia gazelor sunt necesari pori cu dimensiuni reduse (< 10 Å).

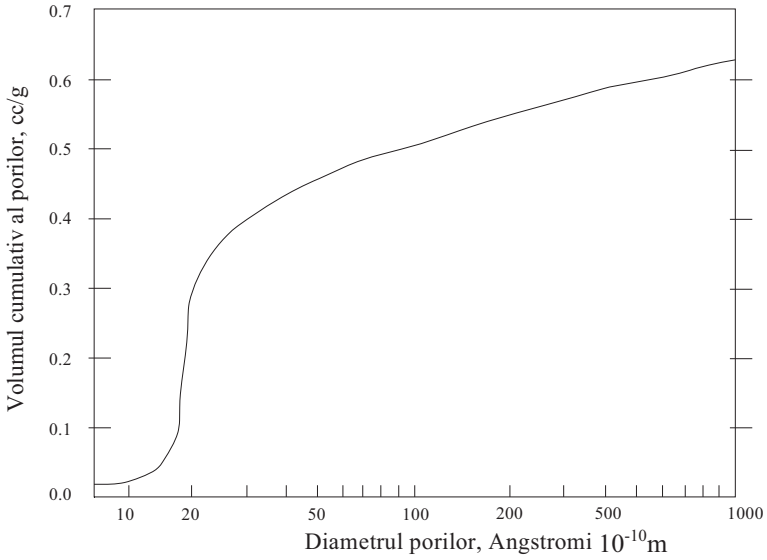


Figura 3.2. Distribuţia volumului cumulativ al porilor.

3.2.1.4 Determinarea dozelor de reactivi de coagulare utilizaţi în tratarea apei

(1) Alegerea reactivilor de coagulare şi a adjuvanţilor este necesar să se realizeze pe baza testelor de coagulare la nivel de laborator (jar test).

3.2.1.4.1 Metodologia de efectuare a testelor de coagulare – floculare de laborator

(1) Alegerea reactivilor de coagulare-floculare se realizează în urma testelor de laborator, stabilindu-se tipul şi cantitatea necesară de coagulant care conduc la cea mai bună limpezire a apei, precum şi condiţiile de coagulare necesare (pH).

(2) Procedeul 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 dm^3 capacitate. Procedeul constă în introducerea apei de studiat bine omogenizată (apa brută) în fiecare pahar, şi adăugarea în fiecare a unor cantităţi cunoscute de soluţie, corespunzătoare unor doze prestabilite. Se amestecă probele prin pornirea agitatorului. Se realizează un amestec rapid (250 – 400 rot./minut) şi apoi se continuă cu o turaţie redusă (20 – 60 rot./minut) timp de 10 – 15 min. Agitarea lentă permite aglomerarea suspensiilor coagulate în flocoane mai mari, uşor sedimentabile. După oprirea agitatorului, paharele se lasă să sedimenteze timp de 20 – 30 de minute.

(3) După sedimentare se recoltează probe de supernatant prin sifonare sau cu ajutorul unei pipete de 25 ml pe care se efectuează cel putin următoarele determinări: turbiditate, pH, indice de permanganat.

(4) Materiale necesare:

a) Floculator de laborator clasic cuprinzând:
   i. 4 până la 6 posturi de agitare cu viteză reglabilă de la 15 la 400 rot/min. şi timer;
   ii. agitatoare cu palete plate plasate toate la aceeaşi înălţime;
   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:

Înălţimea de prelevare fiind stabilită între 5 şi 6 cm sub nivelul superior al apei al fiecărui vas se pot recomanda diferite aparate de prelevare:

i. seringi de 100 ml cu racord de prelungire, permiţând prelevarea sub nivelul apei prin aspirare;
ii. vase realizate cu ştuţuri pe peretele recipientului la 5 – 6 cm sub nivelul apei, echipate cu robineţi, permiţând prelevarea apei prin gravitaţie;
iii. pahare Berzelius (de la 250 la 300 ml) spălate şi uscate în prealabil în vederea analizelor ulterioare.

d) Materiale analitice:
   i. pH-metru;
   ii. reactivi şi sticlărie pentru măsurarea indicelui de $KMnO_4$;
   iii. turbidimetru;
   iv. materiale de laborator pentru prepararea soluţiei diluate de coagulant de concentraţie 10 g/l.

(5) Prepararea coagulanţilor.Se prepară o soluţie diluată de concentraţie 10 g/l, exprimată în produs tehnic comercial. Această concentraţie a fost aleasă în vederea facilitării luării probelor şi efectuării calculelor (1ml de soluţie 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/m^3). Pentru a evita degradarea soluţiilor diluate de coagulant se recomandă utilizarea acestora numai în ziua preparării lor.

(6) Mod de lucru. Se prelevează volumul necesar de apă brută (~ 10 dm^3) pentru efectuarea tuturor testelor prevăzute, avându-se în vedere ca temperatura apei să rămână cea din mediul natural.

a) se omogenizează apa brută înainte de umplerea fiecărui vas.
b) se umple fiecare vas cu 1 litru de apă brută măsurată cu cilindrul gradat.
c) se reglează agitarea rapidă între 250 şi 400 rot/min.

d) se umplu seringile sau pipetele cu dozele dorite de reactiv de coagulare.
e) se adaugă în fiecare pahar doza de coagulant dorită cu ajutorul seringilor sau pipetelor în zona de turbulenţă maximă (adaosul de coagulant înaintea pornirii agitatoarelor va conduce la reacţia punctuală şi la reducerea eficienţei de coagulare).
f) se menţine agitarea rapidă timp de 1 – 3 minute.
g) se reduce viteza de agitare la 20 – 60 rot./min.
h) se menţine agitarea lentă timp de 15 – 20 minute.
i) se opreşte agitarea, se îndepărtează agitatoarele şi se porneşte cronometrul pentru faza de sedimentare (15 – 30 min.).
j) 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 turbidităţii, pH-ului, indicelui de permanganat. Această operaţie se efectuează fie prin sifonare, fie cu seringile, evitând agitarea supernatantului. Probele de apă decantată recoltate se omogenizează bine inainte de a trece la orice fel de analiză.

(7) Interpretarea rezultatelor.Interpretarea are drept scop determinarea tipului şi dozei de coagulant care conduce la cele mai bune eficienţe de reducere a turbidităţii şi încărcării organice şi a dozei optime, stabilind graficele de variaţie a următorilor parametrii în funcţie de doza de coagulant folosită, pentru fiecare din reactivii utilizati:turbiditatea;indicele de permanganat;evoluţia pH-ului.

(8) Pentru fiecare dintre reactivii analizaţi sunt necesare determinări de metal rezidual în supernatant. Concentraţiile 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 fier, respectiv hidroxid de aluminiu.

(9) Testele privind utilizarea polimerilor în procesul de coagulare floculare au la baza aceeaşi metodologie cu menţiunea 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.

(10) Adaosul polimerului în acelaşi timp cu coagulantul nu permite formarea microflocoanelor conducând la eficienţe reduse de coagulare-floculare; adaosul de polimer în perioada agitării lente nu permite dispersarea acestuia în masa de apă dată fiind şi vâscozitatea acestuia şi volumele mici introduse (0.05 – 0.2 ml în cazul în care se utilizează soluţii de concentraţie 0.1%).

(11) Trebuie acordata atenţie deosebită dizolvării complete a polimerului urmându-se instrucţiunile de dizolvare din fişa tehnică a acestuia.

(12) După selectarea reactivului de coagulare, a polimerului, a oxidanţilor şi determinarea dozelor optime, testele de tratabilitate se vor efectua la nivel de instalaţie pilot astfel încât să fie posibilă determinarea globală a eficienţei de tratare.

3.2.1.4.2 Determinarea dozelor necesare de acid sulfuric, respectiv acid clorhidric

(1) În vederea creşterii eficienţelor de reţinere 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) Doza de acid pentru reducerea pH-ului se determină astfel:

a) se prepară o soluţie diluată de acid (1% - 2 %);
b) se adaugă cantităţi de acid în proba de apă brută ($1dm^3$) astfel încât pH-ul să se reducă cu 0, 2 – 0,3 unităţi şi se agită bine;
c) se continuă adaosul de acid respectiv agitarea până la obţinerea valorii dorite a pH-ului; se notează cantitatea de acid consumat;
d) se efectuează teste de coagulare – floculare pentru mai multe valori ale pH-ului cuprinse între pH-ul natural al apei şi pH = 5,5 – 6;
e) pH-ul optim de coagulare va fi cel la care are loc reducerea încărcării organice cu cea mai mare eficienţă.

3.2.1.4.3 Determinarea caracterului coroziv al apei şi a dozelor de reactivi pentru echilibrarea pH-ului

(1) Apa tratată are caracter coroziv în cele mai multe cazuri. Estimarea caracterului coroziv se poate realiza prin determinarea indicilor Langelier sau Ryznar.

(2) Cel mai cunoscut este indicele Langelier (I_L) care este definit ca diferenţa între pH-ul apei şi pH-ul de saturaţie al acesteia, acesta fiind pH-ul la care apa având aceeaşi alcalinitate şi aceeaşi concentraţie de calciu ar fi în echilibru cu carbonatul de calciu solid.

(3) Apele cu pH mai mare decât pH-ul de saturaţie (indice Langelier pozitiv) sunt suprasaturate cu carbonat de calciu şi au tendinţa să depună cruste, iar apele cu pH mai mic decât pH-ul de saturaţie sunt nesaturate şi vor fi agresive.

(4) Un alt indice care ajută la aprecierea caracterului agresiv al apei este indicele Ryznar.

(5) Pentru a determina aceşti indici este necesar să se determine prin analiză următorii indicatori fizico-chimici:

a) pH-ul iniţial al apei de analizat;
b) temperatura;
c) conţinutul de calciu, exprimat în mg/l $CaCO_3$;
d) alcalinitatea totală, exprimată în mg/l $CaCO_3$;
e) reziduu fix (105^0C) în mg/l.

(6) Cu aceste date, din diagrama Langelier (figura 3.3), se va determina un pH de saturaţie, pH_s, astfel:

a) se ridică o verticală din punctul corespunzător conţinutului de calciu până în punctul în care intersectează dreapta pCa; se notează valoarea corespunzătoare de pe scala din stânga; aceasta va fi pCa.
b) se ridică o verticală din punctul corespunzător alcalinităţii până ce intersectează dreapta pAlc; valoarea corespunzătoare pe scala din stânga va fi pAlc.
c) din punctul corespunzător reziduului fix se ridică o verticală până la intersecţia cu curba corespunzătoare temperaturii de lucru; pe scala din dreapta se va citi constanta de temperatură, C.

(7) pH-ul de saturaţie va fi: pH_s= pAlc + pCa + C.

(8) Stabilirea caracterului apei după Langelier:

$$I_L = pH_0 - pH_s$$

Tabelul 3.4. Stabilirea potenţialului coroziv al unei ape conform Indicelui Langelier.

Indice Langelier	Potenţial coroziv
-5	Coroziune severă – necesară tratarea
-4	Coroziune severă – necesară tratarea
-3	Coroziune moderată/ severă
-2	Coroziune moderată – trebuie considerată tratarea
-1	Coroziune usoară – apa poate fi tratată
-0.5	Coroziune uşoară/ aproape de echilibru – nu este necesară tratarea
0	Echilibru calco-carbonic
0.5	Aproape de echilibru
1	Depunere uşoară de cruste – probleme estetice
2	Depunere uşoara de cruste – probleme estetice
3	Depunere moderată de cruste – este necesară tratarea
4	Depunere severă de cruste – necesită tratare
5	Depunere severă de cruste – necesită tratare

(9) Stabilirea caracterului agresiv după Ryznar:

$$I_R = 2pH_s - pH_0$$

Tabelul 3.5. Stabilirea potenţialului coroziv al unei ape conform Indicelui Ryznar.

Indice Ryznar	Potenţial coroziv
4 – 5	antartraj important
5 – 6	antartraj uşor
6 – 7	echilibru
7 – 7,5	uşor corozivă
7,5 – 9	puternic corozivă
>9	foarte puternic corozivă

(10) Stabilirea dozelor de reactivi pentru anularea caracterului agresiv al apei se va face experimental prin adaosul a diferite doze de reactivi de neutralizare (var, sodă) şi determinarea pH-ului de saturaţie. Doza optimă de reactiv de neutralizare va fi doza la care pH-ul apei este egal cu pH-ul de saturaţie.

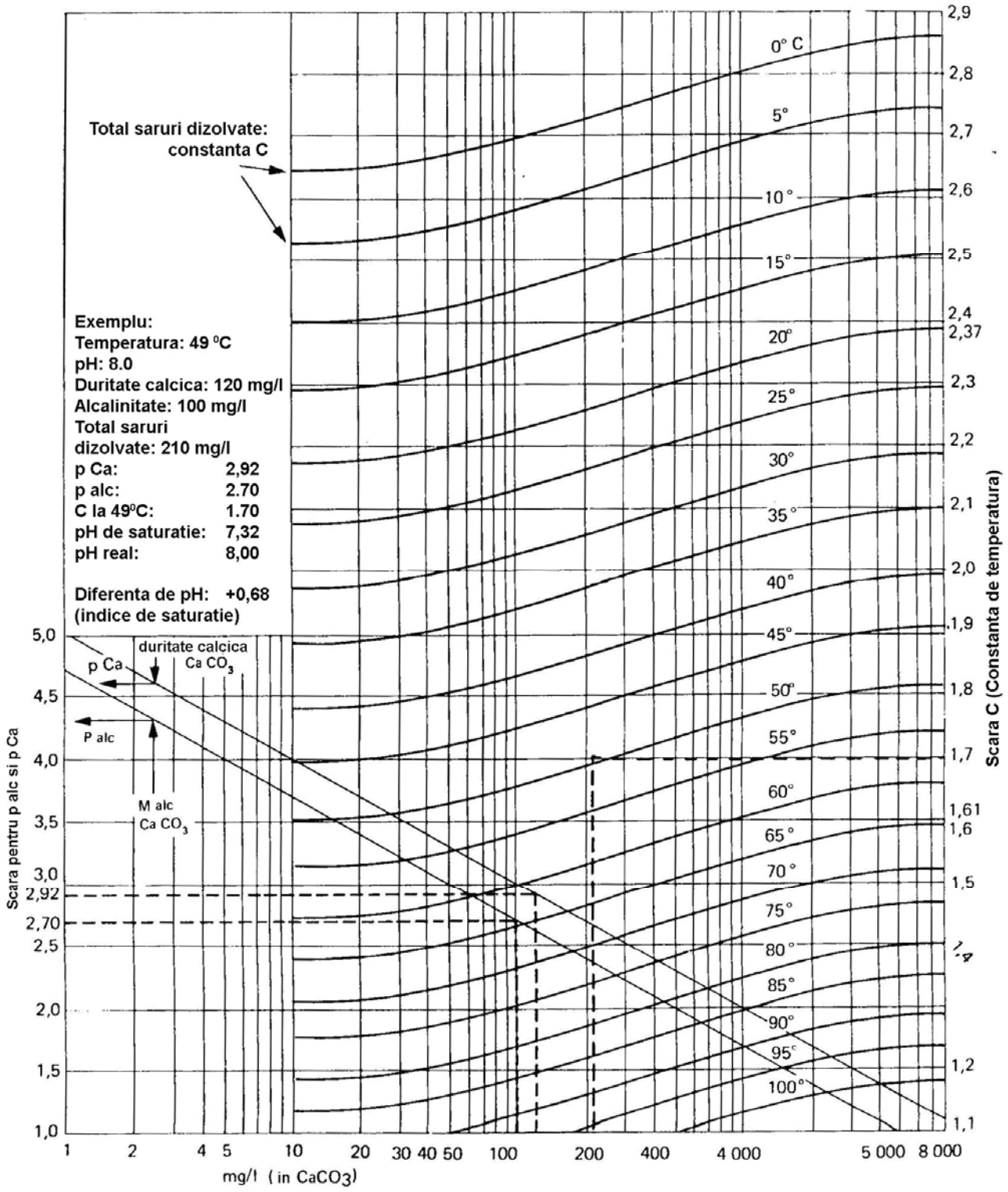

Total saruri dizolvate:
constanta C
Exemplu:
Temperatura: 49 °C
pH: 8.0
Duritate calcica: 120 mg/l
Alcalinitate: 100 mg/l
Total saruri
dizolvate: 210 mg/l
p Ca: 2,92
p alc: 2.70
C la 49°C: 1.70
pH de saturatie: 7,32
pH real: 8,00
Diferenta de pH: +0,68
(indice de saturatie)
duritate calcica
Ca CO3
p Ca
P alc
M alc
Ca CO3
Scara pentru p alc si p Ca
mg/l (in CaCO3)
Scara C (Constanta de temperatura)
0° C
5°
10°
15°
20°
25°
30°
35°
40°
45°
50°
55°
60°
65°
70°
75°
80°
85°
90°
95°
100°

Figura 3.3. Diagrama pentru determinarea indicelui Langelier.

3.2.1.4.4 Determinarea dozelor de reactivi pentru corecţia pH-ului

(1) Stabilirea dozelor de reactivi pentru anularea caracterului agresiv al apei se va realiza experimental prin adaosul a diferite doze de reactivi de neutralizare (var, sodă) şi determinarea pH-ului de saturaţie. Modul de determinare a acestora este prezentat în continuare:

a) se prepară soluţii diluate: apă de var (0,13 CaO %) respectiv soluţii de concentraţie 1 – 2% pentru sodă şi sodă caustică.
b) se adaugă doze diferite de reactiv la apa tratată în domeniul (2 – 15 mg/l);
c) se agită 1 – 2 minute pentru omogenizare;
d) se determină prin analize de laborator indicatorii necesari calculării pH-ului de saturaţie: pH, concentraţie de calciu, alcalinitate, concentraţie totală de săruri, temperatura.
e) pentru fiecare doză de reactiv se calculează pH-ul de saturaţie.
f) doza optimă va fi doza la care pH-ul de saturaţie calculat va fi egal cu pH-ul determinat al probei (figura 3.4).

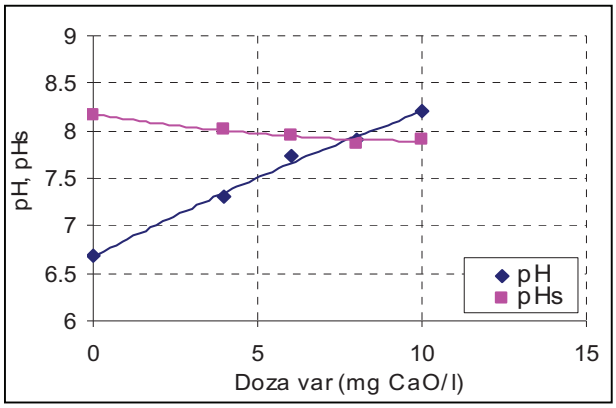


Figura 3.4. Curbă titrare cu var.

3.2.1.4.5 Determinarea dozelor de reactivi de oxidare

(1) Selectarea oxidantului se va realiza în funcţie de calitatea apei brute. Astfel, în cazul apelor de suprafaţă care necesită preoxidare se va analiza posibilitatea utilizării dioxidului de clor sau a ozonului datorită potenţialului acestor tipuri de oxidanti de a nu forma subprodusi indezirabili cu azotul din apa.

(2) În cazul apelor subterane, sunt necesare procese de oxidare pentru îndepărtarea fierului şi manganului, a hidrogenului sulfurat şi a azotului amoniacal.

(3) Daca apa contine doar fier şi mangan se va analiza eficienţa de îndepărtare a acestor doi compuşi prin aerare şi filtrare dar şi prin adaos de permanganat şi filtrare.

(4) Singurul reactiv capabil să oxideze azotul amoniacal este clorul. În soluţie apoasă, clorul liber oxidează amoniacul la azot gazos printr-o serie de reacţii care conduc într-o primă etapă la formarea monocloraminei, dicloraminei şi tricloraminei. Pentru doze de clor suficient de mari, reacţia care conduce la degradarea totală cu formare de azot este:

$$3\ Cl_2 + 2\ NH_3 \rightarrow N_2 + 6\ Cl^- + 6\ H^+$$

(5) Această reacţie implică o stoichiometrie de 7,6 g Cl_2/g N-NH_3, care corespunde unui punct denumit punct de ruptură sau « break-point ».

(6) Necesarul de clor reprezintă cantitatea de clor care va reacţiona cu compuşii reducători existenţi în apă (fier, mangan, hidrogen sulfurat, azot amoniacal). Este diferenţa între cantitatea de clor adăugată în apă (doza de clor) şi cantitatea de clor detectabilă în apă.

(7) Evoluţia concentraţiei clorului rezidual (exprimat în mg/l), în funcţie de doza de clor aplicată în cursul clorinării unei ape naturale, conduce la o curbă caracterizată prin patru zone (figura 3.5).

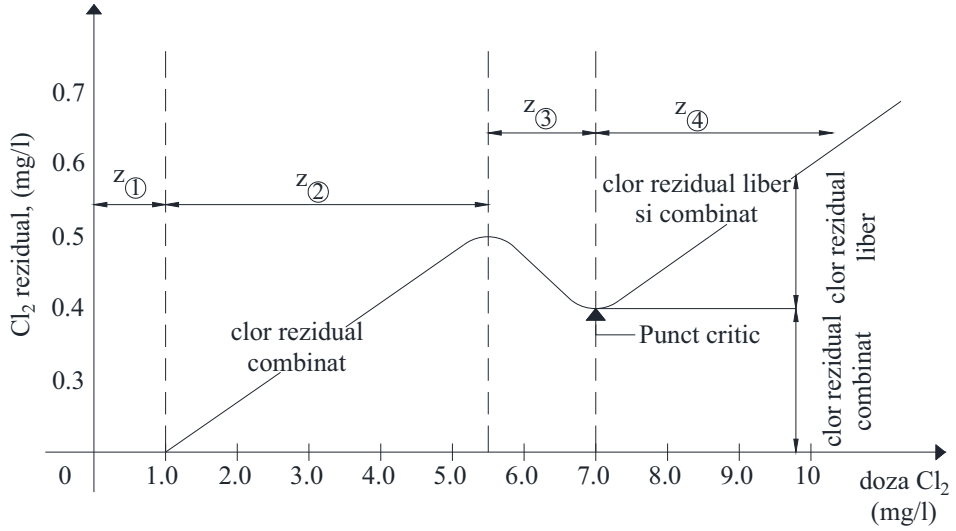


Figura 3.5. Reprezentarea grafică a curbei de clorinare în prezenţa amoniului.
zona I: consumul instantaneu al clorului de către elementele reducătoare prezente în apă; zona II: formarea monocloraminelor şi dicloraminelor; zona III: distrugerea cloraminelor (trecerea în N_2); zona IV: acumularea clorului liber în apă.

(8) În general, punctul critic in cazul amoniului este deplasat faţă de punctul stoechiometric, (7,6/1).

(9) Curba de clorare va fi determinată experimental astfel:

a) se efectuează analize de calitate pentru apa brută;
b) se determină doza de clor stoichiometrică necesară pentru oxidarea elementelor reducătoare din proba de apă (exemplu: 2,08 mg Cl_2/mg H_2S, 1,9 mg Cl_2/mg Fe^{2+}, 7,6 mg Cl_2/mg N-NH_3);
c) se aleg 8 – 10 doze de clor diferite din domeniul dozei determinate stoichiometric şi se introduc în 8 – 10 probe de apă (anterior dozării se determină cu exactitate concentraţia în Cl_2 a hipocloritului de sodiu utilizat pentru teste);
d) se agită pentru omogenizare şi se aşteaptă un timp necesar reacţiei de 30 min.;
e) din fiecare probă se prelevează eşantioane pentru determinarea clorului şi a concentraţiei de azot amoniacal;
f) necesarul de clor va fi doza care va conduce la concentraţia minimă de azot amoniacal şi clor regăsit în proba de apă.

(10) În figura 3.6 este prezentată, ca exemplu, o curba de clorare determinată experimental pentru o proba de apă cu conţinut de hidrogen sulfurat şi amoniu.

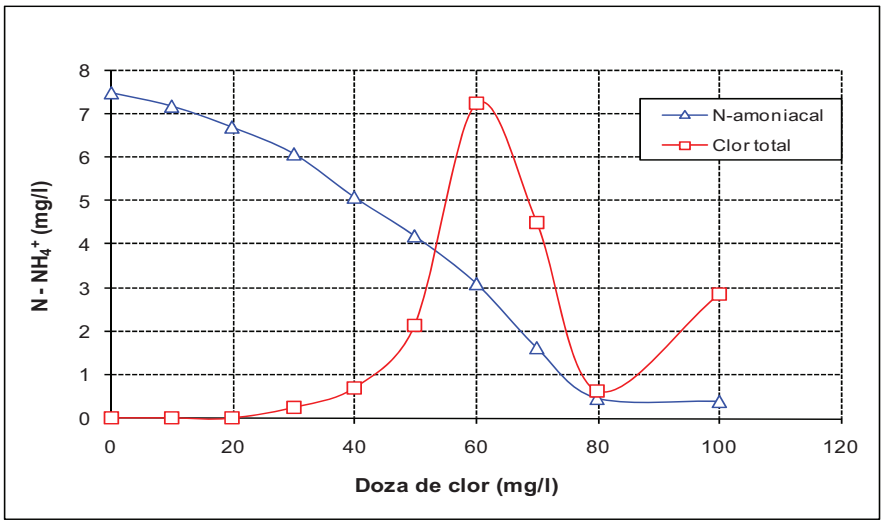


Figura 3.6. Curba de clorare determinată experimental pentru apa cu conţinut de amoniu şi hidrogen sulfurat (exemplu).

(11) Utilizarea clorului în procesul de tratare a apei în vederea potabilizării impune determinarea potenţialului de formare a trihalometanilor.

3.2.2. Calitatea apei cerută de utilizator

(1) Calitatea apei potabile trebuie să se încadreze în parametrii chimici prevăzuţi în tabelul nr.2 din Legea nr.458/2002, republicată.

(2) Legea reglementează calitatea apei potabile, având ca obiectiv protecţia sănătăţii oamenilor împotriva efectelor oricărui tip de contaminare prin asigurarea calităţii de apă sanogenă.

(3) Condiţiile de calitate fundamentale sunt:

a) turbiditate $\leq 1^{o}$ NTU;
b) conţinut de carbon organic total ≤ 3 mg C/dm^3;
c) biologie – zero;
d) bacteriologie – zero;
e) gust plăcut.

(4) Calitatea apei potabile este corespunzătoare când valorile stabilite pentru parametri sunt în conformitate cu legea în următoarele puncte de prelevare a probelor:

a) la robinetul consumatorului şi în secţiunea branşamentului clădirii, în cazul apei potabile furnizate prin reţeaua publică de distribuţie;
b) la punctul de curgere a apei din cisternă, în cazul apei potabile furnizate în acest mod;
c) în punctul în care apa se îmbuteliază în sticle sau în alte recipiente;
d) în punctul din care apa este preluată în procesul de producţie, în cazul apei utilizate în industriile care utilizează apa potabilă.

(5) Comparaţia elementelor rezultate din studiile hidrochimice privind calitatea apei sursei şi parametrii ceruţi pentru apa produsă poate stabili procesele obiectiv necesare pentru alegerea filierei tehnologice a staţiilor de tratare.

3.2.3 Siguranţa proceselor de tratare

(1) Procesele din staţiile de tratare trebuie concepute pe minimum două linii care să poată funcţiona independent sau interconectat prin scoatarea din funcţiune parţială a unui proces. Pentru utilaje trebuie prevăzute rezerve funcţionale conform principiului: 1 + 1; 2 + 1; 3 + 1.

(2) Un element fundamental este asigurarea siguranţei la poluări accidentale ale sursei; se vor prevedea sisteme de preoxidare (Cl_2, ClO_2) şi sisteme de dozare CAP (cărbune activ pudră) în toate situaţiile de necesitate.

3.2.3.1 Conformarea proceselor existente la schimbările de norme sau de calitate a apei la sursă

(1) Există situaţii în care uzinele de apă existente nu mai corespund din punct de vedere al proceselor de tratare. În această situaţie se impune reabilitarea uzinei de apă. Se impune: analiza tehnico – economică a reabilitării proceselor existente comparată cu prevederea de construcţii şi instalaţii noi. Decizia va fi adoptată pe baza costurilor specifice (lei/m^3), siguranţei în asigurarea calităţii apei, duratei de exploatare sigură, posibilităţii de modernizare în perspectivă.

3.2.3.2 Fiabilitatea proceselor de tratare

(1) Proiectantul trebuie să prevadă procese care să asigure parametrii ceruţi în toate situaţiile de complex de calitate a apei sursei.

(2) Se vor analiza şi prevedea soluţii pentru funcţionarea în situaţii speciale: ape cu turbidităţi mari (> 2000° NTU), ape reci (2 – 3 °C), închiderea si by-passarea unor procese, poluări accidentale (poldere).

3.2.3.3 Capacitatea tehnică a operatorului pe baza tehnologiei disponibile

(1) Capacitatea operatorului uzinei de apă de a se alinia în mod permanent la schimbările de standarde şi/sau ale calităţii apei brute, reprezintă un parametru important.

(2) Proiectele staţiilor de tratare trebuie să includă pregătirea personalului de operare corespunzător tehnologiilor adoptate şi gradului de automatizare şi control al staţiei.

(3) Tendinţa este să se adopte tehnologii cu operare complet automatizată.

3.2.4 Impactul asupra mediului înconjurător

(1) Toate staţiile de tratare trebuie să dispună de instalaţii pentru recuperarea apelor tehnologice (spălare filtre, nămol de la decantoare) şi tratarea nămolului. Apa recuperată este de maximum 5% din debitul influent al statiei.

3.3 Clasificarea staţiilor de tratare

(1) Având în vedere multitudinea tipurilor de procese de tratare, varietatea de surse şi de posibilităţi de poluare a acestora, identificarea şi încadrarea schemelor de tratare se va realiza în trei categorii:

A. Încadrarea pe tipuri de surse:

A_1. surse subterane;

A_2. surse de suprafaţă tip lac (limpezi şi relativ constante din punct de vedere calitativ);

A_3. surse de suprafaţă tip râu (cu încărcare variabilă).

B. Încărcările cu impurificatori şi stabilirea gradului prin care fiecare schemă răspunde la cerinţele Legii nr. 458/2002, republicată; pe baza parametrilor dominanţi pentru fiecare tip de sursă şi al influenţei asupra alegerii schemei şi din punct de vedere al frecvenţei de depăşire rezultă:
   B_1. surse slab încărcate;
   B_2. surse cu încărcare medie;
   B_3. surse foarte încărcate.

C. mărimea debitului încadrat în trei domenii:
   C_1. debite mici (0 – 100 dm^3/s);
   C_2. debite medii (100 – 1000 dm^3/s);
   C_3.debite mari (> 1000 dm^3/s).

(2) În figura 3.7 este prezentată diagrama de identificare şi modul de stabilire a schemelor staţiilor de tratare.

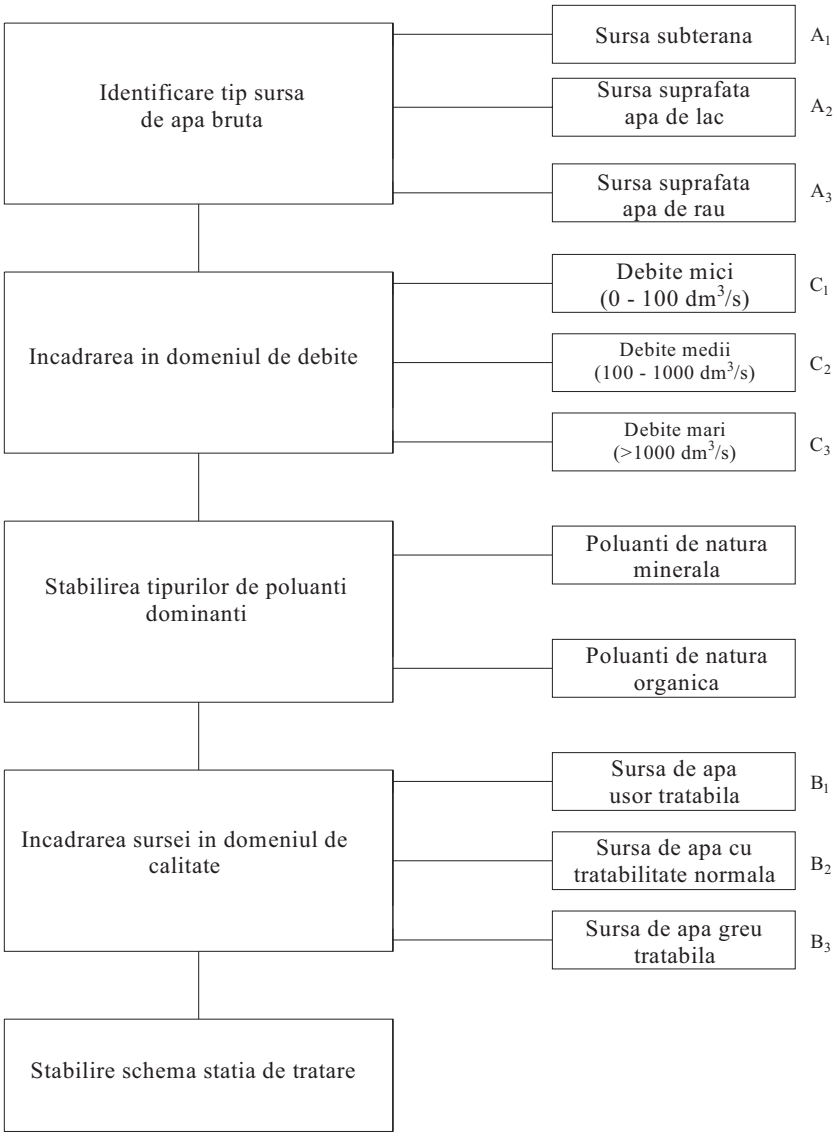


Figura 3.7. Schema de identificarea a tipului de sursă şi a schemei uzinei de apă.

3.4 Scheme tehnologice ale staţiilor de tratare particularizate pe tipuri de sursă

3.4.1 Staţii de tratare pentru surse subterane

3.4.1.1 Schema S1 – apă subterană uşor tratabilă

(1) Sursa se consideră uşor tratabilă când prezintă concentraţii mai ridicate numai în ceea ce priveşte fierul şi manganul. Principalii parametrii de calitate ai apei brute se încadrază în domeniile din următorul tabel.

Tabelul 3.6. Variaţia parametrilor de calitate ai apei brute şi tratate - sursă uşor tratabilă.

Nr. crt.	Denumire parametru	Caracteristici apă brută	Caracteristici impuse apei tratate
1	Fier total (mg/l)	0,2 - 2,0	0,2
2	Mangan (mg/l)	0,05 - 0,5	0,05
3	Azotaţi (mg/l)	≤ 50	50
4	Azotiţi (mg/l)	≤ 0,5	0,5
5	Amoniu (mg/l)	≤ 0,5	0,5
6	Hidrogen sulfurat (mg/l)	≤ 0,1	0,1

(2) În această variantă sunt necesare următoarele procese de tratare:

a) Pre-oxidare, proces prin care fierul şi manganul îşi schimbă valenţa şi trec din formă solubilă în formă insolubilă; procesul se realizează prin:
   1. aerarea apei (insuflare de aer în masa de apă) prin intermediul unui sistem de injecţie aer comprimat; se va aplica aerarea cu bule fine în bazine de contact;
   2. striparea apei (difuzia apei într-o masă de aer) prin utilizarea de sisteme de sprinklere sau duze;
   3. pentru situaţii particulare se va analiza oxidarea cu permanganat de potasiu sau utilizarea altor agenţi oxidanţi;

b) Filtrarea apei pentru reţinerea suspensiilor de fier şi mangan oxidate prin:
   1. staţie de filtre rapide de nisip; se vor asigura toate facilităţile necesare funcţionării normale iar spălarea se va realiza în contra-curent cu apă şi aer simultan;
   2. pentru gama de debite reduse sau foarte reduse se va utiliza filtrarea pe membrane (ultra sau micro-filtrare) în locul staţiei de filtre rapide de nisip;

c) Treapta de dezinfecţie cu clor.

(3) În figura 3.8 este prezentată schema staţiei de tratare în varianta de sursă subterană uşor tratabilă.

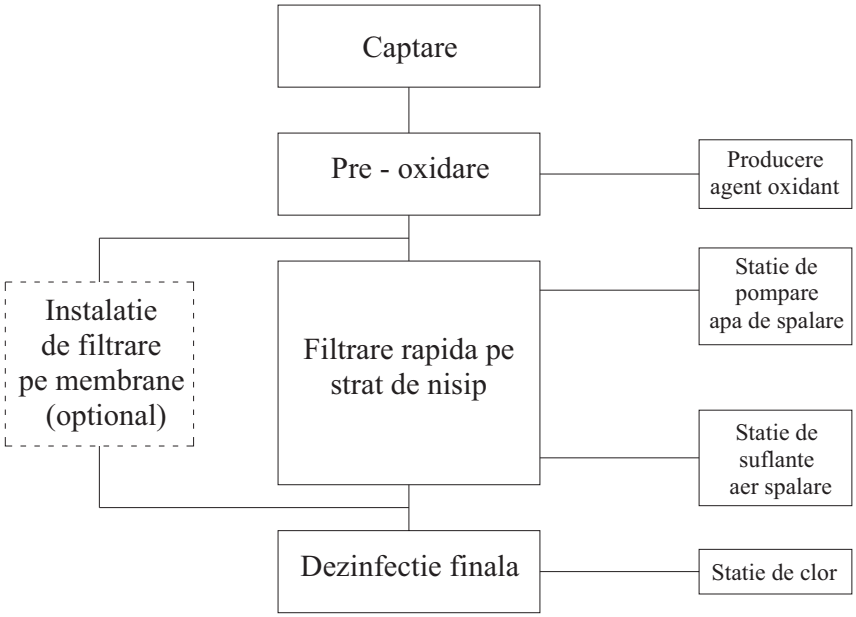


Figura 3.8. Schema staţie de tratare pentru apă subterană uşor tratabilă.

3.4.1.2 Schema S2 – apă subterană cu tratabilitate normală

(1) Sursa se consideră cu tratabilitate normală când pe lângă fier şi mangan conţine şi/sau amoniu respectiv hidrogen sulfurat. Domeniul principalilor parametri de calitate ai apei brute şi tratate sunt prezentaţi în tabelul următor.

Tabelul 3.7. Variaţia parametrilor de calitate ai apei brute şi tratate - sursă cu tratabilitate normală.

Nr. crt.	Denumire parametru	Caracteristici apă brută	Caracteristici impuse apei tratate
1	Fier total (mg/l)	1,0 - 4,0	0,2
2	Mangan (mg/l)	0,3 – 1,0	0,05
3	Azotaţi (mg/l)	≤ 50	50
4	Azotiţi (mg/l)	≤ 0,5	0,5
5	Amoniu (mg/l)	0,5 – 3,0	0,5
6	Hidrogen sulfurat (mg/l)	0,1 – 3,0	0,1

(2) În figura 3.9 este prezentată schema staţiei de tratare pentru apa subterană cu tratabilitate normală.

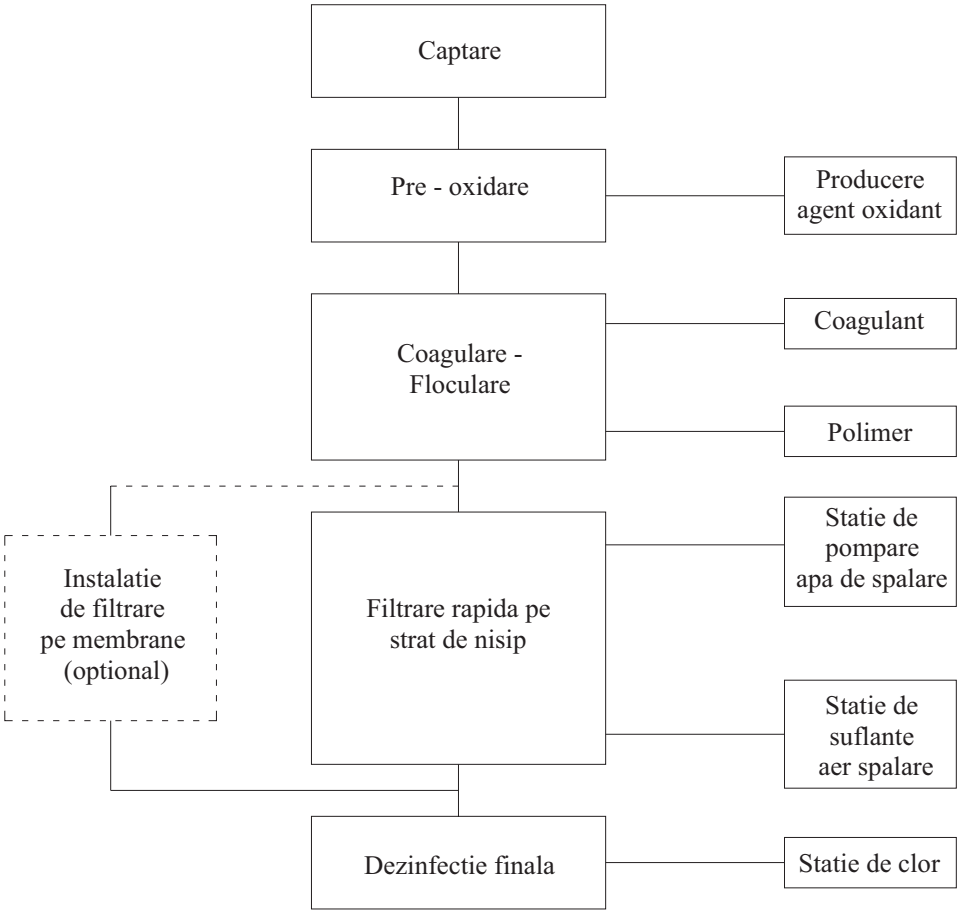


Figura 3.9. Schema staţie de tratare pentru apă subterană cu tratabilitate normală.

(3) În această variantă sunt necesare următoarele procese de tratare:

a) Pre-oxidare, procesul se realizează prin:

1. Pentru eliminarea fierului şi manganului se recomandă aerarea apei atunci când concentraţiile maxime în apa brută apar numai ocazional sau ozonul atunci când concentraţiile înregistrează valori ridicate;
2. Pentru oxidarea amoniului şi a hidrogenului sulfurat este necesară utilizarea clorului în doză stoichiometrică; este necesară în acest sens realizarea unei staţii de clor cu toate componentele necesare (stocare, preparare, dozare, injecţie); hidrogenul sulfurat este un compus volatil care se poate elimina cu eficienţe bune prin procese de aerare; se utilizează oxidarea cu clor; se menţionează că amoniul şi hidrogenul sulfurat reacţioneaza numai cu clorul, nu cu alţi agenţi oxidanţi (dioxid de clor, ozon); în urma oxidării cu clor a hidrogenului sulfurat sulful se transformă în sulf coloidal şi apa capată aspectul unei suspensii lăptoase care trebuie limpezită; amoniul se îndepărtează numai prin oxidare cu clor la breakpoint, nefiind necesară o filtrare ulterioară; în astfel de procese este necesar să se introducă procesele de coagulare – floculare;

b) Filtrarea apei pentru reţinerea suspensiilor de fier, mangan şi hidrogen sulfurat oxidate:
   1. staţie de filtre rapide de nisip; vor fi asigurate facilităţile necesare funcţionării normale iar spălarea se va realiza în contra-curent cu apă şi aer simultan;
   2. pentru gama de debite reduse sau foarte reduse se va utiliza filtrarea pe membrane (ultra sau micro-filtrare) în locul staţiei de filtre rapide de nisip; este recomandabilă soluţia cu MBR – membrane submersate în reactor biologic.

c) Treapta de dezinfecţie cu clor.

3.4.1.3 Schema S3 - apă subterană greu tratabilă

(1) Sursa greu tratabilă este apa care conţine azotaţi şi azotiţi sau concentraţii ridicate de amoniu sau hidrogen sulfurat. Pentru situaţia în care apar depăşiri la parametrii azotaţi şi azotiţi mai mari decât cele prezentate în tabelul de mai jos se recomandă identificarea altei surse, datorită dificultăţilor deosebite de tratare. Variaţia principalilor parametri de calitate ai apei brute şi tratate sunt prezentaţi în tabelul următor.

Tabelul 3.8. Variaţia parametrilor de calitate ai apei brute şi tratate - sursă greu tratabilă.

Nr. crt.	Denumire parametru	Caracteristici apă brută	Caracteristici impuse apei tratate
1	Fier total (mg/l)	≤ 0,2	0,2
2	Mangan (mg/l)	≤ 0,05	0,05
3	Azotaţi (mg/l)	50 - 100	50
4	Azotiţi (mg/l)	0,5 – 1,0	0,5
5	Amoniu (mg/l)	3,0 – 8,0	0,5
6	Hidrogen sulfurat (mg/l)	3,0 – 10,0	0,1

(2) În această variantă sunt necesare următoarele procese de tratare:

a) Pre-oxidare, procesul se va realiza prin oxidarea amoniului şi a hidrogenului sulfurat prin utilizarea clorului în doză stoichiometrică; este necesară în acest sens realizarea unei staţii de clor cu toate componentele necesare (stocare, preparare, dozare, injecţie); hidrogenul sulfurat este un compus volatil care se poate elimina într-o bună masură, dar nu total şi prin procese de aerare; se menţionează că atât amoniul şi hidrogenul sulfurat reacţionează numai cu clorul, nu cu alţi agenţi oxidanţi (dioxid de clor, ozon); în urma oxidării cu clor a hidrogenului sulfurat sulful se transformă în sulf coloidal şi apa capată aspectul unei suspensii laptoase care trebuie limpezită; amoniul se îndepartează numai prin oxidare cu clor la breakpoint, nefiind necesară o filtrare ulterioară; se impun studii aprofundate privind reţinerea compuşilor sulfului coloidal pe medii granulare şi/sau membrane; pentru cantităţi de sulf colloidal format ($H_2S > 4 – 5$ mg/l) se impune o limpezire prin decantare cu/fără reactivi de coagulare – floculare.

b) Filtrarea apei pentru reţinerea sulfului coloidal:
   1. staţie de filtre rapide de nisip; vor fi asigurate toate facilităţile necesare funcţionării normale iar spalarea se va realiza în contra-curent cu apă şi aer simultan;
   2. pentru gama de debite reduse sau foarte reduse se va utiliza filtrarea pe membrane (ultra sau micro-filtrare) în locul statiei de filtre rapide de nisip;

c) Osmoza inversă pentru 20% din debitul total pentru reţinerea azotaţilor sau azotiţilor strict pentru a se încadra în prevederile de calitate ale apei potabile; procesul produce permeat în proporţie de circa 75% şi concentrat în proporţie de circa 25% din cantitatea de apă procesată; pentru concentrat se vor prevedea măsuri speciale de stocare şi valorificare ulterioară; în aceste situaţii coeficientul de pierderi tehnologice se va adopta corespunzător;
d) Treapta de dezinfecţie cu clor

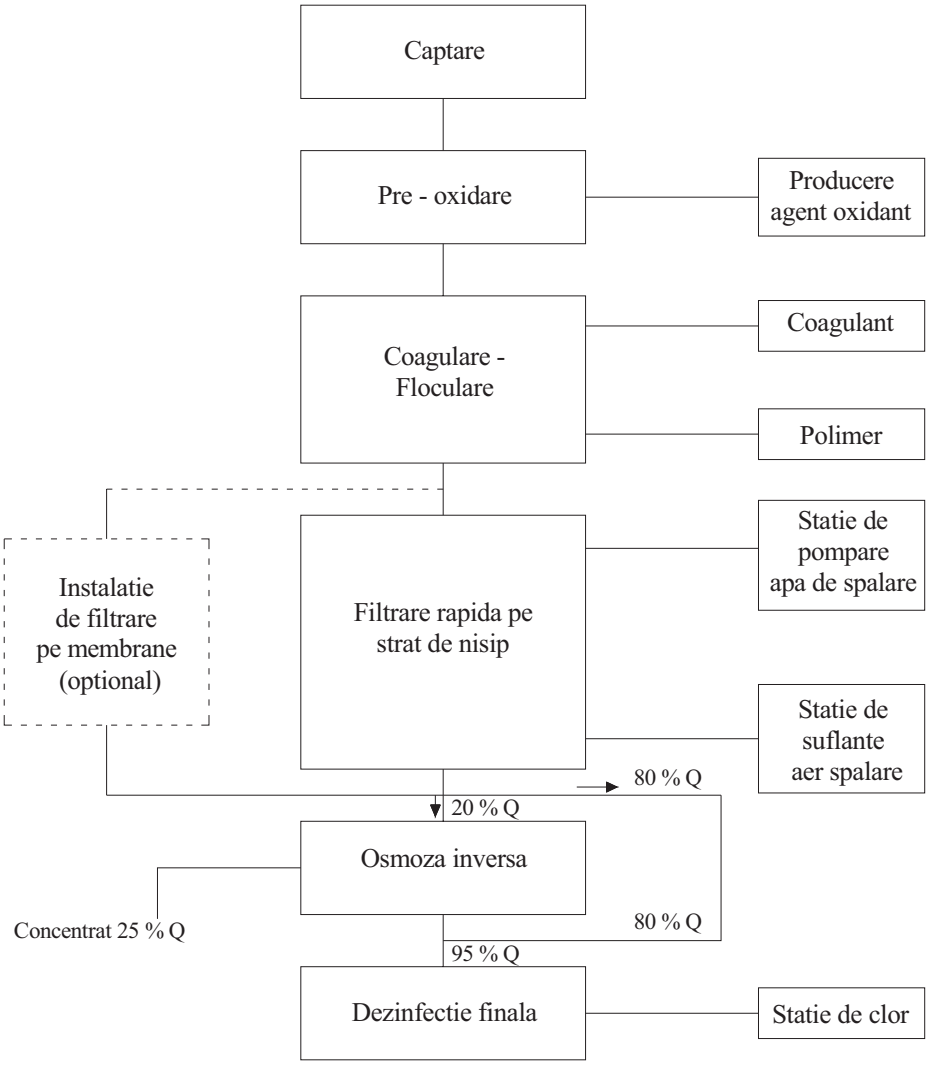


Figura 3.10. Schema staţie de tratare pentru apă subterană.

3.4.2 Staţii de tratare cu surse de suprafaţă tip lac

3.4.2.1 Schema L1 – apă de lac uşor tratabilă

(1) Sursa care prezintă depăşiri în ceea ce priveşte turbiditatea, carbonul organic total şi/sau pesticide. Se menţionează faptul că, pentru eficienţa dezinfecţiei, este necesară o turbiditate maxima de 1.0 NTU. Se consideră o concentraţie maximă de 2.5 mg C/l pentru carbon organic total ca fiind acceptabilă consumatorilor din punct de vedere al asigurării biostabilităţii apei la consumator. Din punct de vedere al pesticidelor, este suficientă depăşirea concentraţiei unuia sau mai multor pesticide în apa brută pentru ca aceasta să fie luată în consideraţie.

(2) Principalii parametri de calitate ai apei brute se încadrează în domeniul din tabelul următor.

Tabelul 3.9. Variaţia parametrilor de calitate ai apei brute şi tratate – sursă tip lac uşor tratabilă.

Nr. crt.	Denumire parametru	Caracteristici apă brută	Caracteristici impuse apei tratate
1	Turbiditate (NTU)	≤ 50	1,0
2	CCO-Mn (mg O_2/l)	2 - 5	5,0
3	TOC (mg/l)	3-5	2,5
4	Amoniu (mg/l)	< 0,5	0,5
5	Pesticide total (µg/l)	< 0,5	0,5
6	Cadmiu (mg/l)	sub CMA	0,005
7	Plumb (mg/l)		0,01
8	Mangan (mg/l)		0,05
9	Arsen (mg/l)		0,01
10	Crom (mg/l)		0,05
11	Cupru (mg/l)		0,1
12	Nichel (mg/l)		0,02
13	Mercur (mg/l)		0,001
14	Încărcare biologică (unit./l)	< 100.000	-

(3) În această variantă sunt necesare următoarele trepte de tratare:

a) Treapta de coagulare- floculare care trebuie să asigure fazele procesului de coagulare-floculare cu reacţie rapidă şi reacţie lentă, agitatoare cu turaţie variabilă care asigură variaţia gradientului de viteză; trebuie incluse şi instalaţii de stocare-preparare-dozare coagulant şi polimer, inclusiv circuite de injecţie; se recomandă utilizarea clorurii ferice ca reactiv de coagulare, datorită eficienţelor mai ridicate în raport cu sulfatul de aluminiu pentru acest tip de ape. Pentru perioadele de ape reci se recomandă şi un adaos de polimer;

b) Treapta de decantare recomandabilă cu modul lamelar pentru laminarizarea mişcării şi utilizarea recirculării nămolului pentru creşterea gradului de probabilitate a ciocnirilor eficace inter-particule;

c) Ca variantă opţională pentru treapta de decantare se recomandă şi treapta de flotaţie; aceasta trebuie să cuprindă bazinele de flotaţie propriu-zise şi instalaţiile de producere şi injecţie a aerului comprimat;
d) Staţie de filtre rapide de nisip; asigură facilităţile necesare funcţionării normale iar spălarea se va realiza în contra-curent cu apă şi aer simultan;
e) Ca o alternativă la schema clasică de limpezire se recomandă să fie analizată filtrarea pe membrane în situaţia în care continuţul în suspensii este relativ scăzut şi constant;
f) Pentru corecţia pH-ului trebuie prevăzută o instalaţie de preparare-dozare apă de var care va cuprinde: silozuri stocare var stins inclusiv instalaţii de încărcare, bazine de preparare lapte de var şi sisteme de dozare var pudră, saturatoare de var pentru preparare soluţiei de apă de var la concentraţia de saturaţie, precum şi hala pentru echipamentele de preparare şi dozare;
g) Treapta de dezinfecţie cu clor.

(4) Figura 3.11 prezintă schema staţiei de tratare în varianta de sursă de suprafaţă tip lac uşor tratabilă.

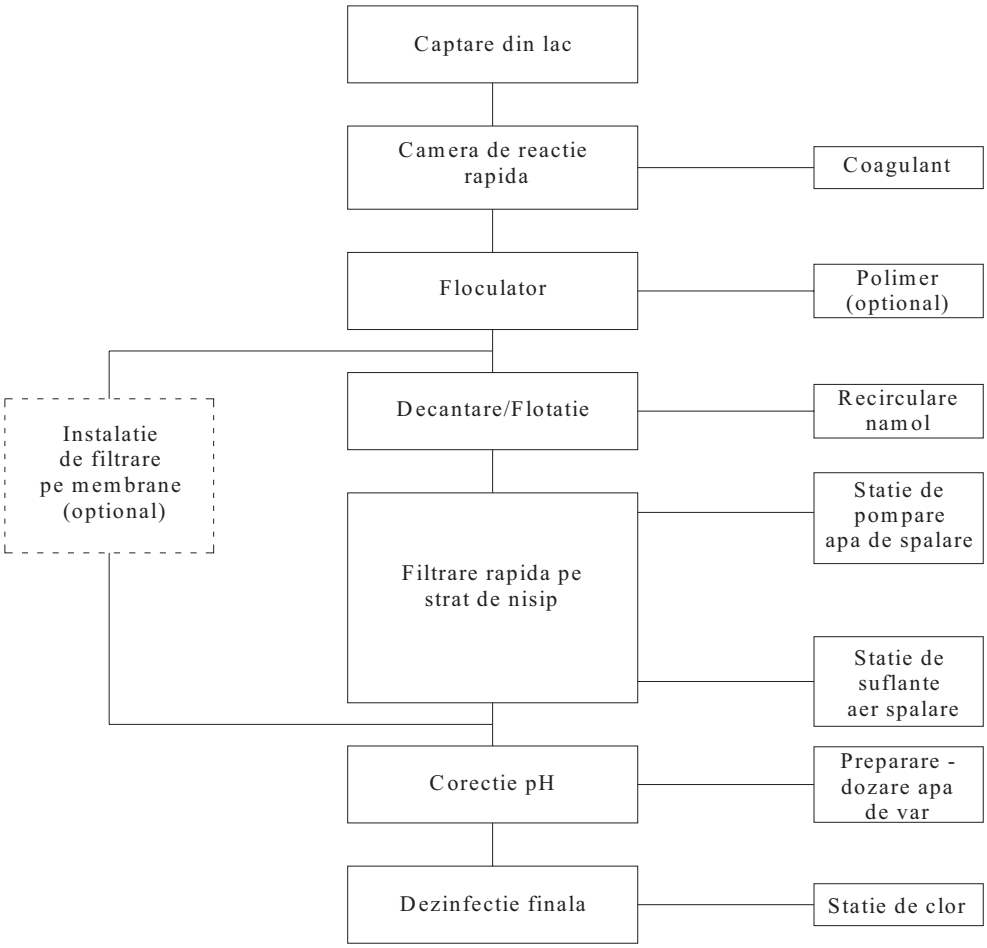


Figura 3.11. Schema staţie de tratare cu sursă de suprafaţă tip lac uşor tratabilă.

3.4.2.2 Schema L2 – apă de lac cu tratabilitate normală

(1) Sursa prezintă depăşiri în ceea ce priveşte turbiditatea, carbonul organic total, în mod permanent şi/sau ocazional la pesticide, respectiv metale grele. Domeniul principalilor parametri de calitate ai apei brute şi tratate sunt prezentaţi în tabelul următor.

Tabelul 3.10. Variaţia parametrilor de calitate ai apei brute şi tratate – sursă lac cu tratabilitate normală.

Nr. crt.	Denumire parametru	Caracteristici apă brută	Caracteristici impuse apei tratate
1	Turbiditate (NTU)	≤ 50	1,0
2	CCO-Mn (mg O_2/l)	2 - 6	5,0
3	TOC (mg/l)	5 - 8	2,5
4	Amoniu (mg/l)	0,5 – 1.0	0,5
5	Pesticide total (µg/l)	0,5 - 0,8	0,5
6	Cadmiu (mg/l)	depăşiri ocazionale cu maxim 50% a valorilor CMA	0,005
7	Plumb (mg/l)		0,01
8	Mangan (mg/l)		0,05
9	Arsen (mg/l)		0,01
10	Crom (mg/l)		0,05
11	Cupru (mg/l)		0,1
12	Nichel (mg/l)		0,02
13	Mercur (mg/l)		0,001
14	Incarcare biologica (unit./l)	< 1.000.000	-

(2) În această variantă sunt necesare următoarele trepte de tratare:

a) Instalarea unui post de carbune activ pudră pentru situaţia de poluare accidentală la sursă, şi pentru reţinerea pesticidelor; trebuie să cuprindă instalaţia de preparare, circuitul de injecţie şi hala pentru depozitare şi preparare;

b) Treapta de pre-oxidare; se vor utiliza diverşi agenţi oxidanţi, recomandabil dioxidul de clor sau ozon; în situaţia în care sunt depăşiri la amoniu se recomandă utilizarea clorului dar cu atenţie deosebită datorită potenţialului ridicat de formare al trihalometanilor pentru acest tip de sursă;

c) Treapta de coagulare - floculare trebuie să asigure reacţie lentă şi reacţie rapidă, agitatoare cu turaţie variabilă care asigură variaţia gradientului de viteză; vor fi incluse instalaţii de stocare – preparare – dozare coagulant şi polimer, inclusiv circuite de injecţie; se recomandă utilizarea clorurii ferice ca reactiv de coagulare, datorită eficienţelor mai ridicate în raport cu sulfatul de aluminiu pentru acest tip de ape. Pentru perioadele de ape reci se recomandă şi un adaos de polimer;

d) Treapta de decantare recomandabilă cu modul lamelar pentru laminarizarea mişcării şi utilizarea recirculării nămolului pentru creşterea gradului de probabilitate a ciocnirilor eficace inter – particule;
e) Ca variantă opţională pentru treapta de decantare se recomandă şi treapta de flotaţie care trebuie să cuprindă bazine de flotaţie propriu-zise şi instalaţii de preparare şi injecţie a aerului comprimat;
f) Staţie de filtre rapide de nisip; trebuie asigurate toate facilităţile necesare funcţionării normale iar spălarea se va realiza în contra-curent cu apă şi aer simultan;
g) Ca o alternativă la schema clasică de limpezire se recomandă a fi analizată filtrarea pe membrane în situaţia în care conţinutul în suspensii este relativ scăzut şi constant;
h) Pentru corecţia pH-ului trebuie prevăzută o instalaţie de preparare-dozare apă de var care va cuprinde: silozuri stocare var stins inclusiv instalaţii de încărcare, bazine de preparare lapte de var şi sisteme de dozare var pudră, saturatoare de var pentru preparare soluţiei de var la concentraţia de saturaţie, precum şi hala pentru echipamentele de preparare şi dozare;
i) Treapta de dezinfecţie cu clor.

(3) În figura 3.12 este prezentată schema staţiei de tratare în varianta de sursă de suprafaţă tip lac cu tratabilitate normală.

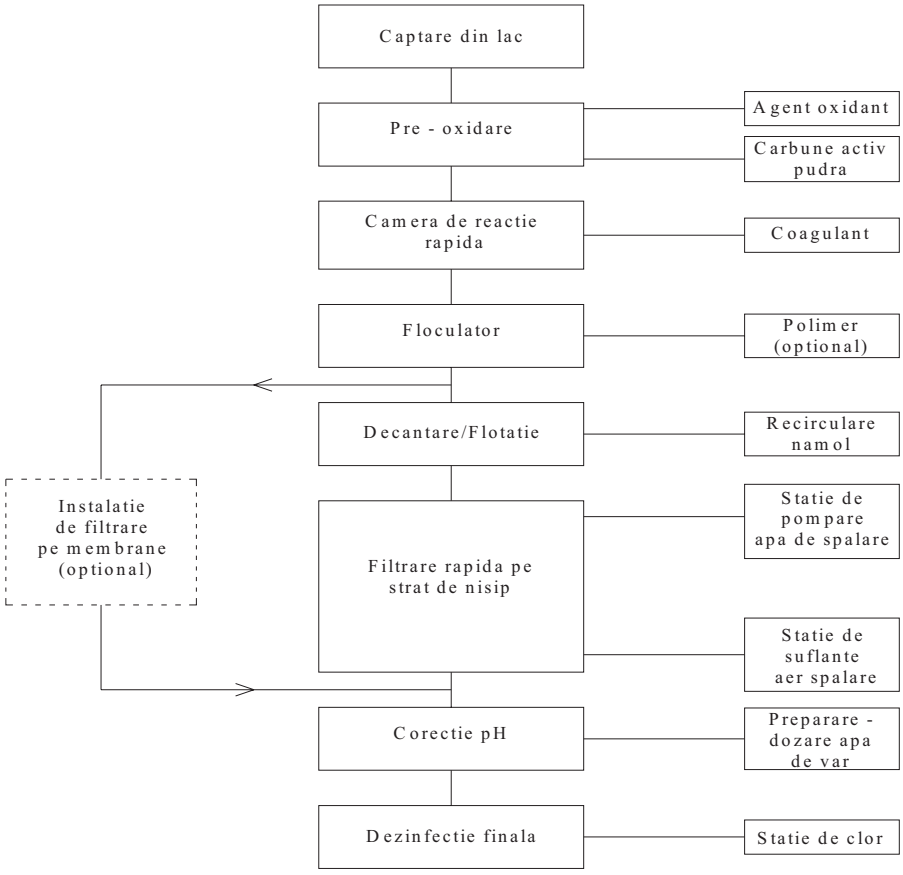


Figura 3.12. Schema staţie de tratare cu sursă de suprafaţă tip lac cu tratabilitate normală.

3.4.2.3 Schema L3 – apă de lac greu tratabilă

(1) Sursa greu tratabilă se consideră sursa care conţine subsţante organice, carbon organic total şi/sau pesticide în mod permanent, sau ocazional metale grele.

Tabelul 3.11. Variaţia parametrilor de calitate ai apei brute şi tratate - sursă tip lac greu tratabilă.

Nr. crt.	Denumire parametru	Caracteristici apă brută	Caracteristici impuse apei tratate
1	Turbiditate (NTU)	≤ 100	1,0
2	CCO-Mn (mg O_2/l)	5 – 8	5,0
3	COT (mg/l)	8 – 10	2,5
4	Amoniu (mg/l)	0,5 – 1,5	0,5
5	Pesticide total (µg/l)	0,5 – 1,2	0,5
6	Cadmiu (mg/l)	depăşiri ocazionale cu maxim 70% a valorilor CMA	0,005
7	Plumb (mg/l)		0,01
8	Mangan (mg/l)		0,05
9	Arsen (mg/l)		0,01
10	Crom (mg/l)		0,05
11	Cupru (mg/l)		0,1
12	Nichel (mg/l)		0,02
13	Mercur (mg/l)		0,001
14	Încărcare biologică (unit./l)	< 10.000.000	-

(2) În această variantă sunt necesare următoarele trepte de tratare:

a) Treapta de pre-oxidare; se vor utiliza agenţi oxidanţi, recomandabil dioxidul de clor şi ozonul; în cazul în care sunt depăşiri la amoniu se recomandă utilizarea clorului dar cu atenţie deosebită datorită potenţialului ridicat de formare al trihalometanilor pentru acest tip de sursă;

b) Treapta de coagulare - floculare trebuie să asigure reacţie lentă şi reacţie rapidă, agitatoare cu turaţie variabilă care asigură variaţia gradientului de viteză; vor fi incluse şi instalaţii de stocare-preparare-dozare coagulant şi polimer, inclusiv circuite de injecţie; se recomandă utilizarea clorurii ferice ca reactiv de coagulare, datorită eficienţelor mai ridicate în raport cu sulfatul de aluminiu pentru acest tip de ape. Pentru perioadele de ape reci se recomandă şi un adaos de polimer;

c) Treapta de decantare recomandabilă cu modul lamelar pentru laminarizarea mişcării şi utilizarea recirculării nămolului pentru creşterea gradului de probabilitate a ciocnirilor eficace inter-particule;

d) Ca variantă opţională pentru treapta de decantare se recomandă şi treapta de flotaţie care trebuie să cuprindă bazine de flotaţie propriu-zise şi instalaţii de preparare şi injecţie a aerului comprimat la presiunea de vaporizare; uzual se utilizează flotaţia cu aer dizolvat prin presurizarea unei părţi din debitul de apă;
e) Staţie de filtre rapide de nisip; trebuie asigurate toate facilităţile necesare funcţionării normale iar spălarea se va realiza în contra-curent cu apă şi aer simultan;
f) Staţie de repompare pentru asigurarea sarcinii hidraulice necesare funcţionării treptei de afinare;
g) Treapta de afinare care trebuie să cuprindă post-oxidare cu ozon (cuprinde bazine de contact, generator de ozon şi toate instalaţiile necesare de producere şi injecţie) urmată de adsorbţie pe filtre de carbune activ granular; filtrele CAG trebuie prevăzute cu facilitaţi de spălare în contracurent de apă;
h) Pentru corecţia pH-ului se recomandă utilizarea unei soluţii bazice (apă de var sau sodă) pentru cazul în care pH-ul apei brute este scăzut sau înregistrează scăderi importante în schema de tratare datorită proceselor (în special la coagulare avansată); instalaţiile trebuie să cuprindă stocarea, prepararea, dozarea şi injecţia reactivului;
i) Treapta de dezinfecţie cu clor.

(3) Figura 3.13 prezintă schema staţiei de tratare în varianta de sursă de suprafaţă tip lac greu tratabilă.

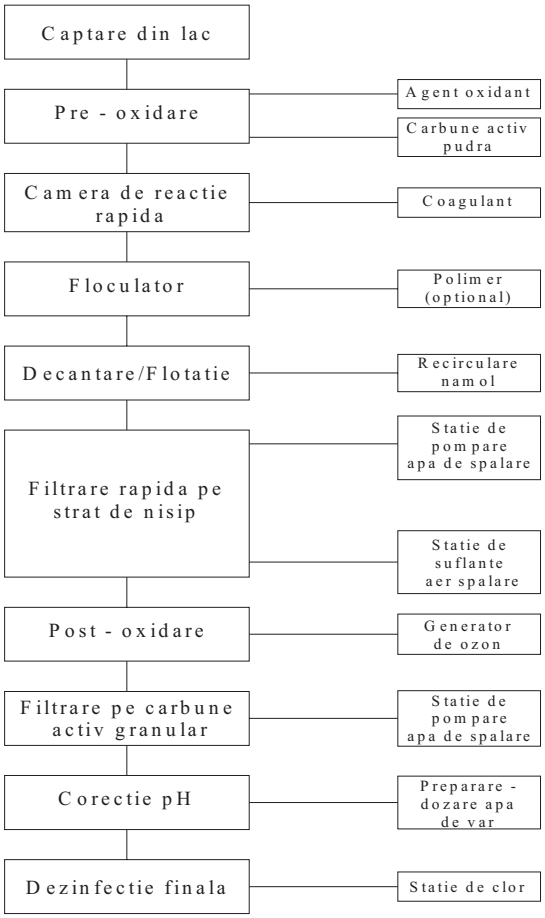


Figura 3.13. Schema staţie de tratare cu sursă de suprafaţă tip lac greu tratabilă.

3.4.3 Staţii de tratare cu surse de suprafaţă tip râu

3.4.3.1 Schema R1 – apă de râu uşor tratabilă

(1) Sursa se consideră uşor tratabilă când prezintă carbon organic total şi/sau pesticide ocazional. Pentru eficienţa dezinfecţiei este necesară o turbiditate maximă de 1.0 NTU.Se consideră o concentraţie maximă de 2,5 mg C/l pentru carbon organic total ca fiind acceptabilă consumatorilor din punct de vedere al asigurării biostabilităţii apei la consumator.

(2) Principalii parametri de calitate ai apei brute şi tratate se încadrează în domeniul din tabelul următor.

Tabelul 3.12. Variaţia parametrilor de calitate ai apei brute şi tratate - sursă tip râu, uşor tratabilă.

Nr. crt.	Denumire parametru	Caracteristici apă brută	Caracteristici impuse apei tratate
1	Turbiditate (NTU)	50 - 250	1,0
2	CCO-Mn (mg O_2/l)	2 - 5	5,0
3	TOC (mg/l)	3 - 5	2,5
4	Amoniu (mg/l)	≤ 0,5	0,5
5	Pesticide total (µg/l)	≤ 0,5	0,5
6	Cadmiu (mg/l)	-	0,005
7	Plumb (mg/l)		0,01
8	Mangan (mg/l)		0,05
9	Arsen (mg/l)		0,01
10	Crom (mg/l)		0,05
11	Cupru (mg/l)		0,1
12	Nichel (mg/l)		0,02
13	Mercur (mg/l)		0,001
14	Încărcare biologică (unit./l)	< 100.000	-

(3) În această variantă sunt necesare următoarele procese de tratare:

a) Treapta de pre-oxidare trebuie să cuprindă: bazine de contact inclusiv sistem de dispersie şi injecţie, instalaţie de preparare - dozare agent oxidant; în funcţie de calitatea apei brute se recomandă utilizarea diverşi agenţi oxidanţi printre care se menţionează: ozon, dioxid de clor, clor gazos;

b) Adsorbţie: se recomandă prevederea unui post de carbune activ pudra pentru situaţia poluărilor accidentale la sursă, în special pentru reţinerea pesticidelor; va cuprinde instalaţia de preparare, circuitul de injecţie şi depozit de carbune;

c) Treapta de coagulare - floculare trebuie să asigure reacţie lentă şi reacţie rapidă, agitatoare cu turaţie variabilă care asigură variaţia gradientului de viteză; vor fi incluse şi instalaţii de stocare-preparare-dozare coagulant şi polimer, inclusiv circuite de injecţie;

d) Treapta de decantare recomandabilă cu modul lamelar pentru laminarizarea mişcării şi utilizarea recirculării nămolului pentru creşterea gradului de probabilitate a ciocnirilor eficace inter - particule;
e) Staţie de filtre rapide de nisip; trebuie asigurate toate facilităţile necesare funcţionării normale iar spălarea se va realiza în contra-curent cu apă şi aer simultan;
f) Recuperarea apei de la spălare filtre şi a nămolului din decantoare cu recircularea supernatantului şi deshidratarea şi valorificarea corespunzatoare a nămolului;
g) Pentru corecţia pH-ului se recomandă utilizarea unei soluţii bazice (apă de var sau sodă) pentru cazul în care pH-ul apei brute este scăzut sau înregistrează scăderi importante în schema de tratare datorită proceselor (în special la coagulare avansată); instalaţiile trebuie să cuprindă de stocare, preparare, dozare şi injecţie a reactivului;
h) Treapta de dezinfecţie cu clor.

(3) În figura 3.14 se prezintă schema staţiei de tratare în varianta de sursă de suprafaţă tip râu uşor tratabilă.

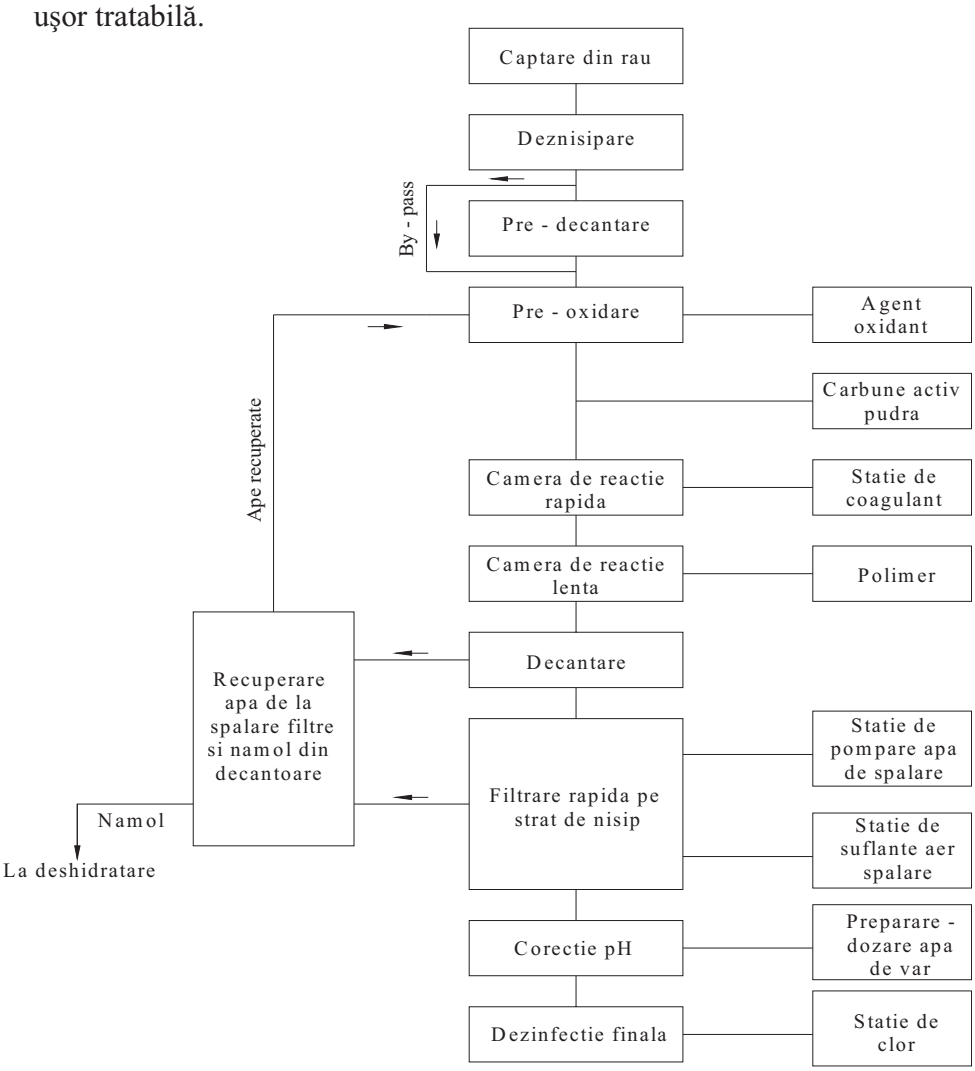


Figura 3.14. Schema staţie de tratare cu sursă de suprafaţă tip râu uşor tratabilă.

3.4.3.2 Schema R2 – apă de râu cu tratabilitate normală

(1) Sursa se consideră sursă cu tratabilitate normală când prezintă carbon organic total şi/sau pesticide ocazional.

(2) Principalii parametri de calitate ai apei brute şi tratate se încadrează în domeniul din tabelul următor.

Tabelul 3.13. Variaţia parametrilor de calitate ai apei brute şi tratate - sursă tip râu, cu tratabilitate normală.

Nr. crt.	Denumire parametru	Caracteristici apă brută	Caracteristici impuse apei tratate
1	Turbiditate (NTU)	50 - 500	1,0
2	CCO-Mn (mg O_2/l)	3 - 6	5,0
3	TOC (mg/l)	5 - 8	2,5
4	Amoniu (mg/l)	≤ 0,5	0,5
5	Pesticide total (µg/l)	0,5 – 0.8	0,5
6	Cadmiu (mg/l)	cel puţin unul dintre metalele grele depăşeşte ocazional concentraţia	0,005
7	Plumb (mg/l)		0,01
8	Mangan (mg/l)		0,05
9	Arsen (mg/l)		0,01
10	Crom (mg/l)		0,05
11	Cupru (mg/l)		0,1
12	Nichel (mg/l)		0,02
13	Mercur (mg/l)		0,001
14	Încărcare biologică (unit./l)	< 1.000.000	-

(3) În această variantă sunt necesare următoarele procese de tratare:

a) Treapta de pre-oxidare trebuie să cuprindă: bazine de contact inclusiv sistem de dispersie şi injecţie, instalaţie de preparare-dozare agent oxidant; în funcţie de calitatea apei brute se recomandă utilizarea diverşi agenţi oxidanţi printre care se menţionează: ozon, dioxid de clor, clor gazos;
b) Treapta de coagulare - floculare trebuie să asigure reacţie lentă şi reacţie rapidă, agitatoare cu turaţie variabilă care asigură variaţia gradientului de viteză; vor fi incluse şi instalaţii de stocare-preparare-dozare coagulant şi polimer, inclusiv circuite de injecţie;
c) Treapta de decantare recomandabilă cu modul lamelar pentru laminarizarea mişcării şi utilizarea recirculării nămolului pentru creşterea gradului de probabilitate a ciocnirilor eficace inter - particule;
d) Staţie de filtre rapide de nisip; trebuie asigurate toate facilităţile necesare funcţionării normale iar spălarea se va realiza în contra - curent cu apă şi aer simultan;

e) Recuperarea apei de la spălare filtre şi a nămolului din decantoare cu recircularea supernatantului şi deshidratarea şi valorificarea corespunzatoare a nămolului;
f) Staţie de repompare pentru asigurarea sarcinii hidraulice necesare funcţionării treptei de afinare;
g) Treapta de afinare care trebuie să cuprindă post-oxidare cu ozon (cuprinde bazine de contact, generator de ozon şi toate instalaţiile necesare de producere şi injecţie) urmată de adsorbţie pe filtre de carbune activ granular; filtrele CAG trebuie prevăzute cu facilitaţi de spălare în contracurent de apă;
h) Pentru corecţia pH-ului se recomandă utilizarea unei soluţii bazice (apă de var sau sodă) pentru cazul în care pH-ul apei brute este scăzut sau înregistrează scăderi importante în schema de tratare datorită proceselor (în special la coagulare avansată); instalaţiile trebuie să cuprindă de stocare, preparare, dozare şi injecţie a reactivului;
i) Treapta de dezinfecţie cu clor.

(4) În figura 3.15 se prezintă schema staţiei de tratare în varianta de sursă de suprafaţă tip râu cu tratabilitate normală.

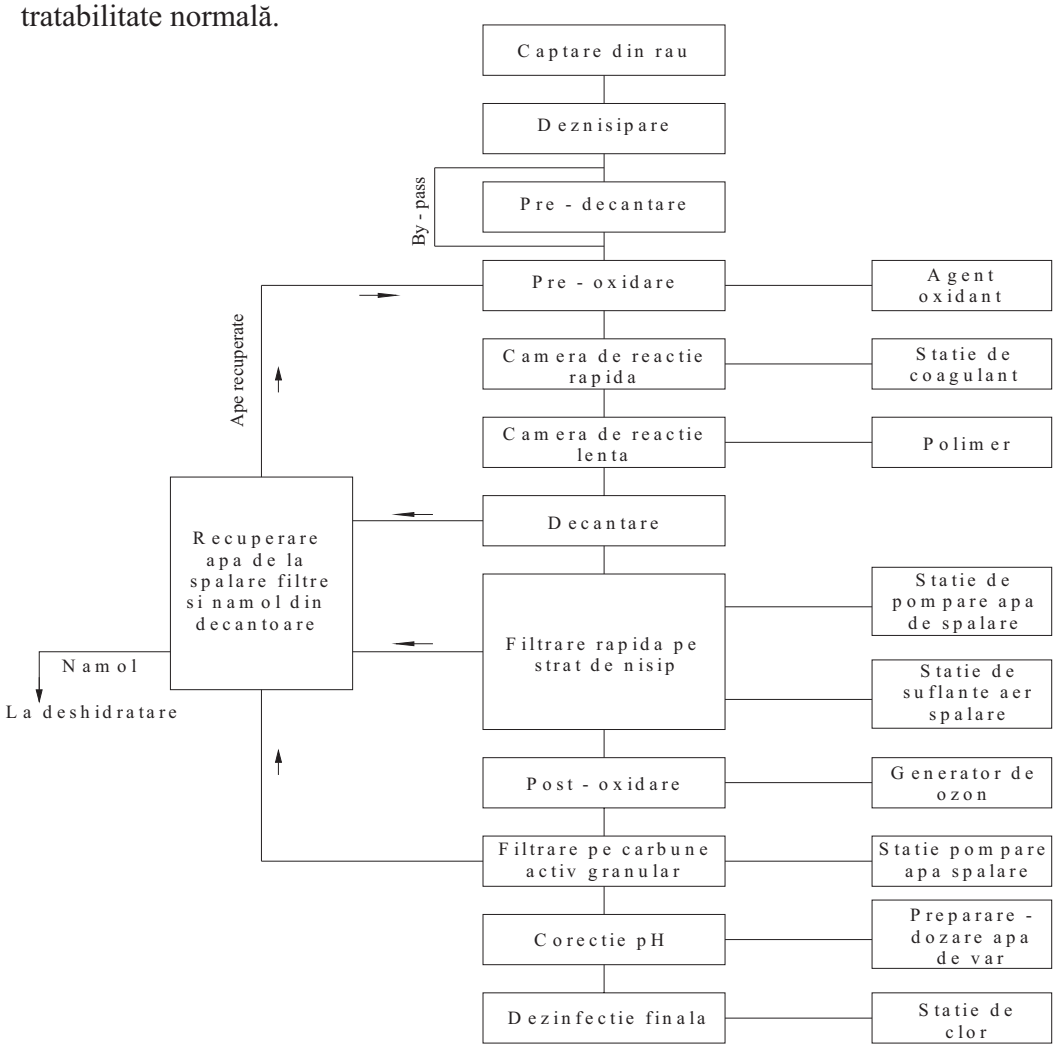


Figura 3.15. Schema staţie de tratare cu sursă de suprafaţă tip râu cu tratabilitate normală.

3.4.3.3 Schema R3 – apă de râu greu tratabilă

(1) Sursa se consideră greu tratabilă când prezintă carbon organic total şi/sau pesticide ocazional.

(2) Principalii parametri de calitate ai apei brute şi tratate se încadrează în domeniul din tabelul următor.

Tabelul 3.14. Variaţia parametrilor de calitate ai apei brute şi tratate - sursă tip râu greu tratabilă.

Nr. crt.	Denumire parametru	Caracteristici apă brută	Caracteristici necesare apă tratată
1	Turbiditate (NTU)	> 500	1,0
2	CCO-Mn (mg O_2/l)	3 - 6	5,0
3	TOC (mg/l)	8 - 12	2,5
4	Amoniu (mg/l)	0,5 – 1,0	0,5
5	Pesticide total (μg/l)	0,5 – 1,5	0,5
6	Cadmiu (mg/l)	cel puţin unul dintre metalele grele depăşeşte permanent concentraţia	0,005
7	Plumb (mg/l)		0,01
8	Mangan (mg/l)		0,05
9	Arsen (mg/l)		0,01
10	Crom (mg/l)		0,05
11	Cupru (mg/l)		0,1
12	Nichel (mg/l)		0,02
13	Mercur (mg/l)		0,001
14	Încărcăre biologică (unit./l)	< 10.000.000	-

(3) În această variantă sunt necesare următoarele procese de tratare:

a) Treapta de pre-oxidare trebuie să cuprindă: bazine de contact inclusiv sistem de dispersie şi injecţie, instalaţie de preparare-dozare agent oxidant; în funcţie de calitatea apei brute se recomandă utilizarea diverşi agenţi oxidanţi printre care se menţionează: ozon, dioxid de clor, clor gazos;

b) Adsorbţie preliminară: se recomandă prevederea unui post de carbune activ pudră pentru situaţia poluărilor accidentale la sursă, în special pentru reţinerea pesticidelor; va cuprinde instalaţia de preparare, circuitul de injecţie şi depozit de carbine;

c) Coagulare avansată: se recomandă adaosul de acid în amonte de adaosul de coagulant pentru situaţia în care materiile organice naturale înregistrează valori ridicate; se impune prevedea unui post de preparare, dozare şi injecţie acid;

d) Treapta de coagulare - floculare trebuie să asigure reacţie lentă şi reacţie rapidă, agitatoare cu turaţie variabilă care asigură variaţia gradientului de viteză; vor fi incluse şi instalaţii de stocare-preparare-dozare coagulant şi polimer, inclusiv circuite de injecţie;

e) Treapta de decantare recomandabilă cu modul lamelar pentru laminarizarea mişcării şi utilizarea recirculării nămolului pentru creşterea gradului de probabilitate a ciocnirilor eficace inter-particule;

f) Staţie de filtre rapide de nisip; trebuie asigurate toate facilităţile necesare funcţionării normale iar spălarea se va realiza în contra-curent cu apă şi aer simultan;
g) Recuperarea apei de la spălare filtre şi a nămolului din decantoare cu recircularea supernatantului şi deshidratarea şi valorificarea corespunzatoare a nămolului;
h) Staţie de repompare pentru asigurarea sarcinii hidraulice necesare funcţionării treptei de afinare;
i) Treapta de afinare care trebuie să cuprindă post-oxidare cu ozon (cuprinde bazine de contact, generator de ozon şi toate instalaţiile necesare de producere şi injecţie) urmată de adsorbţie pe filtre de carbune activ granular; filtrele CAG trebuie prevăzute cu facilitaţi de spălare în contracurent de apă;
j) Pentru corecţia pH-ului se recomandă utilizarea unei soluţii bazice (apă de var sau sodă) pentru cazul în care pH-ul apei brute este scăzut sau înregistrează scăderi importante în schema de tratare datorită proceselor (în special la coagulare avansată); instalaţiile trebuie să cuprindă de stocare, preparare, dozare şi injecţie a reactivului;
k) Treapta de dezinfecţie cu clor.

(4) În figura 3.16 se prezintă schema staţiei de tratare în varianta de sursă de suprafaţă tip râu greu tratabilă.

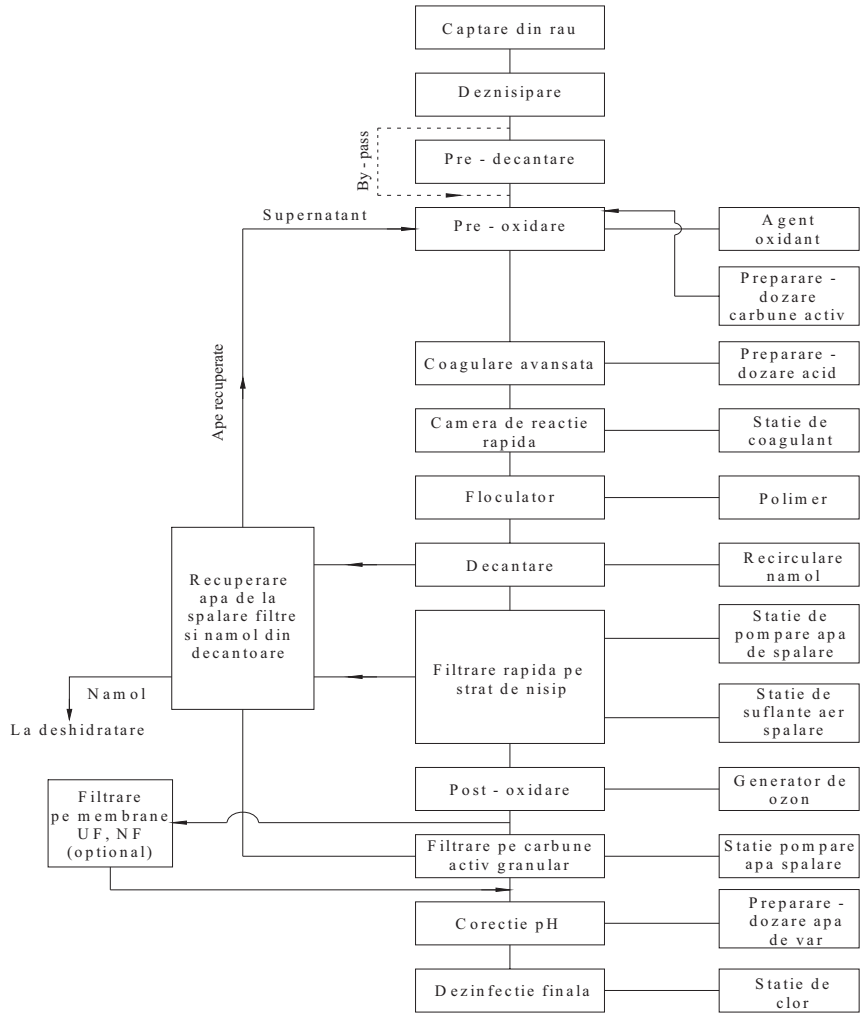


Figura 3.16. Schema staţie de tratare cu sursă de suprafaţă tip râu greu tratabilă.

3.5 Proiectarea proceselor din staţiile de tratare

3.5.1 Deznisipare şi predecantare

(1) Deznisipatoarele se prevăd în cazul unui conţinut de suspensii solide în suspensie de tip particule discrete de 25 – 30% din concentraţia totală de materii totale în suspensie; obiectivul deznisipării este reţinerea particulelor cu diametrul > 0,2 mm, într-un interval de timp de 2 ... 3 minute.

(2) Clasificarea deznisipatoarelor:

a) după direcţia de curgere a apei prin deznisipator: deznisipatoare orizontale; deznisipatoare verticale.

b) după modul de amplasare: deznisipatoare amplasate în construcţii comune din cadrul ansambului lucrărilor de captare a apei; deznisipatoare amplasate independent.

3.5.1.1 Deznisipatoare orizontale

Deznisipatoarele orizontale (figura 3.17) se compun din: cameră de liniştire, cameră de depunere a nisipului şi cameră de colectare a apei deznisipate.

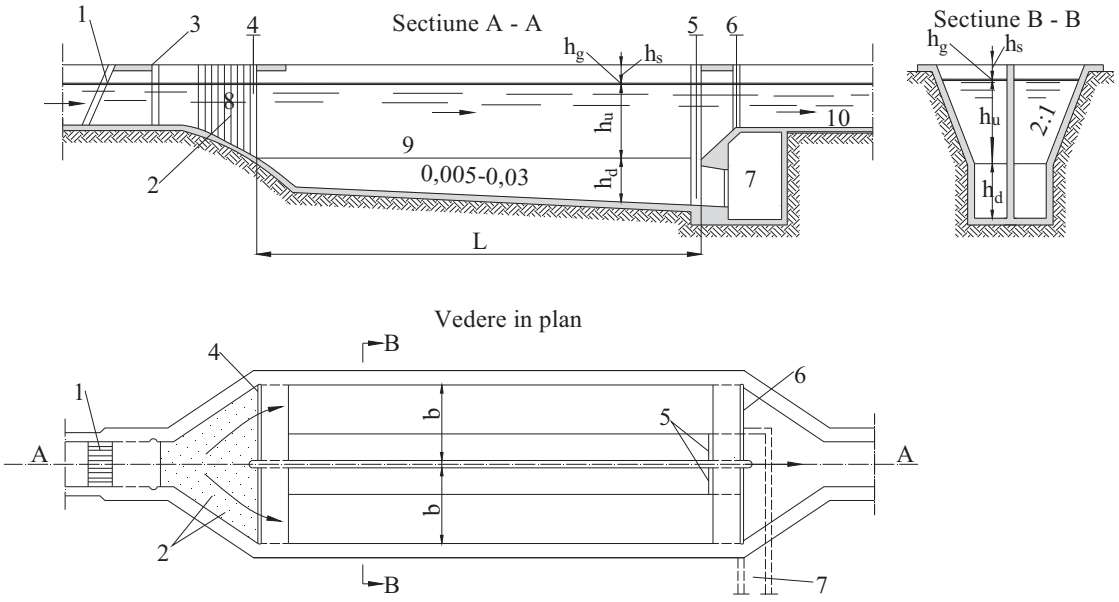


Figura 3.17. Deznisipator orizontal longitudinal.
1. Grătar; 2. Bare de liniştire; 3. Nişă pentru batardou necesar la reparaţii în caz de avarie; 4. Stăvilar de intare; 5. Vane de golire; 6. Stăvilar de ieşire; 7. Galerie de golire; 8. Cameră de liniştire şi distribuţie a apei; 9. Cameră de separare a nisipului; 10. Cameră de colectare a apei deznisipate.

(1) Camera de liniştire

a) Camera de liniştire trebuie să reducă viteza apei până la viteza de curgere în camera de reţinere a nisipului şi să asigure o viteză uniformă în secţiunea transversală a deznisipatorului (0,1 ... 0,4 m/s).

b) Pereţii laterali ai camerei de liniştire se realizează evazaţi. Pentru evazare se recomandă înclinarea de 5/1 ... 10/1.

c) Dispozitivele pot fi constituite din sisteme de grătare (bare verticale de ϕ 30 ... 50 mm, dispuse în zig – zag, la distanţa de 25...35 cm între ele).

d) Între camera de liniştire şi cea de depunere a nisipului, trebuie prevăzute dispozitive de închidere, în scopul de a bloca accesul apei în cazul efectuării lucrărilor de reparaţii sau altor intervenţii.

(2) Camera de separare a nisipului

a) Zona activă a camerei de separare a nisipului se dimensionează în funcţie de viteza de sedimentare a suspensiilor din apă, stabilită pe baza datelor experimentale. În lipsa acestor date, viteza de sedimentare w_a, în funcţie de diametrul suspensiilor d, se poate lua conform tabelului 3.15.

Tabelul 3.15. Valorile vitezei de sedimentare w_a, în funcţie de diametrul suspensiilor d.

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

Observaţie: Datele din tabel sunt pentru granule de cuarţ cu greutatea specifică de 2,65 kN/m^3 la temperatura de + 10°C.

b) Secţiunea transversală a zonei active se determină cu relaţia:

$$A = \frac{Q_c}{v}, (m^2) \tag{3.1}$$

unde:

Q_c – debitul de calcul al instalaţiei, în m^3/s;

v – viteza de trecere a apei prin deznisipator (v = 0,1...0,4 m/s).

c) Dimensiunile geometrice ale zonei active (b şi h_u ale unui compartiment) se stabilesc cu relaţia:

$$b = \frac{A}{n \cdot h_u}, (m) \tag{3.2}$$

unde:

b – lăţimea unui compatiment (0,8...2,5 m);

n – numărul de compartimente care lucrează în paralel;

h_u – înălţimea utilă a deznisipatorului (1,0...2,5 m).

d) Lungimea camerei de deznisipare (L) se stabileşte cu relaţia:

$$L = \alpha \cdot h_u \cdot \frac{v}{w}, (m) \tag{3.3}$$

unde:

L – lungimea camerei de deznisipare, în m;

α - coeficient cu valoarea între 1,5 ... 2,0;

w – viteza de sedimentare a celor mai mici particule ce trebuie reţinute în deznisipator, în m/s;

v – viteza de trecere a apei prin deznisipator, în m/s;

e) Experimental, w se stabileşte cu diagrama de depuneri pentru reţinerea a 20...30% din particule. În lipsa datelor experimentale viteza de sedimentare a nisipului se va lua 0,02...0,03 m/s (pentru granule de nisip de 0,2...0,3 mm) până la 0,09 m/s pentru granule de nisip de 1 mm (STAS 3573/1991).

f) Volumul de depuneri V_d se calculează cu relaţia:

$$V_d = \frac{a \cdot p_0 \cdot Q_c \cdot T}{\gamma}, (m^3) \tag{3.4}$$

unde:

V_d – volumul de depuneri, în m^3;
a – procentul de nisip reţinut în deznisipator (0,25...0,3);
p_0 – concentraţia totală de particule în suspensie, la viitură, în g/m^3;
Q_c – debitul deznisipatorului, în m^3/s;
γ – greutatea volumică a depunerilor (1500...1700 daN/m^3);
T – durata între două curăţiri, în ore.

g) Înalţimea stratului de depuneri se stabileşte cu relaţia:

$$h_d = \frac{V_d}{B \cdot L}, (m) \tag{3.5}$$

unde:
h_d – înălţimea stratului de depuneri, în m;
L – lungimea deznisipatorului, în m;
B – lăţimea deznisipatorului.; în m.

h) Înălţimea totală H a camerei de depunere a nisipului, în metri, se stabileşte cu relaţia:

$$H = h_u + h_d + h_g + h_s\,, (m) \tag{3.6}$$

în care:
h_u – înălţimea zonei active, având valoarea între limitele 0,6 ... 2,50 m;
h_d – înălţimea spaţiului pentru colectarea nisipului, în metri; se determină funcţie de mărimea debitului de apă, conţinutul de suspensii care trebuie reţinute, sistemul de curăţire, intervalul între două curăţiri, în m;
h_g – înălţimea spaţiului de siguranţă pentru îngheţ, având valoarea între limitele 0,30 ...0,50 m;
h_s – înălţimea spaţiului de siguranţă, având valoarea între limitele 0,15 ... 0,25 m.

i) Stabilirea înălţimii zonei active pentru deznisipatoarele care se prevăd a fi executate în comun cu captarea se recomandă să se facă pentru un nivel corespunzător apelor mici şi în orice caz sub nivelul apelor medii.

j) Raportul între lăţimea şi lungimea unui compartiment se recomandă să fie de 1/6...1/10.

k) Timpul de trecere a apei prin compartimentul de depunere se adoptă de 30...100 s şi se stabileşte în funcţie de gradul cerut de reţinere a suspensiilor. În cazuri justificate, timpul de trecere poate avea valori mai mari.

l) Spaţiul pentru colectarea nisipului se stabileşte în funcţie de conţinutul de suspensii medii anuale în apa brută şi se verifică în raport cu conţinutul de suspensii al viiturilor anuale. Acest spaţiu trebuie dimensionat astfel încât să poată înmagazina cantitatea de nisip rezultat între două curăţiri succesive. În lipsa datelor experimentale se poate considera că în deznisipator se reţin 25...30% din suspensiile din apa brută.

m) Evacuarea nisipului colectat în camera de depunere se poate face hidraulic, mecanic sau manual. Evacuarea hidraulică se poate face gravitaţional sau prin sifonare.

n) Spaţiul pentru colectarea nisipului se realizează cu pereţi verticali şi o pantă a radierului de 0,5...3% în sensul evacuării apei, astfel încât să se asigure o viteză de evacuare a apei cu nisipul de minimum 2 m/s. Spaţiul pentru colectarea nisipului se prevede în capătul din aval, cu un orificiu de evacuare închis cu stavilă sau alt tip de dispozitiv care să poată bloca ieşirea apei în intervalul dintre curăţiri. Lăţimea deschiderii orificiului trebuie să fie aceeaşi cu lăţimea spaţiului de colectare.

o) În cazul evacuării hidraulice prin sifonare, spaţiul de colectare se realizează sub forma unui şir de pâlnii dispuse în lungul deznisipatorului, fiecare pâlnie fiind racordată la sistemul de golire. Pereţii laterali ai pâlniilor se realizează cu înclinarea de cel puţin 1/1.

p) În cazul curăţirii mecanice, spaţiul de colectare se realizează sub forma unei rigole longitudinale cu lăţimea de 0,40...0,80 m. Lăţimea părţii superioare a camerei de depunere se alege astfel încât să corespundă cu dimensiunile dispozitivului mecanic de curăţire.

q) Evacuarea manuală a nisipului se prevede numai în cazul deznisipatoarelor pentru debite reduse ≤ 50 dm^3/s şi cantităţi mici de nisip în apă.

Intervalul de timp între două curăţiri succesive se recomandă să fie: la evacuarea manuală 5...10 zile; la evacuarea mecanică şi evacuarea hidraulică prin sifonare, maximum 12 h; la evacuarea hidraulică gravitaţională, maximum 5 zile.

r) Numărul de zile se determină pe baza hidrografului viiturii, cu frecvenţa de 50...80%.

s) Fiecare compartiment al camerei de depunere a nisipului se prevede cu dispozitive de golire.

(3) Camera de colectare a apei deznisipate. Această cameră asigură legătura între compartimentelecamerei de depunere a nisipului şi sistemul de transport al apei cu treptele următoare de tratare. Camera de colectare se prevede cu dispozitive de închidere pentru fiecare din compartimentele de depunere, în scopul separării acestora la reparaţii şi intervenţii.

3.5.1.2 Predecantoare. Decantoare statice

3.5.1.2.1 Domeniul de aplicare

(1) Decantoarele statice sunt bazine în care se asigură curgerea apei orizontal – longitudinal/radial sau vertical cu viteze reduse astfel încât particulele discrete să se separe.

(2) Aceste tipuri de decantoare sunt utilizate în cazul:

a) apelor cu turbidităţi mari (> 1000 °NTU) pentru care procesele de limpezire prin decantare nu pot asigura performanţa la apa decantată (≤ 4 °NTU);
b) în predecantare se poate utiliza reactivi de coagulare pe baza experimentelor “in situ” care demonstrează eficacitatea reactivilor.

3.5.1.2.2 Proiectarea decantoarelor statice

(1) Dimensionarea tehnologică a decantoarelor are la bază studii de laborator „in situ” pe apa sursei.

(2) Determinarea numărului şi dimensiunilor decantoarelor se face în funcţie de:

a) debitul de calcul Q_c;
b) viteza de sedimentare *w*, stabilită pe baza curbelor de variaţie a procentului de reţineri cu mărimea hidraulică;

(3) Eficienţa de sedimentare E_s, se stabileşte:

$$E_s = \frac{p_i - p_{ad}}{p_i} \cdot 100\ ,(\%) \qquad (3.7)$$

unde:

E_s - eficienţa de sedimentare, %;

p_i – concentraţia în suspensii a apei înainte de predecantare, (mg/l);

p_{ad} – concentraţia în suspensii a apei după predecantare, (mg/l);

3.5.1.2.3 Stabilirea mărimii hidraulice *w* "in situ"

a) În pahare de 1 l (minim 5 bucăţi) se pune apă de sursă;

b) Se determină la intervale T_i = 30", 1', 3', 5', 10', 30', 1h, 2h, înălţimea h_i a coloanei de apă limpezită;

c) Se determină prin filtrare, uscare şi cântărire cantitatea de suspensii cedată la T_i – notată pi; p_o – cantitatea de suspensii în proba iniţială;

d) Se întocmesc diagrame de tip figura 3.18.

$$p_i/p_o(\%) = f(T_i) \tag{3.8}$$

$$\frac{p_i}{p_o(\%)} = f\left(w = \frac{h_i}{T_i}\right) \tag{3.9}$$

e) Se va adopta pentru dimensionarea predecantoarelor mărimea hidraulică **w** (sau încărcarea superficială) corespunzător procentului de reţineri care se impune a fi realizat: 40%; 50%; 60%.

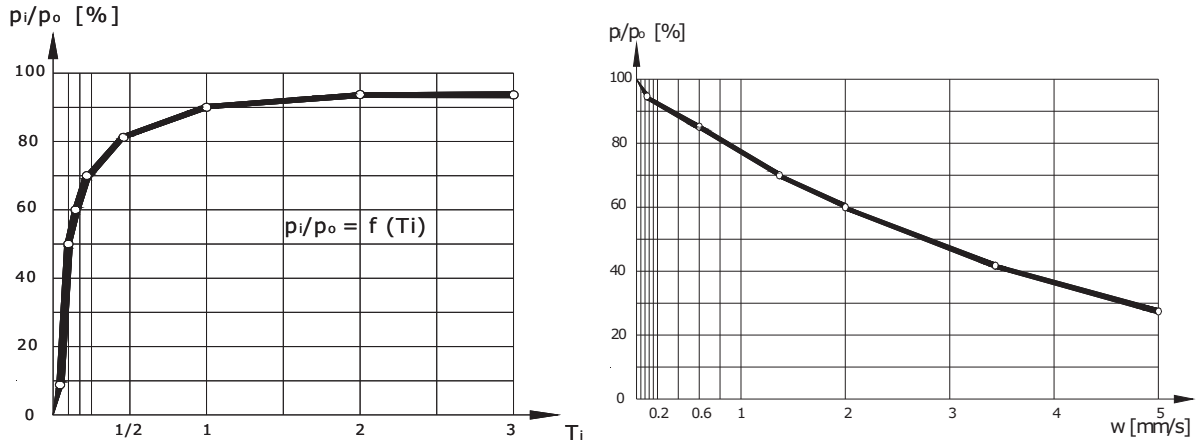


Figura 3.18. Diagrame de sedimentare.

3.5.1.3 Predecantoare orizontale longitudinale

(1) Dimensionarea predecantoarelor orizontale-longitudinal (figura 3.19) constă în stabilirea elementelor:

a) Suprafaţa oglinzii apei:

$$A = \alpha \cdot \frac{Q}{w}, (m^2) \tag{3.10}$$

în care:

α – este un coeficient de siguranţă (1,05 – 1,10);

Q – debitul instalaţiei (m^3/h);

w – mărimea hidraulică stabilită experimental pentru cantitatea de suspensii care se cere să fie reţinută, în m^3/h,m^2;

b) Lungime L şi lăţimea B a predecantoarelor:

$$A = L \cdot B, (m^2) \tag{3.11}$$

Se impun condiţiile:

$$b \leq L/10; \;\; B = n \cdot b; \;\; n \geq 2 \tag{3.12}$$

în care:

b – lăţimea unui compartiment (se stabileşte prin calcul tehnico - economic al structurii bazinului);

n – numărul de compartimente, minimum 2;

L – lungimea predecantorului, în m;

B – lăţimea predecantorului, în m.

c) Lungimea se calculează cu relaţia (3.13):

$$L = \alpha \cdot H \cdot \frac{v}{w}, (m) \quad (3.13)$$

în care:

α – este un coeficient de siguranţă (1,05 – 1,10);

H = 2,0 – 2,5 m; corelat cu *b* şi elementele optime din dimensionare structură;

v – viteza medie de curgere în bazin.

d) Timpul de predecantare: T_d, în ore:

$$T_d = \frac{V}{Q}, (ore) \quad (3.14)$$

în care:

V – volumul predecantorului, în m^3;

Q – debitul instalaţiei, în m^3/h.

Timpul de predecantare trebuie să rezulte ≤ 1^h.

e) Volumul de nămol V_N acumulat în predecantor, între două curăţiri:

$$V_N = \frac{Q \cdot T \cdot (p_i - p_{ad})}{c \cdot \gamma_n}, (m^3) \quad (3.15)$$

în care:

Q – debitul instalaţiei, în m^3/zi;

T – durata între două curăţiri, în zile;

p_i – concentraţia medie în suspensii a apei brute pe durata T, în kg s.u./m^3;

p_{ad} – concentraţia în suspensii a apei predecantate, în kg S.U./m^3;

c – concentraţia în substanţă uscată a nămolului (c = 0.05 ÷0.1);

γ_n – greutatea specifică a nămolului (γ_n = 1050 ÷ 1100 daN/m^3).

Se impun soluţii pentru a se asigura funcţionarea optimă a predecantoarelor orizontale longitudinal prin realizarea uniformităţii distribuţiei şi colectării apei.

f) Adâncimea totală H_t a decantoarelor orizontale longitudinale se determină:

$$H_t = H + h_d + h_s, (m) \quad (3.16)$$

în care:

H – adâncimea utilă a decantorului, în m;

h_d – grosimea medie a stratului de nămol depus pe radier, în m;

h_s – înălţimea de siguranţă (0,25 m).

(2) Curaţirea predecantoarelor orizontale-longitudinale se poate realiza:

a) cu poduri racloare care strâng nămolul în başe de nămol de unde este evacuat gravitaţional sau prin pompare;

b) prin golirea fiecărui compartiment şi spălarea hidraulică a acestuia.

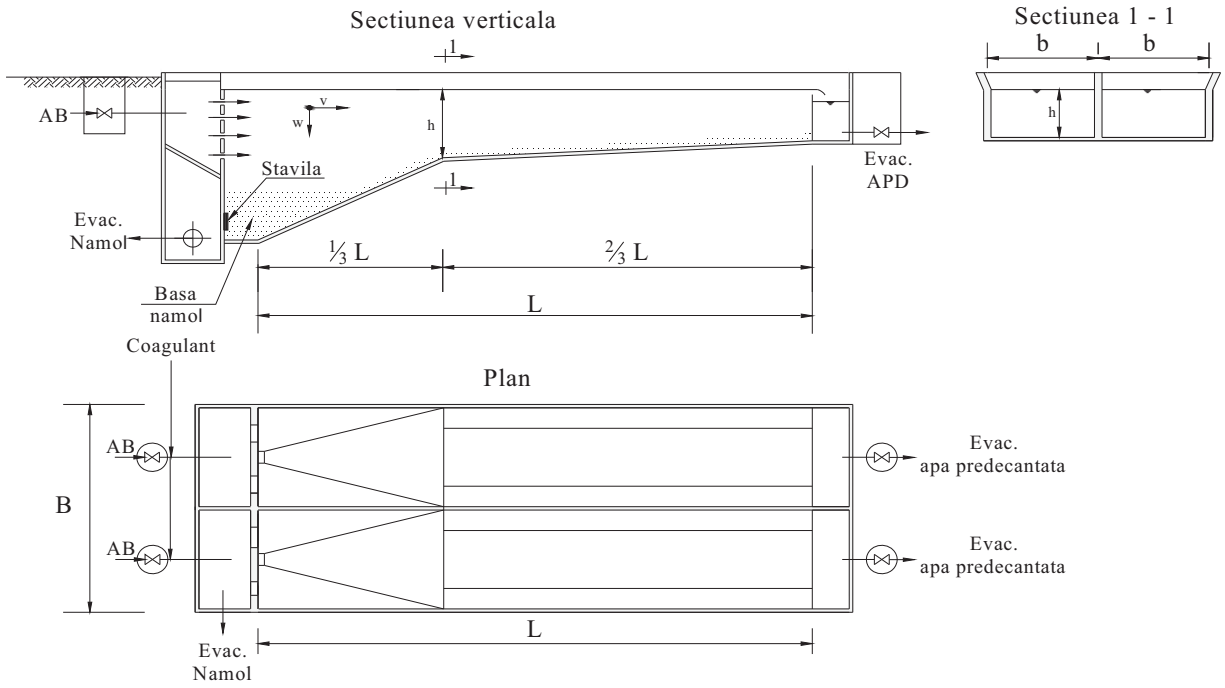


Figura 3.19. Schemă predecantor orizontal-longitudinal: plan şi secţiuni.

(3) La proiectarea predecantoarelor orizontale-longitudinale se vor lua în consideraţie şi prevederile STAS 3620-1/1985.

3.5.1.4 Predecantoare orizontal radiale

(1) Dimensionarea predecantoarelor orizontal radiale (figura 3.20) are la bază mărimea hidraulică *w* a particulelor care trebuie reţinute. Se consideră timpul de sedimentare egal cu perioada în care particula amplasată în poziţia cea mai dezavantajoasă este reţinută.

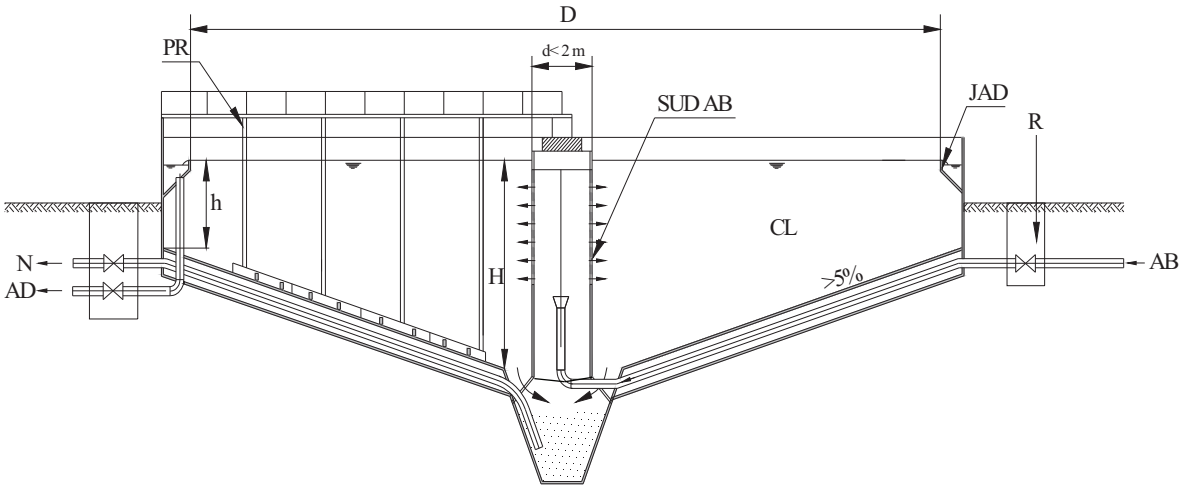


Figura 3.20. Predecantor orizontal radial.
AB – apă brută; AD – apă decantată; R – reactiv; CL – cameră limpezire; CR – cameră de reacţie;
PR – pod raclor; SUD AB – sistem uniformizare apă brută; JAD – jgheab apă decantată; N – nămol;

(2) Timpul de sedimentare:

$$t_s = \frac{h}{w} \leq 1^h (3.17)$$

în care:

h = adâncimea apei la ieşire, în m;

w = mărimea hidraulică a particulelor care trebuie reţinute în predecantor; se determină prin studii "in situ" conform. § 3.5.1.2.3.

(3) Volumul util al decantorului:

$$V_u = Q \cdot t_s, \quad (3.18)$$

(4) Diametrul predecantorului se determină în funcţie de V_u, h, H, d şi respectând condiţia ca panta radierului să fie ≥ 5 %.

(5) Viteza medie a apei si raportul D/H se verifică cu relaţia (3.19):

$$v_m = \frac{D - d}{2 \cdot t_s} = \frac{Q}{2\Pi \cdot r_m \cdot h_m} \leq 0{,}03 \ (m/s); \ \frac{D}{H} > 6 \quad (3.19)$$

în care:

D – diametrul bazinului;

H – adâncimea maximă;

r_m – raza medie a decantorului:

h_m – adâncimea apei în decantor la r_m.

Pe baza experienţei practice, se adoptă adâncimea *h* la ieşirea apei (2 ÷ 3 m).

(6) Diametrul predecantoarelor radiale este cuprins între 15⋯60 m, în ţara noastră existând proiecte tip pentru decantoarele radiale cu: D = 16, 25, 30, 35, 40 si 45 m.

(7) Nămolul se colectează cu poduri racloare prevăzute cu lame segmentate pentru ca nămolul să fie transportat succesiv de pe o lamă pe următoarea spre başa centrală.

(8) Prin proiectare se vor adopta soluţii care să evite blocarea podului raclor datorită gheţii.

3.5.1.5 Predecantoare verticale

(1) Se recomandă pentru debite ≤ 50 dm^3/s şi în cazul când condiţiile geotehnice permit execuţia în adâncime.

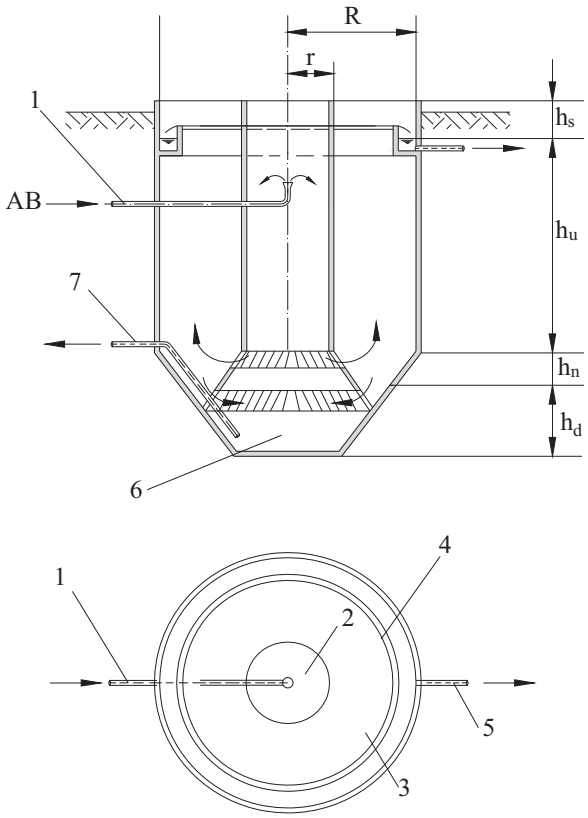


Figura 3.21. Decantor vertical.
1. conductă de admsie apă brută; 2. cameră de distribuţie cu dispozitivul de admisie a apei (ecran deflector); 3. deversor triunghiular; 4. rigolă pentru colectarea apei decantate; 5. conductă evacuare apă decantată; 6. pâlnie colectoare nămol; 7. conductă evacuare nămol.

(2) Aria oglinzii apei se determină:

$$A = \frac{Q}{i_H} = \pi \cdot (R^2 - r^2), (m^2) (3.20)$$

în care:

Q – debitul instalaţiei, în m^3/h;

A – aria oglinzii apei, în m^2;

i_H – încărcarea hidraulică, în $m^3/h,m^2$, se va adopta din condiţia $i_H \leq w$, determinată cf. § 3.5.1.2.3;

R – raza predecantorului vertical, în m;

r – raza tubului central (0,3 – 0,4 m).

(3) Înălţimea utilă a pre-decantorului vertical:

$$h_u = T_d \cdot v\ , (m) (3.21)$$

în care:

T_d – timpul de decantare, în secunde; se va adopta maxim 1^h;

v – viteza medie de curgere ascendentă (v ≤ w), în mm/s.

(4) Diametrul D al predecantorului vertical se recomandă să fie de maximum 8 m.

(5) În zona de depunere a nămolului, radierul bazinului se realizează tronconic cu panta $\geq 45°$.

(6) Înălţimea zonei de colectare a nămolului se stabileşte în funcţie de debit, de concentraţia iniţială în suspensii a apei brute, de eficienţa de predecantare şi de intervalul de timp între două evacuări.

3.5.2 Pre – oxidare, oxidare, post – oxidare

(1) Procesele de oxidare trebuie adoptate în toate staţiile de tratare în mai multe secţiuni caracteristice ale schemei conform conceptului trepte de oxidare multiple:

a) pre-oxidare în capătul amonte al filierei pentru oxidarea substanţei organice, plancton, inactivare microorganisme; obiectiv: asigurarea funcţionării optime a proceselor de tratare şi evitarea contaminării filierei tehnologice;
b) post-oxidarea; amplasat după procesele de tratare convenţionale (decantare şi filtrare rapidă pe strat de nisip), urmăreşte oxidarea totală a micro poluanţilor, reducerea materiilor organice naturale şi inactivarea totală în ape limpezi a compuşilor biologici şi bacteriologici; necesitatea post – oxidării se va stabili pe baza concluziilor studiilor de tratabilitate;
a) oxidare (neutralizare) pentru asigurarea dezinfecţiei apei.

3.5.2.1 Pre – oxidarea

(1) Se utilizează următorii agenţi oxidanţi: clor, ozon, dioxid de clor; alegerea oxidantului se va efectua prin analize tehnico – economice luând în consideraţie şi efectele privind formarea unor subproduşi ca urmare a procesului.

(2) Determinarea dozelor se va efectua în conformitate cu § 3.2.1.4 din studiile de tratabilitate.

(3) Pentru toţi oxidanţii: Cl_2, ClO_2 şi O_3 elementele tehnologice ale reactoarelor de contact vor respecta următoarele:

a) se prevăd ≥ 2 bazine de reacţie cu dotarea necesară pentru ca fiecare să funcţioneze independent;
b) se vor alege soluţii care să elimine scurt-circuitarea hidraulică a reactoarelor; raportul între timpul real de contact şi timpul teoretic va fi $\geq 0,9$;
c) procesul de pre-oxidare poate fi by – passat în funcţie de necesitatea pre-oxidării apei sursei;

(4) Se vor adopta măsuri de protecţie anticorozivă a construcţiilor, utilajelor şi protecţia personalului de operare împotriva efectelor gazului rezidual.

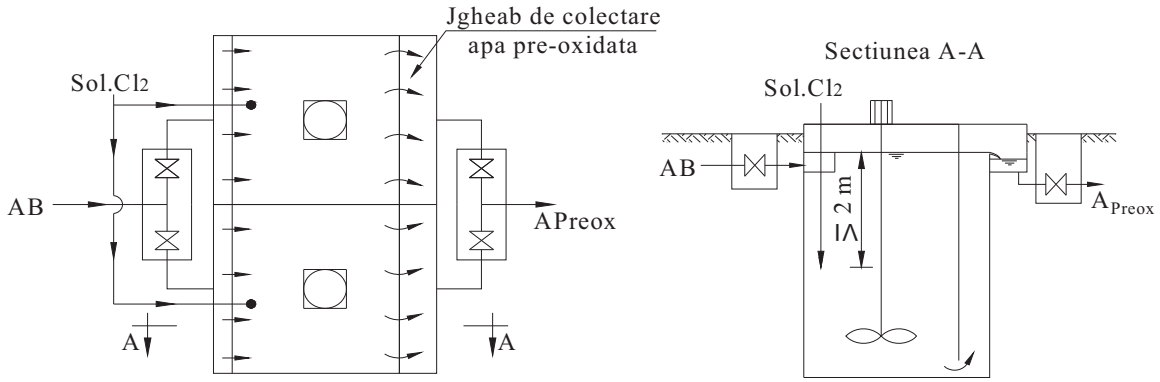


Figura 3.22. Bazin de reacţie cu Cl_2 (ape limpezi: subterane, lac).

3.5.2.1.1 Ozonul (O_3)

(1) Dozele uzuale de ozon sunt în gama 1 – 3 mg O_3/dm^3 iar timpul de contact uzual este T_C = 8…10 minute. Se va adopta soluţia cu două reactoare în serie, ca în figura 3.23. Adâncimea apei în reactoare ≥5 m.

(2) Conceptual reactoarele de ozon vor funcţiona pe baza interceptării curentului de apă descendent de către voalul de bule fine de ozon în mişcare ascendentă.

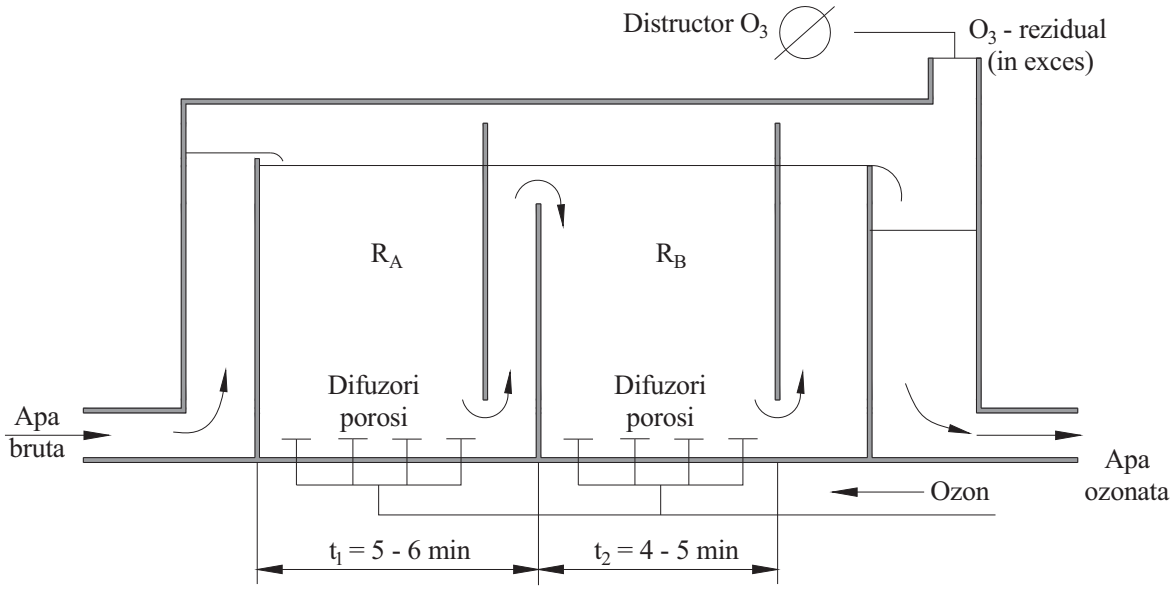


Figura 3.23. Bazine de contact cu ozon.

3.5.2.1.2 Dioxidul de clor (ClO_2)

(1) Se obţine din clorită de sodiu şi clor conform reacţiei:

$$2NaClO_2 + Cl_2 \rightarrow 2ClO_2 + 2NaCl$$

Stoechiometric, 1 g dioxid de clor se obţine din 1,34 g clorită de sodiu şi 0,5 g de clor.

Este instabil şi exploziv la temperaturi T > (- 40 ^oC). Se produce imediat înainte de injecţia în apă. La 20 ^oC şi presiune parţială de 5,3 kPa, solubilitatea este 4 g/dm^3.

(2) Avantajele utilizării ClO_2 sunt:

a) nu formează sub-produşi de tip trihalometani (THM);

b) are putere oxidantă mai bună, oxidează fenoli şi 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 menţionează că pentru doze mai mari de 0.5 mg/l există riscul formării de sub-produşi de tip cloriţi.

(4) Reactoarele de pre-oxidare (figura 3.24) utilizează agitatoare mecanice (rezistente la coroziune) care asigură amestecul mecanic cu randamente ridicate intre apa de tratat şi soluţia de ClO_2. Gradienţii necesari de asigurat $G \geq 500\ s^{-1}$.

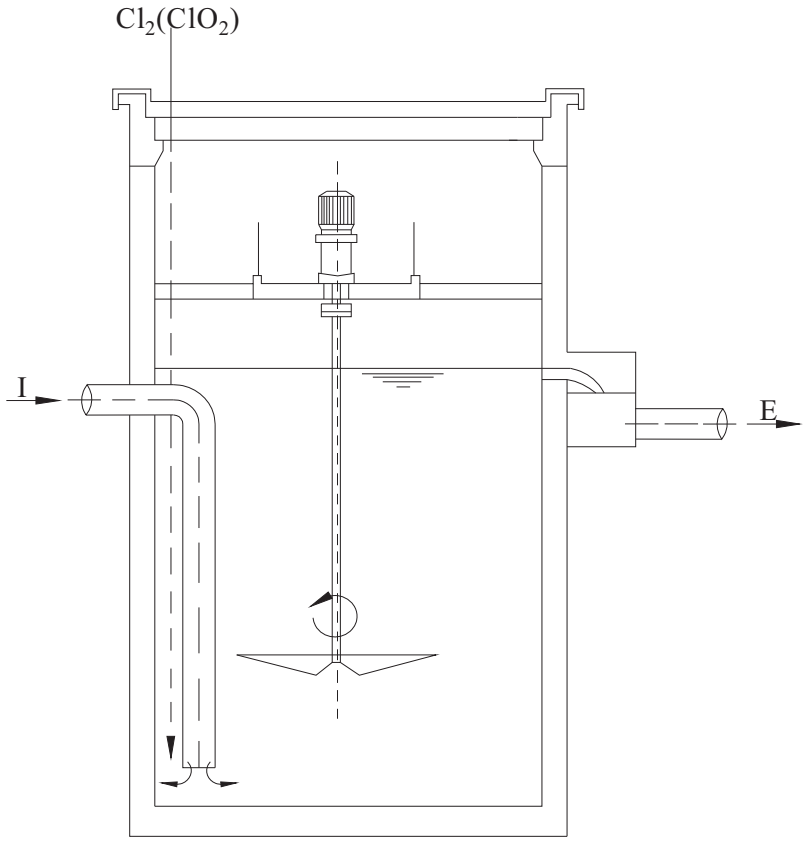


Figura 3.24. Bazin de contact pre – oxidare.
I – intrare apă brută; E – evacuare apă oxidată; Cl_2 – clor; ClO_2 – dioxid de clor.

3.5.2.2 Post –oxidarea

(1) În filierele de tratare se va intoduce conceptul de post – oxidare cu ozon pe apa limpezită după filtrele rapide de nisip pentru că eficienţa transferului creşte, se reduc dozele de ozon şi oxidarea micro – poluanţilor devine eficientă.

(2) Încadrarea procesului de post – oxidare în schema staţiei de tratare se realizează totdeauna ca în figura 3.25.

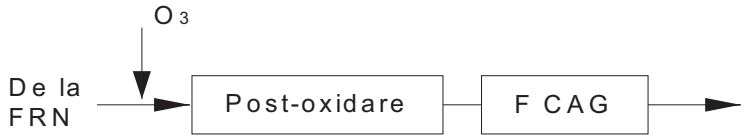


Figura 3.25.Încadrarea procesului de post-oxidare.

(3) Dozele de O_3 în post – oxidare nu depăşesc 2 mg/l. Alcătuirea reactoarelor de ozon sunt identice cu cele utilizate în pre – oxidare.

3.5.3 Coagulare – floculare

(1) Obiectivul procesului: destabilizarea particulelor coloidale din apă, agregarea şi flocularea acestora cu reactivi chimici pentru a fi reţinute.

(2) Aplicare: toate categoriile de apă care conţin particule coloidale sau dizolvate (precipitabile) necesar a fi reţinute.

(3) Procesele cuprind:

a) faza I – reacţie rapidă: introducerea soluţiei de coagulant, amestecul total cu apă la gradientul hidraulic G = 500 – 700 s^{-1}; timpul de contact pentru reacţia rapidă este determinat T_{RR} = 1 – 3 min; pentru îmbunătăţirea probabilităţii de ciocnire a particulelor se adaugă şi nămol de recirculare (la concentraţii 50 – 70 g/dm^3) în proporţie 5 – 7 % din debitul de apă brută.

b) faza a - II^{-a} – (floculare): se adaugă un adjuvant de coagulare (polimer), se asigură gradienţi hidraulici G = 30 – 100 s^{-1} şi timpi de flocularet_F = 10 – 15 min. funcţie de tratabilitatea apei.

(4) Configuraţia generală a compartimentelor de coagulare – floculare se indică în figura 3.26.

a) *C_{RR} – camera de amestec şi reacţie rapidă*:

- $V_{RR} = Q_{AB} \cdot t_{RR}$,(m^3) (3.22)
- t_{RR} = 1 – 3 minute.

în care:

Q_{AB} – debit, în m^3/min;

t_{RR} – timpul de reacţie, în min.

Se prevăd două compartimente, fiecare cu minimum 2 electro-agitatoare având puterea:

$$P = G^2 \cdot V \cdot \frac{1}{k^2}, (W) \quad (3.23)$$

unde:

G – gradient hidraulic ≥ 500 s^{-1};

V – volum camera de amestec şi reacţie rapidă, în m^3;

k – coeficient adimensional ce depinde de temperatura apei;

k = 23,6 la 0°C şi k = 38,9 la 40 °C.

b) *F – camera de floculare*:

- $V_F = Q_{AB} \cdot t_F$, (m^3) (3.24)
- t_F = 10 – 15 minunte; se va stabili prin studiul de tratabilitate.

(5) Următoarele elemente tehnice se impun să fie respectate:

a) Criteriul produsului: concentraţie, gradient, timp.

$$G.C.T = \text{optim} \quad (3.25)$$

în care:

G – gradient de floculare (50 – 100 s^{-1});

C – concentraţia în suspensii în camera de floculare; variabilă de la1000 – 5000 g s.u./m^3; reprezintă o caracteristică care se va determina "in situ" luând în consideraţie variaţiile calitative ale apei sursei;

T – timpul de floculare determinat de t°C şi efectele polimerului;

b) Se impune adoptarea electro-agitatoarelor cu turaţie variabilă pentru a se prelua variaţiilor calitative ale apei brute.

c) Secţiunea de injecţie polimer (dacă este necesar) se vor prevedea minimum 3 opţiuni care să poată fi utilizate în operare: introducere polimer în camera de amestec şi reacţie rapidă; introducere polimer la ieşirea din camera de amestec şi reacţie rapidă; introducere polimer în apa brută în amonte de injecţie coagulant (≅ 30 s).

(6) Proiectantul va trebui să prevadă elementele care permit schimbarea secţiunii de introducere polimer pe baza celei mai bune eficienţe. Eficienţa se va evalua prin determinarea coeficientului de coeziune a nămolului conform. § 3.5.3.1.

(7) Configuraţia C_{RR} şi F se va realiza cu mai multe electro – agitatoare pentru a permite adaptarea la variaţiile calitative ale apei brute şi revizia periodică a unui agitator în operare.

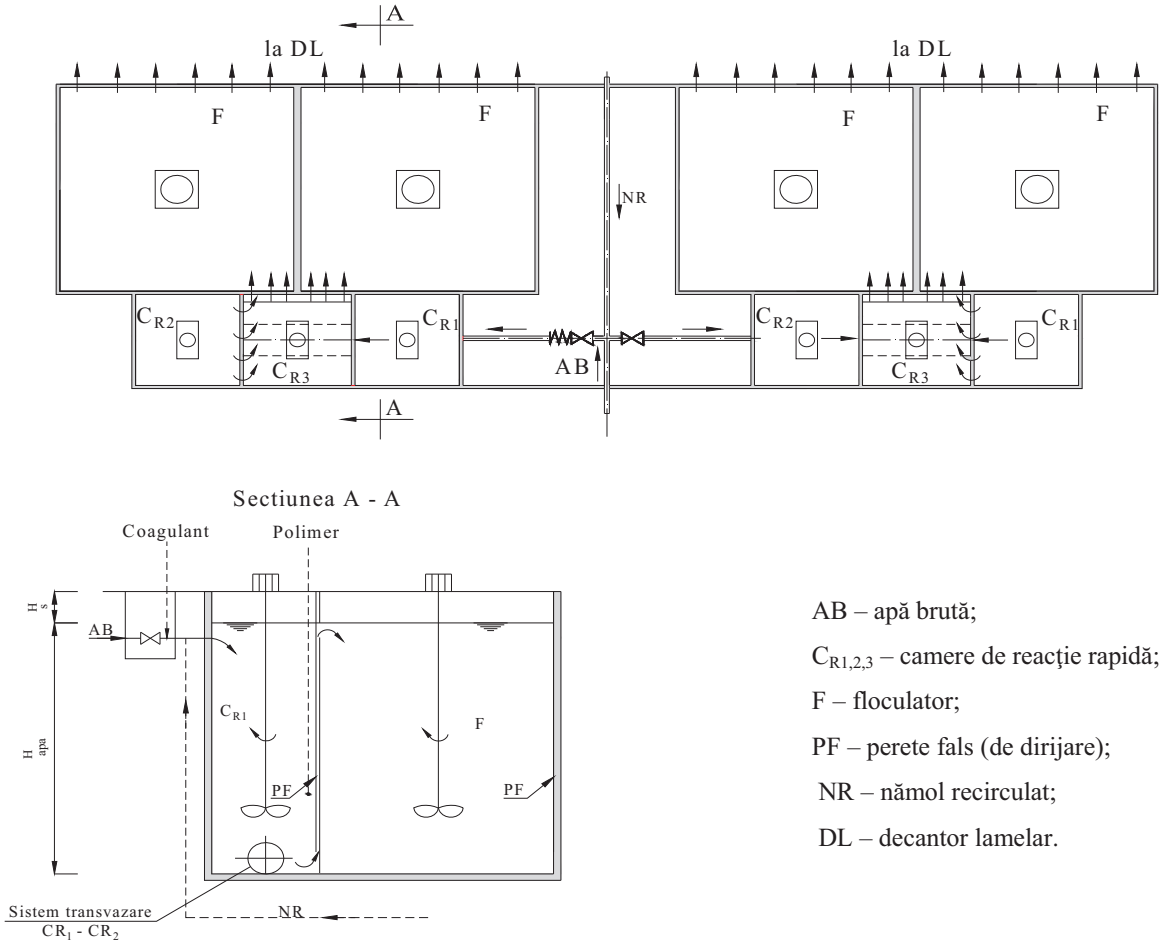


Figura 3.26. Plan şi secţiune cameră de reacţie rapidă (C_{RR}) şi cameră de floculare (F).

3.5.3.1 Coeficientul de coeziune al nămolului

(1) Determinarea coeficientului de coeziune *(K).* Coeficientul de coeziune caracterizează starea de floculare a nămolului şi furnizează informaţii valoroase în cazul decantoarelor suspensionale.

a) Un strat de nămol ocupă un volum aproximativ proporţional cu viteza unui curent ascendent de apă care-l străbate.

(2) Experimentarea propriu-zisă constă în trecerea unui curent ascendent de apă decantată (supernatantul – în cazul jar-testului) printr-un tub transparent şi gradat la baza căruia s-a introdus un volum de nămol (figura 3.27).

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 gradaţia tubului;
c) cu ajutorul robinetului pentru reglarea debitului 4 se stabileşte debitul minim care permite înfoierea nămolului (se măsoară volumul de apă care curge prin preaplinul 5 într-un timp,

t. Se fac cel puţin patru determinări cu debite crescătoare; se recomandă ca la reglarea debitelor să se evite şocurile care duc la expandarea nămolului necorelată cu debitul trecut prin tub.

d) pentru fiecare din debite se citeşte volumul de nămol expandat din tub.

(3) Prelucrarea datelor

a) debitele se vor transforma în viteze prin împărţirea lor la secţiunea tubului;

b) se construieşte un grafic, trecându-se pe abscisă valorile pentru volumul de nămol expandat şi pe ordonată viteza ascensională a apei prin tub în m/h;

c) se unesc punctele obţinute cu o dreaptă, valoarea reprezentând segmentul dintre origine şi intersecţia dreptei obţinute cu axa y va fi coeficientul de coeziune a nămolului (figura 3.28).

Reprezentând grafic viteza ascensională a apei în tub (m/h) în funcţie de volumul de nămol expandat (figura 3.28) se obţine coeficientul de coeziune K.

$$K = \frac{v}{\left(\frac{V}{V_o} - 1\right)} \ (m/h) \qquad (3.26)$$

unde:

v – viteza ascensională a apei în tub, în m/h;

V_o – volumul iniţial de nămol;

V – volumul de nămol expandat.

(4) Pentru nămoluri coezive coeficientul K are valori cuprinse în intervalul 0,8 – 1,2 în timp ce pentru nămoluri care reţin cantităţi mari de apă K are valori de cel mult 0,3.

Gradul de coeziune a nămolului influenţează semnificativ atât procesul de decantare cât şi procesul de filtrare (creşterea coeficientului de coeziune conduce la creşterea ciclului de filtrare).

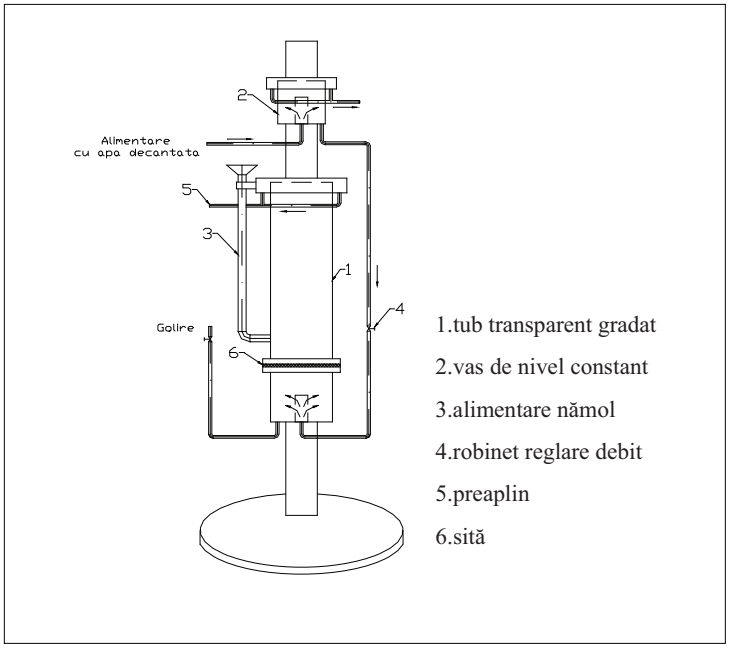


Figura 3.28. Instalaţie pentru determinarea coeficientului de coeziune al nămolului.

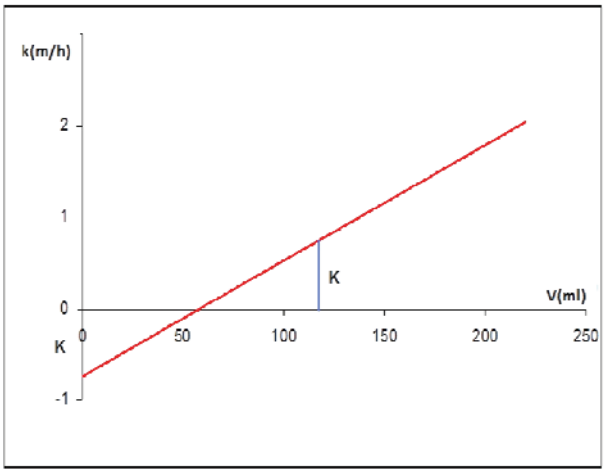


Figura 3.27. Variaţia volumului denămol în funcţie de viteza ascensională.

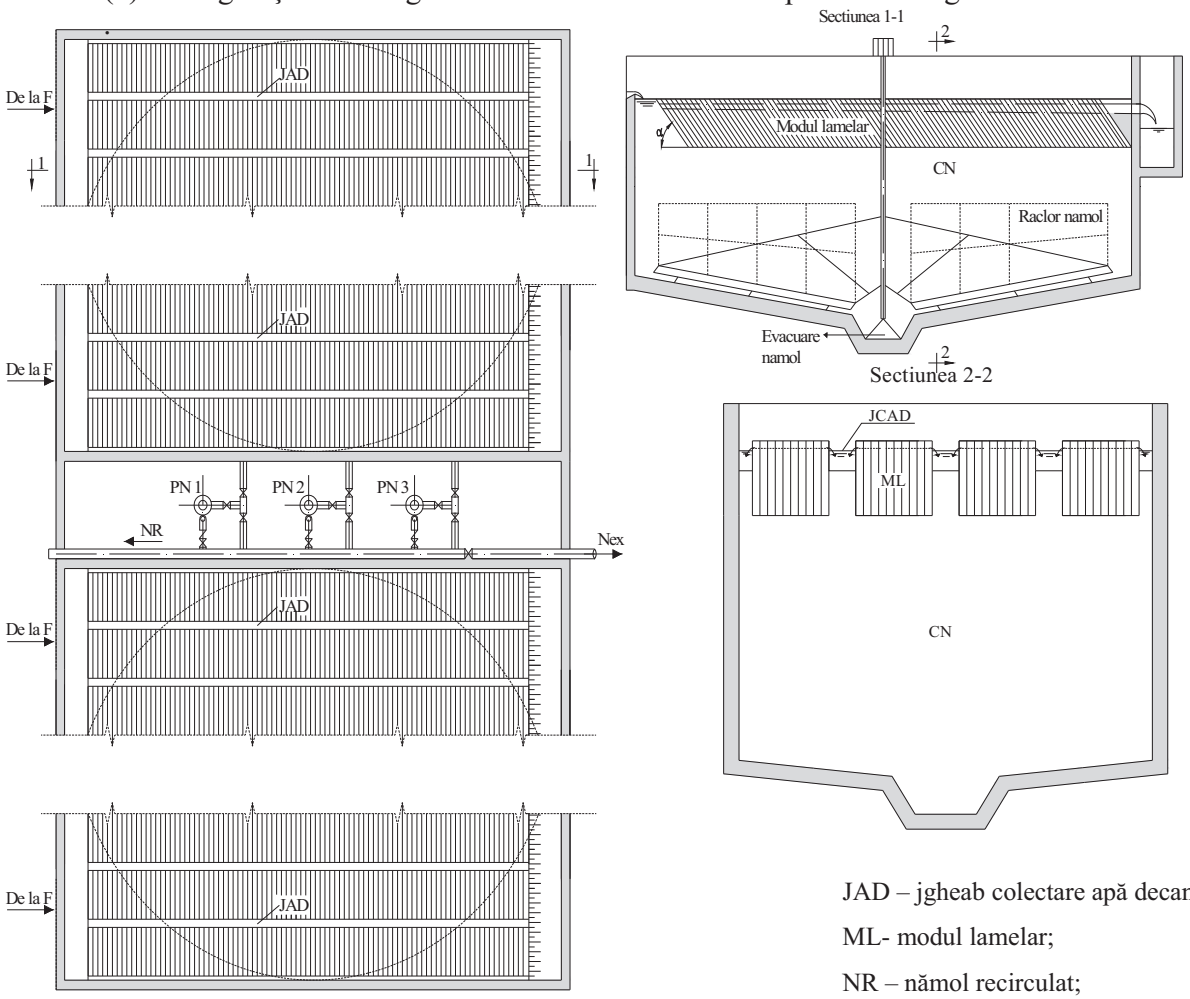
3.5.4 Limpezirea apei prin decantare

Obiective proces:

a) asigurarea unei turbidităţi a apei decantate Tu ≤ 4°NTU;
b) concentrarea nămolului reţinut în sisteme încorporate procesului de decantare sau independente la un conţinut în suspensii de ≥ 40 g s.u./m^3;
c) asigurarea unor pierderi tehnologice sub 3 % din influentul decantoarelor;
d) utilizarea eficientă a sărurilor de Al sau Fe pentru coagulare astfel încât să se realizeze costuri minime şi să se evite depăşirea CMA la Al^{3+}, Fe^{2+} în apa decantată.

3.5.4.1 Proiectarea tehnologică a decantoarelor lamelare

(1) Configuraţia tehnologiei decantoarelor lamelare se prezintă în figura 3.29



JAD – jgheab colectare apă decantată;

ML- modul lamelar;

NR – nămol recirculat;

N_{ex} – nămol în exces;

PN_i – pompă nămol;

CN – concentrator nămol;

F – floculator

Figura 3.29. Plan şi secţiune prin decantorul lamelar.

(2) Elementele tehnologice impuse:

a) necesitatea unui proces de coagulare-floculare în amonte care să asigure destabilizarea şi aglomerarea particulelor coloidale (§ 3.5.3);
b) prevederea unui modul lamelar de tip în curent ascendent care să asigure:
    1. separarea apei de particulele floculate de nămol;
    2.laminarizarea mişcării pentru eliminarea influenţei pereţilor;
c) sistem de colectare, concentrare a nămolului reţinut; sistemul eficace este un concentrator de nămol amplasat sub modulul lamelar;
d) sistem de colectare uniformă a apei decantate; acest sistem va îndeplini şi rolul de regulator aval pentru uniformitatea distribuţiei debitului în modulul lamelar.

3.5.4.1.1 Dimensionarea decantoarelor lamelare

(1) *Suprafaţa oglinzii apei*

$$A_{nec} = \frac{Q}{i_h}, (m^2) \qquad (3.27)$$

în care:

Q – debitul influent, m^3/h;

i_h – încărcarea hidraulică; se adoptă 8 – 15 $m^3/h,m^2$; adoptarea unei valori din domeniu se va efectua pe baza studiului de tratabilitate, eficienţa procesului de coagulare – floculare (coeficientul de coeziune a nămolului).

(2) *Modulul lamelar*

Se poate realiza în două opţiuni (exemplificare):

a) casete rectangulare din plăci PE/PVC sudate (figura 3.30);
b) din plăci PE-polietilenă, PVC-policlorură de vinil, PP-polipropilenă, cu profil semi – hexagonal (figura 3.31).

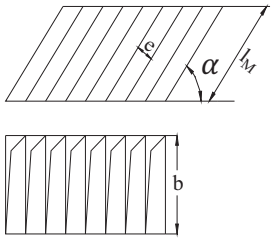


Figura 3.31. Modul lamelar – casete rectangulare din plăci PE/PVC sudate.

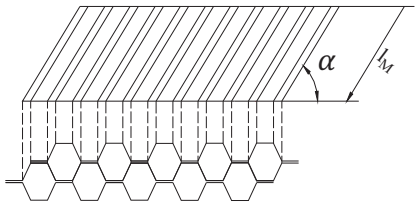


Figura 3.30. Modul lamelar din plăci PE, PVC, PP cu profil semi – hexagonal.

Condiţiile de dimensionare impuse modulului lamelar:

a) raza hidraulică: raportul între suprafaţa vie şi perimetrul udat al unei lamele determinată după direcţia normală la direcţia de curgere; $r_H \leq 30$ mm;

b) valoarea numărului Reynolds al mişcării definit:

$$R_e = \frac{v \cdot r_H}{\nu} \leq 70 \tag{3.28}$$

c) viteza medie de curgere în lamelă nu va depăşi 3 mm/s (10,8 m/h);
d) mărimea de separare suspensională:

$$u = v \cdot \frac{e}{l_M \cdot cos\alpha} \leq 0{,}1\, mm/s \tag{3.29}$$

e) lungimea modulului lamelar, l_M, va rezulta din limitările numărului Reynolds şi mărimii de separare suspensională;

Verificarea încărcării hidraulice pe proiecţia orizontală a modulului lamelar:

$$i_{H1} = \frac{Q}{n_{lam} \cdot l_M \cdot cos\alpha \cdot b} \leq 1\ m^3/h, m^2 \tag{3.30}$$

unde:
n_{lam} – număr lamele;
l_M – lungimea lamelei, în m;
b – lăţimea lamelei, în m;
e – înălţimea lamelei după direcţia normală la direcţia de curgere, în m;
α–unghiul de înclinareα faţă de orizontală.

(3) *Unghiul de înclinare al modulului lamelar*

Se va adopta unghiul de înclinare al modulului faţă de orizontală $\propto = 52°$; acesta reprezintă unghiul de echilibru între curgerea continuă a nămolului (60°) şi curgerea intermitentă sub formă de acumulări (45°).

(4) *Sistemul de colectare apă decantată*

a) Colectarea apei decantate se va realiza cu jgheaburi dotate cu deversori triunghiulari cu funcţionare neînecată;
b) Distanţa dintre axul jgheaburilor de colectare nu va depăşi 1,0 m;
c) Amplasarea jgheaburilor se prevede:
   c_1) deasupra modulului lamelar; radierul jgheaburilor se va amplasa la minimum 0,2 m faţă de cota superioară a modulului; această soluţie se va adopta pentru încărcări hidraulice i_H = 8 – 10 m^3/h,m^2;
   c_2) prin calcul şi sistemul de operare adoptat se va asigura evitarea înecării jgheaburilor de colectare;
   c_3) jgheaburile se vor executa din tablă de oţel inoxidabil şi prin sistemul constructiv adoptat se va asigura posibilitatea reglării astfel încât erorile raportate la debitul specific (dm^3/s.m.l. deversor) să nu depăşească $\pm$ 1%.
   c_4) amplasarea jgheaburilor se va realiza între module pentru încărcări hidraulice i_H = 14 – 15 m^3/h,m^2 conform cu figura 3.32.

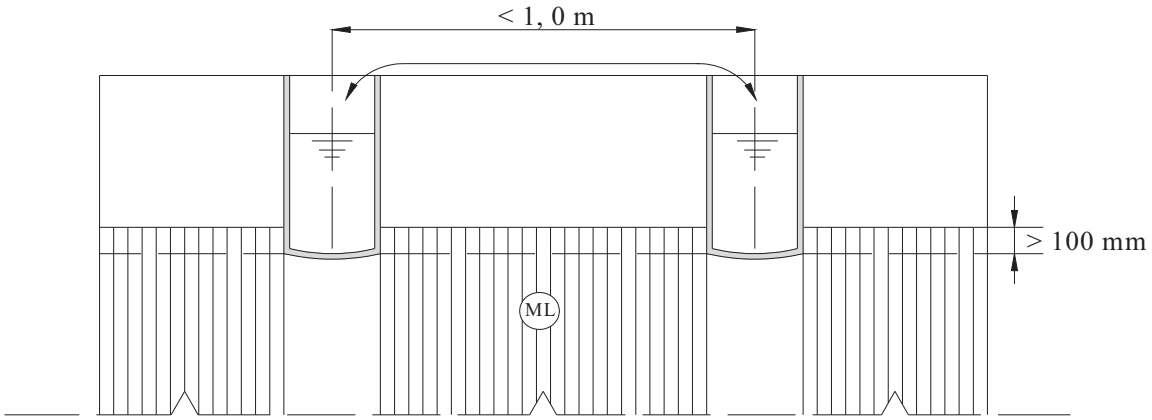


Figura 3.32. Amplasarea jgheaburilor de colectare apă decantată pentru i_H = 14 – 15 $m^3/h,m^2$.

(5) *Sistemul: concentrator de nămol*

a) Soluţia recomandată constă în realizarea unui concentrator de nămol la partea inferioară a modulului lamelar al cărui volum se determină pe baza cantităţii de substanţă uscată calculată:

$$K_{s.u.} = Q_{AB} \cdot (C_{AB} - C_{AD}), (kgs.u./zi) \quad (3.31)$$

unde:

Q_{AB} – debitul de apă brută al unităţii de decantare, m^3/zi;

C_{AB} – concentraţia în suspensii apă brută, kg s.u./m^3;

C_{AD} - concentraţia în suspensii apă decantată, kg s.u./m^3.

b) Volumul de nămol având o concentraţie $c_{s.u.}$ se determină:

$$V_N = K_{s.u.} \cdot \frac{1}{c_{s.u.} \cdot \gamma_{NC}}, (m^3/zi) \quad (3.32)$$

unde:

$c_{s.u.}$ – concentraţia în substanţă uscată a nămolului (0,03 – 0,05 kg/m^3);

γ_{NC} – greutatea specifică a nămolului concentrat (1050 – 1100 daN/m^3).

c) Stabilirea suprafeţei şi volumului concentratoarelor de nămol se va efectua luând în consideraţie:

c_1) încărcări masice de 40 – 60 kg s.u./m^2,zi;

c_2) concentraţia optimă a nămolului evacuat din concentrator ≅ 50.000 gr s.u./m^3.

d) Evacuarea nămolului se va asigura intermitent în perioade scurte (5 – 10minute, orar sau la 2^h) şi va fi declanşat prin măsurarea on – line a concentraţiei nămolului; programul de evacuare se va stabili „in situ” pe baza variaţiei conţinutului în suspensii al apei brute.

e) Omogenizarea, amestecul şi colectarea nămolului se va realiza cu raclor imersat (conform figura 3.27); sistemul mecanic va fi dimensionat la concentraţia maximă a nămolului (80 – 100 kg s.u./m^3) cu 1 – 2 rotaţii/oră. Nămolul în exces din concentrator se va evacua cu electro-pompe de nămol corespunzător concentraţiilor maxime.

(6) *Nămolul de recirculare*

Debitul de nămol de recirculare:

$$Q_{NR} = [0,07 - 0,1] \cdot Q_{AB} \quad (3.33)$$

Nămolul de recirculare se va introduce în conducta de apă brută în amonte de camera de amestec şi reacţie rapidă. Pentru ape limpezi (turbidităţi ≅ 10°NTU) şi reci (t°C ≤ 10°C) pentru care camera de amestec şi reacţie rapidă este prevăzută în trepte (2 – 3 agitatoare înseriate) este recomandabil să se prevadă opţiunea introducerii nămolului de recirculare în a doua cameră de amestec – reacţie.

3.5.4.1.2 Prevederi constructive pentru construcţiile de coagulare – floculare şi decantare

(1) Construcţiile pentru procesele de coagulare – floculare şi limpezire prin decantare vor fi acoperite şi se vor crea condiţii de operare normale:

a) pasarele de acces la utilaje prevăzute cu balustrade;
b) temperaturi ≥ 10°C permanent;
c) posibilităţi de revizie periodică a utilajelor prin acces direct sau demontarea acestora.

3.5.4.2 Alte tipuri de tehnologii de limpezire a apei prin decantare

(1) Proiectantul poate alege şi alte tehnologii de limpezire a apei prin decantare, cele mai multe bazate pe tehnologii de firmă. Alegerea unei tehnologii va avea la bază:

a) elementele rezultate din studiile de tratabilitate;
b) costurile de investiţie şi operare;
c) siguranţa procesului în obţinerea performanţei privind calitatea apei independent de condiţiile şi variaţiile de calitate ale apei sursei;
d) perspectiva modernizării în timp a tehnologiei ca urmare a schimbărilor de calitate a apei sursei.

(2) În cele ce urmează se vor prezenta principiile generale ale unor tehnologii de firmă şi condiţiile în care acestea pot fi luate în consideraţie pentru aplicare.

3.5.4.2.1 Decantoare cu pulsaţie

(1) Concepţia acestui tip de tehnologie este:

a) introducerea intermitentă a apei brute în bazin (denumită pulsaţie) astfel încât să creeze gradientul hidraulic pentru coagularea – floculareа suspensiei; se utilizează un gradient hidraulic echivalent la 12 – 15 W/1dm^3/s;
b) eliminarea sistemelor de colectare nămol prin prevederea unui sistem hidraulic de jeturi înecate care realizează autospălarea radierului bazinului;
c) dotarea cu sisteme de variaţie a gradientului hidraulic în faza de floculare (superpulsator) şi/sau module lamelare (pulsatube/ultrapulsator).

În figura 3.33 se indică schema generală şi elementele componente.

(2) Aplicarea acestei tehnologii conform cu datele firmei:

a) turbidităţi ≤ 1500° NTU, lipsite total de suspensii gravimetrice;
b) ape brute uşor tratabile; coeficientul de coeziune nămol > 1,2 m/h.

(3) Avantaje: realizează toate procesele: coagulare – floculare, limpezire, concentare nămol într-o singură unitate; nu utilizează recirculare nămol.

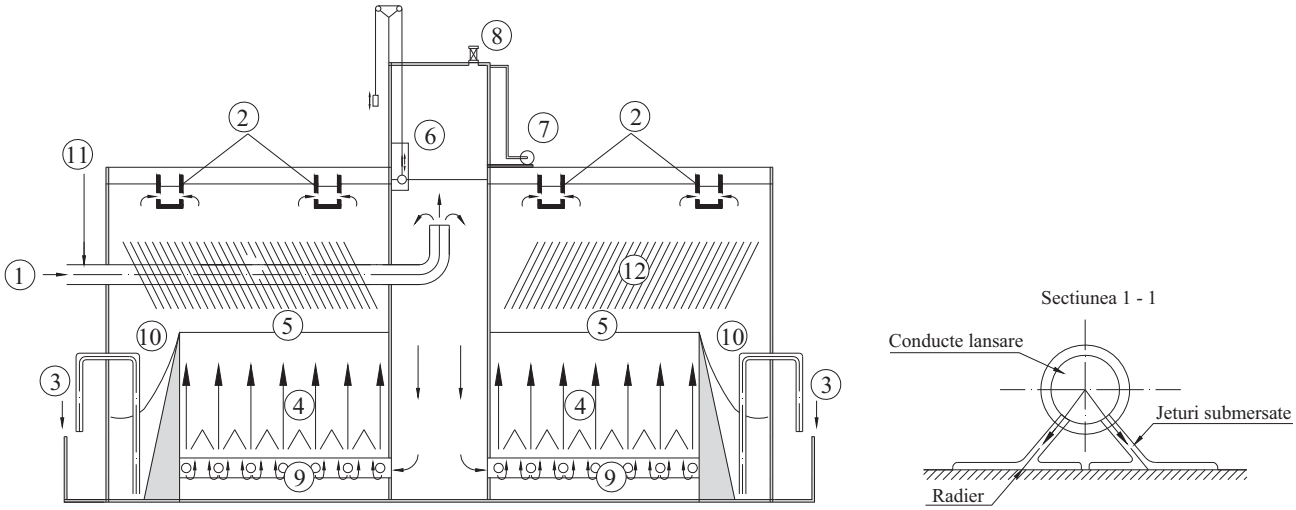


Figura 3.33. Decantor cu pulsaţie.
1. introducere apă brută; 2. jgheaburi de colectare apă decantată; 3. evacuare nămol; 4. floculator; 5. strat suspensional; 6. bazin de acumulare – lansare; 7. pompă vid; 8. electro – valvă de lansare de contact cu presiunea atmosferică; 9. sistem de conducte de lansare şi autocurăţire nămol; 10. concentrator de nămol; 11. injecţie reactivi; 12. modul lamelar.

3.5.4.2.2 Decantoare cu recirculare nămol

(1) Concepţia acestui tip de tehnologie are la bază aceleaşi elemente fundamentale prezentate în § 3.5.4.1.1.

(2) Aplicare: ape brute de râu/lac; turbidităţi ≤ 1500° NTU; tratabilitate normală.

(3) Avantaje: admite şi particule gravimetrice (d_g< 0,2 mm) şi asigură prin recircularea în camera de reacţie rapidă creşterea concentraţiei suspensiei floculate la 4000 – 5000 g s.u./m^3.

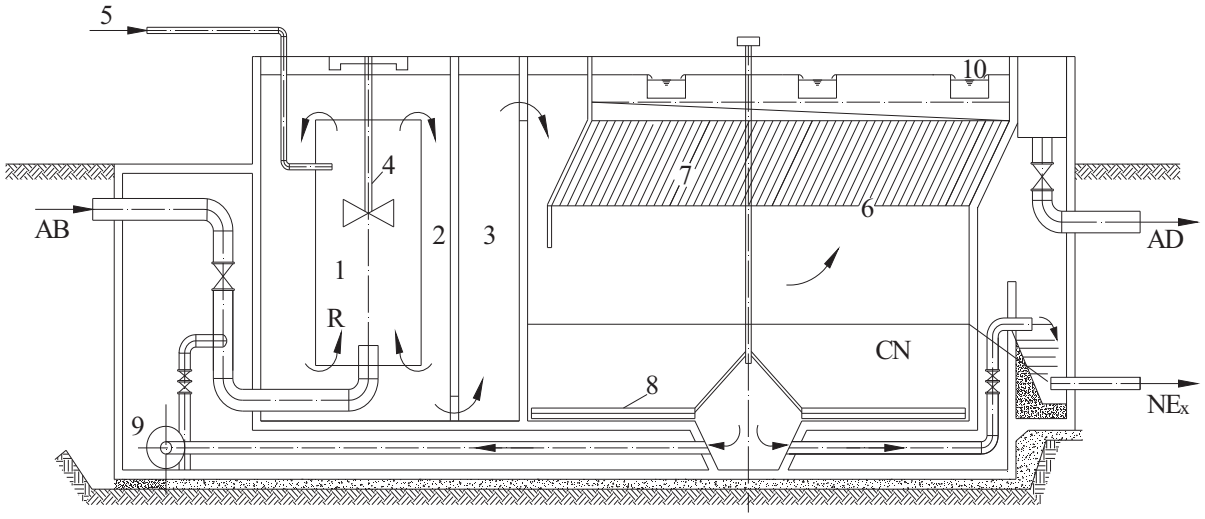


Figura 3.34. Decantor cu camere de reacţie rapidă şi lentă şi modul lamelar în curent ascendent.
AB – apă brută; AD – apă decantată; R – cameră de reacţie; CN – concentrator de nămol; NE_x – nămol în exces;
1. tub central cameră de reacţie; 2. cameră de reacţie rapidă; 3. cameră de reacţie lentă; 4. amestecător cu elice;
5. injecţie reactivi; 6. zonă de decantare; 7. modul lamelar; 8. pod raclor; 9. pompă recirculare nămol; 10. colectare AD.

3.5.4.2.3 Decantoare cu floculare balastată şi recirculare nămol

(1) Tehnologia a fost dezvoltată prin cercetări şi perfecţionări continue timp de 30 ani. Actualmente este cea mai performantă tehnologie pe plan mondial.

(2) Concepţia:

a) introduce micronisip (d_g = 30 – 60 μm) în apa brută şi realizează fixarea particulelor floculate pe suportul solid dat de micro-nisip; cantităţile de micro-nisip 2,0 – 2,5 kg/m^3apă;

b) separă în hidrocicloane micro-nisipul de nămol şi îl reintroduce în circuitul de coagulare – floculare; pierderile de micro-nisip sunt estimate la 2 – 3%;

c) elementele de coagulare – floculare şi decantare lamelară corespund § 3.5.3.

(3) Avantaje:

a) aplicabil la ape cu tratabilitate redusă, limpezi (≅ 10° NTU) şi reci;

b) performanţe: admite încărcări 30 – 50 m^3/h,m^2 la suprafaţa oglinzii apei în decantorul lamelar şi asigură turbidităţi la apa decantată ≤ 1° NTU.

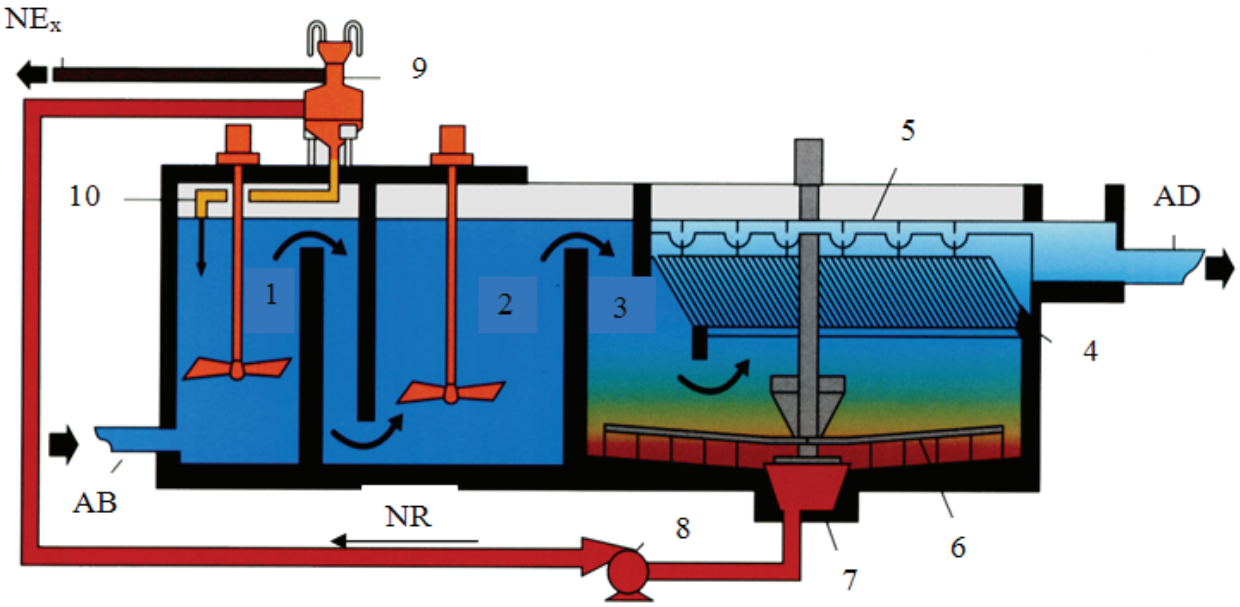


Figura 3.35. Decantor cu floculare balastată.

AB – apă brută; AD – apă decantată; NE_x – nămol în exces; NR – nămol recirculat;

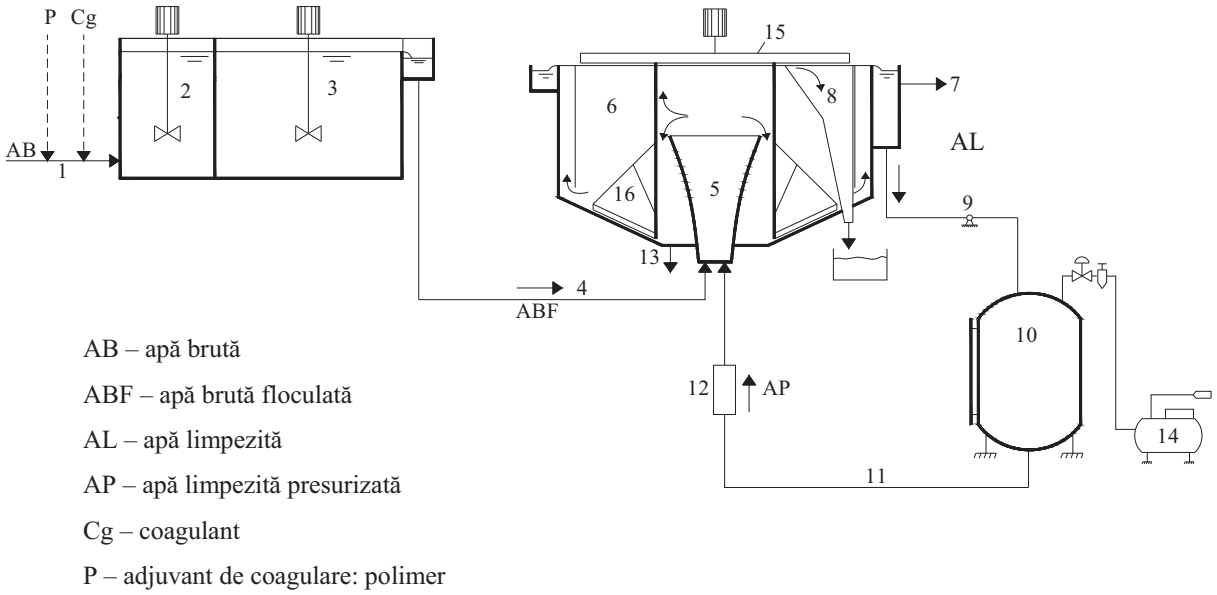
1. cameră de reacţie rapidă; 2. cameră de reacţie lentă; 3. admisie decantor; 4. modul lamelar în curent ascendent; 5. sistem de colectare apă decantată; 6. pod raclor; 7. başă nămol; 8. pompă recirculare amestec nămol/micronisip; 9. hidrociclon pentru separare micronisip; 10. recuperare şi injecţie micronisip.

3.5.5 Limpezirea apei prin procedeul de flotaţie

(1) Aplicare: procedeul se aplică pentru ape brute relativ limpezi (turbidităţi < 20° NTU) caracterizate prin natura particulelor coloidale şi dizolvate de tip MON (materii organice naturale).

În procesele de coagulare-floculare la aceste categorii de ape se produc conglomerate (flocoane) uşoare pentru care un proces invers sedimentării devine mai avantajos.

Sistemul de flotaţie cu aer dizolvat (FAD) cuprinde elementele prezentate în figura 3.36



AB – apă brută

ABF – apă brută floculată

AL – apă limpezită

AP – apă limpezită presurizată

Cg – coagulant

P – adjuvant de coagulare: polimer

Figura 3.36. Schema generală proces flotaţie.
1. apă brută (de sursă); 2. amestec, reacţie rapidă; 3. floculator; 4. apă brută floculată;5. camera de amestec apă presurizată, apă floculată; 6. cameră de limpezire; 7. apă limpezită; 8. sistem evacuare suspensii flotate; 9. apă limpezită recirculată; 10. recipient presurizare apă;11. apă în amestec cu aer; 12. sistem reducere presiune; 13. evacuare nămol; 14. compresor;15. sistem colectare suspensii flotate; 16. raclor imersat: colectare nămol.

Procesul de flotaţie cu aer dizolvat se va aplica pe baza studiilor hidrochimice şi de tratabilitate efectuate „in situ" pe instalaţii pilot pentru sursa de apă luată în consideraţie.

(2) Elementele de dimensionare care se vor lua în consideraţie sunt:

a) încărcarea hidraulică a bazinului de flotaţie i_H = 2 – 10 $m^3/h, m^2$;

b) suprafaţa orizontală a bazinului:

$$A = \frac{Q_{AB}}{i_H}(m^2) \qquad (3.34)$$

Q_{AB} – debitul de apă brută (m^3/h)

i_H – încărcare hidraulică ($m^3/h, m^2$)

c) debitul de apă limpezită recirculată

$$Q_{recir.} = (0{,}15\text{-}0{,}6) \cdot Q_{AB} \quad (m^3/h) \qquad (3.35)$$

(3) Variaţia încărcărilor şi debitelor între limitele domeniului se va stabili prin studii şi depinde de calitatea apei sursei.

(4) Cantitatea minimă de aer pentru o eficienţă favorabilă: 5000 mg/l echivalent la 5 m^3 de aer/m^3 apă tratată; mărimea bulelor de aer se va încadra în domeniul 40 - 70 μm.

(5) Recipienţii de presurizare se dimensionează pentru:
a) timp contact: 10 - 60 sec;
b) presiune: 4 - 6 bar.

(6) În toate aplicaţiile în care se propune ca soluţie FAD (flotaţie cu aer dizolvat) proiectantul va lua în consideraţie şi analiza unei opţiuni (variante) de limpezire a apei prin decantarea lamelară (DL).

(7) Elementele obligatorii care se vor analiza în cele 2 variante: FAD şi DL sunt:
a) analiza costurilor energetice ale proceselor de coagulare-floculare pentru cele două tehnologii: fără recircularea nămolului în procesul FAD şi cu recircularea nămolului în DL;
b) comparaţia costurilor energetice pentru bazinul de flotaţie incluzând toate componentele: evacuare spumă, evacuare şi concentrare nămol, recipient de presurizare, producţia de aer comprimat, comparativ cu decantorul lamelar având: concentrator nămol, raclor amestec şi colectare nămol şi pompele de recirculare nămol;
c) stabilitatea şi siguranţa fiecărui proces prin determinarea coeficientului de asigurare în timp a turbidităţii limită a apei limpezite; acest coeficient se determină:

$$K_T = \frac{T - t}{T} \cdot 100 \qquad (3.36)$$

unde:
T – perioada (30 zile, 365 zile) în care se efectuează analizele de apă decantată;
t – perioada în care $T_u^{AD} \leq T_u^{AD}$ lim = 4° NTU;

(8) Construcţia sistemelor FAD se va realiza sub forma bazinelor circulare sau rectangulare.

(9) Pentru debite $Q_{AB} \leq 50$ dm^3/s radierul bazinelor se va construi cu o pantă $\geq 45^o$ pentru colectarea şi curgerea nămolului spre secţiunea de evacuare; la debite mai mari bazinele se vor prevedea cu raclor imersat pentru colectarea nămolului depus pe radier.

(10) Camera de amestec între apa presurizată şi apa brută floculată va fi dimensionată pentru realizarea amestecului printr-un amestecător static, cameră de amestec cilindrică şi transformator de energie cinetică în energie potenţială de presiune de tip difuzor dimensionat astfel încât să nu se realizeze desprinderea curentului; la ieşirea din difuzor viteza apei nu va depăşi dublul vitezei echivalente încărcării hidraulice.

3.5.6 Filtre rapide de nisip

3.5.6.1 Elemente componente

a) Cuvele de filtru;
b) Instalaţiile hidraulice: alimentare cuve, prelevare apă filtrată din cuve, spălare, automatizare;
c) Construcţiile şi instalaţiile anexe: rezervorul de apă de spălare şi staţia de pompare, staţia de suflante pentru spălare cu aer, instalaţii comandă şi control (dispecer).

3.5.6.2 Caracteristici principale ale staţiei de filtre

(1) Suprafaţa de filtrare

$$A_F = \frac{Q\ (m^3/h)}{V_F(m/h)}(\mathrm{m}^2) \tag{3.37}$$

Q – debitul staţiei de filtre;

V_F – viteza medie de filtrare; se va adopta 6 m/h cu limitare în cazul scoaterii din funcţiune a 1 - 2 cuve la 8 m/h;

(2) Numărul de cuve de filtru:

$$n_F = k \cdot A_F/A_{1CF} \geq\ 4\ unitati \tag{3.38}$$

k – coeficient de siguranţă = 1,2.

(3) Aria unei cuve se va stabili pe baza:

a) realizării condiţiei de V_F max în cuvele rămase în filtrare la scoaterea din funcţiune a unei cuve;
b) sistemului constructiv adoptat;
c) raportul laturilor pentru îndeplinirea condiţiei:

$$\frac{L}{b} = \frac{2n}{n+1} \tag{3.39}$$

unde:

n – numărul de cuve;

L – lungimea cuvei;

b – lăţimea cuvei.

(4) Numărul de cuve se va stabili printr-un calcul tehnico-economic care va lua în consideraţie: costuri de investiţie şi cheltuieli anuale de exploatare pentru tipul de cuvă adoptat.

(5) Studiile efectuate în ultimii 20 de ani indică un concept pe care proiectantul va trebui să-l respecte; acesta este definit astfel: „pentru fiecare mărime de debit Q există un singur tip de cuvă, ca mărime, formă, dotare pentru care totalul cheltuielilor anuale din investiţii şi exploatare este minim”.

3.5.6.3 Metoda de filtrare

(1) Filtrele rapide vor fi asigurate să funcţioneze conform metodei: cu debit variabil şi nivel constant.

(2) Se vor adopta soluţiile tehnice pentru:

a) variaţia debitului între limita maximă (impusă de viteza maximă de 8 m/h) şi limita minimă; debitul minim al unei cuve se va considera în corelaţie cu: turbiditatea influentului, tipul suspensiilor reţinute, caracteristicile materialului filtrant; toate acestea determină pierderea de sarcină prin filtru, care va fi $h_r \leq 1{,}6$ m col. H_2O.
b) dotarea sistemului de prelevare apă filtrată astfel încât să permită variaţia lentă a debitului în funcţie de creşterea pierderii de sarcină.

3.5.6.4 Schema generală a unui filtru rapid

(1) În figurile 3.37 – 3.41 se prezintă schema generală a unui filtru rapid.

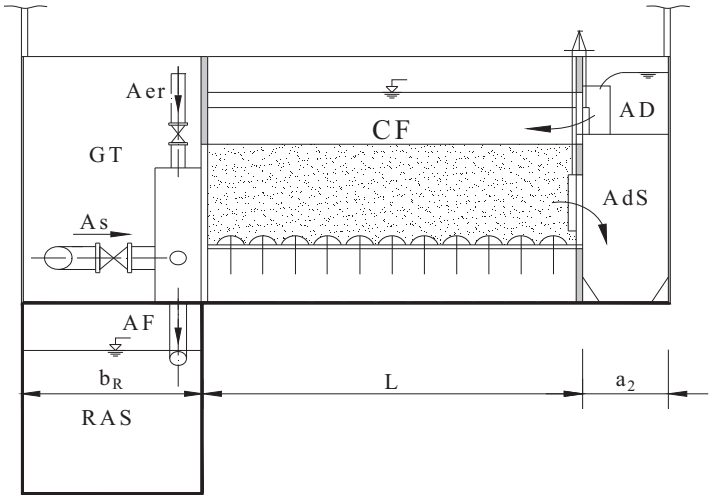


Figura 3.37. Secţiune longitudinală cuvă de filtru şi rezervor apă de spălare.
AD – sistem de distribuţie apă decantată la cuvele de filtru, Ads – colectare, evacuare apă de la spălare,
CF – cuvă de filtru, GT – galerie tehnologică, As – apă de la spălare,
AF – apă filtrată, RAS – rezervor apă de spălare.

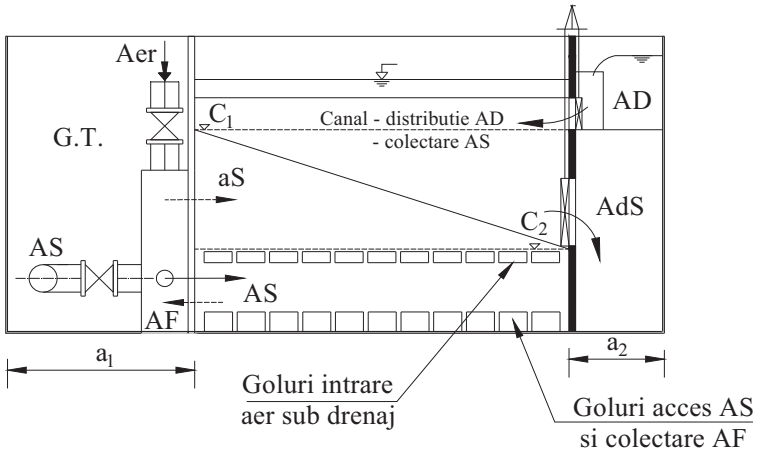


Figura 3.38. Secţiune longitudinală ax cuvă de filtru.
AD – apă decantată; GT – galerie tehnologică; AdS – apă de la spălare;
aS – aer spălare; AS – apă spălare; AF – apă filtrată.

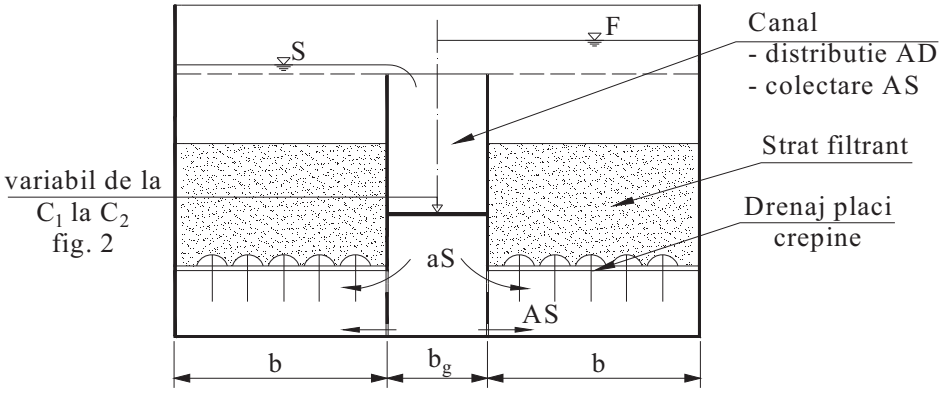


Figura 3.39. Secţiune transversală cuvă de filtru.
F – nivel filtrare, S – nivel spălare, as – aer spălare, AS – apă spălare; AD – apă decantată.

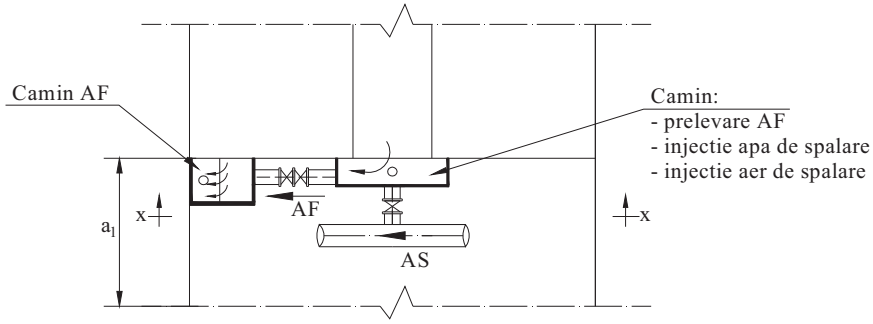


Figura 3.40. Plan galerie tehnologică.
AF – apă filtrată; AS – apă spălare.

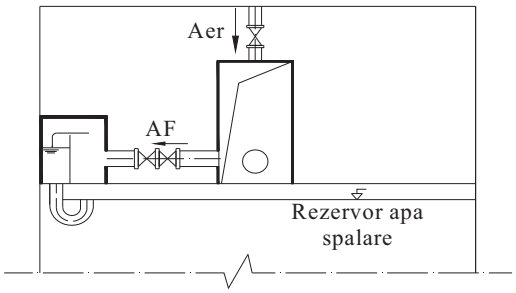


Figura 3.41. Galerie tehnologică.
AF – apă filtrată; AS – apă spălare Vedere x-x.

(2) Toate cuvele de filtru rapid cu suprafeţe unitare între 20 şi 60 m^2 se vor construi conform configuraţiei din figurile 3.37 - 3.41; pentru suprafeţe unitare inferioare şi superioare domeniului pot fi adoptate şi alte configuraţii de cuve. Exemplu:

a) la cuvele sub 20 m^2 galeria centrală poate să lipsească; alimentarea cuvei şi evacuarea apei de la spălare se va realiza printr-un jgheab suspendat amplasat după latura lungă a cuvei;
b) pentru staţii de filtre cu debite reduse (≤ 50 dm^3/s) toate sistemele de deservire a cuvelor pot fi amplasate în galeria tehnologică sub forma sistemelor sub presiune (distribuţie apă brută, colectare apă de la spălare);

c) pentru cuvele mari (> 60 m^2) şi lăţime sub cuvă > 2,0 m se va lua în consideraţie sistemul de alimentare/spălare denumit cu baleiaj.

(3) Elementele componente sunt următoarele:

a) Sistemul de admisie influent

a_1) Un canal longitudinal care filează transversal cuvelor de filtru asigură alimentarea fiecărui cuve printr-un cămin care asigură alimentarea cuvei prin deversare; deversoarele cu funcţionare neînecată asigură echirepartiţia debitului influent în toate situaţiile.

a_2) Influentul se distribuie în fiecare cuvă după direcţia scurtă printr-un canal longitudinal prin deversare; lăţimea de distribuţie a influentului nu va depăşi $b \leq 2,0$ m.

a_3) Oprirea alimentării cuvei se va realiza printr-o stavilă motorizată amplasată în capătul amonte al canalului de distribuţie.

a_4) Toate elementele componente ale sistemului de distribuţie trebuie să funcţioneze neînecat cu gardă $\geq 0,5$ din înălţimea lamei deversante.

b) Cuva filtrului

b_1) Se va realiza o construcţie paralelipipedică formată din: 2 cuve gemene L x b;$b \leq 2,0$ m; o galerie centrală între cele 2 cuve gemene având la partea superioară canalul de distribuţie influent şi colectarea apă de la spălare şi la partea inferioară galeria pentru colectare apă filtrată şi distribuţie apă şi aer de spălare.

b_2) Înălţimea cuvei va fi formată din:

h_N – înălţimea stratului de nisip; se va adopta $h_N = 1,20 – 1,40$ m funcţie de cantitatea de nămol care va fi reţinută în strat (k = 2,0 – 3,0 kg S.U./m^3 nisip şi ciclu de filtrare).

h_d – înălţimea drenajului (inclus grosimea acestuia); $h_d = 0,75 – 0,9$ m funcţie şi de sistemul constructiv al drenajului: plăci prefabricate din beton armat cu crepine, placă turnată monolit cu predală, sistem din tablă de oţel inox.

h_a – înălţimea de apă deasupra stratului de nisip; $h_a = 0,60 – 0,75$ m.

h_s – înălţimea de siguranţă între nivelul apei în cuvă şi cota superioară a peretelui cuvei; $h_s \geq 0,30$ m.

c) Drenajul filtrului

c_1) Se va adopta sistemul de drenaj de mare rezistenţă hidraulică (figura 3.42) constituit din planşeu (prefabricat din plăci de beton armat, monolit din beton armat sau din tablă inox) în care sunt montate 7x7 = 49 crepine/m^2 sau 8x8 = 64 crepine/m^2 drenaj.

c_2) Se vor asigura condiţii foarte precise din punct de vedere constructiv pentru realizarea drenajului:

– asigurarea etanşării perfecte;
– asigurarea cotei exacte şi unice pentru poziţia orificiilor de aer;
– rezistenţa mecanică a crepinelor;
– asigurarea formării unui nivel de separaţie apă-aer uniform şi constant pe toată suprafaţa cuvei.

c_3) Crepinele vor asigura:

– pierdere de sarcină la spălare $h_r \geq 0,2$ m col. H_2O; aceasta se realizează prin îngustarea bruscă de secţiune la intrare în tija crepinei (sub planşeu);
– nivel de separaţie apă-aer sub planşeu; înălţimea saltelei de aer $h_{aer} \geq 0,15$ m; intrarea/evacuarea aerului se va realiza printr-un orificiu Φ 2 – 3 mm la 50 mm de capătul inferior al tijei şi un orificiu de 1 mm la partea superioară a tijei (sub planşeu);

– împiedicarea trecerii celor mai fine particule din strat în rezervorul de apă filtrată prin coşul crepinei; lăţimea fantei ≤ 0,4 mm;

Crepinele se vor realiza din PEID (polietilenă de înaltă densitate) sau PP (polipropilenă) şi vor trebui să asigure rezistenţele mecanice şi structurale necesare în procesul de filtrare/spălare filtru.

(4) Sistemul de drenaj va fi proiectat să asigure:

a) uniformitatea debitelor de aer şi apă de spălare pe suprafaţa 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.

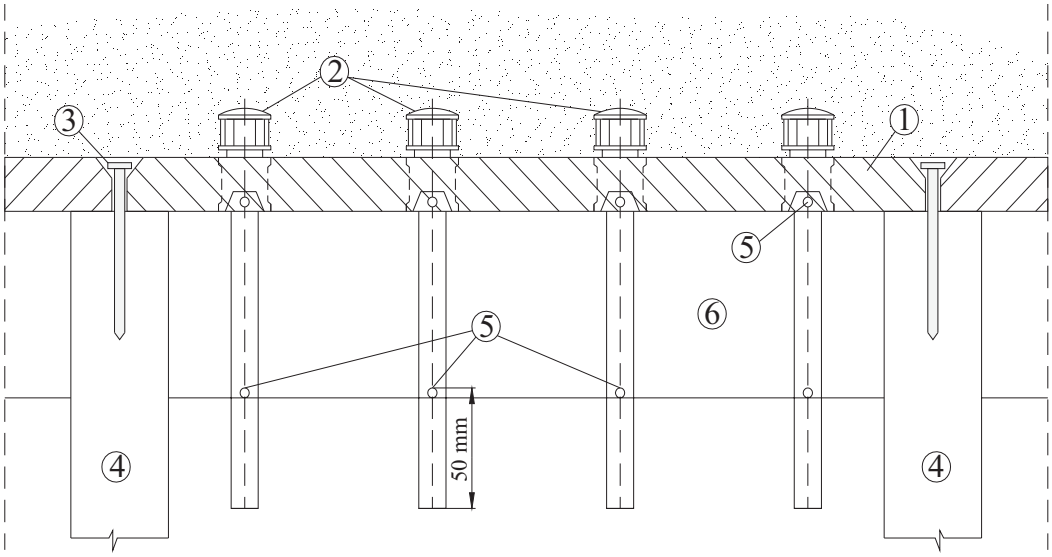


Figura 3.42. Drenaj cu plăci cu crepine.
1. placă cu crepine; 2. crepină; 3. etanşare, prindere plăci;
4. stâlpi susţinere plăci; 5. orificiu aer; 6. aer spălare.

(5) Metoda de spălare utilizată va fi:

a) Faza I: apă: 3 – 4 l/s m^2

aer: 16 – 17l/s m^2

Durata fazei I: 3 – 5 minute

Faza se începe cu apă până la deversarea acesteia în jgeabul de colectare; în acest moment se porneşte aerul; la începutul spălării nivelul apei în cuvă va fi la maxim 5 cm sub muchia jgheabului de colectare apă de la spălare.

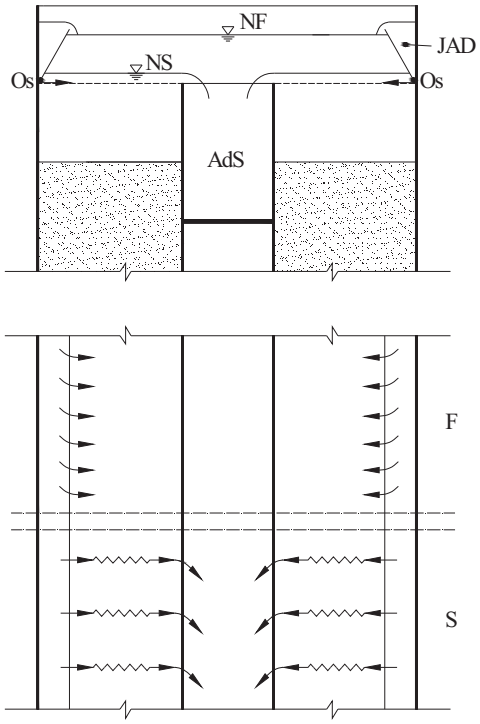
b) Faza II: apă: 6 – 8 l/s m^2

Se opreşte aerul şi se măreşte debitul de apă.

Durata fazei a II[a]: 10 – 12 minute.

c) La cuvele de filtru cu b > 2 m se va prevedea un sistem hidraulic care să asigure împingerea nămolului reţinut în filtre spre jgheabul colector al apei de la spălare; sistemul poate fi: sub presiune, gravitaţional, cu apă filtrată sau apă decantată.

d) Sistem de baleiaj



F – filtrare
S – spălare
NF – nivel filtrare
NS – nivel spălare
Os – orificii
AdS – apă de la spălare
JAD – jgheab apă decantată

Figura 3.43. Sistem alimentare/spălare filtre rapide cu baleiaj.

Sistemul de baleiaj este format din:

d_1) două jgheaburi (forma litera V) pe latura lungă a cuvei filtrului; acestea sunt alimentate frontal prin goluri din galeria de apă decantată;

d_2) jgheburile sunt prevăzute cu orificii (O_s) la partea inferioară;

d_3) funcţiunile jgheaburilor V:

d_4) asigură alimentarea cuvei prin deversare corespunzător NF menţinut constant în perioada procesului de filtrare;

d_5) asigură lansarea unui debit 1 – 2 l/s m^2 pe suprafaţa apei în procesul de spălare (nivel NS);

Spălarea filtrelor rapide cu baleiaj se asigură respectând următoarele:

d_6) intensitatea specifică pentru apa de baleiaj (apă decantată): 1 – 2 l/s,m^2;

d_7) intensitatea specifică pentru apă în faza I: 2 – 3 l/s m^2;

d_8) intensitatea specifică pentru apă în faza II: 6 l/s m^2;

d_9) durata spălării 8 – 10 minute urmare a efectului apei de baleiaj.

(6) Galeria tehnologică

Va fi prevăzută cu:

a) un cămin în axul cuvei; în acest cămin se vor amplasa ştuţurile de racord pentru: prelevarea apei filtrate, alimentarea cu apă de spălare, alimentarea cu aer de spălare; înălţimea căminului va fi egală cu dublu înălţimii drenajului astfel încât accesul simultan al apei, aerului şi apei de spălare să nu producă desprinderi de curent sau turbulenţe care pot conduce la neuniformitatea spălării;

b) un cămin pentru preluarea apei filtrate şi descărcarea în rezervorul de apă de spălare; va fi prevăzut cu deversor; cota muchiei deversorului va fi identică cotei drenajului pentru a se

evita apariţia presiunilor negative în stratul de nisip; dimensiunile căminului vor rezulta pe baza dimensiunilor instalaţiei hidraulice, lungimii deversorului şi înălţimii de siguranţă pentru neînecare;

c) instalaţia hidraulică prelevare apă filtrată; se dimensionează la viteze 0,8 – 1,0 m/s corespunzător debitului maxim al unei cuve; va fi prevăzută cu:
   c_1) vană (dispozitiv hidraulic) motorizată care să asigure variaţia debitului de apă filtrată prin comanda dispozitivelor (senzorilor) de pierdere de sarcină prin filtru;
   c_2) vană de siguranţă în amonte de vana dispozitiv de asigurare a variaţiei 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 ramificaţii la fiecare cuvă prevăzut cu vane la fiecare cuvă; dimensionarea secţiunilor se va face la v = 2,5 – 3 m/s;
e) sistemul de asigurare a aerului de spălare; un distribuitor cu ramificaţii 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 ramificaţii închise cu vană la fiecare cuvă, va asigura golirea independentă a fiecărei cuve în maxim 4 ore;
g) sistemul de colectare şi evacuare a apei de la spălare: colectarea se va realiza prin jgheabul central al cuvei prin deversori triunghiulari ataşaţi la care se va asigura minim 7,5 – 10 cm înălţime de neînecare; apa de la spălare se va evacua în galeria amplasată sub sistemul de distribuţie apă decantată; se vor adopta măsuri pentru profilarea hidraulică a părţii inferioare a canalului de colectare şi galeriei pentru evitarea depunerilor; închiderea canalului de evacuare a apei de la spălare spre canalul de evacuare se va realiza cu stavilă motorizată.

3.5.6.5 Materialul filtrant

(1) Se va adopta material granular (provenit din material aluvionar) având caracteristicile granulometrice conform figurii 3.44, domeniu optim indicat. Principala caracteristică trebuie să fie: uniformitatea mărimii şi formei granulelor astfel încât porozitatea $p \geq 40\%$.

(2) Calităţile materialului filtrant sunt următoarele:

a) domenile de granulozitate conform diagramei ≡ domeniul optim;
b) coeficientul de neuniformitate $u=d_{60}/d_{10} \leq 1,4$;
c) fracţiunile inferioare diametrului minim şi superioare d_{max}, inferioare procentual la 2% în greutate;
d) diametrul efectiv: $d_{ef} = d_{10} = 0,9 – 1,3$ mm;
e) să realizeze un coeficient de porozitate mare ($p>40\%$);
f) forma granulelor, apropiată de sferă, pentru obţinerea unui grad de acoperire ridicat;
g) conţinut de roci cuarţoase recomandabil peste 92%;
h) să aibă duritate în scara Mohs ≥ 7 pentru a nu se sfărâma la spălare.
i) pierdere la acid < 2%;
j) friabilitate (procent de sfărâmare) < 4%.

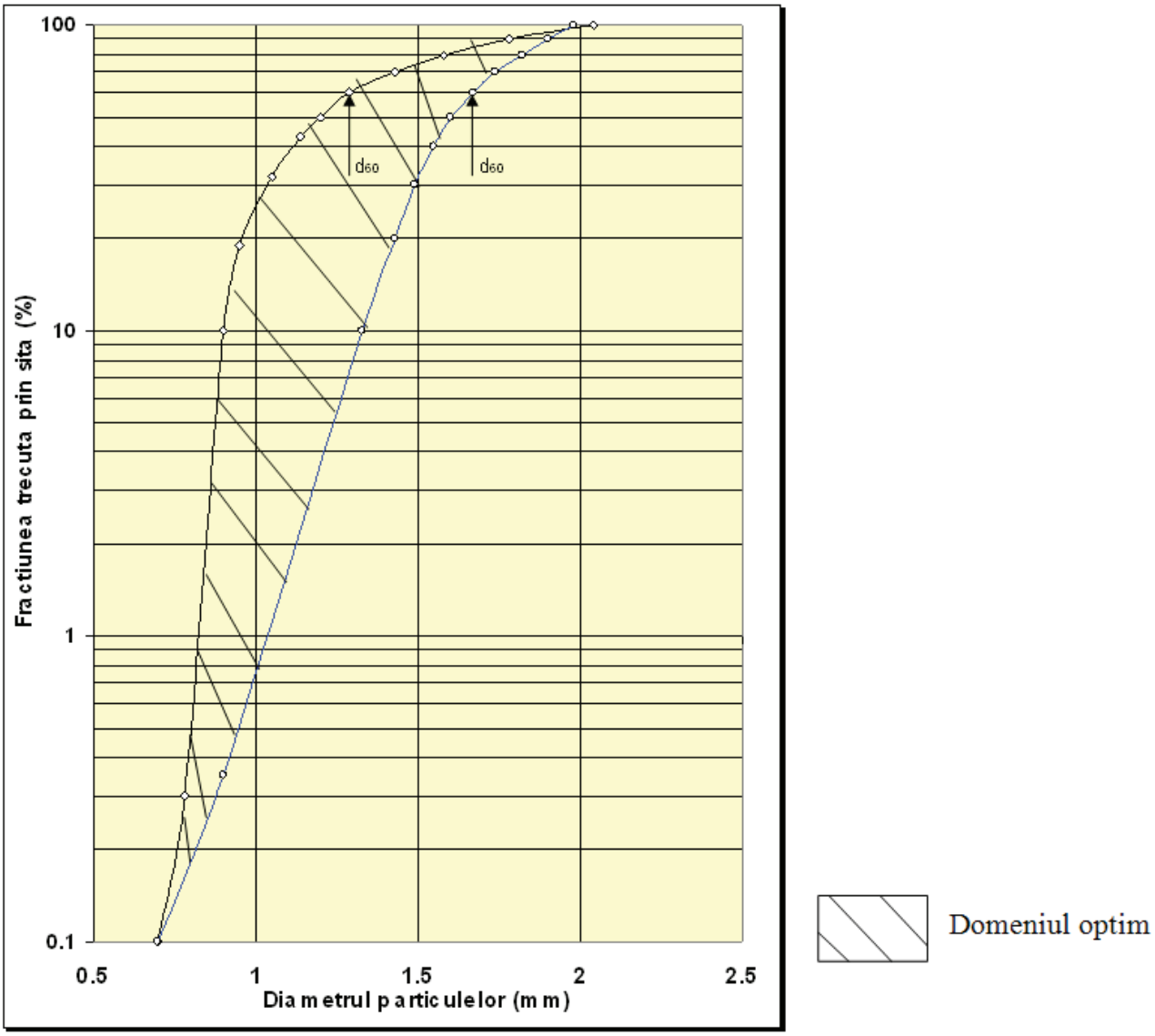


Figura 3.44. Domeniul optim de granulozitate al nisipului pentru filtre rapide.

3.5.6.6 Rezervor de apă de spălare

(1) Se va considera:
   a) un filtru în spălare dacă nr. cuve ≤ 7 unităţi;
   b) două filtre în spălare simultană dacă nr. cuve de filtru > 7 unităţi.

(2) Metoda de spălare va fi conform. § 3.5.6.4.

(3) Volumul de apă de spălare:

$$V_{AS} = k \cdot n \cdot A_{1CF}\,[0{,}06 \cdot i_{F1} \cdot t_{F1} + 0{,}06 \cdot i_{F2} \cdot t_{F2}] \quad (m^3) \qquad (3.40)$$

unde:
A_{1CF} – suprafaţa unei cuve de filtru (m^2);
i_{F1}, i_{F2} – intensităţile de spălare în faza 1 (apă + aer) şi faza 2 (apă) în l/s m^2;

t_{F1}, t_{F2} – durata fazelor 1 şi 2 în minute;
k – coeficient de siguranţă; se va adopta k = 1,1;
n – numărul cuvelor aflate în spălare simultană;
0,06 – coeficient de transformare unităţi.

(4) Rezervorul de apă de spălare se va amplasa:
a) sub galeria tehnologică dacă configuraţia terenului şi amplasarea staţiei de filtre în profil o permite;
b) sub toată staţia de filtre;
c) independent de staţia de filtre dacă profilul staţiei şi configuraţia terenului nu permit amplasarea sub staţia de filtre.

Se va asigura prin soluţii constructive circulaţia apei în rezervorul de apă de spălare.
Este contraindicată utilizarea rezervorului de apă de spălare pentru clorinarea apei.

3.5.6.7 Staţia de pompare apă de spălare, staţia de suflante

(1) Se va amplasa într-o construcţie adiacentă staţiei de filtre pentru a putea prelua apa de spălare din rezervorul de apă de spălare.

(2) Se va echipa astfel (pentru spălarea simultană a unei cuve):
a) o electropompă pentru faza 1 de spălare:

$$Q = i_{F1} \, x \, A_{1CF} \, x \, 3,6 \quad (m^3/h) \tag{3.41}$$

$$Hp = (Hg + hr_{S.H} + hr_{drenaj} + hr_{nisip}) \cdot 1,2 \quad (m) \tag{3.42}$$

unde:
Hp – înălţimea de pompare (m);
Hg – înălţimea geodezică de pompare = diferenţa între cota maximă a apei în cuvă (în faza spălare) şi cota minimă a apei în rezervorul de spălare;
$hr_{S.H}$ – pierderi de sarcină locale şi distribuite pe sistemul hidraulic de la pompă la cuva de spălare;
hr_{drenaj} – pierderea de sarcină în drenajul cu crepine;
hr_{nisip} – pierderea de sarcină în stratul de nisip colmatat (≈ egală cu înălţimea stratului de nisip).
b) 1 electropompă identică pompei din faza 1 pentru faza a 2[a] când vor funcţiona două electropompe;
c) 1 electropompă de rezervă având aceleaşi caracteristici.

(3) Randamentul electropompelor de spălare se impune $\eta \geq 80\%$.

(4) Staţia de suflante
a) Debitul suflantelor:

$$Q_{aer} = i_{aer} \cdot A_{1CF} \cdot 3,6 \quad (m^3/h) \tag{3.43}$$

I_{aer} = 16 – 18 l/s m^2
b) Înălţimea manometrică H = 0,6 - 0,7 bari.
c) Se vor adopta 1+1 electrosuflante amplasate într-o construcţie independentă de staţia de filtre; se vor adopta măsuri pentru încadrarea zgomotului în normele impuse, soluţii pentru preluarea, atenuarea vibraţiilor şi desprăfuirea aerului aspirat.

3.5.6.8 Conducerea procesului de filtrare

(1) Staţia de filtre rapide va fi echipată astfel încât să funcţioneze automat pe baza datelor măsurate de senzori şi a dispozitivelor de control şi manevră automate.

Se vor prevedea în dotarea fiecărei cuve:

a) măsura on-line a nivelului apei din cuvă;
b) măsura on-line a pierderii de sarcină în strat;
c) debitul de apă filtrată;
d) stările sistemului de reglaj şi variaţie a debitului de apă filtrată;
e) acţionarea tuturor vanelor din dispecer (de preferat electrică);
f) comenzile de oprire a procesului de filtrare; aceasta se va realiza la atingerea pierderii de sarcină limită (prestabilită) şi depăşirea turbidităţii limită (Tu^{AF}< 1 ^{o}NTU);
g) sistem de prelevare on-line probe de apă filtrată din fiecare cuvă, transmiterea acestora la un punct central în laborator şi analiză orară a turbidităţii;
h) pornirea automată a pompelor de spălare şi suflantelor pe faze după adoptarea şi executarea comenzilor de oprire alimentare filtru, prelevare apă filtrată;
i) sistem de stocare date de producţie apă filtrată la fiecare cuvă şi pe ansamblul staţiei, balanţă de pierderi de apă tehnologică şi recuperată; se va stabili zilnic balanţa cantităţilor de apă influente în staţia de filtre, cantităţile de apă filtrată, volume de ape utilizate pentru spălare, volume de apă recuperată;
j) fiecare cuvă de filtru va fi racordată la un sistem automat de management al staţiei; acesta va fi prevăzut cu dotări care să permită analiza funcţionării fiecărei cuve (calitate apă filtrată, variaţie debit şi pierderi de sarcină).

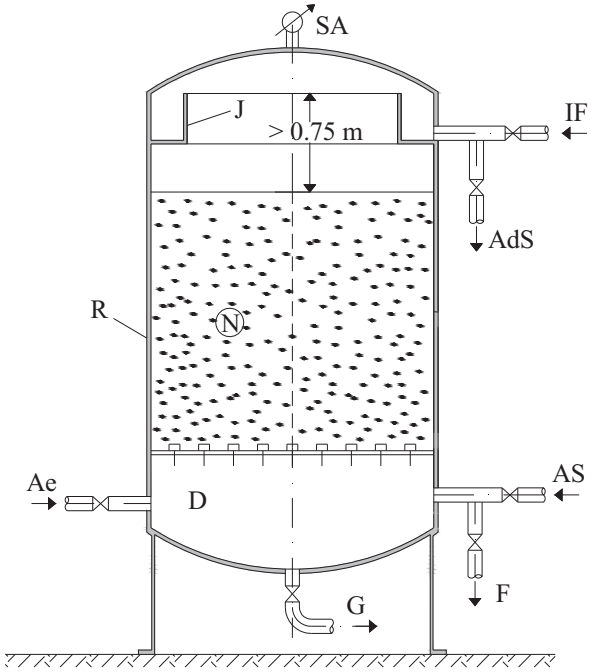
3.5.7 Filtre rapide sub presiune

(1) Aplicare:

a) în staţii de tratare de capacitate redusă (< 50 l/s) când schema hidraulică a staţiei trebuie să asigure alimentarea directă a rezervoarelor din schema sistemului de alimentare cu apă;
b) reducerea perioadei de construcţie a staţiei de tratare;
c) ca rezultat al unui calcul tehnico-economic între varianta cu filtre cu nivel liber şi filtre sub presiune.

3.5.7.1 Elemente componente

a) În schema din figura 3.45 se indică configuraţia unui filtru rapid sub presiune.



R – recipient filtru rapid;
N – material 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 distributie/colectare apă.

Figura 3.45. Schema filtrului rapid sub presiune.

R – recipient sub presiune; materialele, protecţiile anticorozive, siguranţa depinde de presiunea de lucru; presiunile uzuale sunt 4 – 6 bari;

N – material filtrant; se va adopta material monogranular, uzual nisip cuarţos; caracteristicile materialului şi calitatea vor trebui să îndeplinească condiţiile § 3.5.6.5 din capitolul 3 din prezentul normativ;

D – drenaj; soluţia adoptată va fi drenaj de mare rezistenţă hidraulică cu crepine (49 buc./m^2 – 64 buc./m^2) realizat sub forma unui planşeu; se va dimensiona la 7 tf/m^2 cu acţiune dublă (de sus în jos şi de jos în sus); drenajul va îndeplini condiţiile prevăzute la § 3.5.6.4 din capitolul 3 – filtre rapide deschise;

J – jgheab perimetral având muchia superioară la minim 0,75 m deasupra stratului de nisip; dimensiunile jgheabului vor rezulta din condiţiile: neînecării la preluarea debitului maxim de apă de la spălare în contracurent; sarcina hidraulică maximă necesară pentru încărcarea conductei de evacuare a apei de la spălare.

(1) Instalaţiile hidraulice din dotarea filtrelor rapide de nisip vor cuprinde:
   a) IF – influent filtru; dimensionat la v = 0,8 – 1m/s corespunzător debitului influent;
   b) F – prelevare apă filtrată (v = 0,8 – 1 m/s);
   c) AS – apa de la spălare (v = 2 – 3 m/s);
   d) Ae – aer spălare (v = 12 – 15 m/s);
   e) AdS – evacuare apă de la spălare (v = 1,5 – 2 m/s);
   f) G – golire recipient; timp golire recipient ≤ 4 h.

3.5.7.2 Proiectarea filtrelor rapide sub presiune

(1) Suprafaţa de filtrare:

$$A_F = \frac{Q\ (m^3/h)}{v_F(m/h)} (\mathrm{m}^2) \qquad (3.44)$$

(2) Se va adopta viteza medie de filtrare v_F = 6 m/h considerând metoda de filtrare: cu debit variabil şi nivel constant; viteza maximă de filtrare în proces şi la spălarea unei cuve nu va depăşi $v_F^{max} \leq 8,5$ m/h.

(3) Nmărul de cuve (recipienţi); acesta nu va depăşi 5 unităţi cu diametrul cuprins între 2 – 4 m.

(4) Metoda de spălare pentru filtrele rapide sub presiune va fi identică metodei filtrelor rapide deschise (§ 3.5.6.4). Declanşarea spălării unui filtru va lua în consideraţie: încadrarea turbidităţii apei filtrate în limita Tu ≤ 1 ^oNTU şi limitarea pierderii de sarcină prin filtru (maxim 2 m col. H_2O).

(5) Construcţia recipienţilor pentru filtrele sub presiune va respecta toate reglementările pentru realizarea şi proba de presiune la astfel de recipienţi funcţie de presiunea de lucru.

(6) Condiţionările impuse realizării staţiilor cu filtre rapide sub presiune sunt:
   a) asigurarea repartiţiei uniforme a debitului influent variabil la fiecare unitate de filtrare; sunt necesare sisteme electromecanice de acţionare a vanelor de alimentare al fiecărei cuve;
   b) dotarea fiecărei cuve cu sisteme de măsură a debitului efluent pentru asigurarea condiţiilor de funcţionare cu viteză de filtrare variabilă;
   c) volumele necesare pentru spălare pot fi asigurate în recipienţi amplasaţi la cotă (sau sub presiune) pentru reducerea energiei consumate la spălare.

3.5.8 Filtre lente

Aplicarea soluţiei cu filtrarea lentă a apei se va lua în consideraţie în următoarele situaţii:
   a) debite mici; pentru un debit de 1 dm^3/s sunt necesari 20,0 m^2 de suprafaţă de filtrare;
   b) calitatea apei sursei; sensibilitatea membranei biologice la compuşi toxici existenţi în apă, pesticide, fenoli, încărcare biologică, oxigen minim 3 mg/dm^3 condiţionează o sursă lipsită de poluare cu substanţă organică; temperatura apei este un element care condiţionează formarea şi dezvoltarea membranei biologice (≥ 10-12 ^oC).

3.5.8.1 Elemente componente

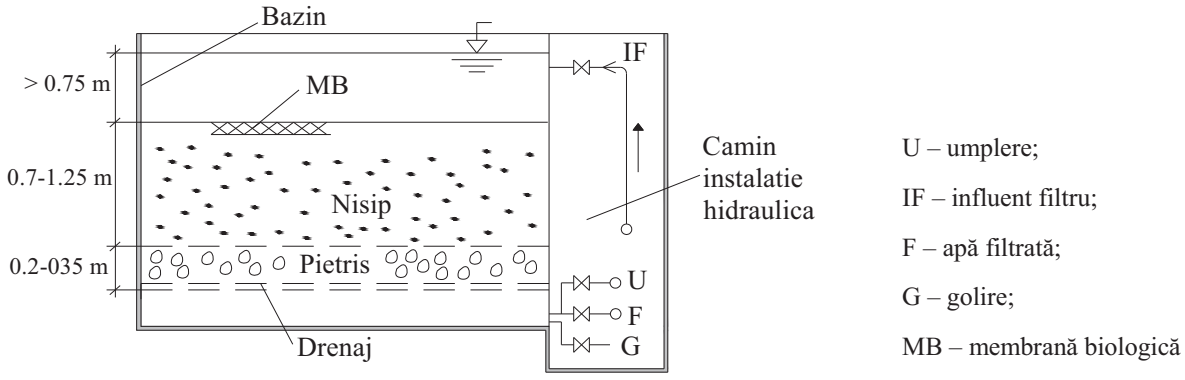


Figura 3.46. Schema unui filtru lent.

(1) Bazin: construcţie din beton armat în care se amenajează filtul lent;

(2) Nisip: strat monogranular cu înălţimea de 0,7 – 1,25 m;

(3) Caracteristicile materialului filtrant:
   a) diametrul granulelor: dg = 0,4 – 0,6 mm;
   b) coeficientul de uniformitate $u = d_{60}/d_{10} \leq 1,3$;
   c) conţinutul de particule inferioare sau superioare diametrelor minim şi maxim nu va depăşi 3% din greutate.

(4) Pietriş: strat suport h = 0,2 – 0,35 m; dg = 2 ... 3 mm;

(5) Drenaj: drenajul asigură colectarea apei filtrate şi umplerea filtrului în sens ascendent pentru evacuarea aerului din materialul granular. Drenajul se va executa dintr-o reţea de conducte prevăzute cu orificii; aceasta se va îngloba într-un strat de pietriş sortat 5 – 7 mm. Se vor prevedea 20 de orificii Φ 3 mm pe ml. Orificiile vor fi amplasate deasupra diametrului orizontal la 10 – 15 °.

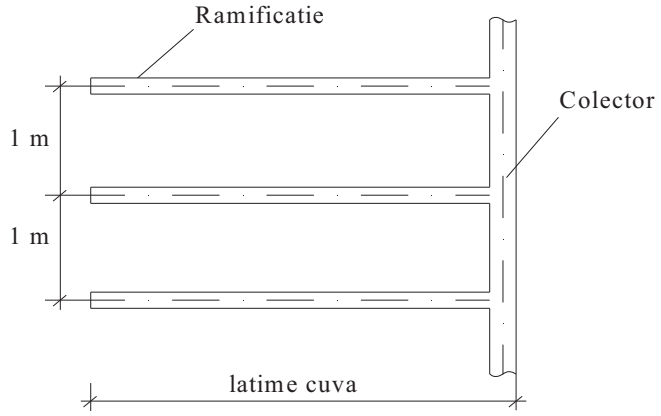


Figura 3.47. Conducte prevăzute cu orificii.

3.5.8.2 Proiectarea filtrelor lente

(1) Suprafaţa de filtrare:

$$A_F = \frac{Q(m^3/zi)}{v_F(m/zi)} \cdot 1,2 \quad (m^2) \tag{3.45}$$

unde:

1,2 – coeficient care ţine seama de perioada de scoatere din funcţiune a unei cuve pentru curăţire;

v_F = 5 m/zi.

(2) Numărul de cuve: se adoptă minim 5 cuve; raportul laturilor fiecărei cuve va respecta condiţia perimetrului minim pentru realizarea unui volum de beton armat minim; se va respecta relaţia 3.39 § 3.5.6.2.

(3) Metoda de filtrare adoptată: cu debit şi nivel variabil; variaţia de nivel în filtru se va situa între 0,5 m şi 2,0 m deasupra stratului de nisip; variaţia debitului va urmări domeniul 4 – 6 m^3/zi m^2;

(4) Instalaţiile hidraulice se vor amplasa într-un cămin vizitabil adiacent cuvei filtrului şi vor cuprinde:
   a) sistem hidraulic alimentare cuve; conducte prevăzute cu vane de izolare la fiecare cuvă; se va prevedea un sistem electromecanic care va asigura reglajul vanelor astfel încât repartiţia debitului la fiecare cuvă să fie egală şi să se asigure şi variaţia debitului în perioada ciclului de filtrare; se poate adopta şi soluţia cu asigurarea repartiţiei debitului la cuve prin sisteme hidraulice cu nivel liber: canal şi deversor cu funcţionare neînecată la fiecare cuvă;
   b) sistem hidraulic de colectare a apei filtrate; la acest sistem se va ataşa un sistem care să permită umplerea cuvei de jos în sus pentru evacuarea aerului din strat;
   c) sistem de golire cuve.

3.5.8.3 Condiţionări ale filtrelor lente

(1) Proiectantul se va asigura pe baza studiilor hidrochimice referitor la calitatea influentului filtrelor lente; se impune analiza aprofundată a substanţelor toxice din apa sursei care pot deteriora, bloca şi/sau scoate din uz membrana biologică; turbiditatea influentului filtrelor lente nu va depăşi 5 ^{o}NTU;

(2) Construcţia filtrelor lente va fi acoperită; se va asigura în interiorul clădirii temperatura minimă de 5 ^{o}C;

(3) Ciclul de funcţionare/operare pentru filtrele lente este:

a) umplerea cuvei se va realiza ascendent prin sistemul hidraulic şi sistemul de drenaj;

b) formarea membranei biologice; prin probe prelevate orar şi analize biologice se va urmări dezvoltarea bacteriilor aerobe în primii 2 – 3 cm ai stratului de nisip; stabilirea tipului de bacterii, rata de dezvoltare, conţinutul de oxigen al apei se poate decide asupra desfăşurării activităţii bacteriene în membrană; în perioada formării membranei biologice se va urmări şi calitatea apei filtrate;

c) filtrarea apei; în condiţii normale de funcţionare a membranei biologice durata perioadei de filtrare trebuie să fie 30 – 40 de zile;

d) curăţirea filtrelor; se opreşte filtrul, se goleşte, se răzuieşte membrana biologică(2 – 3 cm de nisip), se dezinfectează cu soluţie de var 1% concentraţie; se reia ciclul prin umplerea cuvei.

3.5.9 Limpezirea apei prin filtrare pe membrane

(1) În staţiile de tratare (potabilizare) a apei se utilizează în majoritatea aplicaţiilor procesul de UF (ultrafiltare).

a) Se utilizează membrane având mărimea porilor 0,03 – 0,01 μm care permit reţinerea suspensiilor solide în procese de limpezire a apei asigurând turbidităţi ≤ 0,5 ^{o}NTU.

b) Cele mai utilizate membrane în UF (95% din aplicaţii) sunt de tip Hollow fibre modules (HFM) formate din fibre cilindrice cu diametrul exterior de 0,6 – 2 mm şi 0,35 – 1 mm diametrul interior, fixate în pachete până la 125 m^2 suprafaţă de filtrare.

(2) În figura 3.48 se prezintă conformaţia pachetului HFM.

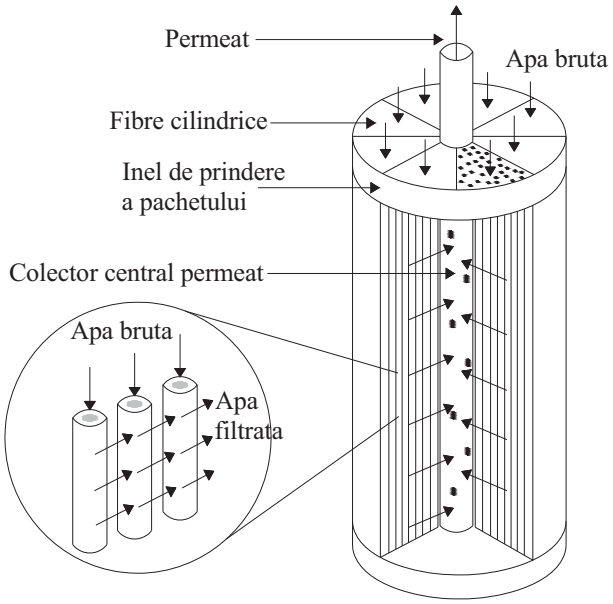


Figura 3.48. Conformaţia pachetului Hollow fibre modules.

Tipul de membrane prezentat în figura 3.48 lucrează prin filtrare de la interior spre exterior.

(3) Sunt utilizate membrane imersate (figura 3.49) care lucrează sub vacuum de 0,4-0,6 bari.

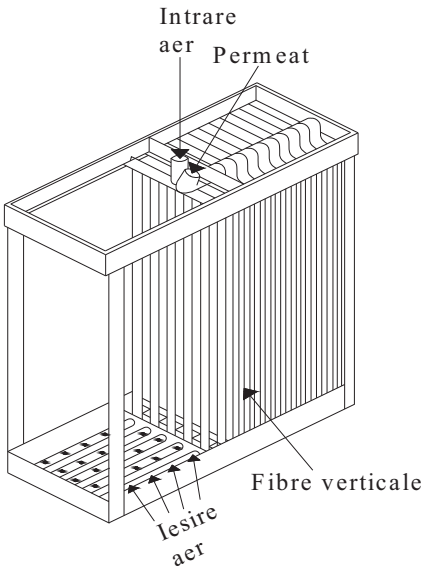


Figura 3.49. Membrane imersate care lucrează sub vacuum.

(4) Parametrii caracteristici sunt indicaţi în tabelul următor.

Tabelul 3.16. Parametrii membranelor UF utilizate în tratarea apei.

Nr. Crt.	Caracteristică/Parametru	Avantaje	Dezavantaje
1	Membrane UF-acetat de celuloză	• Spălare inversă bună; • Recirculare ape cu turbidităţi variabile; • Rată de colmatare redusă	• Sensibile la dezvoltare microorganisme; • Necesar: spălare Cl_2, ClO_2 periodic; • Sensibile la MON.
2	Membrane UF-polisulfon hidrofilic	• Rezistenţă chimică pH = 2-12; • Rezistenţe la ape cu COT mare;	• Capacitate de spălare redusă;
3	Membrane UF în module de presiune Δp = 0,5-1,5 bar q = 100-200 l/m^2 h la 20^{o}C	• Presiuni relativ reduse; • ≈ 150 l/m^2 h pentru 1 bar;	• Limitare turbiditate influent la 10 ^{o}NTU;
4	Membrane UF-submersate Δp = (-0,3)-(-0,6) bar q = 30-80 l/m^2 h	• Simplifică sistemele hidraulice; • Desprinde turtele cu insuflare aer;	• Spălări dese; • Limitare presiune negativă;

3.5.9.1 Aplicarea şi proiectarea instalaţiilor cu membrane UF în staţiile de tratare pentru producerea apei potabile

(1) Limpezirea apei fără reactivi; ape de sursă având:

a) turbidităţi < 10 ^{o}NTU;

b) materii organice reduse: COT < 2 gC/m^3.

Se pretează pentru ape de lacuri (lipsite de alge) şi ape subterane (în special de carst).

(2) Limpezire prin procese combinate pentru ape Tu ≤ 25 ^{o}NTU, bogate în materii organice naturale (MON). Sunt indicate membranele UF submersate unde sunt necesare procese de coagulare-floculare, adaos de cărbune activ pudră pentru corectarea gustului şi mirosului.

(3) Limpezire finală după un tratament bazat pe o schemă şi procese convenţionale: preoxidare-coagulare-floculare-limpezire prin decantoare performante.

3.5.9.2 Schema tehnologică pentru sistemele UF

(1) În figura 3.50 se prezintă schema tehnologică pentru sistemul HFM în configuraţia cu presiune interior-exterior. Apa brută este introdusă la 0,5 – 1,5 bar la interiorul fibrelor cilindrice şi colectată în exteriorul acestora.

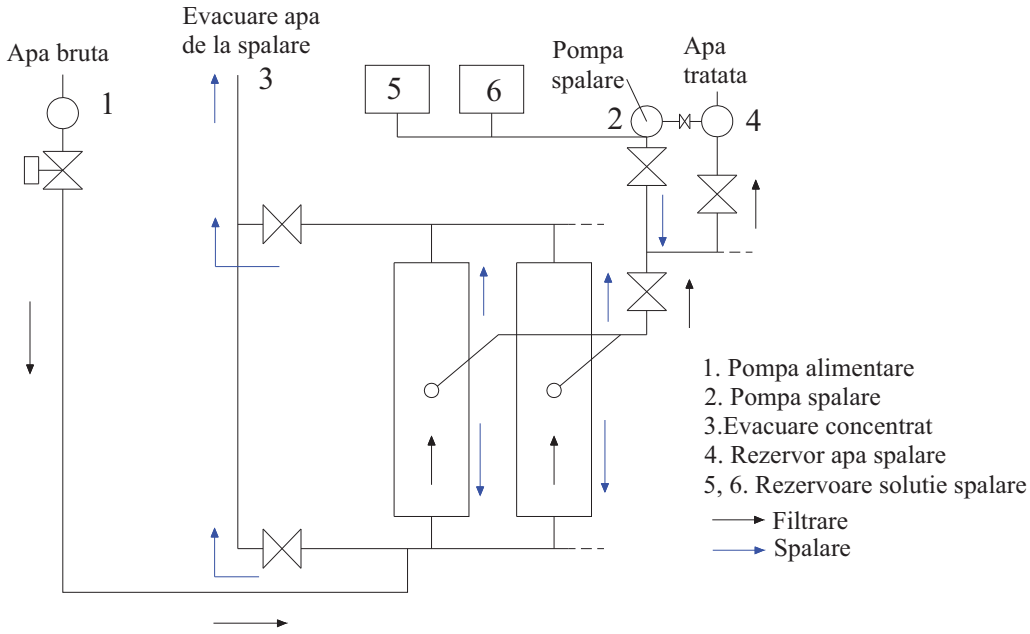


Figura 3.50. Schema tehnologică limpezire apă cu membrane UF.

a) Caracteristica sistemului este dată de variaţia fluxului (debitului) în perioada ciclului de filtrare. Membranele trebuie dimensionate la un flux mediu estimat pe baza datelor de calitate pentru apa brută şi calităţile membranei garantate de furnizor. La intervale de 0,5 minute la 30 minute membrana se spală în contracurent prin schimbarea direcţiei de filtrare. Pentru cazurile de colmatare (sau periodic la 25 – 30 zile) membrana se spală cu soluţie acidă: hipoclorit de sodiu sau soluţie de Cl_2.

(2) În figura 3.51 se prezintă schema variaţiei fluxului masic (debit) în perioada ciclului de filtrare; se remarcă o pierdere de sarcină (flux) remanentă pe care furnizorul trebuie să o precizeze în oferta sa după un număr de cicluri determinat (10.000 până la 50.000).

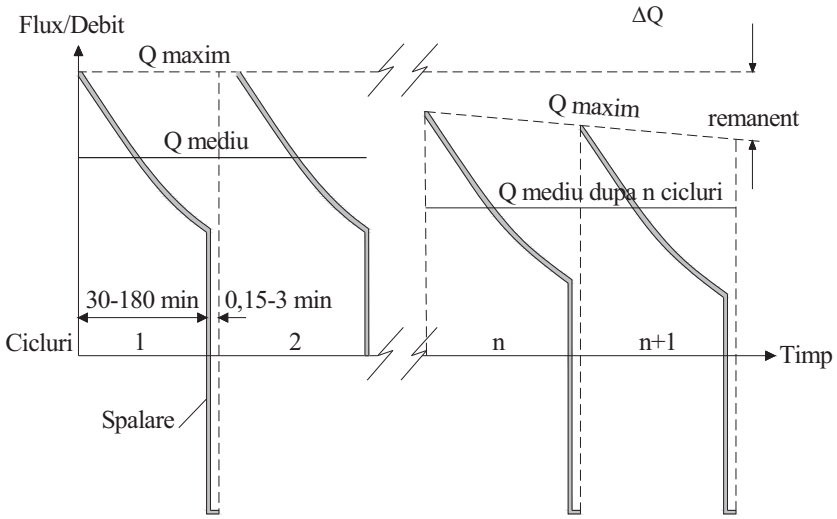


Figura 3.51. Variaţia debitului la filtrarea UF.

3.5.9.3 Condiţionări privind tehnologia limpezirii apei prin filtrare pe membrane UF

(1) Operarea instalaţiilor de filtrare pe membrane UF se poate realiza numai integral automatizat.

(2) Calitatea apei influente în instalaţia pe membrane trebuie asigurată în limite constante din punct de vedere al domeniului: turbiditate (suspensii), pH, substanţe organice, carbon organic total, proprietăţi bacteriologice.

(3) Spălarea membranelor cu agenţi oxidanţi (Cl_2, ClO_2) pentru eliminarea efectelor de colmatare biologică-bacteriologică nu trebuie să depăşească 12 spălări/an.

(4) Va fi solicitată producătorului de membrane UF o garanţie tehnologică privind durabilitatea de utilizare în condiţiile calităţii apei sursei, operării standard şi menţinerea parametrilor de calitate pentru influent.

3.5.10 Procese de adsorţie prin utilizarea cărbunelui activ

3.5.10.1 Aplicare

a) Reţinerea MON (materii organice naturale) oxidate în prealabil;
b) Reţinere micro-poluanţi: fenoli, hidrocarburi, pesticide, detergenţi, unele metale grele şi precursorii de formare, compuşi organo cloruraţi (THM);
c) Reducerea unor oxidanţi: Cl_2, ClO_2, $KMnO_4$, O_3.

3.5.10.2 Proiectarea sistemelor de adsorbţie pe cărbune activ

(1) Cărbune activ pudră (CAP). Aplicare: pentru protecţia filierei de tratare în situaţiile de poluare accidentală a apei sursei; se introduce sub formă de emulsie în capătul amonte al filierei de tratare.

(2) Condiţii de aplicare:
   a) sistem de instalaţie dozare uscată;
   b) depozit asigurat împotriva auto-aprinderii;
   c) bazin preparare emulsie CAP;
   d) doze: 10 – 25 g/m^3 apă;
   e) utilizare în situaţii de poluare accidentală cu: hidracarburi, pesticide, detergenţi, fenoli;
   f) injecţia emulsiei de CAP se va efectua într-un bazin de amestec şi reacţie cu volum pentru un timp de contact ≥ 5 minute şi gradient hidraulic 400 – 500 s^{-1}; CAP poate fi dozat în camera de reacţie rapidă din cadrul proceselor de coagulare-floculare.

(3) Recomandări:
   a) în procesele de limpezire a apei de tip cu recircularea nămolului pentru că se poate utiliza integral capacitatea de adsorbţie a CAP;
   b) se va utiliza numai în situaţiile de vârf de poluare, se vor prevedea dotări în staţia de tratare pentru determinarea şi cunoaşterea evoluţiei concentraţiilor principalilor poluanţi din apa sursă.

3.5.10.3 Sisteme cu CAG (cărbune activ granular)

(1) Se vor utiliza filtre rapide deschise sau subpresiune cu strat monogranular de CAG.

(2) Viteza de filtrare se va adopta în corelaţie cu necesitatea realizării timpului de contact pentru realizarea adsorbţiei.

Se impune:

$$EBCT = \frac{h_{CAG}}{v_F}(min) \tag{3.46}$$

unde:

EBCT – timpul de contact (Empty Bed Contact Time) în minute; valorile minime recomandate 10 – 12 minute.

h_{CAG} – grosimea stratului de CAG (în m); se va dopta h_{CAG} = 1,50 – 3,0 m;

v_F – viteza de filtrare (în m/h); se recomandă 8 – 10 m/h.

(3) Sistemul de control al filtrelor rapide de CAG este determinat de epuizarea capacităţii de absorbţie a stratului de CAG; se va urmări sistematic concentraţia poluantului în apa filtrată şi la momentul când aceasta începe să crească peste limita admisă filtrul se opreşte pentru că masa de CAG şi-a epuizat capacitatea de adsorbţie (s-a saturat).

(4) Staţiile de filtre rapide CAG se proiectează astfel încât un număr de cuve să fie în rezervă datorită epuizării capacităţii de adsorbţie la cuvele aflate în lucru. Numărul de cuve de rezervă se stabileşte pe baza:
   a) durata înlocuirii CAG cu material proaspăt sau regenerat;
   b) durata de epuizare a capacităţii de adsorbţie stabilită „in situ” pe baza concentraţiilor poluanţilor adsorbiţi.

(5) Condiţionări la proiectarea staţiilor de filtre CAG
   a) se va lua în consideraţie asigurarea distribuţiei şi colectării apei filtrate absolut uniform; erorile admise ± 2% la debit de alimentare/spălare pe m^2 de filtru;
   b) spălarea se va asigura numai cu apă la i ≤ 4l/s, m^2; când pierderea de sarcină în strat atinge (0,25-0,3)h strat;
   c) apa influentă în filtrele CAG va avea turbiditatea ≤ 1^o NTU;

d) CAG epuizat se regenerează în uzine de regenerare centrale; pierderile de masă la o regenerare se vor considera 10%.
e) automatizarea şi controlul filtrelor rapide CAG se bazează pe conceptul stabilirii capacităţii de adsorbţie a stratului de CAG.

(6) Schemele filtrelor rapide CAG pot fi:
a) filtre rapide cu pat fix conform figurii 3.52.

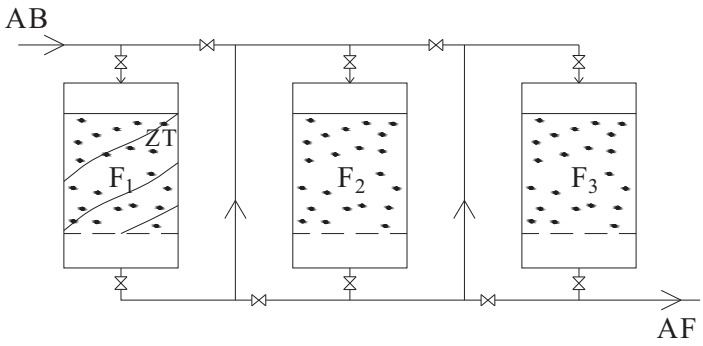


Figura 3.52. Filtre CAG sub presiune, în serie.

Apa brută se filtrează prin fiecare coloană sau în serie prin mai multe coloane; la epuizarea capacităţii de adsorbţie a stratului CAG în F_1, acesta se scoate din funcţiune si CAG este trimis la regenerare.

b) filtre cu nivel liber (figura 3.53)

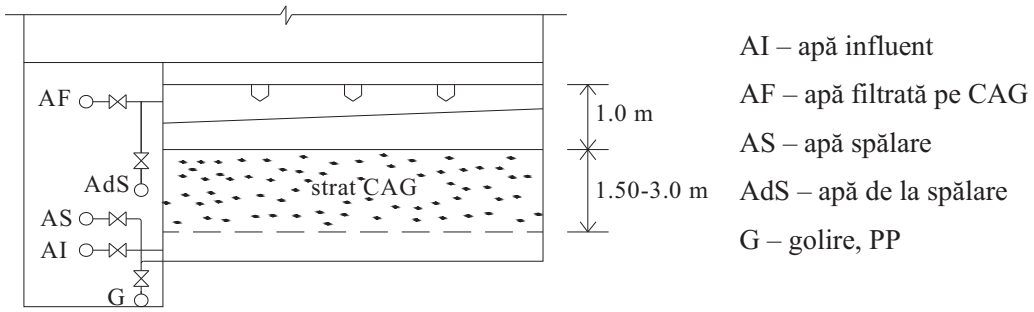


Figura 3.53. Filtre CAG cu nivel liber – mişcare ascendentă.

(7) Staţiile de filtre CAG cu nivel liber sunt asemănătoare staţiilor FRN; se adoptă în mod special următoarele măsuri:
a) după post-oxidare cu O_3 se alege filtrarea ascendentă pentru neutralizarea O_3 rezidual de CAG;
b) colectarea strict uniformă a AF pe CAG asigură uniformitatea contactului dintre poluanţii din apă şi CAG.

3.5.11 Staţii de reactivi

3.5.11.1 Staţii de reactivi cu stocare şi dozare uscată

(1) Staţia de reactivi cu stocare şi dozare uscată 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 soluţie reactiv;
f) bazin de dozare soluţie reactiv;
g) pompe dozatoare.

(2) Figura 3.54 prezintă schema generală a unei staţii de reactivi cu stocare şi dozare uscată a reactivilor.

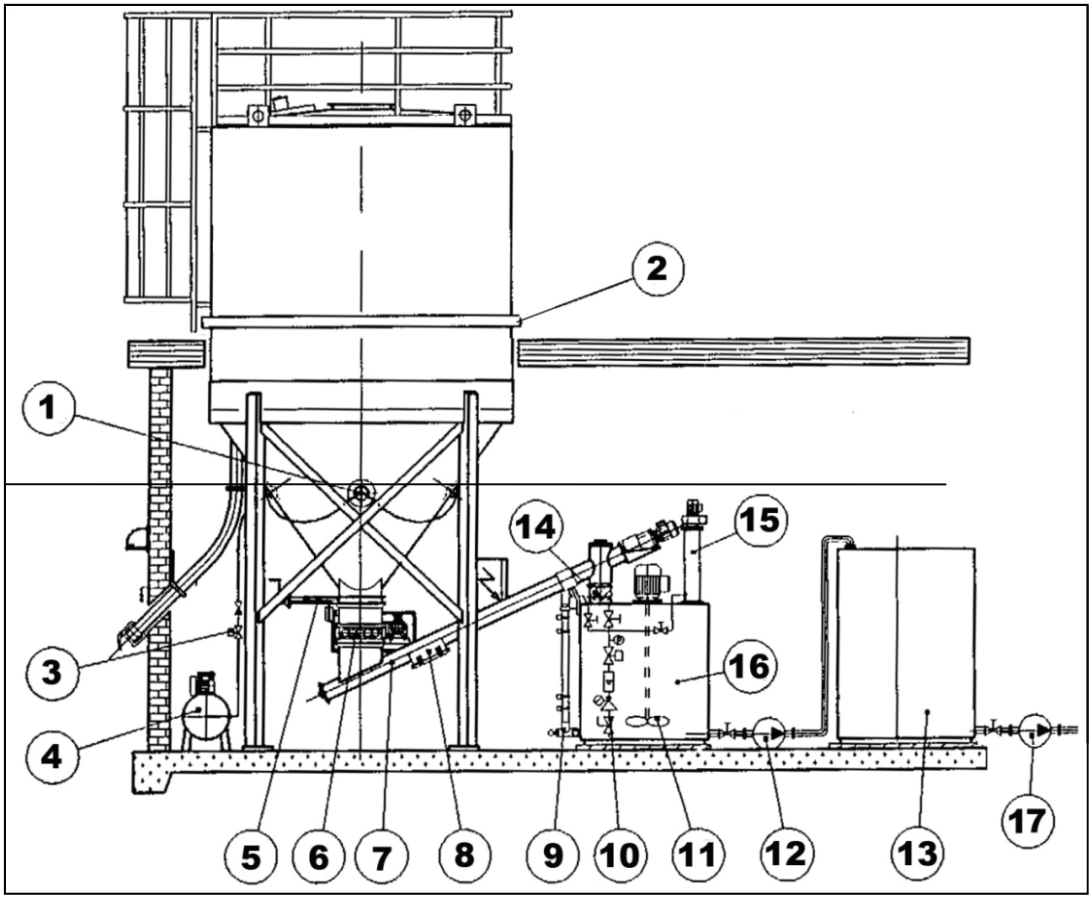


Figura 3.54. Schema staţie de reactivi cu dozare uscată.
1. dispozitiv vibrant; 2. siloz stocare reactiv; 3. sistem pneumatic încărcare reactiv; 4. compresor; 5. vană de izolare; 6. dozator uscat; 7. transportor; 8. gură de vizitare; 9. sistem golire bazin de preparare; 10. sistem alimentare cu apă; 11. agitator; 12. pompă de transport; 13. bazin dozare; 14. sistem acces reactiv;15. senzor de nivel;16. bazin preparare soluţie reactiv; 17. pompă dozatoare.

3.5.11.1.1 Dimensionare depozit reactiv uscat

(1) Cantitatea necesară de reactiv se determină cu relaţia următoare:

$$M_{nec} = \frac{Q_c \cdot D_{med} \cdot T}{10^6} (tone) \quad (3.47)$$

în care:

M_{nec} – masa necesară de reactiv, în tone;

Q_c – debitul de calcul al staţiei de tratare, în m^3/zi;

D_{med} – doza medie de reactiv, în g/m^3; se stabileşte cf. studiului de tratabilitate;

T – durata de autonomie, în zile.

(2) Volumul necesar de reactiv se determină cu relaţia următoare:

$$V_{nec} = \frac{M_{nec}}{\rho_{vrac}} (m^3) \quad (3.48)$$

în care:

M_{nec} – masa necesară de reactiv;

ρ_{vrac} – densitate în vrac a reactivului; (ρ_{vrac} = 0,97 g/cm^3 pentru sulfatul de aluminiu granular);

(3) Numărul de linii şi implicit numărul de silozuri se adoptă min. 2.

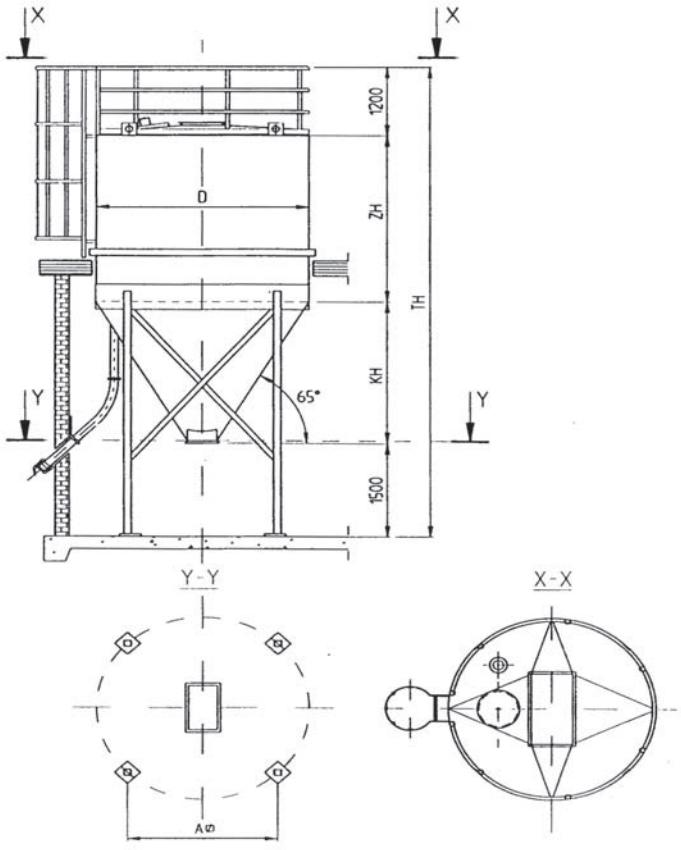


Figura 3.55. Detalii siloz stocare reactiv.

3.5.11.1.2 Dimensionare dozator uscat şi transportor

(1) Consumul orar maxim de reactiv se calculează:

$$C_{orar}^{max} = D_{max} \cdot Q_c \cdot 10^{-3} (kg/h) \tag{3.49}$$

(2) Volumul maxim orar de reactiv rezultă:

$$V_{orar}^{max} = \frac{C_{orar}^{max}}{\rho_{vrac}} \ (dm^3/h) \tag{3.50}$$

(3) Dozatorul uscat şi transportorul vor fi prevăzute cu turaţie variabilă, pentru a asigura dozarea uscată a reactivului corespunzătoare unei capacităţi mai mari decât consumul orar maxim.

(4) Figurile 3.56, 3.57 prezintă exemple de dozator uscat şi transportor reactiv granular sau pulverulent.

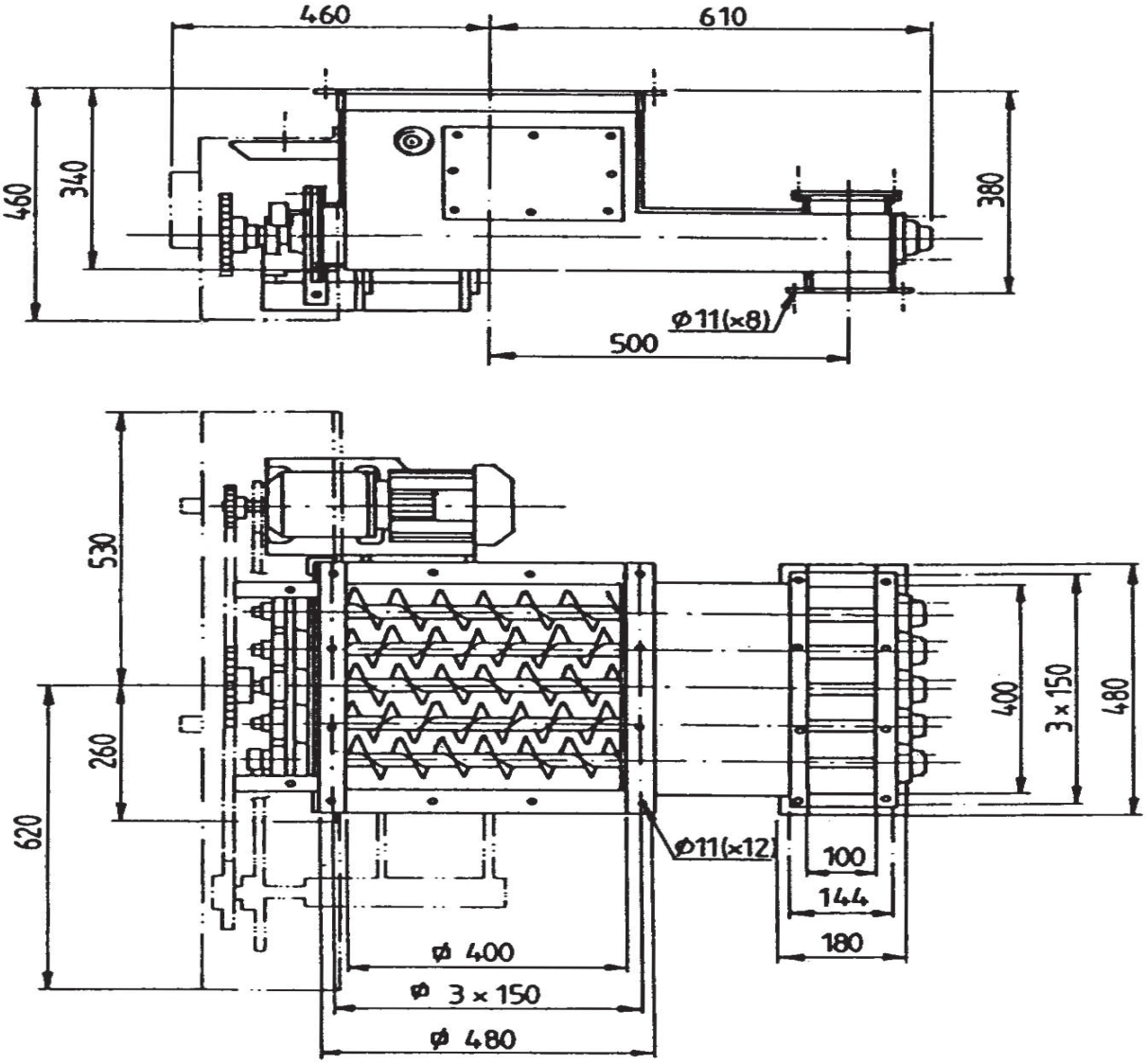


Figura 3.56. Exemplu dozator uscat.

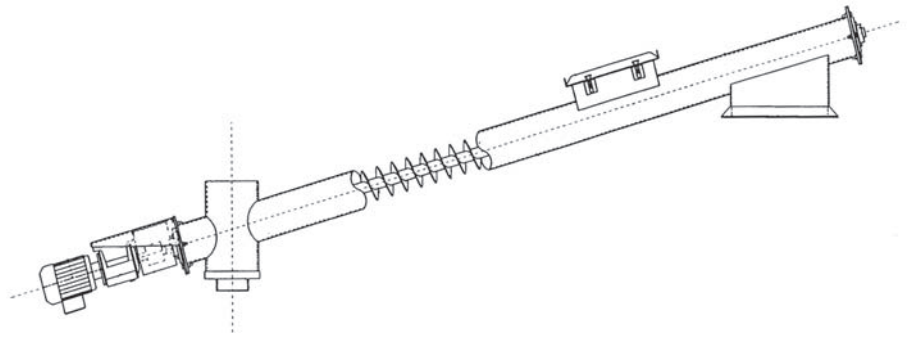


Figura 3.57. Transportor pentru reactiv solid.

3.5.11.1.3 Dimensionare bazine de preparare şi dozare

(1) Cantitatea orară maximă a soluţiei de reactiv cu concentraţia „c" rezultă:

$$m_{max} = \frac{C_{orar}^{max}}{c} \cdot 100\ (kg) \tag{3.51}$$

(2) Considerând densitatea soluţiei de reactiv corespunzătoare concentraţiei de preparare „ρ_c", rezultă volumul maxim orar al soluţiei de reactiv:

$$V_{max}^{c} = \frac{m_{max}}{\rho_c}\ (m^3) \tag{3.52}$$

(3) Volumul bazinului de preparare se adoptă în funcţie de numărul de preparări zilnice considerate n = 4 – 6, duratele de autonomie pentru o şarjă 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 va adopta în funcţie de tipul de reactiv şi de stabilitatea soluţiei realizate precum şi de mărimea bazinelor de preparare şi dozare.

(5) Figura 3.56 prezintă o imagine a unui bazin de preparare.

(6) Pentru anumiţi reactivi se poate realiza o diluare în două trepte, o treaptă în bazinul de preparare, respectiv o a doua treaptă în bazinul de dozare. În alte situaţii, când reactivul nu este necesar a fi diluat decât într-o singură treaptă, dozarea se poate realiza direct din bazinul de preparare.

(7) Între bazinul de preparare şi bazinul de dozare se intercalează o pompă de transport ai cărei parametrii principali se stabilesc în funcţie de caracteristicile celor două bazine şi de timpul în care se realizează transportul soluţiei dintr-un bazin în celălalt.

(8) Bazinele de preparare şi dozare vor fi prevăzute cu agitatoare pentru a preîntâmpina stratificarea soluţiei de reactiv.

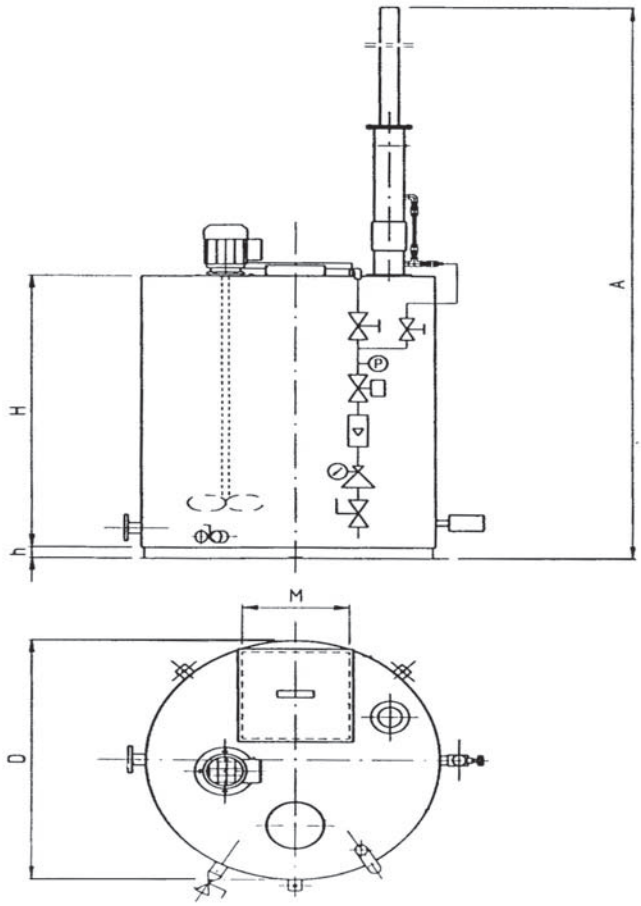


Figura 3.58. Schema unui bazin de preparare – dozare.

3.5.11.1.4 Pompe dozatoare

(1) Debitele minime şi maxime ale pompei dozatoare se calculează cu relaţia:

$$Q_{min} = \frac{Q_c \cdot D_{min}}{c \cdot \rho_c \cdot 10^6} \ (dm^3/h) \qquad (3.53)$$

în care:

Q_c – debitul de calcul, în m^3/h;

D_{min} – doza minimă de reactiv, în g/m^3;

D_{max} – doza mazimă de reactiv, în g/m^3;

c – concentraţia de preparare a soluţiei de reactiv (%);

ρ_c – densitatea soluţiei de reactiv, corespunzătoare concentraţiei de preparare.

(2) Înălţimea de pompare pentru pompele dozatoare se stabileşte în funcţie de sistemul hidraulic între punctul de preparare al reactivului şi punctul de injecţie. Se vor selecta minim (1+1) pompe dozatoare.

3.5.11.2 Staţii de reactivi cu stocare şi dozare lichidă

(1) Staţia de reactivi cu stocare şi dozare lichidă se compune din

a) recipient stocare reactiv;
b) bazin de preparare soluţie reactiv;

c) bazin de dozare soluţie reactiv;
d) pompe dozatoare.

(2) Figura 3.59 prezintă schema generală a unei staţii de reactivi cu stocare şi dozare lichidă a reactivilor.

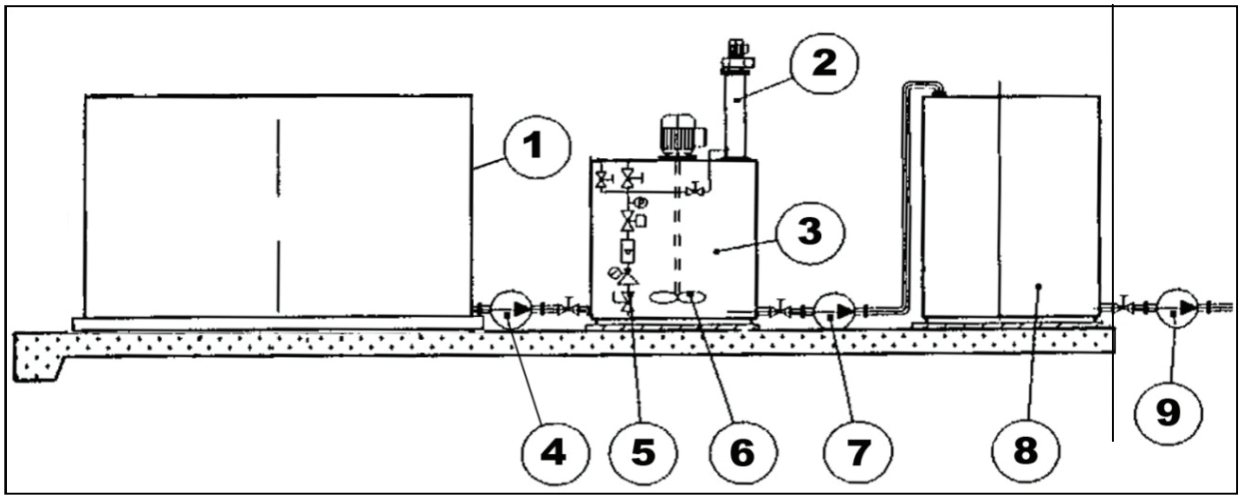


Figura 3.59. Schema staţie de reactivi cu dozare lichidă.
1. recipient stocare reactiv lichid; 2. senzor de nivel; 3. bazin de preparare; 4. pompă de transport soluţie concentrată; 5. sistem de apă de preparare; 6. agitator; 7. pompă transport soluţie concentrată; 8. bazin dozare; 9. pompă dozatoare.

3.5.11.2.1 Dimensionare recipient de stocare reactiv

(1) Cantitatea necesară de reactiv se determină cu relaţia următoare:

$$M_{nec} = \frac{Q_c \cdot D_{med} \cdot T}{10^6} (tone) \quad (3.55)$$

în care:
M_{nec} – masa necesară de reactiv, în tone;
Q_c – debitul de calcul, în m^3/zi;
D_{med} – doza medie de reactiv, în g/m^3;
T – durata de autonomie, în zile.

(2) Volumul necesar de reactiv se determină cu relaţia următoare:

$$V_{nec} = \frac{M_{nec}}{\rho_{lichid}} (m^3) \quad (3.56)$$

în care:
M_{nec} – masa necesară de reactiv;
ρ_{lichid} – densitatea reactivului.

(3) Numărul de linii şi implicit numărul de recipienţi se adoptă min. 2.

3.5.11.2.2 Dimensionare bazine de preparare şi dozare

(1) Cantitatea orară maximă a soluţiei de reactiv cu concentraţia „c" rezultă:

$$m_{max} = \frac{C_{orar}^{max}}{c} \cdot 100\ (kg) \qquad (3.57)$$

(2) Considerând densitatea soluţiei de reactiv corespunzătoare concentraţiei de preparare „ρ_c", rezultă volumul maxim orar al soluţiei de reactiv:

$$V_{max}^{c} = \frac{m_{max}}{\rho_c}(m^3) \qquad (3.58)$$

(3) Volumul bazinului de preparare se adoptă în funcţie de numărul de preparări zilnice considerate n = 4 – 6, duratele de autonomie pentru o şarjă 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 va adopta în funcţie de tipul de reactiv şi de stabilitatea soluţiei realizate precum şi de mărimea bazinelor de preparare şi dozare.

(5) Pentru anumiţi reactivi se poate realiza o diluare în două trepte, o treaptă în bazinul de preparare, respectiv o a doua treaptă în bazinul de dozare. În alte situaţii, când reactivul nu este necesar a fi diluat decât într-o singură treaptă, dozarea se poate realiza direct din bazinul de preparare.

(6) Între bazinul de preparare şi bazinul de dozare se intercalează o pompă de transport ai cărei parametrii principali se stabilesc în funcţie de caracteristicile celor două bazine şi de timpul în care se realizează transportul soluţiei dintr-un bazin în celălalt. Bazinele de preparare şi dozare vor fi prevăzute cu agitatoare pentru a preîntâmpina stratificarea soluţiei de reactiv.

3.5.11.2.3 Pompe dozatoare

(1) Debitele minime şi maxime ale pompei dozatoare se calculează cu relaţia:

$$Q_{min} = \frac{Q_c \cdot D_{min}}{c \cdot \rho_c \cdot 10^6}\ (dm^3/h) \qquad (3.59)$$

în care:
Q_c – debitul de calcul, în m^3/h;
D_{min} – doza minimă de reactiv, în g/m^3;
D_{max} – doza mazimă de reactiv, în g/m^3;
c – concentraţia de preparare a soluţiei de reactiv (%);
ρ_c – densitatea soluţiei de reactiv, corespunzătoare concentraţiei de preparare.

(2) Înălţimea de pompare pentru pompele dozatoare se stabileşte în funcţie de sistemul hidraulic între punctul de preparare al reactivului şi punctul de injecţie.

(3) Se vor selecta minim (1+1) pompe dozatoare.

3.5.11.3 Prepararea şi dozarea polimerului

3.5.11.3.1 Considerente de proiectare

a) Debitul total al apei brute: Q_c;
b) Doze polimer:
   b_1) Doza minimă: D_{min} = 0,05 mg/l;
   b_2) Doza maximă: D_{max} = 0,4 mg/l;
   b_3) Doza medie: D_{med} = 0,2 mg/l.
c) Concentraţia soluţiei de polimer: c = 0,5 %;
d) Densitatea soluţiei de polimer la c = 0,5% - $\rho_{0,5\%}$ = 1,0 g/cm^3.
e) Tipul polimerului: anionic;
f) Număr de linii: 1, având o capacitate de 100%.

3.5.11.3.2 Depozitarea stocului de polimer

(1) Cantitatea necesară de polimer pentru o perioadă de 30 de zile la doza medie rezultă:

$$M_{med} = \frac{Q_c \cdot D_{med} \cdot T}{10^3} (kg) \quad (3.61)$$

(2) Se va propune un depozit pentru 100 – 200 kg de polimer. Polimerul se va livra în pachete de câte 20 kg fiecare. Masa totală a polimerului rezultă:

$$M_{tot} = 100 - 200\ kg \quad (3.62)$$

(3) Autonomia va fi:
a) La doza maximă:

$$T_{min} = \frac{M_{tot} \cdot 10^3}{Q_c \cdot D_{max}} \geq 15\ zile \quad (3.63)$$

b) La doza minimă:

$$T_{med} = \frac{M_{tot} \cdot 10^3}{Q_c \cdot D_{med}} \geq 30\ zile \quad (3.64)$$

3.5.11.3.3 Bazine de preparare şi dozare

(1) Cantitatea orară maximă a soluţiei de polimer de concentraţie c = 0,5 % razultă:

$$m_{max} = \frac{C_{polimer}^{max}}{c} \cdot 100\ (kg) \quad (3.65)$$

(2) Considerând densitatea soluţiei de polimer $\rho_{0,5\%}$ = 1000 kg/m^3, rezultă volumul maxim orar al soluţiei de polimer:

$$V_{max}^{0,5\%} = \frac{m_{max}}{\rho} (dm^3) \quad (3.66)$$

(3) Timpul pentru maturarea soluţiei de polimer se consideră T = 2 h. Va rezulta capacitatea minimă a bazinelor de preparare şi dozare:

$$V_{min} = V_{max}^{0,5\%} \cdot 2\ (dm^3) \quad (3.67)$$

(4) Se vor considera următoarele cicluri de preparare a polimerului pe zi:
a) Număr minim de preparări: n_{min} = 6;
b) Număr maxim de preparări: n_{max} = 12.

(5) Volumul bazinelor de preparare şi dozare va fi selectat pentru a acoperi timpul maxim între două preparări consecutive:

$$V_{max} = V_{min} \cdot 4\ (dm^3) \quad (3.68)$$

(6) Autonomia la consumul minim de polimer rezultă:
a) Cantitatea orară minimă de polimer rezultă:

$$m_{min} = \frac{C_{polimer}^{min}}{c} \cdot 100\ (kg) \tag{3.69}$$

b) Volumul orar minim al soluţiei de polimer rezultă:

$$V_{min}^{0,5\%} = \frac{m_{min}}{\rho}(dm^3) \tag{3.70}$$

c) Autonomia soluţiei de polimer la doza minimă rezultă:

$$T = \frac{V_{max}}{V_{min}^{0,5\%}}(h) \tag{3.71}$$

(7) Soluţia de polimer este stabilă numai 24 de ore. Procesul va fi ajustat astfel încât să nu depăşească această perioadă şi autonomia maximă la doza minimă ar trebui să fie de 24 de ore.

(8) Bazinele de preparare şi dozare vor fi prevăzute cu agitatoare.

3.5.11.3.4 Pompe dozatoare

(1) Debitul minim al pompei dozatoare va rezulta:

$$Q_{min} = \frac{Q_c \cdot D_{min}}{c \cdot \rho_{0,5\%} \cdot 10^6}\ (dm^3/h) \tag{3.72}$$

(2) Debitul maxim al pompei dozatoare va rezulta:

$$Q_{min} = \frac{Q_c \cdot D_{min}}{c \cdot \rho_{0,5\%} \cdot 10^6}\ (dm^3/h) \tag{3.73}$$

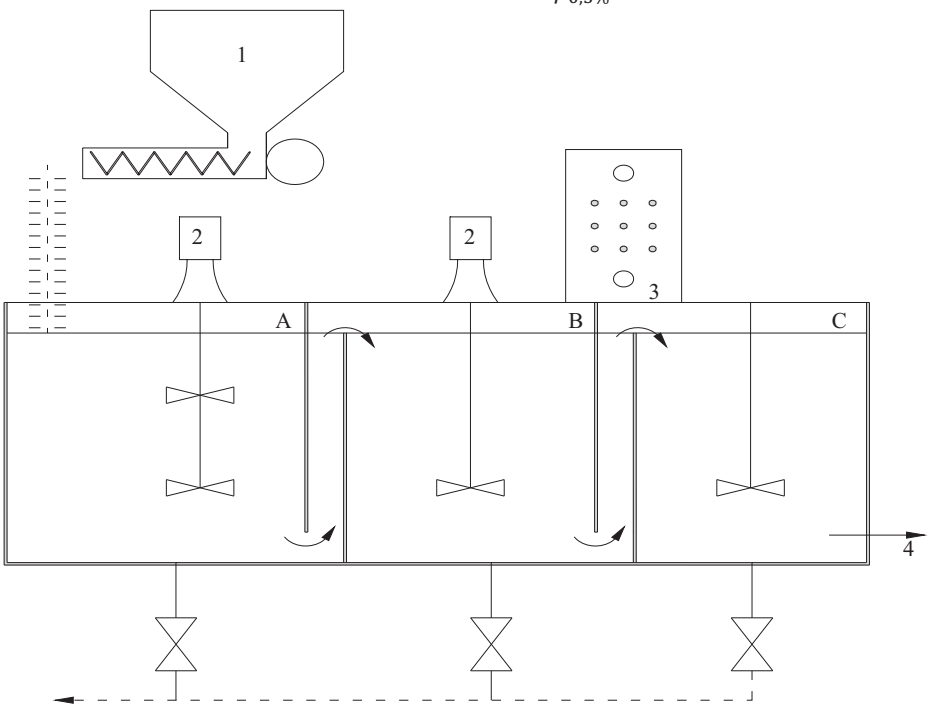


Figura 3.60. Sistem de preparare polimer pulbere.
A – recipient preparare; B – recipient maturare t = 1 – 2 ore; C – recipient dozare;recipent dozare polimer pulbere; 2. agitator; 3. panou comandă – control; 4. alimentare pompă dozare.

3.5.11.4 Prepararea şi dozarea cărbunelui activ pudră (CAP)

3.5.11.4.1 Considerente de proiectare

a) Debitul total de apă brută: Q_c;
b) Doze PAC:
   b_1) Doza minimă: D_{min} = 10 mg/l;
   b_2) Doza maximă: D_{max} = 40 mg/l;
   b_3) Doza medie: D_{med} = 20 mg/l.
c) Densitatea cărbunelui activ pudră: ρ_{vrac} = 600 kg/m^3;
d) Durata anuală medie pentru utilizarea cărbunelui activ pudră: T_{anual} = 30 zile;
e) Durata de autonomie: T = 7 zile;
f) Concentraţia cărbunelui activ pudră în soluţie: c = 30 g/dm^3;
g) Număr de linii: 1, având o capacitate de 100%.

3.5.11.4.2 Depozitul de cărbune activ pudră

(1) Cantitatea necesară de cărbune activ pudră pentru o autonomie de 7 zile la doza medie:

$$M_{nec} = \frac{Q_c \cdot D_{med} \cdot T}{10^6}(tone) \tag{3.74}$$

(2) Autonomia va rezulta:
a) La doza maximă:

$$T_{min} = \frac{M_{tot} \cdot 10^3}{Q_c \cdot D_{max}}(zile) \tag{3.75}$$

b) La doza minimă:

$$T_{max} = \frac{M_{tot} \cdot 10^3}{Q_c \cdot D_{min}}(zile) \tag{3.76}$$

(3) Consumul total mediu anual va fi:

$$M_{anual} = \frac{Q_c \cdot D_{med} \cdot T_{anual}}{10^6}(tone) \tag{3.77}$$

(4) Cărbunele activ pudră va fi depozitat în saci. Depozitul va fi prevăzut cu măsurile necesare de prevenire a incendiilor.

3.5.11.4.3 Alimentare şi transport

(1) Consumul orar maxim al cărbunelui activ pudră va rezulta:

$$C_{PAC}^{max} = D_{max} \cdot Q_c \cdot 10^{-3}(kg/h) \tag{3.78}$$

(2) Debitul maxim orar al cărbunelui activ pudră va rezulta:

$$V_{PAC}^{max} = \frac{C_{PAC}^{max}}{\rho_{vrac}}\ (dm^3/h) \tag{3.79}$$

(3) Conumul orar minim al cărbunelui activ pudră va rezulta:

$$C_{PAC}^{min} = D_{min} \cdot Q_c \cdot 10^{-3}(kg/h) \tag{3.80}$$

(4) Debitul minim orar al cărbunelui activ pudră va rezulta:

$$V_{PAC}^{min} = \frac{C_{PAC}^{min}}{\rho_{vrac}}\ (dm^3/h) \tag{3.81}$$

3.5.11.4.4 Bazin de preparare şi dozare

Volumul cărbunelui activ în soluţie va rezulta:

30 g _____ 1,0 dm^3 soluţie

C_{PAC}^{max} _____ x

$$x = \frac{C_{PAC}^{max} \cdot 1{,}0}{30} (dm^3) \tag{3.82}$$

3.5.11.4.5 Pompe dozatoare

(1) Pentru debitul minim se va considera:

30 g _____ 1,0 dm^3 soluţie

C_{PAC}^{min} _____ x

$$Q_{min} = \frac{C_{PAC}^{min} \cdot 1{,}0}{30} (dm^3/h) \tag{3.83}$$

(2) Pentru debitul maxim se va considera:

30 g _____ 1,0 dm^3 soluţie

C_{PAC}^{max} _____ x

$$Q_{max} = \frac{C_{PAC}^{max} \cdot 1{,}0}{30} (dm^3/h) \tag{3.84}$$

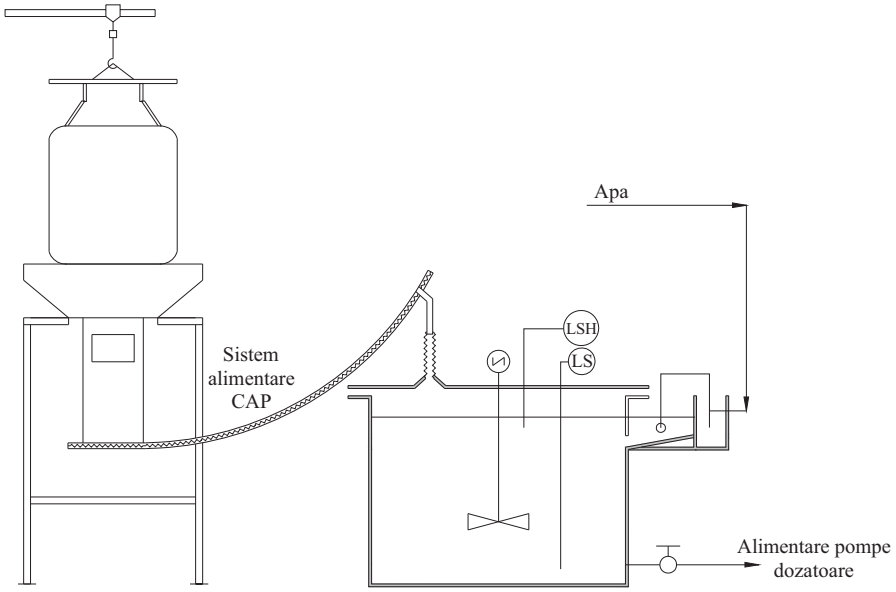


Figura 3.61. Sistem de preparare emulsie CAP.

3.5.11.5 Prepararea şi dozarea apei de var

3.5.11.5.1 Considerente de proiectare

a) Debitul total de apă brută: Q_c;

b) Doze reactiv:

b_1) Doza minimă: D_{min} = 15 mg/l;

b_2) Doza maximă: D_{max} = 50 mg/l;

b_3) Doza medie: D_{med} = 30 mg/l.

c) Conţinutul de Ca pentru pudra de var: C_{Ca} = 65%;

d) Densitatea varului vrac: ρ_{VSP} = 650 kg/m^3;

e) Concentraţia apei de var: C_{AV} = 0,2% (saturaţie) ;
f) Densitatea soluţiei apei de var: ρ_{AV} = 1000 kg/m^3;

3.5.11.5.2 Siloz pentru var pulbere

(1) Se va propune un siloz cu capacitatea: $V_{1\ siloz}$ (m^3).

(2) Masa de var pulbere va rezulta:

$$M_{var} = \rho_{VSP} \cdot V_{1\ siloz}(tone) \tag{3.85}$$

(3) Autonomia va rezulta:

$$T(zile) = \frac{M_{var}\ (kg) \cdot 1000}{Q\ (m^3/zi) \cdot D\ (g/m^3)} \tag{3.86}$$

(4) Silozul va fi prevăzut cu sistem de presurizare pentru încărcare, filtre de praf şi dispozitive de vibraţie.

3.5.11.5.3 Alimentare şi transport

(1) Consumul orar maxim de var pulbere va rezulta:

$$C_{var}^{max} = D_{max} \cdot Q_c \cdot 10^{-3}(kg/h) \tag{3.87}$$

(2) Volumul orar maxim de var pulbere va rezulta:

$$V_{var}^{max} = \frac{C_{var}^{max}}{\rho_{VSP}}\ (dm^3/h) \tag{3.88}$$

(3) Consumul orar minim de var pulbere va rezulta:

$$C_{var}^{min} = D_{min} \cdot Q_c \cdot 10^{-3}(kg/h) \tag{3.89}$$

(4) Volumul orar minim de var pulbere va rezulta:

$$V_{var}^{min} = \frac{C_{min}^{min}}{\rho_{VSP}}\ (dm^3/h) \tag{3.90}$$

3.5.11.5.4 Bazin preparare – dozare

(1) Masa soluţiei de apă de var cu o concentraţia de C_{AV} = 0,2 % va fi:

$$m_s = \frac{m_d}{c} \cdot 100\ (kg) \tag{3.91}$$

(2) Volumul orar al apei de var 0,2 % va rezulta:

$$V = \frac{m_s}{\rho_{AV}}(m^3) \tag{3.92}$$

(4) Bazinul va avea mixere pentru dizolvarea eficientă a varului.

3.5.11.5.5 Pompe dozatoare

(1) Debitul minim de apă de var va rezulta:

$$Q_{min} = \frac{Q \cdot D_{min}}{C_{AV} \cdot \rho_A \cdot 10^6}(dm^3/s) \tag{3.93}$$

(2) Debitul maxim apă de var va rezulta:

$$Q_{max} = \frac{Q \cdot D_{max}}{C_{AV} \cdot \rho_A \cdot 10^6}(dm^3/s) \tag{3.94}$$

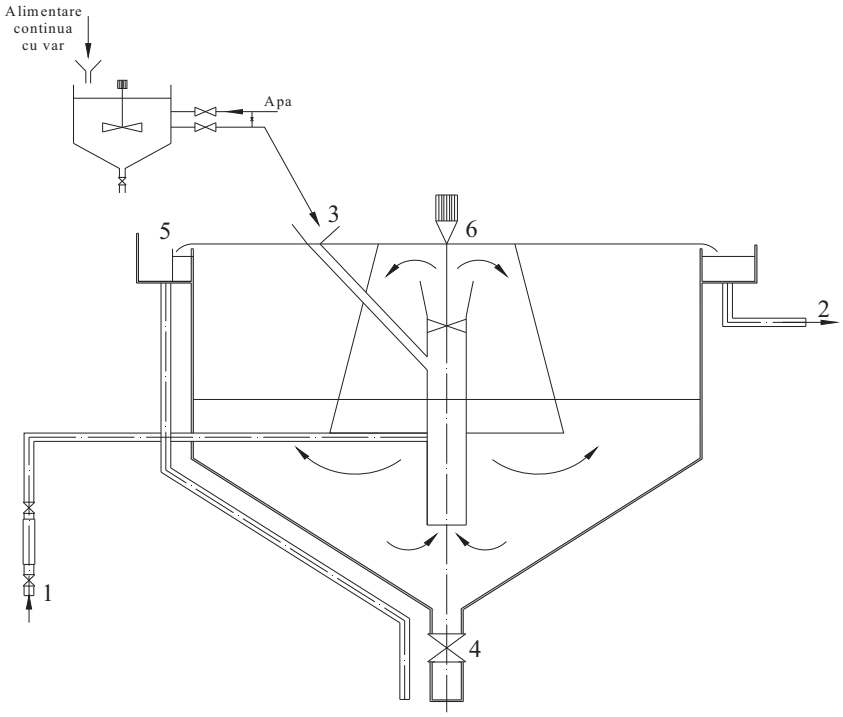


Figura 3.62. Preparare apă de var.
1.apă brută; 2. apă de var (c < 0,03%); 3. lapte de var; 4. evacuare nămol (drenaj); 5. preaplin; 6. agitator.

3.5.11.6 Elemente generale privind realizarea staţiilor de reactivi

(1) Construcţia staţiei de reactivi este constituită din 2 compartimente funcţionale:

a) compartimentul recipienţilor de stocare şi pompe transvazare;
b) compartimentul recipienţilor de 1 zi, pompe dozatoare şi panou comandă.

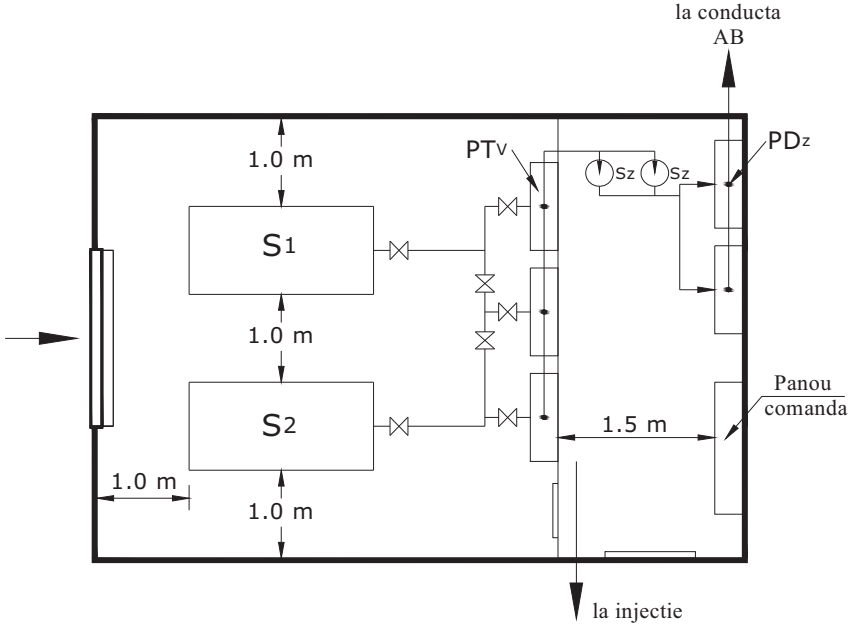


Figura 3.63. Configuraţia staţiei de reactivi.
S_i – recipienţi stocare; PT_V – pompe transvazare; S_z – recipienţi dozare zilnică; PD_z – pompe dozatoare.

(2) Pompele dozatoare sunt cu diafragmă şi piston (pompe volumice) şi sunt montate pe perete.

(3) Se vor adopta următoarele condiţionări:

a) minim 2 linii paralele cu funcţionare independentă: stocare – pompă transvazare – recipient dozare – pompă dozatoare;
b) se va asigura interconectarea hidraulică între cele două linii;
c) se vor prevedea pompe dozatoare de rezervă;
d) se vor prevedea spaţiile de siguranţă pentru accesul personalului la componentele staţiei de reactivi.

(4) Elementele care trebuie luate în consideraţie pentru stocarea, diluarea şi dozarea reactivilor sunt:

a) starea reactivului: solid (granule, pudră), lichid, gaz;
b) natura chimică în relaţie cu acţiunea corozivă şi condiţiile de conservare;
c) metoda (sistemul) de stocare: silozuri, containere, saci (big – bag), paleţi.

(5) Condiţii de stocare:

a) Proiectantul va respecta în totalitate prescripţiile cerute de fabricantul produsului livrat din punct de vedere al condiţiilor de stocare.

b) Planul de managemant al riscului - prin proiectare se va elabora pentru fiecare tip de reactiv utilizat în staţia de tratare un plan de management al riscului asociat; planul va cuprinde:

b_1) inventarul riscurilor care pot apărea în fiecare proces de stocare, diluare, dozare la fiecare reactiv (coagulant, adjuvant de coagulare, CAP, Cl_2, polimeri);
b_2) planul situaţiilor neprevăzute; acesta trebuie să cuprindă: soluţii şi acţiuni în cazul poluărilor accidentale, soluţii în situaţiile scoaterii din funcţiune a unor sisteme sau componente, responsabilităţile personalului de operare şi de laborator;
b_3) un calendar precis cu date, responsabilităţi şi raportări privind verificarea periodică a fiecărui sistem care stochează, prepară şi dozează reactivi

3.5.12 Staţii de clor

(1) Staţia de clor cuprinde următoarele elemente:

a) Depozit recipienţi de clor;
b) Sistem de interconectare recipienţi, inclusiv vane electrice de inversare;
c) Evaporatoare de clor;
d) Dozatoare de clor cu vacuum;
e) Circuit apă preparare şi circuit injecţie soluţie de clor;
f) Dispozitive de neutralizare pierderi de clor;
g) Dispozitive de analiza a clorului rezidual;
h) Elemente de automatizare

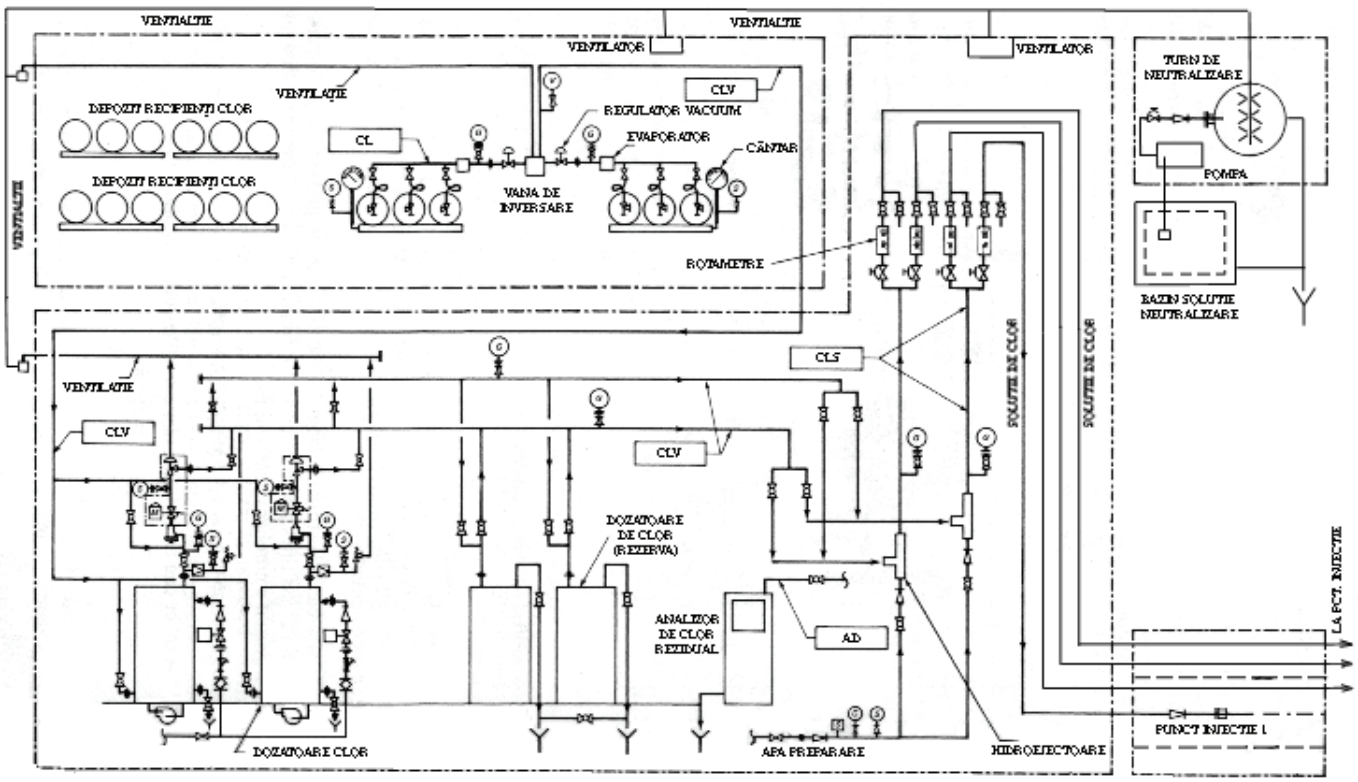
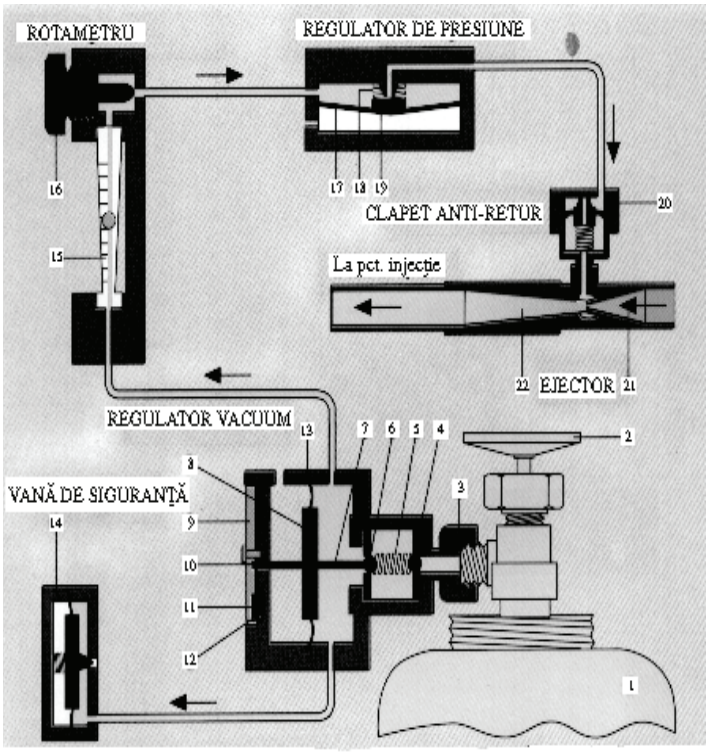


Figura 3.64. Schema instalaţie de clorare a apei.
Notaţii: CL – Clor lichid; CLV – Clor gazos (vacuum); AD – Apa dezinfectată.

(2) Dozarea clorului se va asigura numai cu instalaţii de dozare cu vacuum. Acest tip de instalaţii prezintă siguranţă sporită în exploatare datorită faptului că funcţionează la presiuni mai mici decât presiunea atmosferica. În situaţia unei avarii clorul gazos nu este dispersat în atmosfera.

(3) În figura 3.65 se prezintă schematic modul de lucru al unei instalaţii de dozare a clorului montată pe butelie. Regulatorul cu vacuum asigură extragerea la o presiune mai mică decât presiunea atmosferică (min.508 mm col. H_2O) a clorului din recipient (1). Prin deschiderea clapetului anti-retur (20), vacuumul se propaga în regulatorul de presiune şi rotametru, către diafragma regulatorului de vacuum (13). La atingerea presiunii dorite, diafragma (13) determină deplasarea către dreapta a axului (7) care acţionează asupra arcului (5) şi implicit asupra sferei (6). Datorită presiunii existente în recipientul de clor (min. 2 bar), se realizează accesul clorului gazos în circuit. Volumul de clor introdus este determinat prin intermediului rotametrului (15). Fluctuaţiile de presiune în circuitul de apă de preparare sunt amortizate de regulatorul de presiune, astfel încât debitul de clor gazos este în permanenţă constant. Prin introducerea apei de proces în hidroejector se realizează amestecul între clorul gazos şi apa de proces, rezultând soluţia care se injectează.



1.Recipient de clor;
2.Robinet pe recipient;
3.Conexiune la regulatorul de vacuum;
4.Sfera pentru păstrarea presiunii în recipient;
5.Arc;
6.Sfera vana acces clor;
7.Ax vana;
8.Disc cu diafragma;
9.Indicator de golire a recipientului;
10.Dispozitiv de reglare a indicatorului de golire;
11.Solenoid;
12.Contact pentru semnalizare la distanţa;
13.Diafragma;
14.Vană de siguranţa;
15.Rotametru;
16.Robinet ajustare debit de clor;
17.Diafragma de control;
18.Arc de control;
19.Vană disc;
20.Clapet anti-retur hidroejector;
21, 22.Hidroejector.

Figura 3.65. Instalaţie de dozare a clorului în sistemele de vacuum.

3.5.12.1 Doze de clor

(1) Dozele uzuale de clor pot varia de la 0.1 la 200 mg/l. În tabelul următor se prezintă dozele de clor recomandate în funcţie de tipul procesului. Stabilirea cu precizie a dozei de clor rămâne o operaţie experimentală care se efectuează cu precizie în laborator, funcţie de calitatea apei.

Tabelul 3.17. Doze de clor recomandate în funcţie de tipul procesului.

Nr. crt	Tipul procesului	Doza recomandată (mg/l)
1	Îndepărtare microorganisme	0.1 – 0.5
2	Oxidare amoniac	8 ori cantitatea de amoniac
3	Oxidare fierului	0.64 ori cantitatea de fier
4	Oxidare manganului	1.3 ori cantitatea de mangan
5	Dezinfectare ape de piscine	1.0 – 3.0
6	Îndepărtare totală cianuri	8.5 ori cantitatea de cianuri
7	Apa de proces în industria alimentară	0.1 – 50.0
8	Dezinfectare reţele de distribuţie	100 – 200

(2) Stabilirea dozei de clor „in situ” se determină conform § 3.2.1.4.5.

(3) Eficienţa clorării depinde de modul de injectare al clorului în apa de tratat. În funcţie de punctul în care se face injecţia (conductă sau rezervor), de presiunea necesară, tipul de hidroejector care se va utiliza se alege conform tabelului următor.

Tabelul 3.18. Hidroejectoare utilizate, în funcţie de presiunea în punctul de injecţie.

Presiunea în punctul de injecţie	**Nulă**	**0 – 6 bar**	**0 – 9 bar**		**9 – 17 bar**	
Tip punct de injecţie	Gravitaţional (rezervor, puţ)	conductă	conductă		conductă	
Tip sondă	separată	solidarizată şi extractibilă	solidarizată	solidarizată şi izolabilă	solidarizată şi izolabilă	solidarizată şi extractibilă

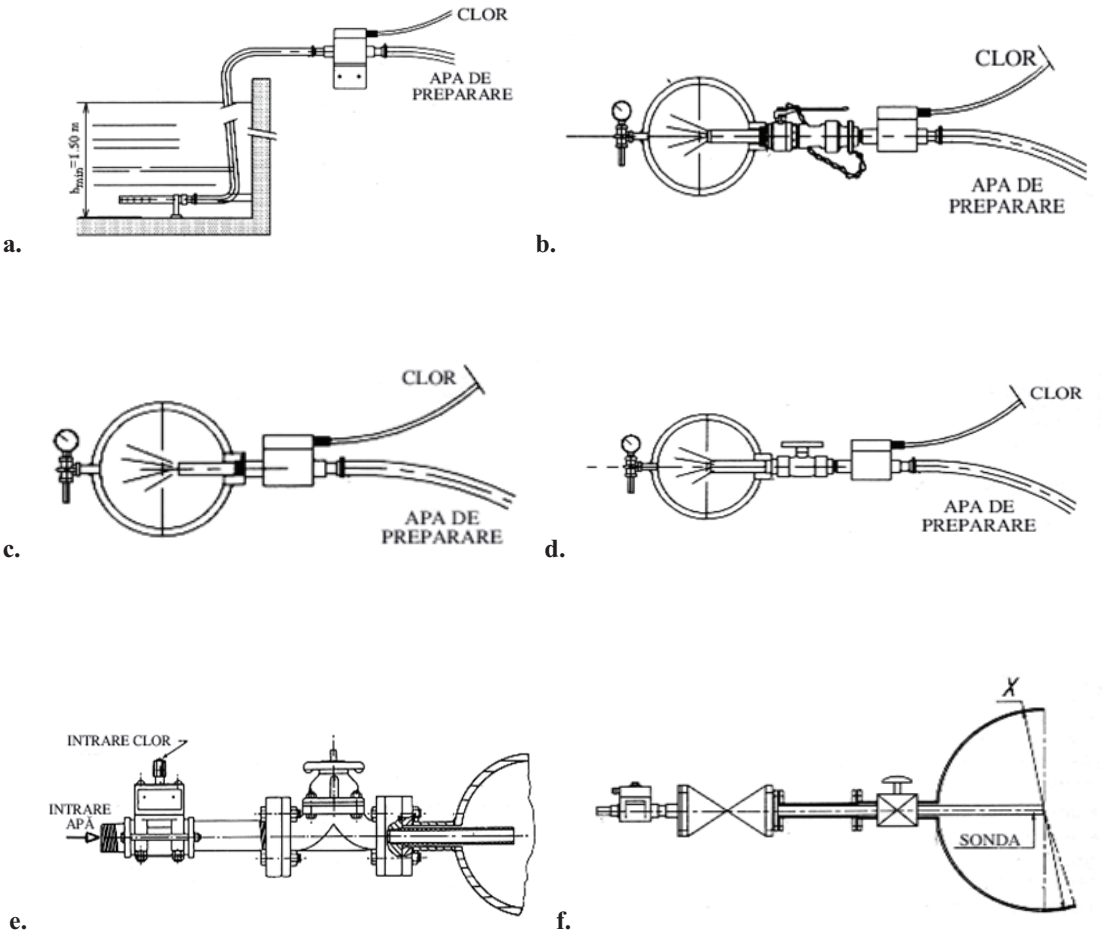


Figura 3.66. Sistem de injecţie a clorului.
a. Hidroejector cu sondă separată pentru injecţie în puţ sau rezervor; b. Hidroejector cu sondă extractibilă în în sarcină şi vană de izolare. c. Hidroejector cu sondă solidarizată, pentru injecţie în conductă. d. Hidroejector cu sondă solidarizată şi vană de izolare. e. Hidroejector pentru presiuni ridicate cu sondă solidarizată şi vană de izolare. f. Hidroejector pentru presiuni ridicate cu sondă extractibilă în în sarcină şi vană de izolare.

(4) Determinarea eficienţei operaţiunii de dezinfectare cu clor se poate realiza prin verificarea existenţei unei doze reziduale, în funcţie de necesităţile fiecărui sistem. Controlul clorului rezidual se face continuu, la o distanţă de punctul de injecţie care să asigure un timp de contact de minim 20 – 30 min. Reglajul dozei de clor se poate face în funcţie de următorii parametrii:

a) debitul de apă de tratat;
b) clorul rezidual;
c) debitul de apă de tratat şi clorul rezidual (simultan).

(5) Montajul instalaţiei de dozare a clorului, în funcţie de doza de clor care injectată, se poate face, conform indicaţiilor din tabelul următor.

Tabelul 3.19. Condiţii de montaj pentru dozatoare de clor.

Capacitatea	**(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

(6) Siguranţa staţiilor de dezinfectare cu clor va fi asigurată prin neutralizarea pierderilor accidentale de clor. Concepţia modernă implică respectarea condiţiilor obligatorii atât în proiectarea cât şi exploatarea staţiilor de clor. Acestea sunt:

a) prevederea de senzori de avertizare a prezenţei clorului în aer, în toate încăperile;
b) asigurarea unor rigole de colectare şi scurgere a clorului către punctele de evacuare şi neutralizare; rigolele se realizează pe suprafeţe reprezentând min. 30% din suprafaţa depozitului de clor, pentru a permite transformarea clorului lichid în clor gazos (evaporarea); panta rigolei asigură scurgerea clorului gazos către gurile de evacuare;
c) sistemul (gura) de evacuare a aerului din incintă trebuie să fie amplasată la maxim 12 cm deasupra pardoselii;
d) capacitatea sistemului de evacuare a aerului trebuie să conducă la viteze specifice ale aerului la nivelul pardoselii, de 0.005 m/s, m^2;
e) evacuarea aerului cu clor se realizează în sistemul de neutralizare format din: turn de neutralizare cu inele PVC; sistem de introducere a soluţiei de neutralizare (în contrasens curentului de aer cu clor); sistem de evacuare a soluţiei de neutralizare la canalizare;
f) depozitul de clor se menţine în depresiune în mod permanent (min. 0.5 m col. H_2O), aerul extras fiind evacuat prin sistemul de neutralizare; la sesizarea creşterii concentraţiei de clor peste limita maxim admisibilă se declanşeaza pornirea pompei care introduce soluţie neutralizanta în turn;
g) sistemul de neutralizare trebuie proiectat să asigure reducerea concentraţiei de clor evacuată în atmosferă, la nivelul de 50% din concentraţia maximă admisibilă.

(7) În figura 3.67 se prezintă schemele caracteristice unei staţii de clor, inclusiv depozit de recipienţi de clor.

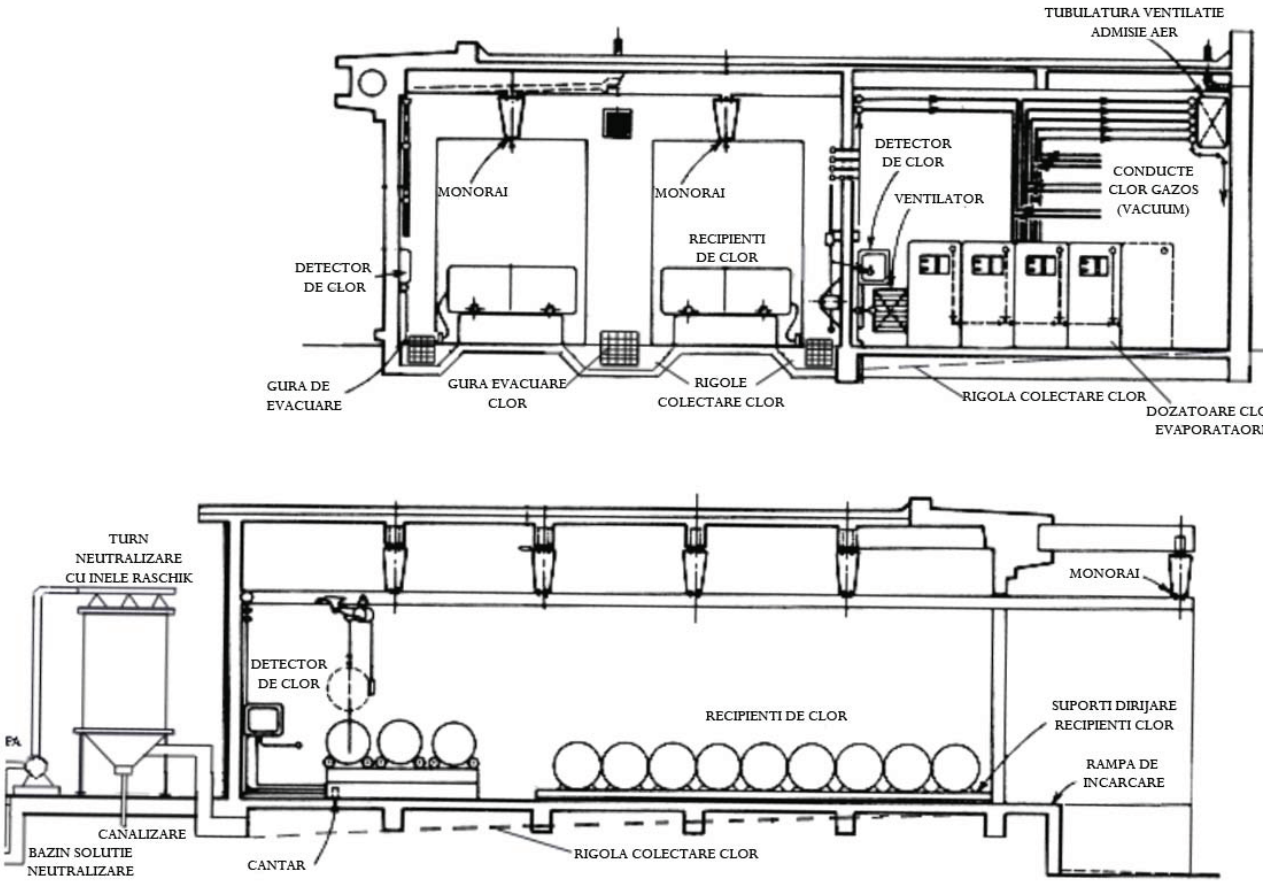


Figura 3.67. Secţiuni caracteristice printr-o staţie de clor.

3.5.13 Recuperarea apelor tehnologice din staţia de tratare

(1) Apele tehnologice din staţiile de tratare sunt considerate:

a) nămolurile evacuate din decantoare;

b) apele rezultate de la spălarea filtrelor: rapide, de CAG, membrane.

(2) Obiectiv: volumele de apă rezultate după tratarea apelor tehnologice se vor reintroduce în circuitul de apă brută al staţiei de tratare pentru reducerea cantităţilor de apă prelevate din surse.

(3) Sistemul de recuperare a apelor tehnologice cuprinde:

3.5.13.1 Bazine-decantor

(1) Bazinele-decantor sunt prevăzute pentru recuperarea apelor tehnologice, minim 2 unităţi (cuve) având fiecare capacitatea:

$$V = Q\left[\frac{c_{AB} - c_{AD}}{c \cdot \gamma_N} + 0{,}06 \cdot A_{1F} \cdot (i_1^{max} \cdot t_{s1} + i_2^{max} \cdot t_{s2})\right] (\mathrm{m}^3) \qquad (3.95)$$

unde:

V – volumul pentru bazinul de recuperare ape tehnologice, în m^3;
c_{AB}, c_{AD} – concentraţia în suspensii pentru apa brută, apa decantată în kg s.u./m^3;
c – concentraţia în s.u. a nămolului din decantoare (0,03 - 0,05);
γ_N – greutatea specifiă a nămolului (1050 - 1100 daN/m^3);
A_{1F} – suprafaţa unei cuve de filtru, în m^2;
i_1^{max}, i_2^{max} – intensităţile maxime de spălare în faza I, II, în $dm^3/s\ m^2$;
t_{s1}, t_{s2} – timpi de spălare în faza I, a II[a] a cuvelor;
0,06 – factor transformare unităţi.

(2) Bazinele-decantor vor fi de tip predecantoare verticale (§ 3.5.1.5 capitolul 3) dimensionate pentru încercări i_H determinate experimental „in situ" în perioada probelor tehnologice ale staţiei de tratare. Timpul de sedimentare se va stabili pe baza sistemului adoptat pentru spălarea cuvelor (în general 1 spălare/zi); acesta se va încadra între 3-4 ore.

(3) Se va colecta supernatantul din bazinele-decantor şi se va acumula într-un bazin de unde va fi reintrodus prin pompare în circuitul primar de apă brută al staţiei de tratare. Proiectantul în acord cu operatorul staţiei de tratare va întocmi un plan tehnic pentru:

a) perioadele şi timpii de evacuare a nămolului din decantoare;
b) perioadele de spălare a cuvelor de filtre.

(4) Se va realiza un calcul de compensare orară a volumelor de apă considerând recuperarea continuă a volumelor de supernatant sub formă de ape recuperate; debitele maxime care se vor reintroduce în AB sub formă de ape recuperate nu vor depăşi 5% din valorile instantanee; este obligatoriu să se efectueze analize privind influenţa calităţii apelor recuperate asupra calităţii apei sursei.

3.5.13.2 Nămolul reţinut în bazinele decantor

(1) Se va realiza un sistem de concentrare - deshidratare a nămolurilor reţinute în bazinele-decantor. Instalaţia va cuprinde:

a) *concentratoare gravitaţionale* în care se va realiza condiţionarea nămolurilor; dimensionarea concentratoarelor va lua în consideraţie:
   a_1) încărcări 40 – 150 kg s.u./m^2 zi;
   a_2) polimer 0,2 – 0,5 kg polimer/t s.u;
   a_3) var pentru corecţia pH-ului, cantitativ 10% din nămol s.u.

Dozele de reactivi şi încărcările vor fi stabilite „in situ" de laboratul de proces al staţiei de tratare pe baza concentraţiei în suspensii a apei brute, apei decantate, caracteristicile de calitate ale apei (pH, t^oC, alcalinitate)

b) *sistem de deshidratare nămoluri concentrate*

Staţia se va dota cu două centrifuge cu tambur pentru solide, în contracurent. Fiecare centrifugă va fi dimensionată la 50% din debitele de nămol care urmează să fie deshidratat.

(2) Laboratorul de proces al staţiei pe baza unui plan întocmit de proiectant va stabili:

a) tipul de polimer compatibil cu nămolul produs funcţie de caracteristicile sursei de apă;
b) efectuarea testelor pilot pentru optimizarea operării instalaţiei de deshidratare;
c) conţinutul de SU în turtele de nămol stabilit prin avizele de mediu şi gospodărirea apelor.

(3) Nămolurile deshidratate se vor încadra la o umiditate de w = 65–75% funcţie de modul de depozitare/utilizare a acestora stabilit în cadrul studiului de impact.

4. Rezervoare

4.1 Rolul rezervoarelor în sistemul de alimentare cu apă

(1) În sistemul de alimentare cu apă rezervoarele sunt prevăzute pentru:

a) creşterea siguranţei în funcţionare deoarece rezervorul are un volum de apă imediat lângă localitate;
b) dimensionarea raţională a sistemului de alimentare cu apă; până la rezervor toate lucrările se dimensionează la debitul $Q_{zi\ max}$ iar după rezervor lucrările se dimensionează la $Q_{o\ max}$;
c) înmagazinarea unei rezerve de apă (brută, tratată sau potabilă) necesară pentru satisfacerea nevoilor utilizatorilor;
d) pentru asigurarea compensării orare şi zilnice în aglomeraţii umane;
e) combaterea incendiului;
f) asigurarea volumelor de apă necesare funcţionării sistemului de alimentare cu apă (spălare filtre; preparare soluţii; spălare conducte).

(2) Tipul de rezervor se va adopta în funcţie de calitatea apei şi alcătuirea sistemului:

a) rezervoare deschise pentru apă brută sau parţial tratată (rezervă de incendiu, rezervă de avarie pentru cazul poluării sursei);
b) rezervoare închise (etanşe) pentru apă tratată sau apă potabilă.

1.1.1 Clasificarea rezervoarelor

(1) După poziţia faţă de sol:

a) rezervoare la sol: îngropate; parţial îngropate;
b) rezervoare supraterane numite şi castele de apă.

(2) După forma constructivă: rezervoare cilindrice; rezervoare paralelipipedice; rezervoare tronconice; rezervoare de forme speciale.

(3) După legătura cu alte construcţii:

a) rezervoare independente;
b) rezervoare incluse în structura altor construcţii (staţii de filtrare, deferizare, clorinare).

(4) După poziţia în schema sistemului de alimentare cu apă (figura 4.1):

a) rezervoare de trecere (amplasate între sursă şi reţeaua de distribuţie);
b) rezervoare de capăt sau contra-rezervoare (amplasate la capătul aval al unei reţele);
c) un sistem complex de alimentare cu apă poate avea şi rezervoare şi contra-rezervoare.

(5) După poziţia faţă de reţeaua de distribuţie:

a) rezervor cu alimentare gravitaţională a reţelei (total sau parţial);
b) rezervor cu alimentarea reţelei prin pompare.

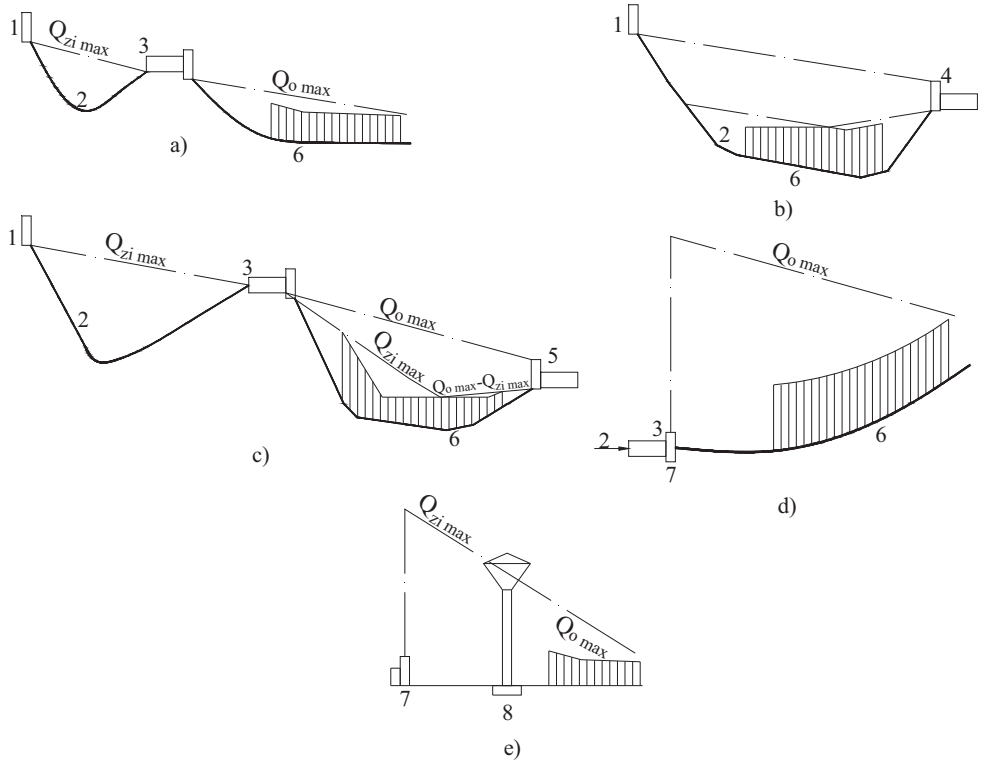


Figura 4.1. Amplasamente caracteristice pentru rezervoare.
a. cu rezervor de trecere; b. cu rezervor de capăt (contrarezervor); c. cu rezervor de trecere şi contrarezervor;
d. cu rezervor cu pompare în reţea; e. rezervor suprateran (castel de apă);
1. captare – tratare; 2. aducţiune; 3. rezervor de trecere; 4, 5. rezervor de capăt; 6. reţea de distribuţie;
7. staţie de pompare în reţea; 8. castel de apă.

4.1.2 Amplasarea rezervoarelor

(1) În funcţie de configuraţia terenului în amplasamentul utilizatorului de apă rezervoarele pot fi amplasate:

a) în extravilan dacă există cote în apropierea localităţii care să asigure gravitaţional presiunea necesară la utilizatori; legătura aducţiune -rezervor – reţea distribuţie apă potabilă va fi dublă în cazul lucrărilor importante;
b) în intravilan în spaţiile care pot asigura zona de protecţie sanitară; rezervorul va fi pe sol cu pomparea apei în reţea 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 configuraţiei sistemului de alimentare cu apă; vor fi luate în consideraţie:

a) asigurarea gravitaţională a presiunii în reţea pentru cât mai mulţi consumatori; în reţea prin pompare directă din rezervor pentru toată reţeaua sau numai zone din reţea; în toate cazurile vor fi determinate costurile de investiţie, consumul energetic şi siguranţa în funcţionare;
b) condiţiile de stabilitate şi rezistenţă a solului în zona amplasamentului;
c) disponibilitatea terenului în zona de amplasare;

d) la rezervoarele pentru apă potabilă spaţiul pentru asigurarea zonei de protecţie sanitară, precum şi starea mediului din zonă: rezervorul este singura construcţie cu nivel liber pe fluxul de apă potabilă;

e) încadrarea în PUG – ul şi PUZ – ul amplasametului deservit.

(3) Alegerea amplasamentului rezervoarelor trebuie să ţină seama şi de următoarele aspecte:

a) la rezervoarele cu alimentarea gravitaţională a reţelei cota radierului rezervorului se alege astfel încât în reţea presiunea maximă să fie 60 m col. H_2O şi se calculează cu relaţia*:*

$$C_R = C_c + H_b + h_e, (m) \quad (4.1)$$

în care:

C_R – cota radierului rezervorului, în m d.N.M.N;

C_c – cota topografică la branşamentul consumatorului luat în calcul, în m;

H_b – presiunea necesară la branşamentul consumatorului luat în calcul, în m col. H_2O ;

h_e – pierderea de sarcină pe circuitul rezervor – branşament luat în considerare, în m; pierderea de sarcină h_e se poate aprecia cu relaţia*:*

$$h_e = i_{med} \sum l\,, (m) \quad (4.2)$$

în care:

$\sum l$ – suma lungimii tronsoanelor de reţea pe circuitul cel mai scurt între rezervor şi consumator (măsurată pe conducta de legătură rezervor – reţea şi apoi măsurată pe traseul străzilor până la secţiunea consumatorului luat în calcul), în m;

i_{med} – panta hidraulică medie, apreciată în etapa de predimensionare în domeniul 0,003 – 0,008 (limitele corespund valorilor vitezelor economice de curgere prin conductele reţelei de distribuţie);

Vor fi luate în considerare secţiuni în reţea care: se află la distanţă mare de rezervor (h_e mare); se află pe cote înalte (C_c mare); are presiunea la branşament mare (H_b) din cauză că este o locuinţă tip bloc sau o construcţie publică unde se prevăd hidranţi interiori.

Atunci când rezervorul este de cotă joasă şi din el apa se pompează în reţea, cota rezervorului C_R poate fi considerată ca o cotă fictivă corespunzătoare cotei piezometrice de pompare, figura 4.2 b.

b) amplasamentul şi concepţia rezervorului trebuie să permită extinderi viitoare;

c) trebuie evitată amplasarea rezervoarelor în zone cu terenuri instabile sau cu capacitate portantă redusă, mlăştinoase, cu apă agresivă faţă de betoane, cu apă subterană având nivelul deasupra radierului rezervorului sau inundabile, pe versanţi cu pante abrupte;

d) zona de amplasare trebuie să fie uşor accesibilă şi protejată de influenţe dăunătoare sub aspect sanitar;

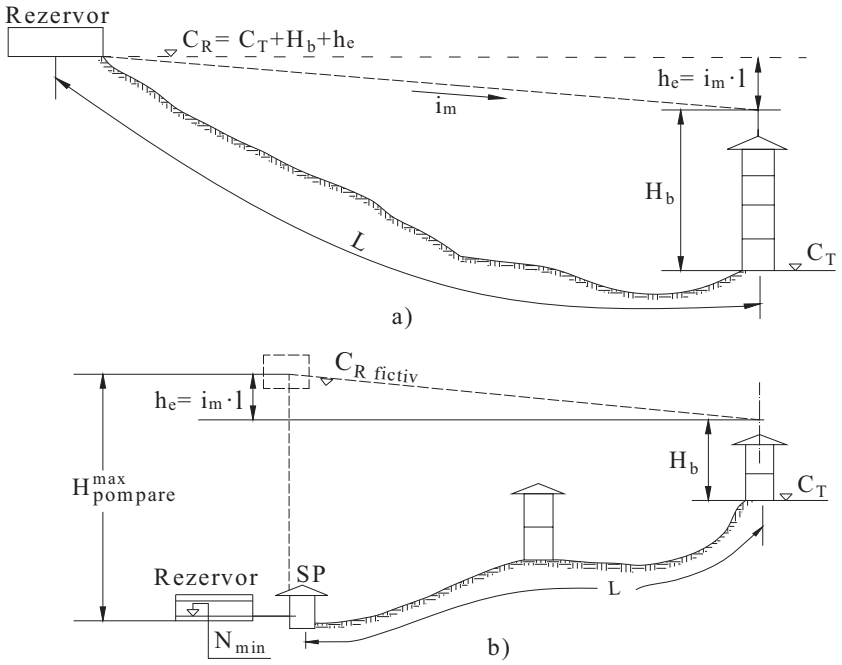


Figura 4.2. Elemente de calcul a cotei rezervorului.
a. alimentare gravitaţională a reţelei; b. alimentarea reţelei prin pompare directă.

(4) Se va asigura păstrarea distanţelor minime de protecţie sanitară pentru rezervoarele de apă potabilă. Conform prevederilor Hotărârii Guvernului nr.930/2005, se recomandă păstrarea următoarelor distanţe minime de protecţie sanitară măsurate de la pereţii exteriori ai rezervorului:

a) 10 m până la gardul de protecţie;
b) 20 m faţă de locuinţe şi drumuri;
c) 50 m faţă de clădiri şi instalaţii industriale;
d) în situaţii speciale (reţele de canalizare, staţii de epurare, depozite reziduri industriale, industrii poluante) vor fi efectuate studii speciale pentru estimarea riscului şi combaterea eventualelor influenţe negative asupra rezervoarelor.

4.2 Proiectarea construcţiilor de înmagazinare a apei

4.2.1 Capacitatea rezervoarelor

(1) Determinarea volumului rezervorului se va face astfel:

$$V_{rez} = V_{comp} + V_{inc} + V_{av}\ , (m^3) \qquad (4.3)$$

în care: b

V_{rez} – volumul total al rezervorului, m^3;

V_{comp} – volumul de compensare, m^3;

V_{inc} – volumul rezervei de incendiu, 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 fie de minim 50% din consumul zilnic maxim ($Q_{max\ zi}$).

4.2.1.1 Volumul de compensare (V_{comp})

(1) Acesta se determină analitic sau grafic, prin metoda diferenţelor dintre debitele orare de alimentare a rezervorului şi debitele orare consumate din rezervor, în procente din debitul maxim zilnic; calculul se efectuează pentru alimentare/consum orar pentru o zi sau alimentare/consum zilnic pentru o saptămână. Este raţional să fie cunoscută curba de consum; pentru cazul compensării orare pentru o zi, volumul de compensare se calculează (tabel 4.1) astfel:

$$V_{comp} = \frac{|a| + |b|}{100} \cdot Q_{zi\,max}\,, \qquad (m^3) \qquad (4.4)$$

unde:

a şi b reprezintă cea mai mare valoare a diferenţei maxime pozitive şi negative dintre alimentare şi consum;

Tabelul 4.1. Calculul volumului de compensare a rezervoarelor prin metoda diferenţelor orare.

Ora	Alimentare		Consum		Diferenţe	
	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 $|a + b|$ care variază în funcţie de mărimea centrului populat, conform tabelului următor:

Tabelul 4.2. Valorile $|a + b|$

Număr de locuitori n (mii) / Procente	n < 5	5 ≤ n < 10	10 ≤ n < 20	20 ≤ n < 50	50 ≤ n < 100	100 ≤ n < 300
$\|a + b\|$	0,50	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20

(3) Se recomandă 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 parametrii constanţi.

(4) Stabilirea elementelor de variaţie a consumului orar sau zilnic se va efectua:

a) pe baza anexei 2 din SR 1343-1/2006;
b) prin estimare pe baze statistice prin comparaţie cu aglomeraţii similare;
c) prin determinări şi măsurători “in situ” pe sisteme existente echivalente.

(5) Proiectantul va efectua calculul volumului de compensare luând în consideraţie:

a) alimentarea uniformă zilnică a rezervoarelor;
b) variaţia zilnică a consumului pentru o săptămână – 7 zile; de regulă consumul maxim de apă este la începutul weekendului (vineri seara-sâmbătă dimineaţa); consumul minim apare duminică după-amiaza.

(6) Pe această bază se vor putea asigura:

a) acumularea unor cantităţi de apă în zilele de lucru (luni – vineri) şi în perioadele de consum minim;

b) asigurarea consumurilor mari în perioadele de vârf din weekend.

(7) Calculul volumului de compensare săptămânal se impune să se bazeze pe date certe privind cerinţa şi necesarul de apă în zilele de lucru şi zilele de weekend ale săptămânii. Aceasta se poate realiza după funcţionarea sistemului în regim stabil.

4.2.1.2 Volumul de avarie (V_{av})

(1) Se determină în funcţie de lungimea şi materialul conductei de aducţiune, stabilitatea şi siguranţa terenului de execuţie a aducţiunii, siguranţa în funcţionare a staţiilor de pompare, importanţa obiectivului de alimentat, astfel:

$$V_{av} = Q_{min} \cdot (T_{av} - T_i) - Q_a \cdot T_{av}\,, \qquad (m^3) \tag{4.5}$$

în care:

Q_{min} – debitul minim, în m^3/h, necesar pentru funcţionarea sistemului de alimentare cu apă pe durata avariei (pentru localităţi se consideră 60 ÷ 80% din debitul zilnic maxim); 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 (12 ÷ 18 ore pentru conducte cu diametrul peste 800 mm, 6 ÷ 12 ore în celelalte cazuri) sau cel de scoatere din funcţiune a staţiei de pompare (timpul admis pentru întreruperea cu energie electrică a staţiei de pompare este de 6 ore pentru localităţi cu mai puţin de 10 000 locuitori, de 4 ore pentru localităţi de 10 000 – 50 000 locuitori, de 2 ore pentru localităţi cu 50 000 – 100 000 locuitori, zero la localităţi cu peste 100 000 locuitori).

T_i – timpul maxim, în ore, în care se admite întreruperea completă a alimentării cu apă a localităţii (pentru oraşe cu mai mult de 100 000 locuitori, $T_i = 0$);

Q_a – debitul, în m^3/h, care poate fi obţinut de la alte surse considerate că funcţionează 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 aducţiuni duble.

(3) Modul de folosire a apei din rezervor este influenţat de pierderea de apă din reţeaua de distribuţie. Pentru a se putea conta pe volumul de avarie trebuie ca acesta să fie protejat.

4.2.1.3 Rezerva intangibilă de incendiu (Vi)

(1) Se stabileşte în funcţie de necesarul de apă pentru combaterea efectivă a incendiului (apă distribuită în caz de nevoie prin hidranţii interiori (Q_{ii}), exteriori (Q_{ie}) şi instalaţiile pentru stins incendiul (Q_{is}) în timpii teoretici de functionare T_i, T_e, T_s pentru toate incendiile simultane (n), şi necesarul de apă pentru consum ($Q_{s\ orar\ maxim}$) la folosinţă pe durata stingerii incendiului (T_e) cu relaţia 2.5 (SR 1343-1/2006). Dacă în unele cazuri va fi nevoie de mai multă apă aceasta va fi dată în măsura în care va exista apă în rezervor sau de la sursă (în rezerva de avarie).

$$V_i = 0{,}6 \sum_{1}^{n} Q_{ii} \cdot T_i + 3{,}6 \sum_{1}^{n} Q_{ie} \cdot T_e + 3{,}6 \sum_{1}^{n} Q_{is} \cdot T_s + a \cdot Q_{orar\ maxim} \cdot T_e (m^3) \tag{4.6}$$

în care:

V_i – volumul rezervei intangibile, în m^3;

n – numărul de incendii teoretic simultane din localitate; se stabileşte conform SR 1343-1: 2006 Alimentări cu apă. Partea 1: Determinarea cantităţilor de apă potabilă pentru localităţi urbane şi rurale;

Q_{ii} – debitul maxim necesar pentru hidranţii interiori, în l/s;

T_i – timpul teoretic de funcţionare al hidranţilor interiori pentru clădiri, atunci cand acesta este de 10 minute, conform cap. 4 din Normativul P118/2-2013; în celelalte situaţii sunt aplicabile prevederile Normativului P118/2-2013;

Q_{ie} – debitul asigurat prin hidranţii exteriori pentru combaterea unui incendiu, în l/s;

T_e – timpul teoretic de funcţionare a hidranţilor exteriori, Te = 3 ore;

Q_{is} – debitul pentru stingerea incendiului cu ajutorul instalaţiilor speciale, a căror durată de funcţionare este T_s (ore).

$Q_{orar\ maxim}$ – debitul maxim orar al zonei sau localităţii unde se combate incendiul;

Coeficientul "a" are valoarea 0,7 pentru reţele de joasă presiune ($p \geq 7$ m col. H_2O când stingerea se face cu ajutorul motopompelor formaţiilor de pompieri) şi valoarea a = 1 pentru reţelele de înaltă presiune (combaterea incendiului se poate face direct de la hidrantul exterior).

(2) Volumul rezervei intangibile de incendiu va fi calculat pentru volumul de stingere a tuturor incendiilor teoretic simultane la care se adaugă un volum de apă necesar celorlalţi consumatori pe durata stingerii focului.

(3) Păstrarea rezervei se va face prin instalaţii hidraulice adecvate şi prin sisteme automate de control a nivelului apei.

(4) Rezerva de incendiu trebuie sa fie refăcută în 24 – 48 ore, tinand seama şi de prevederile Normativului P118/2-2013.

(5) Rezerva de apă se va păstra integral în toate cuvele rezervoarelor; când rezervorul are o singură cuvă şi aceasta intră în reparaţie (se asigură alimentarea prin by – pass direct din aducţiune), şi se adoptă măsuri speciale pe perioada redusă la minimum; se impune asigurarea apei pentru stingerea incendiului din alte surse.

(6) Când presiunea în reţea se asigură prin pompare:

a) pompele vor avea alimentare dublă cu energie electrică;
b) vor exista pompe speciale pentru incendiu.

(7) Volumul total al rezervoarelor obţinut prin însumarea volumelor calculate se rotunjeşte la capacitatea standardizată imediat superioară: 25; 50; 100; 250; 300; 400; 500; 750; 1 000; 1500; 2 000; 2 500; 5 000; 7 500; 10 000 m^3). Pentru capacităţi mai mari de 10 000 m^3 volumele vor creşte cu rata de 1 000 m^3.

4.2.2 Configuraţia plană a rezervoarelor pe sol

(1) Pentru complexul rezervoarelor de înmagazinare se prevăd în general două cuve şi în spaţiul dintre acestea sau adiacent se construieşte camera instalaţiilor hidraulice. Forma circulară sau dreptunghiulară a cuvei purtătoare de apă se stabileşte:

a) prin calcul tehnico – economic: volum beton armat minim/m^3 apă înmagazinată;
b) pe baza materialului de construcţie: metal, beton armat sau beton armat precomprimat; pentru fiecare material există o formă optimă corelată şi cu adâncimea de apă; aceasta creşte pentru metal şi beton armat precomprimat;

(2) În figura 4.3 se indică configuraţia generală a rezervoarelor având cuve cilindrice sau rectangulare.

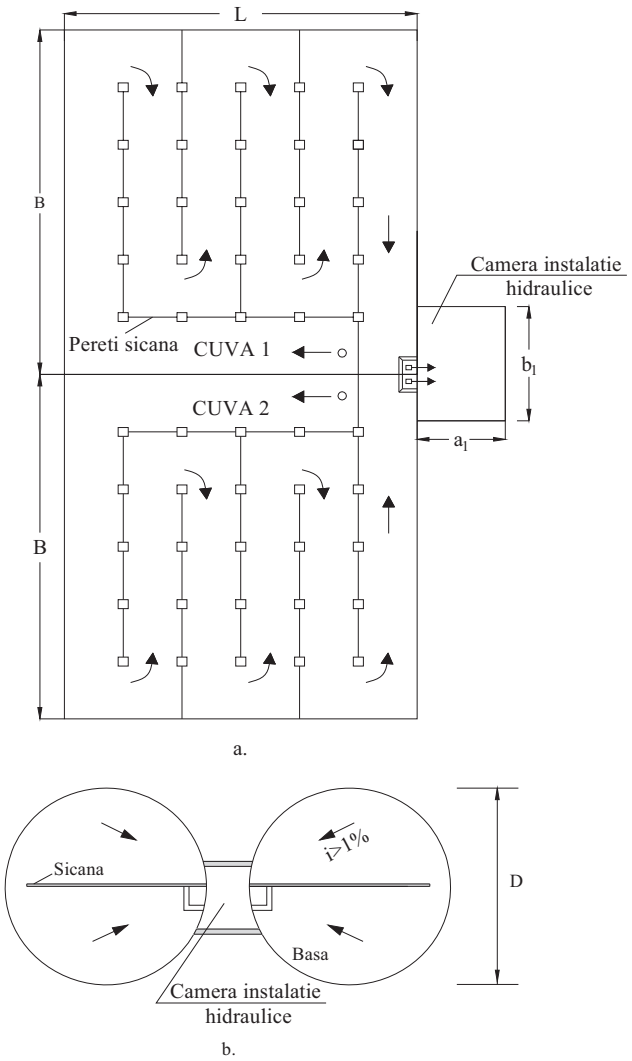


Figura 4.3. Configuraţia generală în plan a rezervoarelor.
a. rezervoare cu două cuve rectangulare; b. rezervoare cu două cuve cilindrice.

4.2.3 Elementele constructive şi tehnologice pentru siguranţa rezervoarelor

(1) Problema prioritară a rezervoarelor constă în: asigurarea calităţii apei prin crearea condiţiilor pentru conservara şi eliminarea totală a riscului de poluare.

4.2.3.1 Izolarea rezervoarelor

(1) Se vor adopta măsuri constructive pentru:

a) asigurarea izolaţiei cuvelor purtătoare de apă împotriva infiltraţiilor şi/sau exfiltraţiilor;
b) prevederea izolaţiei termice a cuvelor rezervoarelor;
c) sisteme pentru eliminarea zonelor de apă stagnată astfel încât durata maximă de staţionare a apei în rezervoare să fie sub 7 zile; perioada se referă la ape clorinate în amonte de rezervor sau în rezervor;

d) asigurarea ventilaţiei naturale a cuvelor rezervoarelor prin prevederea sistemelor care să permită aspiraţia/evacuarea aerului datorită variaţiei nivelului apei în cuve;
e) asigurarea accesului personalului de operare în cuve pentru spălarea periodică a acestora şi inspecţie.

(2) La interiorul rezervoarelor, pereţii şi radierul se prevăd cu tencuială hidrofugă, executată conform prescripţiilor tehnice specifice. În cazul rezervoarelor realizate din elemente prefabricate asamblate prin precomprimare, precum şi la rezervoarele pentru apă industrială, tencuiala hidrofugă la pereţi poate fi suprimată sau înlocuită cu alte protecţii hidrofuge, care să nu modifice calitatea apei.

(3) 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 protecţia anticorozivă a acoperişului rezervorului, avizate din punct de vedere sanitar.

4.2.3.2 Instalaţia hidraulică a rezervoarelor

(1) În figura 4.4 se indică configuraţia generală a instalaţiei hidraulice pentru rezervoare formate din două cuve de volum egal.

(2) Instalaţia hidraulică a unei cuve (figura 4.5) se compune din:
a) Conductă de alimentare, cu diametrul egal cu cel al conductei de aducţiune. Legătura la fiecare cuvă este prevăzută cu o vană de închidere; la rezervoarele alimentate prin pompare se va prevedea dispozitiv de închidere automată, pentru a reduce pierderile de apă în cazul umplerii rezervorului.
b) Conductă de preaplin, cu diametrul cel puţin egal cu cel al conductei de alimentare.

(3) La descărcarea conductelor de preaplin şi golire trebuie luate măsuri pentru ca să nu se aducă prejudicii terenurilor şi obiectivelor din zonă şi să se elimine total curgerea în sens invers.

(4) La rezervoarele de apă potabilă nu se admite descărcarea directă a conductelor de preaplin şi golire în canalizări de ape uzate. Conductele de descărcare se prevăd la capetele aval cu sită cu ochiuri de 1 cm.

c) 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 distanţă), 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 – reţea va fi dublă.
d) 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 başei.
e) Pentru o siguranţă suplimentară între conducta de alimentare a rezervorului şi conducta de prelevare a apei, se realizează o conductă de legătura (by – pass), prevăzută cu o vană permanent închisă. În cazuri accidentale, când ambele cuve ale rezervorului sunt scoase din funcţiune, se deschide această vană şi se închid vanele de pe alimentarea şi plecarea din rezervor – rezervorul fiind ocolit (by – passat); legătura poate fi realizată în camera instalaţiei hidraulice sau în exterior; această legătură este obligatorie când rezervorul are o singură cuvă.
f) Instalaţia hidraulică va fi gândită pentru fiecare caz în parte.

g) Aparatură de măsură şi control – orice rezervor trebuie să fie dotat cu următoarele dispozitive: sistem de măsurare on – line a nivelului apei în cuvele rezervorului; sonde multiparametrice pentru măsurarea on – line a pH – ului, t°C, conductivităţii, clorului rezidual pentru apa prelevată din rezervor.

h) Instalaţie de spălare a rezervoarelor – toare rezervoarele cu volume mari (peste 5 000 m^3) vor fi prevăzute cu dotări care să permită spălarea periodică (1 – 2 ori/an) şi evacuarea apei de spălare. Evacuarea apei de spălare şi dezinfectare într-un receptor natural se va face cu respectarea condiţiilor NTPA 001/2002.

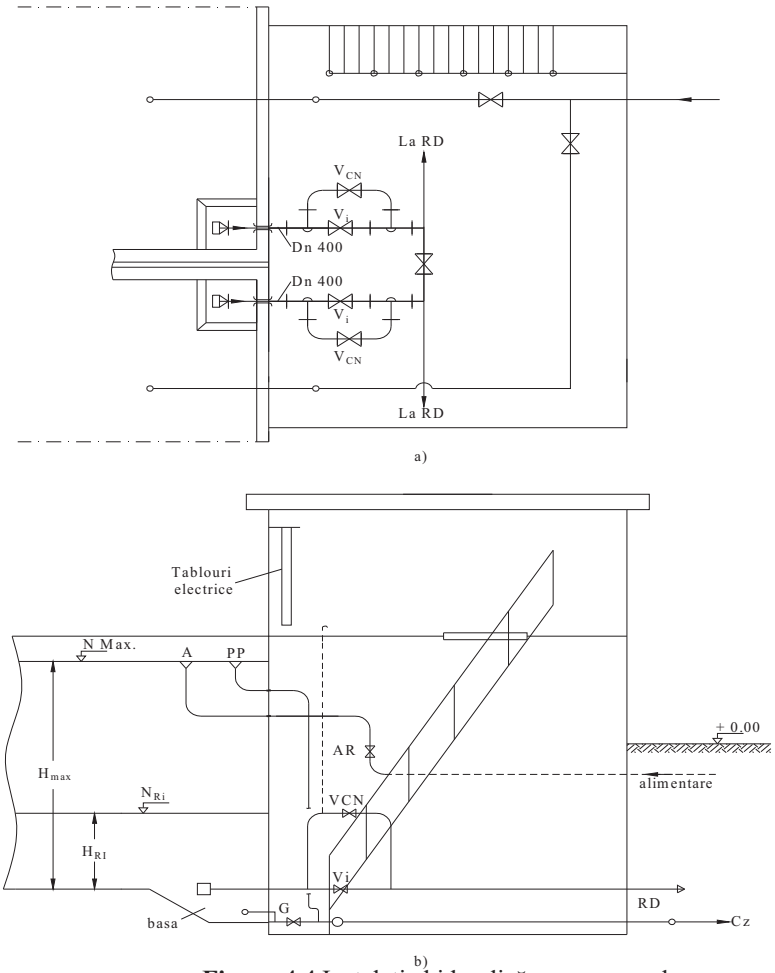


Figura 4.4. Instalaţia hidraulică a rezervoarelor.
a. plan; b. secţiune.
AR – alimentare rezervor, fiecare cuvă independent cu vană de izolare; Vi – vană prelevare volum de incendiu (normal închisă); VCN – vană consum normal; PP – preaplin; G – golire; Cz – reţea de canalizare; RD – alimentare reţea de distribuţie; N_{RI}, H_{RI} – nivelul şi adâncimea rezervei de incendiu.

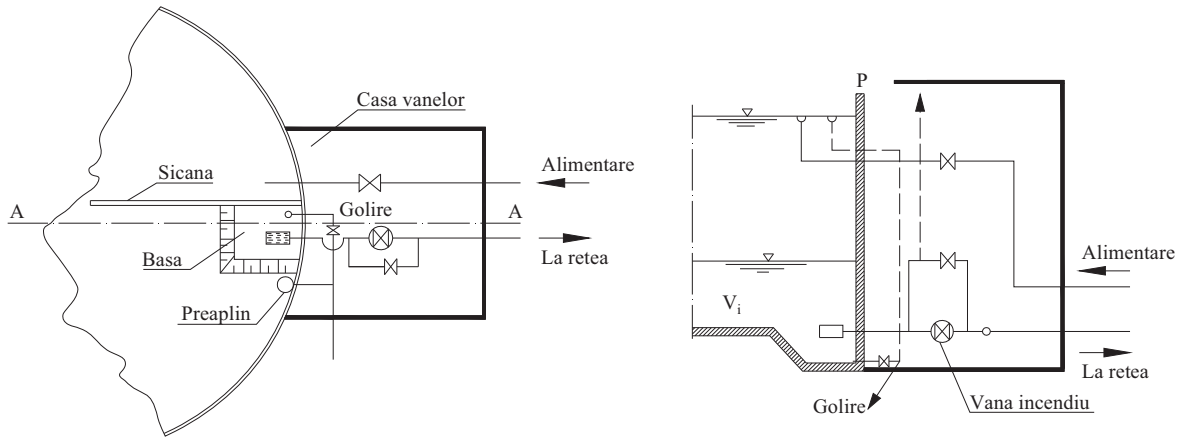


Figura 4.5. Schema de aşezare a conductelor în casa vanelor unui rezervor.

4.2.3.3 Instalaţiile de iluminat şi semnalizare

(1) Pentru iluminarea în camera instalaţiilor hidraulice şi în rezervoare trebuie să se prevadă prize şi lămpi portative cu cablu flexibil la tensiuni nepericuloase. În camera instalaţiilor hidraulice trebuie prevăzut sistem de iluminare de siguranţă.

4.2.3.4 Instalaţiile de ventilaţie

(1) Rezervoarele îngropate se prevăd cu coşuri de ventilaţie, care trebuie ridicate cu 0,80 m deasupra pământului de umplutură şi prevăzute la partea superioară cu căciuli şi site de protecţie, având ochiuri de maximum 1 mm.

a) Secţiunea transversală a coşurilor de ventilaţie ale unui rezervor trebuie să fie min. 0,10% din suprafaţa oglinzii apei.

b) La acoperişuri executate din prefabricate este preferabil ca ventilaţia să se facă prin pereţi, cu ajustări adecvate.

(2) Ventilaţia rezervoarelor parţial îngropate se poate face:

a) prin coşuri de ventilaţie conform punctului *a*;
b) prin ferestre prevăzute în pereţii construcţiei de susţinere centrală a acoperişului, în cazul rezervoarelor realizate cu acest sistem constructiv; ferestrele se prevăd cu site de protecţie având ochiurile de maximum 1 mm.

4.2.3.5 Etanşeitatea rezervoarelor

Pentru a se realiza un rezervor etanş trebuie adoptate măsuri constructive şi tehnice pentru:

a) alegerea mărcii şi compoziţiei betonului utilizat la rezervoare;
b) adoptarea soluţiilor corecte pentru punerea în operă şi întreţinerea betonului post- turnare;
c) realizarea gradului de impermeabilitate cerut prin proiect.

4.2.3.6 Verificarea etanşeităţii rezervoarelor

a) Proba de verificare a etanşeităţii rezervoarelor se efectuează înaintea executării tencuielii hirofuge, a izolării termice la pereţi şi a umpluturilor de pământ în jurul rezervoarelor, după cum urmează:

a_1) după 28 – 60 zile de la terminarea turnării betonului pentru rezervoarele executate din beton armat;

a_2) după 15 – 60 zile de la terminarea injectării canalelor la rezervoarele precomprimate, cu fascicule înglobate;

b) Înainte de umplerea rezervorului cu apă se verifică toate instalaţiile hidraulice şi se reglează piesele de trecere a conductelor prin pereţi, astfel încât să nu fie posibile pierderi de apă care să influenţeze rezultatele probei de etanşeitate.

c) Etanşeitatea rezervorului se verifică prin umplerea acestuia până la nivelul corespunzător înălţimii utile, după care se păstrează plin timp de zece zile. În acest interval se fac verificări zilnice ale instalaţiilor hidraulice şi pieselor de trecere în vederea depistării şi eliminării eventualelor pierderi de apă.

d) Dacă în intervalul respectiv se constată pierderi de apă la exteriorul pereţilor, rezervorul se goleşte pentru efectuarea remedierilor, după care proba se repetă în condiţiile de mai sus.

e) Etanşeitatea rezervorului se consideră corespunzătoare dacă după 10 zile pierderea de apă nu depăşeşte 0,25 l/zi/m^2 suprafaţă udată (după ce se scad pierderile prin evaporare).

f) În cazul rezervoarelor îngropate în terenuri sensibile la umezire nu se admit nici un fel de pierderi; sunt recomandate măsuri suplimentare pentru control.

4.3 Dezinfectarea rezervoarelor de apă potabilă

(1) Rezervoarele trebuie să fie spălate şi dezinfectate înainte punerii în funcţiune; dezinfectarea se face sub controlul organelor sanitare.

(2) Spălarea şi dezinfectarea rezervoarelor se face după cum urmează:

a) suprafaţa interioară a rezervorului se curăţă manual sub jet de apă, apoi rezervorul, camera vanelor şi conductele se spală cu apă potabilă;
b) rezervorul şi conductele se umplu şi se menţin pline cu apă potabilă cu un conţinut de minimum 20 g clor activ/m^3 timp de 24 h, după care rezervorul se goleşte; apa evacuată se neutralizează;
c) după golire, rezervorul şi conductele se reumplu numai cu apă potabilă şi se fac analize bacteriologice.

(3) Ciclul umplere – probe – golire se repetă până când la trei probe consecutive se obţin la analizele bacteriologice rezultate corespunzătoare.

(4) Rezervorul se dă în funcţiune numai cu avizul organelor sanitare.

4.4 Castele de apă

4.4.1 Rolul castelelor de apă în sistemul de alimentare cu apă

Castelele de apă se prevăd:

a) pentru unităţi industriale care solicită o rezervă de apă amplasată la înălţime pentru caz de avarii tehnologice
b) pentru clădiri izolate dezvoltate pe înălţime la care amplasarea cuvei castelului se încorporează în clădire.

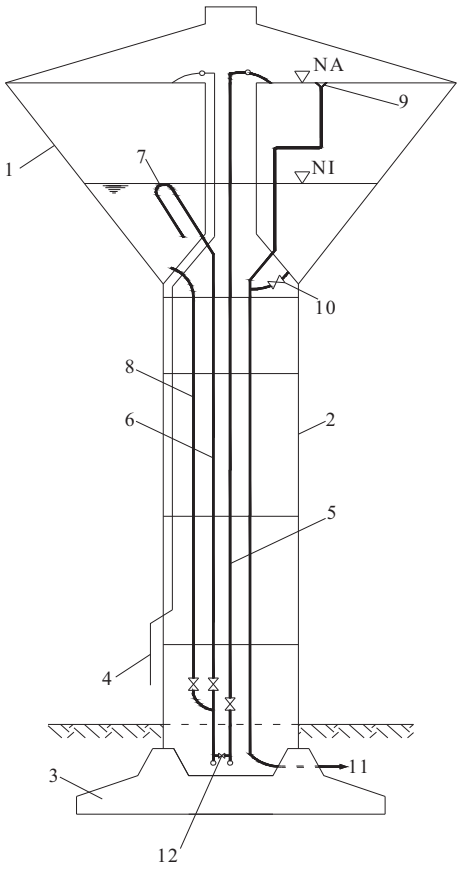
4.4.2 Elementele constructive şi tehnologice ale castelelor de apă

(1) În figura 4.6 este prezentată schema unui castel de apă cu instalaţiile aferente.

(2) Castelul se compune din cuva (rezervorul) 1, turnul de susţinere a cuvei (cilindric) 2 şi fundaţia (inelară) 3.

(3) Construcţia cuvei de apă reprezintă partea cea mai dificilă a castelelor, deoarece trebuie să întrunească atât calităţi de rezistenţă, stabilitate cât şi de etanşeitate. De aceea, în funcţie de materialul

de construcţie (beton simplu, beton armat, beton precomprimat, zidărie de cărămidă, lemn, metal) şi de mărime, cuva se poate alcătui de diverse forme.



1. cuvă tronconică;
2. turn cilindric;
3. fundaţie inelară;
4. indicator de nivel cu miră;
5. conductă de alimentare cu robinet cu plutitor;
6. conductă de plecare la consum curent;
7. orificiu pentru dezamorsare sifon;
8. conductă de plecare pentru incendiu;
9. preaplin;
10. conductă de golire cuvă;
11. conductă de golire preaplin;
12. conductă de legătură alimentare consum cu vana inchisă;

NA – nivel apă;

NI – nivel apă pentru rezerva de incendiu.

Figura 4.6. Castel de apă din beton armat.

Formele posibile ale cuvelor sunt prezentate în figura 4.7.

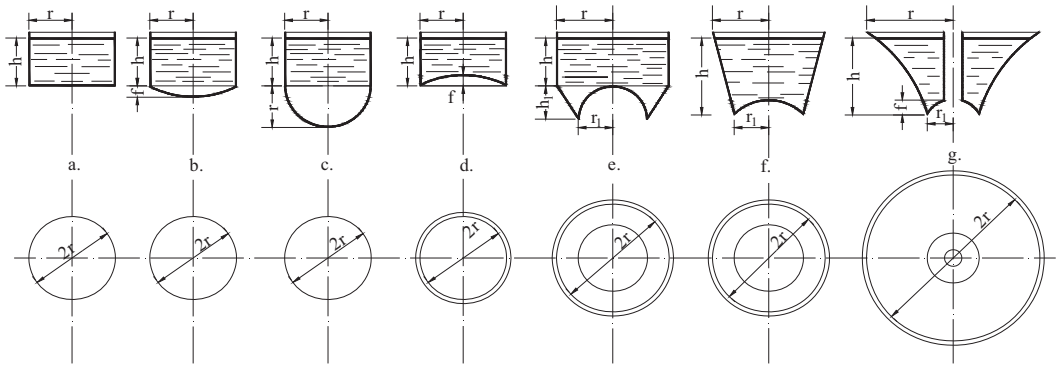


Figura 4.7. Principalele forme ale cuvei castelelor de apă.
a. cuvă cilindrică cu fund plan (volum mic); b, c. cuve cilindrice cu fundul calotă sferică cu concavitatea în sus, executată din oţel; d, e. cuve cilindrice cu fundul calotă sferică cu concavitatea în jos (material – beton armat c – V < 500 m^3, d – V < 1 000 m^3); f,g. cuve tronconice cu generatoarea linie dreaptă sau hiperbolică şi fundul calotă sferică cu concavitatea în jos (V > 1 000 m^3).

(4) Pentru urmărirea nivelului apei din cuvă se montează un dispozitiv cu plutitor, cablu, indicator şi miră. Se mai pot folosi şi sisteme de control pentru nivelul apei, care comunică variaţia nivelului apei şi la distanţă (de exemplu, la staţia de pompare) şi care pot comanda printr-un releu electric pornirea sau oprirea pompelor.

(5) Turnul are planşee intermediare, scară de acces până la planşeul de manevră a vanelor de sub cuvă şi are înglobate în peretele turnului plăci de rotalit pentru asigurarea iluminatului în turn. Prin tubul situat în axul cuvei, cu o scară, se poate ajunge la partea superioară a cuvei.

4.4.3 Izolarea castelelor de apă

(1) Izolarea termică a cuvei castelului rezultă dintr-un calcul termic pentru temperaturile din timpul iernii. Izolaţia termică poate să lipsească la castelele care primesc apa din surse subterane.

4.4.4 Instalaţia hidraulică a castelelor de apă

(1) Instalaţia castelului de apă cuprinde:

a) conducta de alimentare cu robinet cu plutitor (5);
b) conducta de plecare a apei la consum curent cu o dispunere în cuvă sub formă de sifon pentru păstrarea rezervei intangibile pentru incendiu (6);
c) orificiu pentru dezamorsarea sifonului conductei de plecare a apei (7);
d) conductă de plecarea apei pentru incendiu (8);
e) conductă preaplin (9);
f) conductă de golire cuvă (10);
g) conductă de golire preaplin (fără vană) (11);
h) conductă de legătură alimentare – consum (cu vană închisă în mod curent) (12), pentru eliminarea castelului din circuitul apei în caz de necesitate.

4.4.5 Instalaţiile de iluminat şi semnalizare

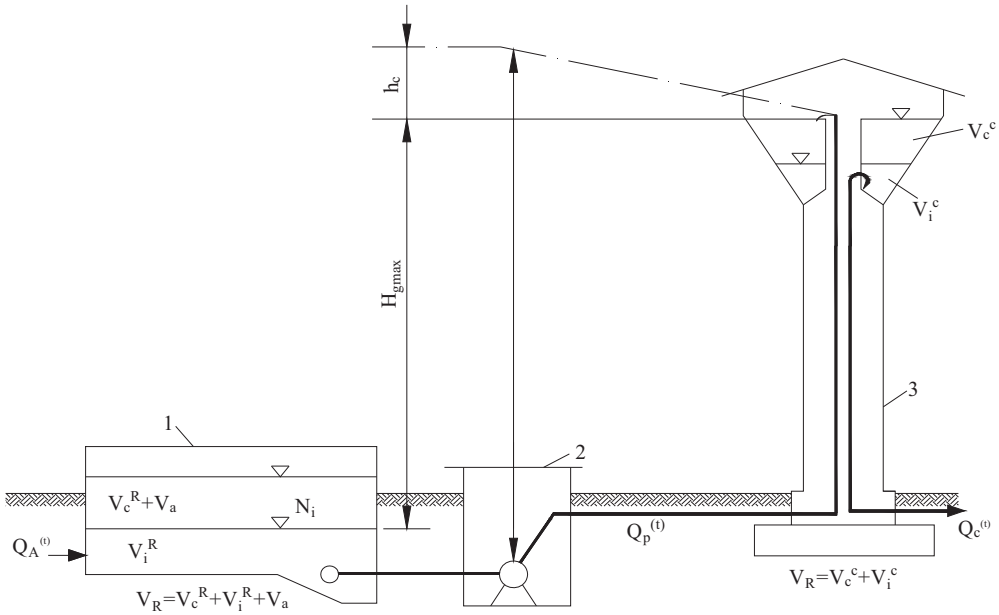
(1) Construcţia castelelor de apă este prevăzută cu iluminare de balizaj pentru noapte şi instalaţie de paratrăsnet cu cablu de coborâre şi priză de pământ.

4.4.6 Complex rezervor subteran – castel de apă

(1) Limitarea volumelor cuvelor castelelor de apă ($< 2\ 000\ m^3$) necesită introducerea în schema unui sistem de alimentare cu apă a dispoziţiei prezentate în figura 4.8 (rezervor la sol – staţie de pompare – castel). Această dispoziţie are avantajul că asigură simultan şi volumele necesare pentru înmagazinare şi presiunea necesară reţelei de distribuţie prin funcţionarea în comun prin intermediul staţiei de pompare.

(2) În castel se inmagazinează o parte din volumul de compensare şi volumul rezervei de incendiu iar în rezervorul la sol restul volumelor cerute de funcţionarea în sistem a unui unic rezervor (figura 4.8).

(3) Staţia de pompare care face legătura rezervor – castel trebuie să aibă un program care să alimenteze corespunzător castelul. Pentru siguranţa în exploatare, staţia de pompare trebuie să fie echipată cu pompe de rezervă şi alimentare cu energie electrică din două surse distincte.



V_c^R - volumul de compensare al rezervorului;

V_i^R - volumul rezervei de incendiu al rezervorului;

V_c^c - volumul de compensare al castelului de apă;

V_i^c - volumul rezervei de incendiu al castelului de apă;

N_i - nivelul rezervei de incendiu;

V_a - volumul rezervei necesare în caz de avarii;

Figura 4.8. Schema de înmagazinare cu rezervor la sol şi castel de apă.
1. rezervor la sol; 2. staţie de pompare; 3. castel de apă.

5. Reţele de distribuţie

5.1 Tipuri de reţele

5.1.1 Clasificare după configuraţia în plan a conductelor care formează reţeaua:

a) reţea inelară (figura 5.1.a) – specifică localităţilor mari;
b) reţea mixtă (figura 5.1.b) – specifică localităţilor mari şi localităţilor mici;
c) reţea ramificată (figura 5.1.c) – specifică localităţilor mici.

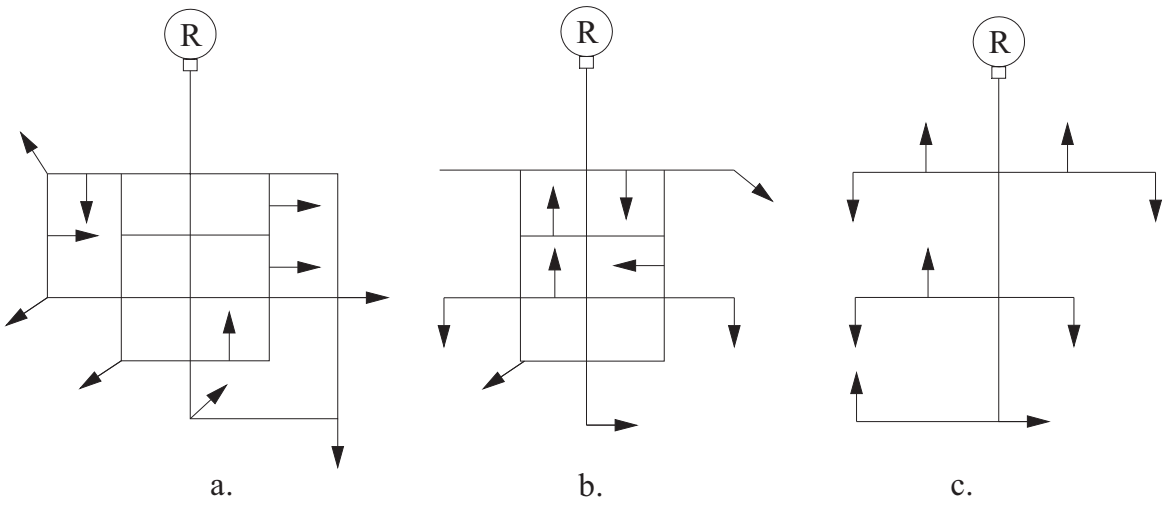


Figura 5.1. Scheme de reţele de distribuţie.
a. reţea inelară; b.reţea mixtă; c.reţea ramificată.

5.1.2 Clasificare după schema tehnologică de alimentare a reţelei:

a) reţea alimentată gravitaţional, prin rezervor de trecere (figura 5.2.a);
b) reţea alimentată gravitaţional prin rezervor de trecere alimentat prin pompare (figura 5.2.b);
c) reţea alimentată prin pompare (figura 5.2.c);
d) reţea alimentată prin pompare şi contrarezervor (figura 5.2.d).

5.1.3 Clasificare după presiunea asigurată în reţea în timpul incendiului:

a) reţea de înaltă presiune – asigură debitul de incendiu şi presiunea de funcţionare a tuturor hidranţilor exetriori de combatere a incendiului;
b) reţea de joasă presiune este reţeaua de distribuţie care asigură presiunea de funcţionare H_b la branşament, iar în caz de incendiu 7 m col.H_2O la hidranţii exteriori.

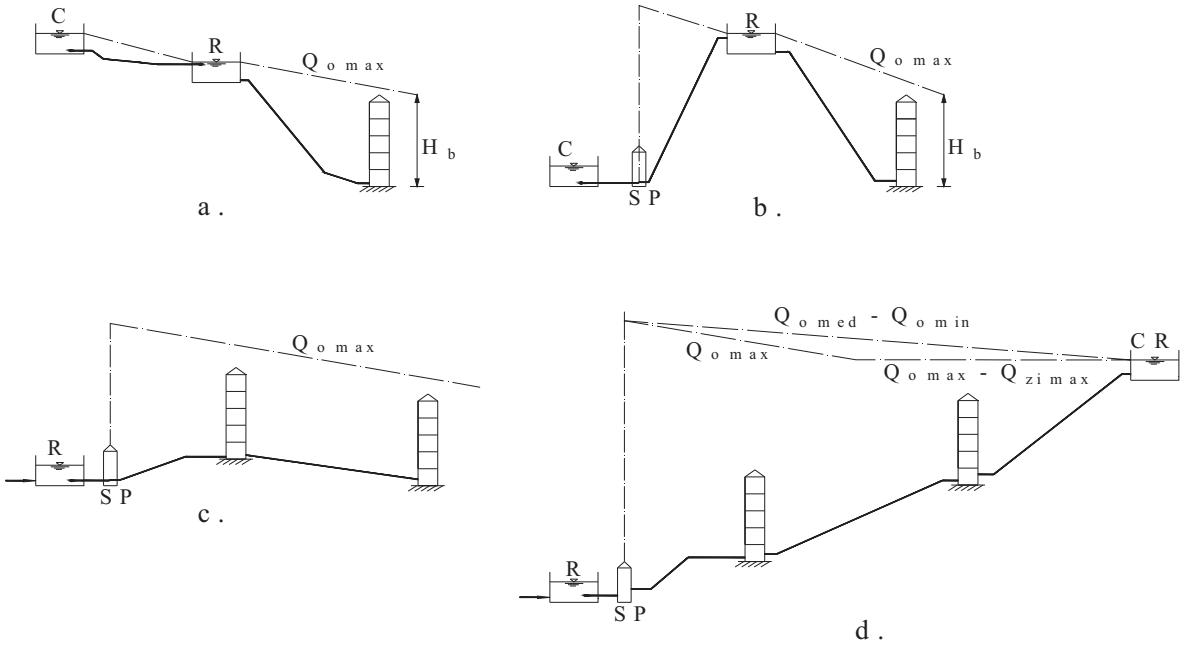


Figura 5.2. Scheme tehnologice de funcţionare a reţelei de distribuţie.
a. alimentare gravitaţională cu rezervor de trecere; b. alimentare gravitaţională cu rezervor de trecere alimentat prin pompare; c. alimentare prin pompare; d. alimentare prin pompare, cu contrarezervor.

5.1.4 Clasificare după valoarea presiunii:

a) reţea unică alimentată din acelaşi rezervor, când presiunea statică nu depăşeşte 60 m col. H_2O (figura 5.3 a);
b) reţea cu zone de presiune, presiunea maximă de 60 m col. H_2O fiind asigurată pe zone de presiune gravitaţional (figura 5.3 b) sau prin pompare (figura 5.3 c).

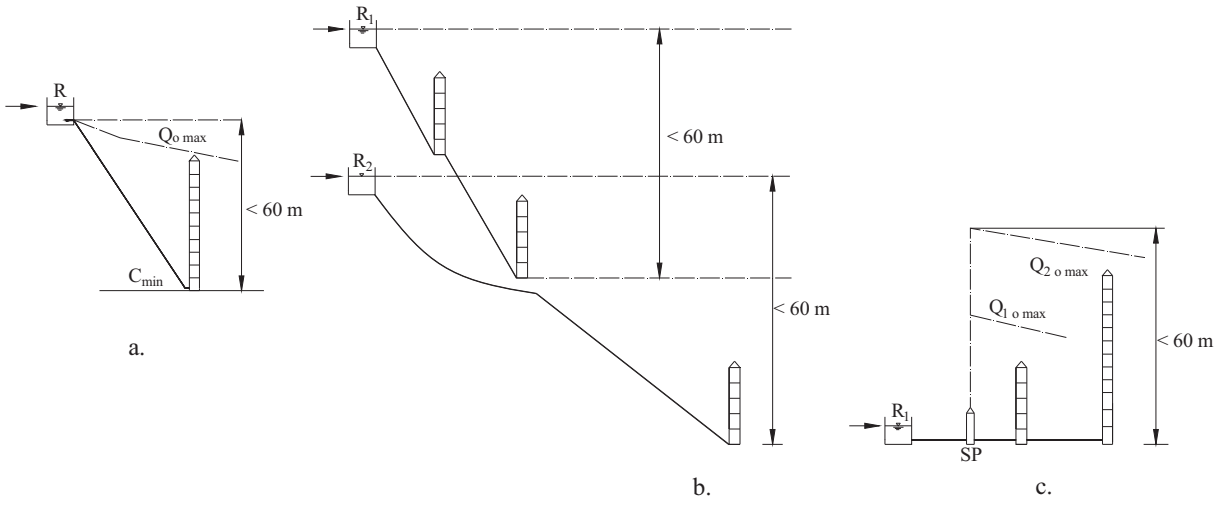


Figura 5.3. Scheme hidraulice de funcţionare a reţelei de distribuţie.

5.2 Proiectarea reţelelor de distribuţie

5.2.1 Forma reţelei

(1) Reţeaua de distribuţie este formată din bare (conducte), noduri şi o sursă de alimentare a reţelei (rezervor, staţie de pompare).

(2) Într-o localitate cu distribuţia utilizatorilor (caselor de locuit în principal) în lungul străzilor, forma reţelei este similară reţelei stradale. În localităţile/cvartalele unde distribuţia clădirilor se realizează pe suprafaţă, forma reţelei rezultă din amplasarea raţională a conductelor în spaţiile libere, fără legătură directă cu reţeaua stradală. Pentru traseele reţelelor edilitare amplasate subteran, atât în faza de proiectare cât şi de execuţie, se vor avea în vedere prevederile Regulamentului general de urbanism, în vigoare, privind obligativitatea existenţei sistemelor de identificare nedistructive, respectiv markeri pentru reperarea operativă a poziţiei reţelelor edilitare în plan orizontal şi vertical, în scopul executării lucrărilor de intervenţie la acestea.

(3) Modul de legare a conductelor ce transportă apa depinde de mărimea, forma şi relieful localităţii, schema de alimentare cu apă a reţelei, siguranţa în funcţionare, distribuţia marilor consumatori de apă (inclusiv sistemul de termoficare), perspectiva de dezvoltare, criteriile de optimizare. Principalele tipuri de reţele sunt prezentate în figura 5.1. Combinarea acestor tipuri poate conduce la orice formă reală de reţea de distribuţie.

(4) Întrucât pentru aceeaşi reţea stradală pot fi obţinute mai multe tipuri de reţele, alegerea se face prin criterii de optimizare, pe baza:

a) asigurarea serviciului de distribuţie a apei în condiţiile legii;
b) costul total minim al lucrărilor;
c) cheltuielile totale anuale minime;
d) costul energetic minim total.

(5) Forma reţelei poate fi schimbată în timp, din cauza extinderii suprafeţei deservite sau a debitului transportat, prin retehnologizare în vederea creşterii siguranţei şi calităţii funcţionării. Noua formă se obţine tot prin optimizare în noile condiţii.

(6) Se adoptă soluţia cu alimentare gravitaţională a reţelei, cel puţin parţial ori de câte ori este posibil.

5.2.2 Debite de dimensionare a reţelei

(1) Debitul de dimenisonare a reţelei de distribuţie este debitul orar maxim. Debitul de calcul, conform SR 1343-1/2006, rezultă din relaţia:

$$Q_{IIC} = K_p \cdot Q_{o\,max} + K_p \sum_{1}^{n} Q_{ii} \quad , (m^3/h) \tag{5.1}$$

unde:

Q_{IIC} – debit de calcul pentru elementele schemei sistemului de alimentare cu apă aval de rezervoare;

Q_{ii} – debitul hidranţilor interiori (Q_{ii}) pentru toate incendiile simultane;

n – numărul incendiilor teoretic simultane;

K_p – coeficient de pierderi; cantităţile de apă suplimentare exprimate prin acest coeficient includ şi necesarul de apă pentru curăţirea periodică a reţelei de distribuţie (1 –2 %) şi pentru spălarea şi curăţirea rezervoarelor (0,4 – 0,5%).

(2) La reţelele de distribuţie noi (sub 5 ani) se apreciază că pierderile nu vor fi mai mari de 15% din volumul de apă distribuită (K_p = 1,15); acestea pot apărea din execuţia necorespunzătoare, variaţiile zilnice de presiune, materiale cu defecţiuni.

(3) La reţelele de distribuţie existente, la care se efectuează retehnologizări şi/sau extinderi, pierderile pot fi până la 30% (K_p = 1,30). Procente mai mari de 30% ale pierderilor de apă sunt considerate anormale şi impun adoptarea unor măsuri adecvate de reabilitare.

(4) Verificarea reţelei de distribuţie se face pentru două situaţii distincte:

a) funcţionarea în caz de utilizare a apei pentru stingerea incendiului folosind atât hidranţii interiori pentru un incendiu şi hidranţii exteriori pentru celelalte (n-1) incendii;
b) funcţionarea reţelei în cazul combaterii incendiului de la exterior utilizând numai hidranţii exteriori pentru toate cele ***n*** incendii simultane.

Verificarea reţelei la funcţionarea hidranţilor exteriori se face astfel ca în orice poziţie normată apar cele n incendii teoretic simultane şi este necesar să se asigure în reţea (la hidranţii în funcţiune):

c) minim 7 m col. H_2O . pentru reţele (zone de reţea) de joasă presiune la debitul:

$$Q_{II\,(V)} = a \cdot K_p \cdot Q_{or.max} + 3{,}6 \cdot n \cdot K_p \cdot Q_{ie}, (m^3/h) \qquad (5.2)$$

în care:

$Q_{II\,(V)}$ – debitul de verificare;

$Q_{or.\,max}$ – debitul maxim orar al zonei sau localităţii unde se combate incendiul;

a = coeficient; a = 0,7 pentru reţelele de joasă presiune (p ≥ 7 m col. H_2O , stingerea se face cu ajutorul motopompelor formaţiilor de pompieri) şi a = 1 pentru reţelele de înaltă presiune (combaterea incendiului se poate face direct de la hidrantul exterior).

d) presiunea de folosire liberă a hidranţilor la reţelele de înaltă presiune pentru debitul

$$Q_{II(V)} = K_p \cdot Q_{or.max} + 3{,}6 \cdot n \cdot K_p \cdot Q_{ie}(m^3/h) \qquad (5.3)$$

Pentru asigurarea funcţionării corecte a hidranţilor interiori trebuie realizată verificarea ca pentru orice incendiu interior (de la clădirile dotate cu hidranţi) presiunea de funcţionare să fie asigurată în orice situaţie, inclusiv când celelalte incendii teoretic simultane sunt stinse din exterior.

$$Q_{II(V)} = a \cdot K_p \cdot Q_{or.max} + 3{,}6 \cdot K_p \cdot (Q_{ii})_{max} + 3{,}6 \cdot (n-1) \cdot K_p \cdot Q_{ie}\ (m^3/h) \qquad (5.4)$$

(5) La reţelele importante (reţele inelare pentru localităţi cu peste 50 000 locuitori) trebuie analizată şi siguranţa în funcţionare a reţelei în cazul unor avarii pe arterele importante. Pe durata existenţei avariei trebuie să se verifice:

a) parametrii funcţionării reţelei în caz de incendiu, în sensul verificării capacităţii de a transporta Q_{ii} şi asigura presiunea în zonele considerate;
b) asigurarea presiunii normale de funcţionare a reţelei în lipsa tronsonului (barei) avariat şi blocat pentru ceilalţi utilizatori;
c) evaluarea riscului de a rămâne fără apă la consumatorii vitali.

(6) Funcţie de situaţia locală, proiectantul împreună cu operatorul poate justifica şi alte verificări necesare (verificarea umplerii contrarezervorului şi alimentarea reţelei numai din contrarezervor, alimentarea controlată între reţelele a două zone de presiune vecine în reţea, funcţionarea cu o singură sursă de alimentare).

(7) La reţelele foarte dezvoltate (localităţi cu peste 300 000 locuitori) reţeaua se recomandă să fie verificată, în ipotezele de dimensionare luate în calcul şi prin determinarea timpului real de curgere (vârsta apei) a apei în reţea corelată cu calitatea apei (clorul rezidual).

(8) Se recomandă montarea hidranţilor exteriori pe conductele principale (artere) ale reţelei de distribuţie pe baza unui acord între proiectant, operator cu avizul organelor abilitate, cu aprobarea

autorităţilor publice locale; aceasta permite asigurarea în bune condiţii a debitelor şi presiunilor la hidranţii exteriori şi garantează cantităţile de apă necesare pentru combaterea incendiului. Se va asigura şi posibilitatea alimentării pompelor mobile de intervenţie în caz de incendiu, direct din rezervoarele sistemului de alimentare cu apă prin serviciile publice de pompieri.

(9) În cazul în care, din motive justificate, se asigură apa pentru combaterea incendiului din exterior din alte surse decât apa din reţea vor fi luate toate măsurile de păstrare a calităţii de apă potabilă din reţea.

5.2.3 Calculul hidraulic al conductelor reţelei

(1) Curgerea apei într-o reţea de distribuţie este o curgere nepermanentă, datorită variaţiei zilnice şi orare a debitelor şi gradului de simultaneitate a consumurilor concentrate şi distribuite; acestea pot conduce, în intervale scurte de timp, la schimbări în valoarea presiunii, valoarea vitezei de curgere şi pe unele bare chiar şi a sensului de curgere.

(2) Pentru simplificarea calculelor se admite ipoteza mişcării permanente în reţelele de distribuţie, cu luarea în considerare a simultaneităţii maxime a consumului prin coeficienţii de variaţie zilnică (K_{zi}) şi orară (K_o) (a se vedea tabelele 1 şi 3 din SR 1343-1/2006).

(3) Se aplică formula Colebrook – White pentru determinarea coeficientului de pierdere de sarcinăʎ:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2\ log\left[\frac{2{,}51}{Re\sqrt{\lambda}} + \frac{k}{D}\frac{1}{3{,}71}\right] \tag{5.5}$$

iar pierderile de sarcină se determină cu formula Darcy – Weisbach:

$$h_r = \lambda\frac{L}{D}\frac{v^2}{2g} = \lambda\frac{L}{D}\frac{Q^2}{2gA^2} = MQ^{\,2},\ \ (m) \tag{5.6}$$

în care:
L – lungimea conductei, m;
D – diametrul interior al conductei, m;
Q – debitul de calcul pe conductă, m^3/s;
v – viteza apei pe conductă, m/s;
λ – coeficient de rezistenţă hidraulică;
Re – numărul Reynolds;
k – rugozitatea absolută a peretelui conductei, m;
M – modul de rezistenţă hidraulică, s^2/m^5.

(4) Rugozitatea peretelui conductei se adoptă conform:
a) valorii precizate şi garantate de producătorul conductelor;
b) valorii măsurate pe conductele existente;
c) valorii medii preluate din literatura tehnică pentru materiale şi protecţii similare; pentru calculele preliminare se aplică valorile indicate în tabelul 5.1:

Tabelul 5.1. Valori ale rugozităţii peretelui conductei pentru calcule preliminare.

Materialul şi starea conductelor		**k (10^{-3} m)**
Ţeava de oţel	Zincată	0,15
	Protejată	0,1 ... 0,2
	Îmbătrânită	1 ... 3
Tub de fontă cenuşie ductilă	Nou	0,25 ... 1,0
	În exploatare	1,4
	Cu depuneri importante	2 ... 4
	Ductilă	0,05
Ţeavă de policlorură de vinil		0,01
Tub de beton armat turnat prin centrifugare (tip PREMO)		0,25
Ţeavă de poliesteri armaţi cu fibră de sticlă		0,01

(5) Valoarea rugozităţii conductei se adoptă şi în perspectiva de timp a funcţionarii reţelei. Rugozitatea poate creşte din cauza deteriorării protecţiei conductei, a agresivităţii apei, a depunerilor prin sedimentare, a precipitării unor substanţe din apă, funcţie de rezistenţa materialului la aceste acţiuni.

(6) La reţelele alimentate prin pompare, deşi valoarea reală a vitezei rezultă din condiţia de optimizare; pentru reducerea volumului de calcule, valorile preliminare ale vitezei economice se adoptă conform tabelului 5.2.

Tabelul 5.2. Valorile preliminare ale vitezei economice.

Diametru conductă (mm)	**Viteză (m/s)**
100 … 200	0,6 …0,8
200 … 400	0,7 … 0,9
400 … 600	0,8 … 1,0
> 600	1,0 … 2,0

(7) La verificarea funcţionării reţelei viteza trebuie să aibă valori mai mici de 5 m/s şi mai mari de 0,3 m/s. Pentru barele unde aceste cerinţe nu se pot respecta trebuie să se prevadă măsuri speciale: o protecţie mai bună a conductei, masive de ancoraj, spălare periodică.

5.2.4 Asigurarea presiunii în reţea

5.2.4.1 Reţeaua de joasă presiune trebuie să asigure:

(1) Stare de funcţionare normală prin asigurarea presiunii la toate branşamentele:

H_b - valoarea presiunii în branşament, măsurată în metri coloană de apă, peste cota trotuarului:

$$H_b = H_c + h_{ri} + p_s \text{ , (m col. apă)} \qquad (5.7)$$

în care:

H_b – valoarea presiunii în branşament, m col.apă ;

H_c – înălţimea deasupra trotuarului străzii a ultimului robinet ce trebuie alimentat; la construcţii locuite, se consideră egală cu înălţimea construcţiei;

p_s – presiunea de serviciu la robinet (se măsoară în m col.apă şi are valoarea de 2,00 m pentru toate robinetele din casă, cu excepţia celor de la duş sau a celor care au prevăzută baterie de amestec apă rece/caldă, unde valoarea este 3,00 m); pentru presiunea necesară la hidrantul interior, se vor respecta prevederile P 118/2-2013;

h_{ri} – pierderea de sarcină pe conducta de branşament şi pe reţeaua interioară de distribuţie; se poate considera 3 – 5 m col.apă (se va adopta valoarea superioară sau se poate calcula exact, în funcţie de forma şi lungimea reţelei; pierderea de sarcină în contorul de apă, apometru, se poate considera 1,00 – 2,00 m).

În tabelul 5.3, sunt date orientativ presiunile la branşament H_b în funcţie de înălţimea clădirilor de locuit.

Tabelul 5.3. Presiunile la branşament H_b în funcţie de înălţimea clădirilor de locuit.

Numărul de nivele al construcţiei	1	2	3	4	Peste 4
Presiunea minimă la branşament H_b (m col.apă)	8	12	16	20	4,5 m pentru fiecare nivel

(2) Pentru reţele de distribuţie a apei potabile în centre urbane/rurale se consideră ca optimă soluţia: asigurarea presiunii la branşament pentru clădiri < p + 4; pentru clădiri mai înalte presiunea va fi asigurată prin instalaţii de hidrofor;

(3) În caz de folosire a apei pentru combatarea incendiului în orice poziţie a hidranţilor exteriori trebuie asigurată presiunea de 7 m col. H_2O peste nivelul străzii, la branşamentele celor n incendii teoretic simultane cu debitul normat;

(4) Pentru incendiile stinse din interior se impune să se asigure un jet compact cu $l \geq 6$ m la cel mai defavorabil hidrant; pentru aceasta se estimează ca necesară o presiune de 20 m col. H_2O; pentru clădirile dotate cu hidranţi interiori se vor adopta măsuri pentru dotarea cu instalaţii de asigurare a presiunii de funcţionare conform prevederilor normativului P 118/2-2013;

(5) Pentru zone cu distribuţia apei prin cişmele se asigură pentru orice cişmea presiunea minimă de 3 m col. H_2O;

(6) Orice capăt final de reţea va avea un branşament, o cişmea sau un hidrant.

5.3 Dimensionarea reţelelor de distribuţie

(1) Dimensionarea reţelei se face folosind:

a) ecuaţia de continuitate – în fiecare nod suma debitelor care intră în nod egală cu suma debitelor care pleacă din nod;

$$\sum Q_i = 0 \tag{5.8}$$

b) Ecuatia energiei – energia disponibilă pentru transportul apei, egală cu diferenţa între cota piezometrică a nodului de intrare în reţea (R) şi cota energetică a nodului alimentat (i); în fiecare inel suma pierderilor de sarcină este egală cu zero (legea Bernoulli).

$$\left(z+\frac{p}{\gamma}+\frac{v^2}{2g}\right)_R-\left(z+\frac{p}{\gamma}+\frac{v^2}{2g}\right)_i=h_r \tag{5.9}$$

$$\sum(MQ^2)_{inel}=0 \tag{5.10}$$

(2) În reţeaua de distribuţie se consideră că se produc pierderi de energie numai pe bare; în noduri pierderea de sarcină se neglijează cu excepţia nodurilor în care acţionează o vană de reglare.

5.3.1 Dimensionarea reţelei ramificate

(1) Pentru dimensionarea reţelei se dispune:

a) ecuaţia de continuitate în fiecare nod, scrisă sub forma:

$$\sum_{i=1}^{n}Q_i=0 \tag{5.11}$$

b) relaţia Bernoulli între cotele piezometrice a două puncte din reţea (rezervor şi oricare punct din reţea) scrisă sub forma simplificată:

$$\Delta H=\sum h_r \tag{5.12}$$

unde:

ΔH = energia disponibilă dintre rezervor şi un punct oarecare al reţelei;

$\sum h_r$ = suma pierderilor de sarcină distribuită între cele două puncte.

(2) Debitele de calcul pe tronsoane; operaţiunea se realizează în două etape: etapa I de calcul a debitelor prin echilibrarea nodurilor şi etapa a II a de calcul a debitelor pe bare.

a) Etapa I–determinarea debitelor de la capetele barelor, constă în aplicarea ecuaţiei de continuitate în fiecare nod; debitul care intră (pleacă din nod) în bară este notat Q_i, iar debitul care pleacă din bară (intră în nodul următor) cu Q_f.

Pentru calcul se pleacă întotdeauna de la nodul cel mai depărtat în care se cunoaşte debitul care pleacă. Calculul se conduce mergând spre amonte, astfel încât debitul pe tronsonul parcurs să fie întodeauna cunoscut.

b) Etapa a II aconstă în determinarea debitelor de calcul cu relaţia simplificată,pentru conductele cu lungimea ≤ 300 – 400 m:

$$Q_c=\frac{Q_i+Q_f}{2} \tag{5.13}$$

pentru fiecare tronson de reţea.

5.3.1.1 Determinarea debitelor de calcul pe tronsoane

a) Ipoteza unei distribuţii uniforme a debitului prelevat din reţea; în situaţii de branşamente dese (min. 100 branş./km) şi dotării cu instalaţii tehnico-sanitare ale utilizatorilor de apă apropiate (apă caldă, încălzire).

$$q=\frac{Q_{orar\,max}}{\sum l}\ ,(l/s,m) \tag{5.14}$$

Pentru un tronson din reţea debitul de calcul se va considera:

$$Q_{orar\,max}^{i-k}=q_{sp}l_{ik}/2+Q_T \tag{5.15}$$

unde:

Q_T – debitul de tranzit (utilizat aval de secţiunea k), în l/s;

l_{ik} – lungime tronson, în m;

q_{sp} – necesarul specific (l/s,m) corespunzător zonei;

Proiectantul va stabili pe zone, densitatea populaţiei, numărul de branşamente, dotarea cu instalaţii tehnico – sanitare; pentru fiecare zonă idem se vor stabili valorile necesarului specific de apă corespunzător tronsoanelor reţelei.

b) Ipoteza unei distribuţii neuniforme

Debitele necesarului de apă se vor considera concentrate, fiecare tronson fiind dimensionat la debitul din secţiunea aval.

c) Calcul diametre, cote piezometrice şi presiuni disponibile în noduri.

(1) Calculul se efectuează într-un tabel de tip conform tabelului 5.4.

Tabelul 5.4. Dimensionare reţea ramificată.

Nr. crt	Tr.	Debite (l/s)			L (m)	DN (mm)	v_{ef} (m/s)	i_H	$h_r = i_H L$ (m)	Cote		H_d (m CA)
		$Q_{orar\ max.}$	Q_{ii}	Q_{IIC}						Piezo.	Topo.	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
3	i	$Q^{ik}_{or.max}$	$N_j \cdot q_{ii}$	(2)+(3)	conform l_{ik} plan situaţie	DN_{ik}	v_{ik}	i^{ik}_H	$i^{ik}_H \cdot l_{ik}$	C^i_p	C^i_T	$C^i_p - C^i_T$
	k									C^k_p	C^k_T	$C^k_p - C^k_T$

Observaţii:

a) toate datele din coloanele 1 – 9 aparţin tronsonului;

b) toate datele din coloanele 10 – 12 aparţin nodurilor de capăt ale tronsonului;

(2) Condiţionările impuse în ordinea priorităţilor sunt:

a) asigurarea presiunii disponibile minime la branşament (coloana 12);

b) asigurarea unei viteze (coloana 7) în domeniul vitezelor economice recomandate în condiţiile existenţei (în fabricaţie) a DN (coloana 6);

c) valoarea pierderii de sarcină; toate valorile exagerate vor fi reevaluate.

(3) Stabilirea debitului hidranţilor interiori (Q_{ii}) se va efectua pe baza:

a) amplasamentului clădirilor dotate cu hidranţi interiori;

b) distanţa dintre 2 incendii teoretic simultane se va calcula cu expresia:

$$d = \frac{10.000}{\sqrt{\frac{N_i}{S}}}, (m) \qquad (5.16)$$

unde:

N_i – numărul de locuitori ai zonei;

S – suprafaţa zonei (ha).

(4) Dimensionarea reţelei de distribuţie se consideră corectă când:

a) presiunile disponibile satisfac presiunile de serviciu şi nu depăşesc cu mai mult de 30% $H_{d\ min}$;

b) vitezele efective în tronsoanele reţelei sunt în domeniul 0,6 – 1,2 m/s.

(5) Reţeaua de distribuţie ramificată se dimensionează pe baza criteriului de optimizare al investiţiei minime iar la reţelele cu funcţionare prin pompare ,criteriul de optimizare este costul total anual minim al costurilor de investiţie şi operare (în principal cheltuieli cu energia)

5.3.1.2 Verificarea reţelei ramificate

(1) Calculul de verificare va urmări etapele următoare:

a) debitele de incendiu exterior se consideră concentrate posibil în orice nod; pentru uşurinţa calculelor se consideră poziţiile cele mai dificile ca fiind cele de cotă înaltă şi cele depărtate de rezervor;
b) diametrul conductelor este stabilit şi nu poate fi modificat decât după ce se schimbă şi calculul de dimensionare;
c) reţeaua este bine dimensionată, dacă, la verificare, viteza apei nu depăşeşte 3 m/s, iar presiunea disponibilă este de cel puţin 7 m col. H_2O în toate nodurile (la reţeaua de joasă presiune).

5.3.2 Dimensionarea reţelei inelare

(1) Dispoziţia inelară asigură siguranţa în funcţionare în sensul posibilităţii alimentării fiecărui utilizator pe minimum două circuite hidraulice şi al reducerii numărului de utilizatori afectaţi de o avarie pe un tronson.

5.3.2.1 Elemente generale

(1) Aplicarea celor două ecuaţii fundamentale:

a) la noduri:

$$\sum Q_i = 0 \tag{5.17}$$

b) pe fiecare inel:

$$\sum h_r = 0 \tag{5.18}$$

conduce la obţinerea unui sistem de ecuaţii având un număr dublu de necunoscute (Q_i, DN_i) din care rezultă distribuţia debitelor pe bare.

(2) Se impune:

a) adoptarea unei distribuţii iniţiale a debitelor pe fiecare tronson din reţea şi stabilirea diametrelor acestora pe baza elementelor de viteză economică, mărime debit şi importanţa tronsonului în ansamblul reţelei inelare;
b) predimensionarea reţelei prin rezolvarea sistemului neliniar de ecuaţii.

(3) Metoda aplicată curent se bazează pe calculul prin aproximaţii succesive (Cross – Lobacev) care efectuează: corecţia debitelor propuse până la realizarea închiderii pierderilor de sarcină pe fiecare inel în limita toleranţelor admise: 0,3 - 0,5 m col. H_2O şi 1,0 -1,50 m col. H_2O pe inelul de contur. Metoda este laborioasă pentru că necesită numeroase reluări, modificări de diametre, variante de repartiţii şi diametre, determinarea investiţiei şi/sau cheltuielile cu energia.

5.3.2.2 Elemente privind elaborarea unui model numeric de calcul pentru reţele de distribuţie inelare

(1) Pentru toate reţelele de distribuţie inelare care asigură cu apă comunităţi cu peste 10.000 locuitori se impune elaborarea unui model numeric care să permită obţinerea rezolvărilor în toate situaţiile de funcţionare/operare a acesteia.

a) Structura modelului numeric al unei reţele de distribuţie a apei potabile cuprinde următoarele:
   1) noduri, definite ca fiind punctul de conexiune al mai multor tronsoane de conductă, secţiuni în care se produce o modificare importantă a debitului sau se schimbă secţiunea/materialul conductei;
   2) bare, definite ca fiind tronsoane de conducte cu lungime nenulă şi diametrul constant, delimitate de două noduri între care nu există consum (la calcul);
   3) surse de alimentare a reţelei de distribuţie (rezervoare, castele de apă, staţii de pompare).

b) Construirea modelului numeric al unei reţele de distribuţie a apei pentru simularea funcţionării acesteia din punct de vedere tehnologic constă în:
   b.1) Pentru o reţea nouă:
      1) stabilirea condiţiilor generale de alimentare şi zonelor de presiune;
      2) trasarea configuraţiei reţelei de distribuţie pe planul de situaţie al localităţii; graful reţelei coincide cu graful străzilor din localitate;
      3) numerotarea nodurilor reţelei de distribuţie;
      4) stabilirea tuturor conexiunilor între nodurile reţelei de distribuţie;
      5) stabilirea nodurilor de alimentare a reţelei de distribuţie (rezervoare, castele de apă, staţie de pompare);
      6) determinarea lungimii tronsoanelor de conductă;
      7) precizarea coeficienţilor de rugozitate funcţie de materialul conductei;
      8) precizarea coeficienţilor de pierderi de sarcină locală;
      9) precizarea cotelor geodezice în nodurile reţelei de distribuţie;
      10) determinarea şi alocarea debitelor de consum în nodurile reţelei de distribuţie;
      11) precizarea presiunilor de serviciu ce trebuie realizate în nodurile reţelei;
      12) precizarea tipului de nod funcţie de debitul consumat (debit pentru consum casnic, debit pentru industrie, debit de incendiu);
      13) coordonatele X,Y pentru reprezentarea grafică sub formă de hărţi a reţelei cu evidenţierea parametrilor hidraulici rezultaţi pe baza simulărilor efectuate pe model numeric al reţelei de distribuţie;
      14) separarea reţelei pe zone de presiune;
      15) un rezervor este ataşat/legat de reţeaua de distribuţie prin cel puţin 2 noduri;
      16) rezervorul alimentează reţeaua de distribuţie, dar poate fi alimentat şi din reţea;
      17) prezenţa rezervorului în cadrul reţelei de distribuţie se realizează prin stabilirea nodului în care este amplasat rezervorul şi precizarea cotei piezometrice a apei în rezervor; opţional mai pot fi precizate forma şi volumul rezervorului atunci când se verifică funcţionarea reţelei la debit variabil în timp;
      18) staţia de pompare este ataşată direct unui nod al reţelei de distribuţie; descrierea staţiei de pompare în model numeric al reţelei de distribuţie se realizează prin precizarea curbelor caracteristice ale pompelor care echipează staţia de pompare: curba caracteristică a pompei $H = f(Q)$ şi curba caracteristică de randament $\eta = f(Q)$.
   b.2) Verificarea funcţionării reţelei se poate face pentru reţeaua nouă, pentru o reţea existentă sau pentru o reţea reabilitată; pentru reţele existente se impune determinarea prin măsurători "in situ" a tuturor elementelor cerute la § b.1.
   b.3) Calculul se consideră încheiat când:

1) se asigură presiunea în toate nodurile la funcţionare normală şi funcţionare la incendiu;
2) costul total de operare este minim.

b.4) se recomandă utilizarea softurilor de calcul pentru reţele de distribuţie a apei;

5.3.2.3 Proiectarea reţelelor de distribuţie inelare pentru siguranţa în exploatare

(1) Funcţionarea ca reţea inelară va putea fi asigurată numai prin respectarea condiţiei:

$$DN_{max}/DN_{min} < 1{,}5 \qquad (5.19)$$

pentru fiecare inel.

(2) La proiectarea reţelelor de distribuţie inelare se vor urmări etapele:

a) predimensionare la cerinţele normate maxime (Q_{IIC} conform expresiei 5.1);
b) verificarea funcţionării reţelei în diferite ipoteze şi condiţii de asigurare a serviciului; aceasta se poate realiza numai printr-un program de calcul elaborat pe baza modelului reţelei.

(3) Se vor lua în consideraţie următoarele opţiuni pentru verificarea reţelei de distribuţie:

OPT.1: determinarea parametrilor ceruţi prin asigurarea de operare: cerinţă maximă orară, coeficient de variaţie orară uniform, adăugarea debitelor de combatere a incendiului prin hidranţi interiori amplasaţi în poziţiile cele mai dificile;

OPT.2: determinarea presiunilor disponibile în ipoteza combaterii incendiului de la exterior cu variante pentru amplasarea incendiilor cele mai depărtate de punctul de injecţie – alimentare al reţelei pe cote înalte, distanţe minime între incendii; se vor respecta prevederile normativului P 118/2-2013;

OPT.3: verificarea reţelei în ipoteza funcţionării hidranţilor considerând: o arteră blocată temporar (avarie); în această situaţie se va limita numărul de hidranţi scoşi din funcţiune (≤ 5); se vor stabili măsuri compensatorii de consum;

OPT.4: verificarea reţelei în ipoteza cerinţei maxime orare neuniforme pe reţea; neuniformitatea poate fi determinată de necesarul specific diferenţiat şi coeficientul de variaţie orară;

OPT.5: este obligatorie verificarea presiunii disponibile în reţele de distribuţie inelare la debitele suplimentare care pot apărea ca diferenţe între debitele calculate conform SR 1343-1/2006 şi STAS 1478/1990.

(4) Reţelele de distribuţie sunt realizate pe parcursul unor perioade lungi de timp (> 100 ani) şi se impune:

a) realizarea sub forma unei configuraţii mixte: zonele centrale inelare având zone marginale ramificate care în timp se închid sub formă inelară;
b) în toate proiectele de reţele de distribuţie noi sau reabilitate care deservesc aglomeraţii peste 50.000 locuitori se va analiza prin calcul tehnico – economic minim două variante pentru pozarea arterelor principale (conducte cu DN > 300 mm); pozare independentă pe trasee care să evite centrele urbane şi pozare în galerii edilitare multifuncţionale.

5.3.2.4 Verificarea reţelei inelare

(1) Reţeaua dimensionată sau existentă fizic, se verifică pentru asigurarea presiunii normate în ipotezele debitelor de la § 5.2.2. Pentru poziţia incendiilor teoretic simultane se iau în considerare

atâtea variante încât să existe certitudinea că pentru oricare alte variante posibile, presiunile pot fi asigurate.

(2) Orice modificare a debitelor de bare, necesară pentru asigurarea presiunii normate conduce automat la recalcularea reţelei pentru debitul de bază Q_{IIC} şi eventual o nouă optimizare cu diametre alese cu restricţie.

(3) La reţeaua alimentată prin pompare se verifică şi noua echipare cu pompe a staţiei (staţiilor) de pompare pentru funcţionare în caz de incendiu (pe baza tipurilor de pompe alese, deci curbelor caracteristice cunoscute).

(4) La reţeaua alimentată şi cu contrarezervor, verificarea se face pentru alimentarea numai din rezervor, pentru alimentare normală (staţie pompare şi contrarezervor), precum şi pentru refacerea rezervei intangibile de incendiu şi folosirea completă a rezervei de compensare fără măsuri restrictive ale consumului. Soluţia cu contrarezervor nu se recomandă acolo unde se estimează că în timp pierderea de apă va depăşi valoarea admisă (K_p). Există riscul ca rezervorul de capăt să nu fie alimentat.

(5) Când reţeaua este alimentată din mai multe surse se verifică zona de influenţă a apei alimentate din diverse surse, zonele cu viteze mici sau mari, zonele cu apă de amestec. Trebuie stabilite cu această ocazie şi nodurile terminale ale reţelei (noduri ce alimentează numai beneficiarii, nu şi alte bare). Nu se admite pomparea apei din puţuri direct în reţeaua de distribuţie.

(6) Când calculele normale sunt gata se poate trece la etapa a doua de verificări privind siguranţa în funcţionare a reţelei. Pentru acestea se presupune că una din barele importante din reţea (incluzând şi una din conductele de alimentare ale reţelei) este scoasă din funcţiune.
În această situaţie:

a) trebuie asigurată presiunea de funcţionare în caz de incendiu;
b) trebuie limitată la minimum aria de influenţă asupra utilizatorilor de apă;
c) trebuie asigurată apa în orice situaţie pentru consumatorii la care este un element vital (spitale, hoteluri); dacă acest lucru nu este posibil sau raţional se caută soluţii alternative.

(7) După dimensionarea completă a reţelei se verifică dacă sunt necesare modificări asupra soluţiei generale de alimentare cu apă şi este nevoie de o nouă optimizare, inclusiv în ce priveşte aspectele de siguranţă în funcţionare.

(8) Pentru reţelele foarte dezvoltate sau pentru localităţi mari (peste 300.000 locuitori) când apa este captată din sursă de suprafaţă, este necesară şi verificarea timpului de parcurgere a apei în reţea în scopul determinării consumului de clor pentru dezinfectare. Modelul de calcul trebuie exploatat continuu până la obţinerea de concluzii constante, repetabile. Pentru zonele critice se adoptă soluţii de reintroducere de dezinfectant sau de modificare a reţelei.

(9) Asigurarea funcţionării reţelei pentru coeficienţi de variaţie orară pe reţea se poate face în etapa de dimensionare sau în etapa de verificare.

5.4 Construcţii anexe în reţeaua de distribuţie

5.4.1 Cămine de vane

(1) În toate nodurile reţelei de distribuţie se vor prevedea cămine dotate cu vane care să permită izolarea oricărui tronson care alimentează sau este alimentat din nod; construcţia căminului va fi subterană, dimensiunile fiind stabilite pe baza dimensiunilor armăturilor componente la care se adaugă o cameră de lucru (0,80 x 0,80 m în plan şi 1,70 m înălţime).

(2) Alegerea vanelor va fi corespunzătoare diametrelor tronsoanelor legate la nod. Toate vanele din nodurile arterelor de alimentare a zonelor reţelei vor fi prevăzute cu acţionare electrică cu posibilitatea acţionării de la distanţă.

(3) Se vor respecta prevederile SR 4163-1/1995 şi § 2.2.5.1 şi 2.2.5.2.

5.4.2. Cămine cu armături de golire

(1) Se prevăd în punctele joase ale conductelor; sistemele de golire şi spălare vor fi concepute să fie asigurată protecţia sanitară.

5.4.3 Cămine de ventil de aerisire – dezaerisire

(2) În punctele cele mai înalte ale arterelor se prevăd robinete automate de aerisire – dezaerisire, montate în cămine vizitabile, prevăzute cu evacuarea corespunzătoare a apei (se va asigura împotriva pătrunderii impurităţilor, deci contaminarea apei potabile). În nici un caz nu vor fi amplasate în zone inundabile. Punctele înalte vor fi ale conductelor nu ale terenului.

5.4.4 Compensatori de montaj, de dilatare, de tasare

(1) Compensatorii se montează:

a) pe arterele reţelelor de distribuţie ale căror îmbinări nu pot prelua deplasările axiale provocate de variaţia temperaturii apei sau terenului;
b) pe conductele din oţel îmbinate prin sudură şi montate în pământ, în vecinătatea armăturilor din fontă cu flanşe.

(2) Pentru conductele din materiale plastice (spre exemplu PVC-policlorura de vinil, PE-polietilenă, PAFS-poliesteri armaţi cu fibră de sticlă) se vor adopta măsuri constructive privind preluarea deformărilor prin dilatare a tronsoanelor de conductă la variaţiile de temperatură ale apei transportate.

5.4.5 Hidranţi de incendiu exteriori

(1) Sespecifica urmatoarele:

a) hidrantii de incendiu se monteaza de regula pe conductele de serviciu; racordarea lor la conductele principale se poate face atunci cand conducta de serviciu are diametrul sub 100 mm;
b) amplasarea hidrantilor de incendiu se face de regula la intersectiile de strazi, precum si in randul acestora, la distante care sa nu depaseasca 100 m;
c) distantele dintre hidranti, dintre acestia si carosabil, precum si fata de cladiri, se stabilesc conform reglementarilor specifice, astfel incat sa asigure functionarea mijloacelor de paza contra incendiilor;

d) conductele de racord ale hidrantilor trebuie sa fie cat mai scurte si nu mai mici de 80 mm diametrul nominal.

(2) Documentele de referinţă pentru hidranţii exteriori sunt: SR EN 14339/2006 şi SR EN 14384/2006 precum şi reglementări echivalente ale statelor membre ale Uniunii Europene sau Turcia sau ale statelor Asociaţiei Europene a Liberului Schimb parte la acordul privind Spaţiul Economic European, pentru hidranţi exteriori care sunt fabricaţi şi/ sau comercializaţi legal în aceste tări.

(3) Diametrul conductelor pe care se amplasează hidranţii exteriori vor fi: 100 mm pentru hidranţi de 80 mm diametru, 150 mm pentru hidranţi de 100 mm diametru şi 250 mm pentru hidranţi de 150 mm, (hidranţi supraterani, amplasaţi pe artere) pentru siguranţa intervenţiei în caz de reparaţii branşamentele hidrantilor de 150 mm si 250 mm trebuie prevăzute cu vane de izolare montate în cămine şi ţinute sigilate în poziţia deschis.

(4) Debitul minim unui al unui jet al hidrantuluide exterior se va considera 5 l/s; în cazul clădirilor pentru care este necesar un debit mai mare vor fi prevăzuţi mai mulţi hidranţi care vor funcţiona simultan. Amplasarea efectivă se va face conform pevederilor Normativului privind securitatea la incendiu a constructiilor, aplicabil, in vigoare.

(5) Amplasarea şi debitul hidranţilor interiori, se vor stabili conform prevederilor Normativului privind securitatea la incendiu a constructiilor. indicativ P118/2-2013.

(6) La stabilirea distanţelor de amplasare a hidranţilor exteriori pentru incendiu se va ţine seama şi de înălţimimea si volumul clădirilor.

(7) Prevederile Normativului P118/2-2013, referitoare la posibilitatea folosirii şi altor surse de apă în combaterea incendiilor, vor fi amendate în toate cazurile de următoarea restricţie generală: în nici o situaţie reţeaua de apă potabilă nu va fi conectată cu o altă reţea a cărei apă nu este potabilă, conform prevederii Legii nr.458/2002, privind calitatea apei potabile,republicată. Acest lucru este valabil pentru reţeaua exterioară clădirii dar şi pentru cea interioară. Când stingerea incendiului interior se preconizează să se facă cu apă din alte surse, reţelele vor fi separate, prin măsuri speciale controlabile. Este necesar emiterea avizului de la autorităţile din domeniul sănătăţii.

(8) Dacă din motive tehnologice (noduri de reţea, sectorizarea pentru reparaţii) se prevăd vane de închidere şi se izolează un tronson de conductă cu/sau fără hidranţi, se va verifica: pe tronsonul izolat să nu fie mai mult de 3 hidranţi; lungimea tronsonului să fie mai mică de 300 m; în cazul în care în zona influenţată apare un incendiu să existe rezerva în reţea sau să se impună măsuri speciale de lucru prevăzute de reglementările tehnice specifice, aplicabile, în vigoare.

(9) Durata de întrerupere a funcţionării tronsonului nu va depăşi 8 ore la localităţi mici şi 4 ore la localităţile mari (peste 100 000 locuitori).

(10) Toate reţelele de distribuţie pentru localităţile peste 5000 locuitori vor avea o structură/graf/schemă de lucru de formă inelară în zona cu riscul cel mai mare la incendiu.

(11) Reţelele de distribuţie pentru localităţi cu debit de incendiu > 20 l/s vor fi prevăzute cu legătură dublă la rezervoarele de apă.

(12) Hidranţii exteriori vor fi amplasaţi astfel încât să fie accesibili şi protejaţi, respectiv pozaţi subteran sau suprateran, în soluţie constructivă acceptată şi semnalizaţi corespunzător.

(13) Distanţa dintre doi hidranţi adiacenţi: cel mult 100 m.

(14) În cazul alimentării directe a motopompelor cu apă din rezervor (prin racordul special prevăzut) vor fi luate măsurile pentru evitarea murdăririi apei în mod accidental (pompe murdare, cisterne murdare); vor fi asigurate măsuri ca apa din rezervor să alimenteze gravitaţional recipientul folosit la stingerea incendiilor.

5.5 Balanţa cantităţilor de apă în reţelele de distribuţie

(1) Pentru reţelele existente/retehnologizate se impune elaborarea prin proiectare a balanţei cantităţilor de apă: injectate în reţea; furnizate utilizatorilor pentru asigurarea necesarului de apă la branşament.

5.5.1 Balanţa de apă şi determinarea apei care nu aduce venit (NRW –Non – Revenue Water)

(1) Calculul balanţei de apă se va efectua conform cu metodologia IWA (International Water Association) – grupul de lucru pierderi de apă conform capitolul 1, § 1.6, tabel 1.4.

5.5.2 Indicatori de performaţă

(1) Se va determina: nivelul minim teoretic al pierderilor care pot exista în reţeaua de distribuţie:

$$UARL = \left[q_{sp.c} \cdot \sum l_R + q_{sp.b} \cdot N_{br}\right] \cdot p \cdot 365 \cdot 10^{-3}\ (m^3/an) \qquad (5.20)$$

unde:

$q_{sp.c}$ – pierderile specifice prin avarii în conductele reţelei (dm^3/Km · zi);

$\sum l_R$ – lungimea totală a conductelor reţelei (Km);

$q_{sp.b}$ – pierderile specifice pe branşamente (dm^3/br.zi);

N_{br} – număr branşamente;

p – presiunea medie în reţea (m col. H_2O).

(2) Valorile specifice standard recomandate de IWA – WL – Task Force sunt:

a) pentru conducte în reţea: $q_{sp.c}$ = 15 – 20 dm^3/Km · zi şi m de presiune;

b) pentru branşamente: $q_{sp.br}$ = 15 – 25 dm^3/br.zi şi m de presiune.

(3) Indicatorul de performanţă (ILI) definit ca raportul între pierderile reale şi nivelul minim teoretic al pierderilor:

$$ILI = \frac{CARL}{UARL} \qquad (5.21)$$

unde:

CARL – pierderile reale anuale (m^3/an).

Indicatorul de performanţă ILI poate lua valori de 1 la > 30.

(4) În recomandările IWA se apreciază performanţa reţelei de distribuţie conform cu datele din tabelul următor:

Tabelul 5.5. Indicatori de performanţă pentru reţele de distribuţie.

Nr. crt.	Categoria de performanţă	ILI	Pierderea reală: dm^3/branş.zi pentru presiune medie				
			10 m	20 m	30 m	40 m	50 m
0	1	2	3	4	5	6	7
1	A	1 – 4	< 50	< 100	< 150	< 200	< 250
2	B	4 – 8	50 – 100	100 – 200	150 – 300	200 – 400	250 – 500
3	C	8 – 16	100 – 200	200 – 400	300 – 600	400 – 800	500 – 1000
4	D	> 16	> 200	> 400	> 600	> 800	> 1000

(5) Interpretarea indicatorilor este următoarea:

a) A şi indicele infrastructurii ILI = 1 – 4; investiţiile pentru reducerea pierderilor de apă se impune să fie analizate prin opţiuni bazate pe calcule tehnico – economice luând în consideraţie costul apei pierdute, riscul în asigurarea serviciului, valoarea energetică încorporată în apă şi costurile lucrărilor pentru depistare, măsurare, refacere avarii pe sectoare în reţea;

b) B şi ILI = 4 – 8; reducerea pierderilor este posibilă prin soluţii care să asigure:

1) controlul presiunilor în reţea şi menţinerea acesteia la valori cvasi – constante independent de variaţia consumului orar;

2) sectorizarea reţelei şi dotarea cu aparatură de măsurat debite şi presiuni pentru întocmirea balanţei de apă pe sectoare;

3) adaptarea contorilor referitor la clasa de precizie, calitatea măsurătorii şi eliminarea erorilor de măsurare;

4) inventarierea şi controlul strict al cantităţilor de apă nefacturate şi a consumurilor neautorizate.

c) C şi D şi ILI > 8

(6) Încadrarea în aceste categorii indică starea de degradare a reţelei de distribuţie cu pierderi peste 40% şi existenţa riscului privind asigurarea cantitativă şi calitativă a serviciului.

(7) Prin proiectare se va elabora un plan tehnic de retehnologizare a reţelei de distribuţie care va cuprinde:

a) Situaţia existentă a reţelei de distribuţie:

1. lungimi, diametre, materiale, vârsta acestora;
2. construcţiile anexe din reţea: cămine, dotare, branşamente, apometrii;
3. datele statistice: avarii pe tip conductă, durata şi costurile refacerii avariilor.

b) Model de calcul hidraulic şi de calitate apă al reţelei de distribuţie;

c) Soluţii de reabilitare: înlocuiri tronsoane, sectorizare reţea, costuri de investiţie;

d) Dotarea reţelei de distribuţie: măsurarea debitelor, contorizare consumuri, măsură presiuni; sisteme de colectare şi transmisie date;

e) Sistem SCADA –exemplificare – dispecer şi sistem GIS: monitorizare şi control on – line al reţelei de distribuţie: se vor prevedea dotări pentru monitorizare debite, presiuni, funcţionare staţii de pompare şi rezervoare;

f) Indicatori de performanţă, balanţa de apă.

(8) Planul tehnic va cuprinde etape anuale pentru o perioadă de minimum 10 ani.

6. Aducţiuni

6.1. Aducţiuni. Clasificare

(1) Definiţie: Construcţii şi instalaţii care asigură transportul apei între secţiunea de captare şi construcţiile de înmagazinare din schema sistemului de alimentare cu apă.

(2) Se utilizează următoarele scheme de aducţiuni:
a) aducţiuni cu funcţionare gravitaţională;
b) aducţiuni cu funcţionare prin pompare.

6.1.1 Aducţiuni gravitaţionale sub presiune

Se adoptă în cazul în care:
a) se asigură sarcina hidrodinamică H^* între cota captării şi cea a rezervorului;
b) debitul nu depăşeşte valori mari; se consideră debit mare debitul cu valoarea peste 1000 dm^3/s;
c) aducţiunea de lungime mare poate deservi utilizatorii în sistem regional;
d) calitatea apei transportate trebuie păstrată;
e) relieful terenului între captare şi rezervor permite realizarea acestei lucrări.

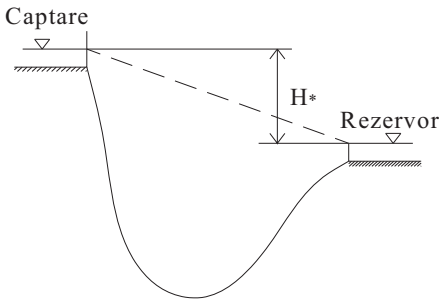


Figura 6.1. Schema aducţiunii gravitaţionale sub presiune.

6.1.2 Aducţiuni gravitaţionale funcţionând cu nivel liber

(1) Se adoptă atunci când:
a) cota captării este mai ridicată decât cota rezervorului;
b) terenul are pantă relativ uniformă între captare şi rezervor; un număr de lucrări de artă redus (traversări râuri, văi, căi ferate, drumuri naţionale);

(2) Aducţiunile cu nivel liber pot fi:
a) deschise (canale) când nu se impun restricţii la calitatea apei;
b) închise (apeducte) când se urmăreşte conservarea calităţii apei.

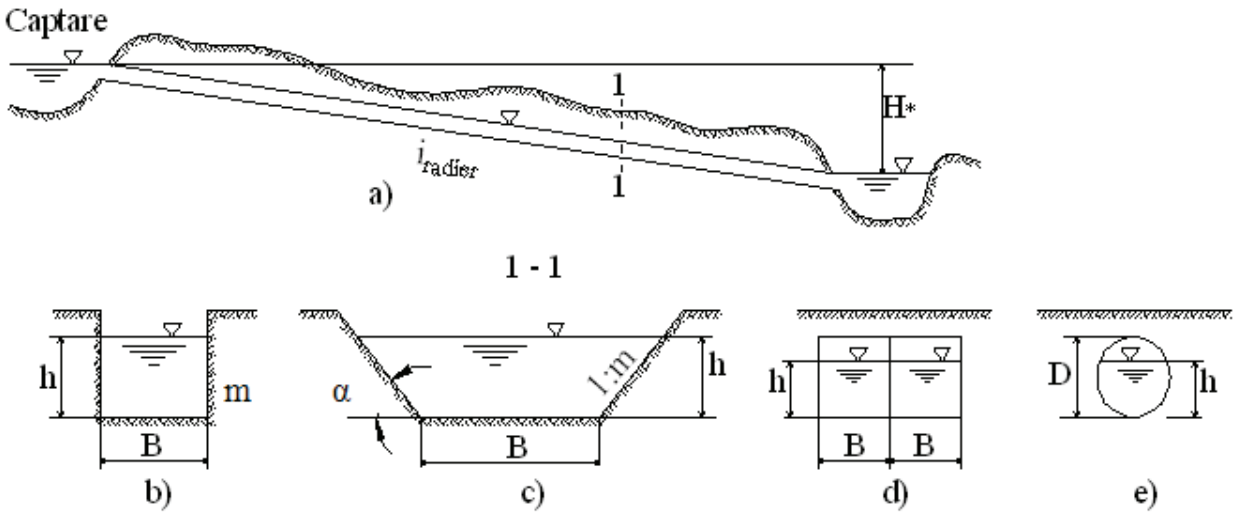


Figura 6.2. Schema aducţiunii gravitaţionale cu nivel liber (a).
Secţiuni caracteristice: b, c. canale deschise; d, e. apeducte.

6.1.3 Aducţiuni cu funcţionare prin pompare

Se adoptă când captarea se află la o cotă mai mică decât cota rezervorului. Pomparea se poate face într-o singura treaptă sau mai multe trepte, pa baza unui calcul de optimizare funcţie şi de configuraţia traseului.

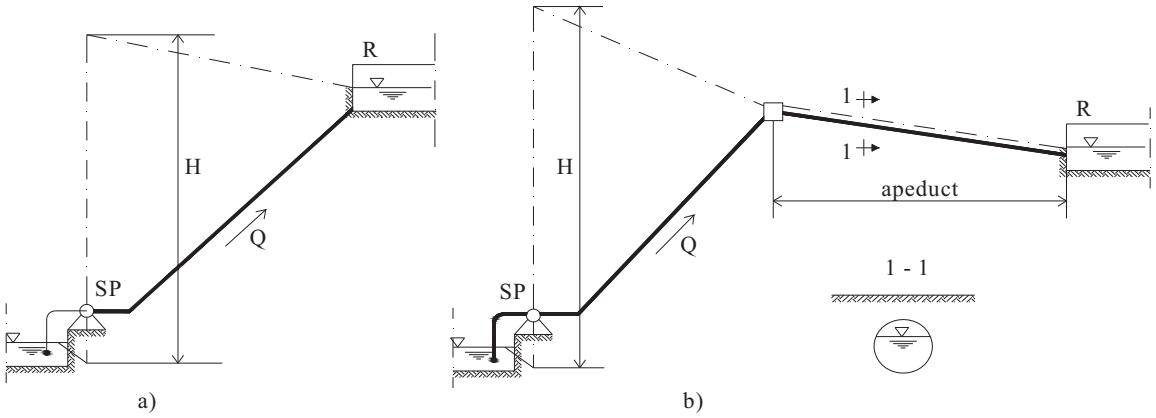


Figura 6.3. Schema aducţiunii funcţionând prin pompare.
a. aducţiune simplă prin pompare; b. aducţiune complexă: pompare şi apeduct.

6.1.4 Criterii generale de alegere a schemei hidraulice pentru aducţiuni

(1) Alegerea uneia dintre soluţii se face printr-o analiză tehnico-economică.

(2) Trebuie luate în considerare posibilităţile de execuţie (utilaje necesare, durată de execuţie, materiale disponibile), pagubele produse prin scoaterea din circuitul de folosinţă pe durata execuţiei aducţiunii o unor suprafeţe de teren.

Se va ţine seama de următoarele:

a) soluţia este sigură;
b) soluţia este executabilă;
c) aducţiunea poate fi amplasată în lungul unei căi de comunicaţie.
d) se poate asigura protecţie sanitară la aducţiunile de apă potabilă;
e) costul de investiţie este raţional;
f) energia înglobată este minimă;
g) iarna, funcţionarea nu este întreruptă.

6.2 Studiile necesare pentru elaborarea proiectului aducţiunii

(1) Pentru elaborarea proiectelor de aducţiune sunt necesare: studii topografice, geologice, geotehnice şi hidrochimice.

(2) Amploarea şi gradul de aprofundare a studiilor pentru diverse faze de proiectare se stabilesc de către proiectant cu acordul beneficiarului, în colaborare cu unităţile care întocmesc studiile respective şi în raport cu mărimea şi importanţa sistemului de alimentare cu apă.

6.2.1 Studii topografice

(1) Studiile topografice trebuie să pună la dispoziţie următoarele planuri, la scări convenabile gradului de detaliere cerut:

a) plan general de încadrare în zonă la scara 1:25 000 sau 1:10 000;
b) plan de situaţie al traseului ales, cu curbe de nivel, care să redea ca poziţie, formă şi dimensiune toate particularităţile planimetrice şi altimetrice ale terenului la scara 1:2000 sau 1:1 000;
c) releveele construcţiilor aflate în ampriza lucrărilor aducţiunii: drumuri, clădiri, poduri, canale, conducte, cabluri etc.;
d) profile transversale prin albii, maluri, versanţi, căi de comunicaţie pe traseul aducţiunii;
e) situaţia proprietăţii terenurilor;
f) poziţionarea eventualelor zone de poluare.

(2) Materializarea pe teren a punctelor topografice trebuie să fie astfel realizată, încât la execuţie să se asigure o aplicare corectă a proiectului.

6.2.2 Studii geologice şi geotehnice

(1) Studiile geologice şi geotehnice vor fi elaborate conform reglementărilor tehnice specifice privind documentaţii geotehnice pentru construcţii, aplicabile, în vigoare.

(2) Studiile geologice şi geotehnice trebuie să furnizeze date cu privire la:

a) stabilitatea terenului pe traseul aducţiunii.

b) caracteristicile geotehnice ale terenului: categoria terenului, unghiul de frecare, coeziunea terenului, greutatea volumică, umiditatea, coeficientul de tasare, rezistenţa admisibilă, permeabilitatea, adâncimea minimă de fundare;
c) înclinarea admisibilă a taluzului la tranşee fără sprijiniri şi categoria terenului din punct de vedere al execuţiei săpăturii (mediu, tare sau foarte tare);
d) nivelul apelor subterane; dacă apa subterană sau terenul prezintă agresivitate faţă de betoane sau construcţii metalice;
e) măsuri speciale pentru stabilizarea terenului în zonele susceptibile de alunecări, sau pentru prevenirea alunecărilor;
f) apreciere asupra stabilităţii terenului în ipoteza pierderilor de apă din aducţiune.
g) măsuri speciale pentru fundarea pe terenuri de consistenţă redusă, în terenuri cu tasări, în terenuri contractile şi în terenuri macroporice;

6.2.3 Studii hidrochimice

(1) Studiile hidrochimice trebuie să precizeze:
a) caracteristicile de calitate ale apei transportate corelate cu influenţele asupra materialului tuburilor şi îmbinărilor;
b) caracteristicile apei subterane din punct de vedere al acţiunii asupra materialului tubului şi asupra construcţiilor auxiliare;
c) caracteristicile solului de fundare asupra materialului tubului;
d) rezistivitatea solului.

(2) Studiile necesare la traversări şi subtraversări de cursuri de apă se întocmesc în conformitate cu reglementările tehnice specifice, aplicabile, în vigoare, precum şi cu STAS 9312/1987-Subtraversări de căi ferate şi drumuri cu conducte. Prescripţii de proiectare.

6.3 Proiectarea aducţiunilor

Proiectarea aducţiunilor are la bază următoarele date:
a) schema generală a sistemului de alimentare cu apă, cu indicarea poziţiei în plan şi a cotei de nivel a captării, a staţiei de tratare a apei şi a rezervoarelor;
b) debitul de calcul Q_I, Q'_I care să acopere cerinţa şi necesarul de apă al utilizatorului;
c) condiţii speciale privind asigurarea debitului minim în caz de avarie;
d) calitatea apei de transportat, care va determina soluţia şi materialul conductei;
e) avizul geologic-geotehnic asupra caracteristicilor terenului pe traseul aducţiunii, care vor determina: eventualele modificări ale traseului, alegerea materialului de construcţie a conductei şi vor servi la efectuarea calculelor de rezistenţă a aducţiunii;

6.3.1 Stabilirea traseului aducţiunii

(1) Traseul aducţiunii se alege în cadrul schemei de alimentare cu apă, corelat cu prevederile planurilor de urbanism general (PUG) şi ale planurilor de urbanism zonal (PUZ).

(2) Fixarea traseului aducţiunilor se stabileşte pe baza documentaţiei topografice şi geologice-geotehnice, ţinând seama de modul de funcţionare: prin gravitaţie cu nivel liber sau sub presiune şi prin pompare. La alegerea traseului şi a profilului în lung al conductelor de aducţiune trebuie avute în vedere următoarele criterii:
a) Traseul aducţiunii să fie astfel încât linia piezometrică la funcţionare normală să nu coboare în nici un punct sub cota superioară a bolţii conductei;

b) Traseul aducţiunii să fie cât mai scurt, uşor accesibil, amplasat în lungul drumurilor existente, evitându-se terenurile accidentate, alunecătoare, mlăştinoase, inundabile şi zonele dens construite; trebuie evitate de asemenea, zonele cu ape subterane la nivelul apropiat de nivelul terenului şi zonele în care terenul sau apa subterană prezintă agresivitate faţă de materialul conductei;
c) Se evită traseele de-a lungul coastelor;
d) Traseul să evite pe cât posibil traversări de drumuri, căi ferate şi râuri importante care necesită lucrări speciale;
e) Traseul să se adapteze la teren, astfel încât în profilul în lung al aducţiunii să se realizeze un număr mic de puncte înalte şi joase care necesită cămine speciale, şi să se obţină un volum minim de terasamente;
f) În profil longitudinal, conductele de aducţiune trebuie să aibă asigurată o acoperire minimă de pământ, egală cu adâncimea minimă de îngheţ din zona respectivă; trebuie respectată şi condiţia de adâncime minimă de fundare impusă de studiul geotehnic;
g) În profilul longitudinal conducta de aducţiune se prevede cu pante de minimum 0,5‰ evitându-se porţiunile de palier care îngreunează evacuarea aerului spre căminele de ventil.

(3) În profilul longitudinal al aducţiunii se va indica:
a) materialul şi dimensiunile conductelor;
b) cotele săpăturii;
c) cotele axului conductelor sau al radierului canalului;
d) linia piezometrică;
e) pantele săpăturii pe tronsoane;
f) poziţia instalaţiilor şi a construcţiilor aferente aducţiunii;
g) poziţia lucrărilor subterane existente pe traseu.

(4) Un exemplu de profil longitudinal se indică în figura 6.4.

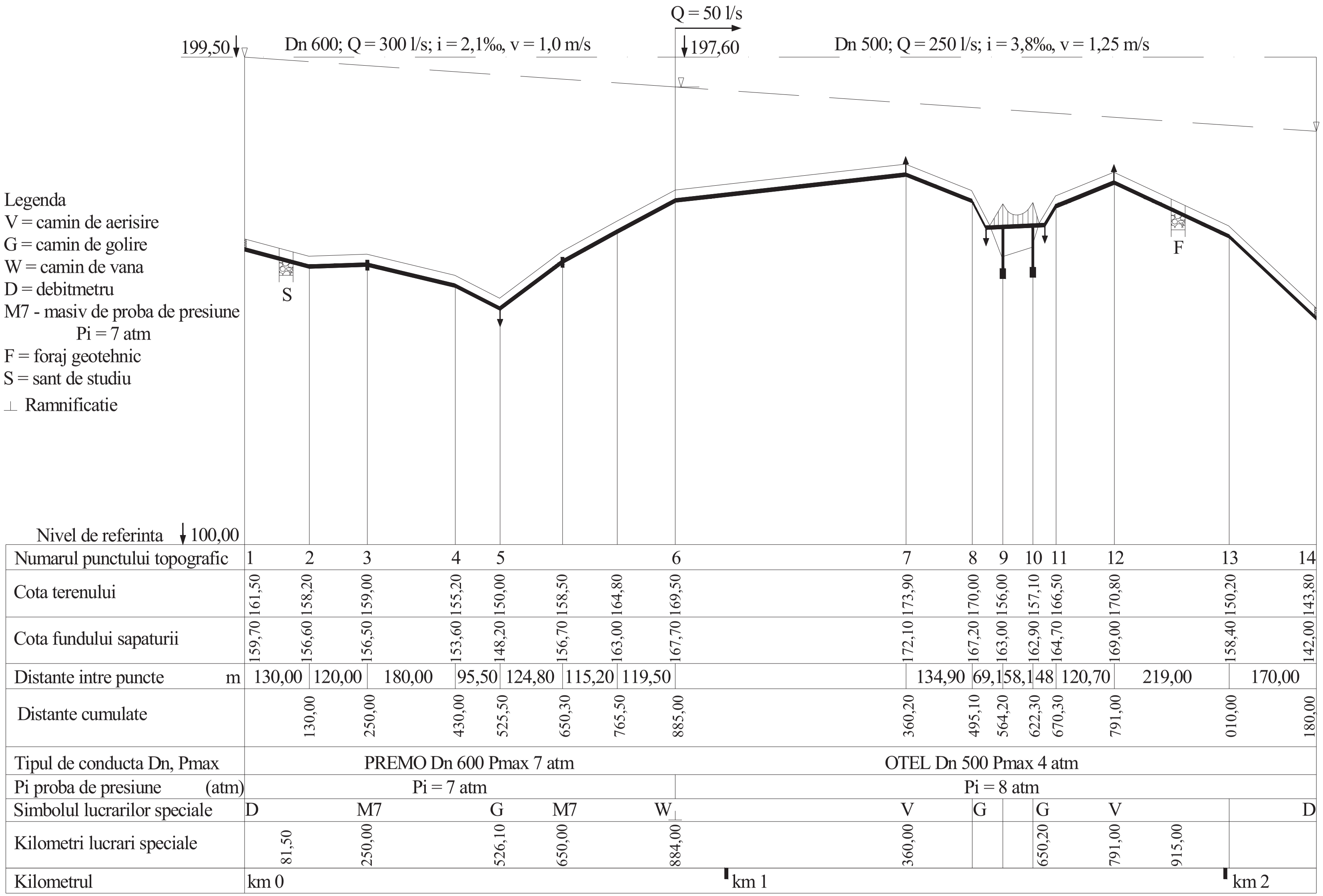


Figura 6.4. Profilul longitudinal al unei conducte de aducţiune. Exemplu.

6.3.2 Dimensionarea secţiunii aducţiunii

6.3.2.1 Calculul hidraulic al aducţiunii

6.3.2.1.1 Calculul hidraulic al aducţiunii gravitaţionale sub presiune

(1) Pentru calcule expeditive se utilizează formula Chezy – Manning:

$$Q = A \cdot C \cdot (R \cdot i)^{0,5}, \quad (\mathrm{m}^3/\mathrm{s}) \tag{6.1}$$

unde:

Q = debitul de dimensionare; pentru localităţi cerinţa de apă maxim zilnică (m^3/s);

A = secţiunea vie a conductei, (m^2);

C = $(1/n)\cdot R^{1/6}$ – coeficientul Chezy;

1/n = coeficient (inversul rugozităţii relative) ale cărui valori orientative sunt:

a) 74 pentru tuburi din beton simplu;
b) 83 pentru tuburi din beton armat precomprimat şi metalice;
c) 90 tuburi din mase plastice, tuburi din poliesteri armati cu fibră de sticlă.

R = raza hidraulică, R = D/4 (m), pentru conducte cu secţiune circulară;

D = diametrul interior al conductei, (m);

i = pierdere unitară de sarcină.

(2) Din figura 6.1 rezultă că cel mai mic diametru al conductei (din investiţie minimă) se realizează atunci când energia disponibilă H^* este egală cu pierderea de sarcină ($h_r = i \cdot L$). Din această corelaţie de optimizare se poate calcula valoarea $i = H^*/L$.

(3) Din relaţia (6.1) cunoscând Q, i şi rugozitatea materialului 1/n se poate determina diametrul conductei.

(4) Viteza apei se calculează considerând curgerea permanentă şi uniformă:

$$\mathrm{v} = \frac{\mathrm{Q}}{\mathrm{A}} \quad (\mathrm{m/s}) \tag{6.2}$$

(5) Pentru rezolvări expeditive, există diagrame pentru fiecare tip de material: pentru un diametru cunoscut, relaţia Q = f (i) este o linie dreaptă (reprezentare la scară logaritmică). În diagramă orice valoare este posibilă cu o singură restricţie: în momentul citirii coordonatei punctului, acesta trebuie să se afle pe o curbă a diametrului; diametrul trebuie să existe, să fie produs de serie, deci valoarea lui nu este interpretabilă; pentru combinaţii pot fi alese tronsoane succesive cu diametre diferite.

(6) Calculul coeficientului Darcy λ se mai poate face utilizând formula Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot lg\left(\frac{2,51}{Re\sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3,71 \cdot D}\right) \tag{6.3}$$

unde:

Re – numărul Reynolds, $\mathrm{Re} = \frac{\mathrm{v}\cdot\mathrm{R}}{\nu}$ (adimensional)

D – diametrul interior al conductei (m);

k – coeficient de rugozitate absolută (k = 0,003 mm ÷ 30 mm).

R – raza hidraulică (m);

ν – coeficient de vâzcozitate cinematică;

v – viteza apei în conductă (m/s);

H^* – sarcina hidrodinamică.

Coeficientul de rugozitate absolută k, va fi solicitat furnizorului de tuburi.

Calculul se efectuează prin aproximaţii succesive, prin alegerea unei valori D, determinarea valorii Re şi λ; calculul se continuă până când pentru o valoare D propusă relaţia (6.3) este satisfăcută.

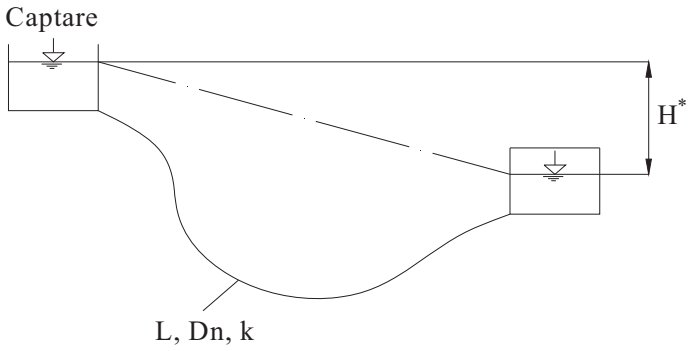


Figura 6.5. Dimensionarea aducţiunilor funcţionând gravitaţional.

Pe baza valorii λ se determină:

$$h_r = \lambda \frac{L}{D} \cdot \frac{Q^2}{2 \cdot g \cdot A^2} (m) \qquad (6.4)$$

Rezolvarea se efectuează prin aproximări succesive adoptând diametrul pentru care întreaga energie disponibilă se consumă pentru învingerea rezistenţei hidraulice $\Sigma h_r \equiv H^*$. La alegerea diametrului trebuie precizată calitatea materialului. Materialul se alege din oferta disponibilă pe piaţă şi din condiţia ca acesta să reziste la presiunea de lucru din timpul exploatării şi în situaţiile cele mai defavorabile: presiunea de încercare, presiunea în cazul loviturii de berbec.

(7) În situaţiile când pe o conductă sub presiune cu funcţionare gravitaţională sau prin pompare se produce o oprire bruscă a curgerii (închidere bruscă vană, oprire electropompă, spargerea conductei) energia masei de apă se disipează într-un proces oscilatoriu de comprimare-dilatare care poate conduce la spargerea (avarierea) conductei. Fenomenul este denumit lovitură de berbec (şoc hidraulic). Lovitura de berbec este caracterizată prin unde de presiune care se propagă în lungul conductei cu viteza sunetului. Combaterea fenomenului loviturii de berbec se face prin:

a) conducte real elastice (PEHD);
b) dispozitive care să reducă amploarea fenomenului.

Pentru calcule expeditive se calculează valoarea suprapresiunii:

$$\Delta p = \pm \rho \cdot c \cdot \Delta v \quad (m) \qquad (6.5)$$

$$c = \sqrt{\frac{E_a/\rho}{1 + \frac{D}{e} \cdot \frac{E_a}{E_c}}} \quad (m/s) \qquad (6.6)$$

şi se determină presiunea maximă în conducte $p = H_g + \Delta p$

unde:

c – celeritatea (m/s); cu valori de ordinul 900 ÷ 1100 m/s pentru conducte din beton, oţel;

g – acceleraţia gravitaţională (m/s^2);

E_a, E_c – modulul de elasticitate al apei, respectiv al materialului conductei (N/m^2);

D, e – diametrul, respectiv grosimea peretelui conductei (m);

ρ – densitatea apei (kg/m^3).

Pentru faza proiect de execuţie calculul se va efectua cu programe specializate sau prin metode grafo-analitice.

(8) Soluţii recomandate pentru combaterea loviturii de berbec:

8.1) la aducţiuni gravitaţionale

a)închiderea lentă a vanelor (v_o - v) redus, până când suprapresiunea poate fi preluată de rezistenţa materialului conductei;

b)viteza de închidere a vanelor cu plutitor la rezervoare sau cămine de rupere a presiunii va fi atât de mică încât suprapresiunea să fie acceptabilă (de regulă o închidere a vanei într-un timp de 10 ori mai mare decât timpul de reflexie $2l/v_0$, unde l este lungimea conductei, nu conduce la suprapresiune);

c)deschiderea vanei va fi făcută lent, în funcţie de mărimea ventilelor de aerisire;

d)asigurarea de ventile de aerisire în toate punctele înalte şi în căminele de vană de linie, astfel încât, la ruperea conductei şi apariţia unei unde negative de presiune, să nu se producă vacuum în conductă (efectul vaccumului poate fi aspiraţia garniturilor, aspirarea de apă murdară din exterior prin găurile conductei).

8.2) la aducţiuni funcţionând prin pompare

a) creşterea momentului de inerţie al pompei, astfel încât oprirea să se facă lent;

b) realizarea de castele de apă care asigură acumularea apei din conductă ridicând suprapresiunea şi trimiterea unei cantităţi de apă din castel în conductă, când se produce vacuum în conductă (este o soluţie sigură, dar costisitoare; este raţională la sisteme cu înălţime de refulare până la 20 m); poziţia favorabilă a castelului se stabileşte de la caz la caz;

c) prevederea de recipienţi cu pernă de aer; este soluţia cea mai bună, relativ uşor de realizat şi de amplasat; se aşează lângă pompe un recipient (rezervor tip hidrofor) legat printr-o conductă cu vană reglabilă; acesta este plin, parţial cu apă, parţial cu aer, la o presiune egală cu presiunea de regim din conductă; când pe conductă apare unda de suprapresiune, o parte din apa din conductă intră în recipient, mărind presiunea aerului până la egalizare cu noua presiune din conductă; când unda de suprapresiune trece, aerul din cazan se destinde, împingând în conductă o cantitate de apă (până la echlibrarea presiunii cazan-conductă) şi evitând valorile negative de presiune în conductă.

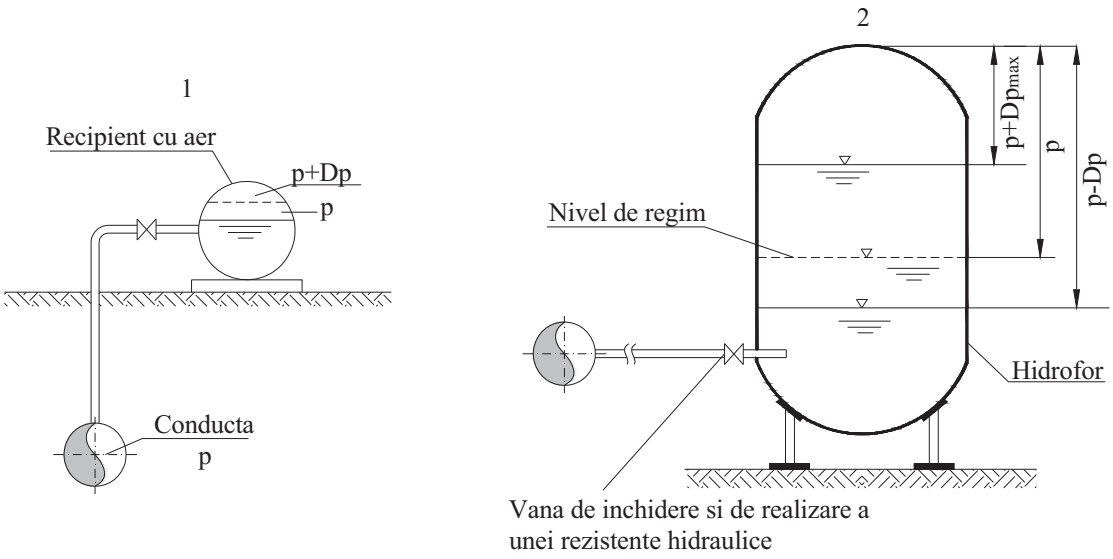


Figura 6.6. Amplasarea unui recipient cu aer sub presiune
1. orizontal, 2. vertical.

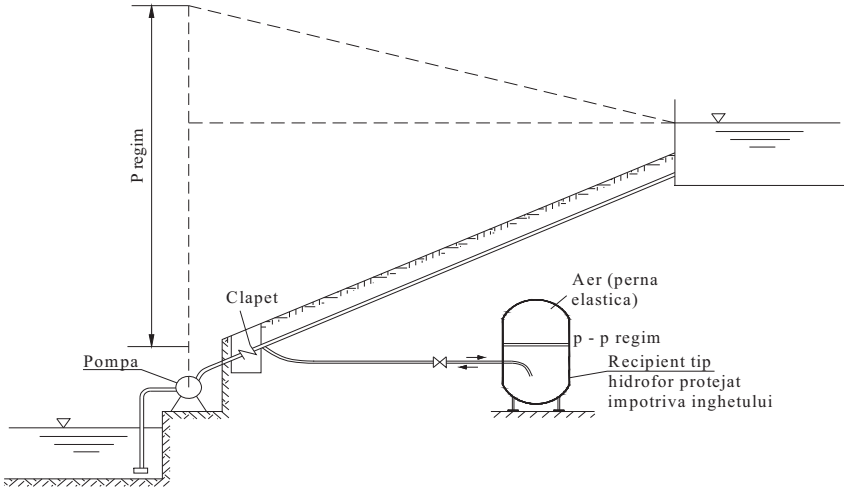


Figura 6.7. Combaterea loviturii de berbec cu recipient tip hidrofor.

6.3.2.1.2 Calculul hidraulic al aducţiunii gravitaţionale cu nivel liber

(1) Se alege o secţiune din condiţiile:

a) hidraulice: rază hidraulică maximă şi perimetrul muiat minim;
b) geotehnice: unghi de taluz, caracteristici teren, nivel apă subterană, natura îmbrăcăminţii;
c) pantă longitudinală;
d) viteza apei.

(2) Se stabileşte cheia limnimetrică (figura 6.8) pentru secţiunea adoptată şi panta longitudinală pe tronsoane de pantă idem; cheia limnimetrică reprezintă corelaţia Q = f (h) pentru i_R = idem; R_h = idem; 1/n = idem.

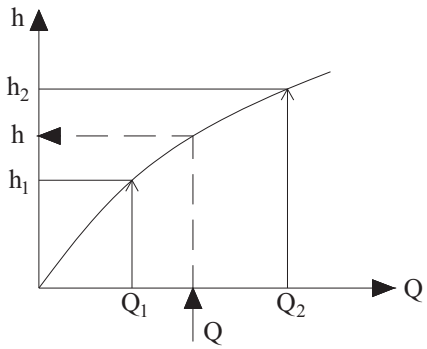


Figura 6.8. Cheia limnimetrică.

(3) Canale deschise

Formula generală de dimensionare a canalelor este:

$$Q = AC\sqrt{Ri_R} = K\sqrt{J} \quad (m^3/s) \tag{6.7}$$

în care $K = AC\sqrt{R}$ este modulul de debit, depinzând numai de elementele geometrice ale secţiunii şi de rugozitatea pereţilor.

i_R – panta radierului.

Forma optimă de profil transversal, pentru o secţiune udată A dată şi o pantă i_R dată, permite transportul debitului maxim.

a) Forma circulară este soluţia corespunzătoare, deoarece cercul are perimetrul minim. Pentru un canal cu curgere liberă, secţiunea corespunzătoare este semicercul, figura 6.9.

b) În practică se întrebuinţează forma de trapez circumscris semicercului.

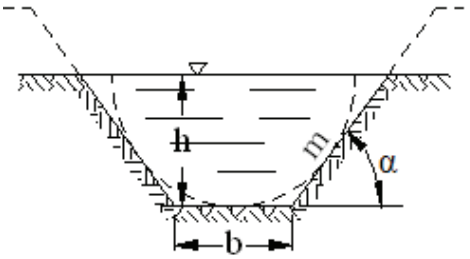


Figura 6.9. Secţiunea trapezoidală optimă: trapez circumscris semicercului.

$$\frac{b}{h} = 2\left[\sqrt{1+m^2} - m\right] \qquad (6.8)$$

Rezultă:

$$A = \left[2\sqrt{1+m^2} - m\right]h^2; \qquad \chi = 2\left[2\sqrt{1+m^2} - m\right]h; \qquad A = \chi \cdot \frac{h}{2} \qquad (6.9)$$

adică perimetrul este circumscris unui semicerc cu raza h.

(4) Protecţia taluzelor canalelor

a) Pentru stabilitatea canalului se vor adopta valori corespunzătoare pentru panta taluzului (1: m) şi a vitezei apei în canal, astfel încât să nu se producă eroziuni (tabelul 6.1).

Tabelul 6.1. Viteza limită pentru evitarea eroziunii taluzelor – diverse categorii de căptuşeli, în m/s.

Nr. crt.	**Natura căptuşelii**	**v_{max} (m/s)**
1	Argilă nisipoasă	0,5
2	Loess compact	0,6
3	Brazde aşezate pe lat	0,8
4	Beton asfaltic	2,0
5	Piatră brută uscată	3,0
6	Piatră brută rostuită	5,8
7	Beton B140	5,0
8	Beton B200	9,0

b) Panta taluzului se adoptă pe baza studiului geotehnic luând în consideraţie şi situaţiile de golire bruscă a canalului; notând m = ctg α, unde α este unghiul taluzului faţă de orizontală se adoptă pentru taluz valorile 1:1, 1:2, 1:3.

c) Funcţie de viteza de curgere a apei în canal, de natura terenului în care se amplasează, taluzele şi radierul se protejează corespunzător. Pentru canale cu funcţionare permanentă protecţia 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.

d) Pentru funcţionare în condiţii de timp friguros se vor adopta:

1. materiale rezistente la gelivitate, impermeabile (K < 10 m/zi);
2. măsuri care să permită ruperea stratului de gheaţă.
3. măsuri care să evite înzăpezirea canalului (la viscol);

(5) Apeducte

a) Apeductele se folosesc pentru transportul apei potabile/tratate sau chiar a unei ape brute, nepotabile pentru a preveni efectele provocate de factori climatici (zăpadă, gheaţă) şi de alţi factori care alterează calitatea apei sau produc pierderi prin evaporare şi exfiltraţii.

b) Secţiunea transversală este circulară de regulă; în cazuri speciale poate avea şi alte forme figura 6.10.

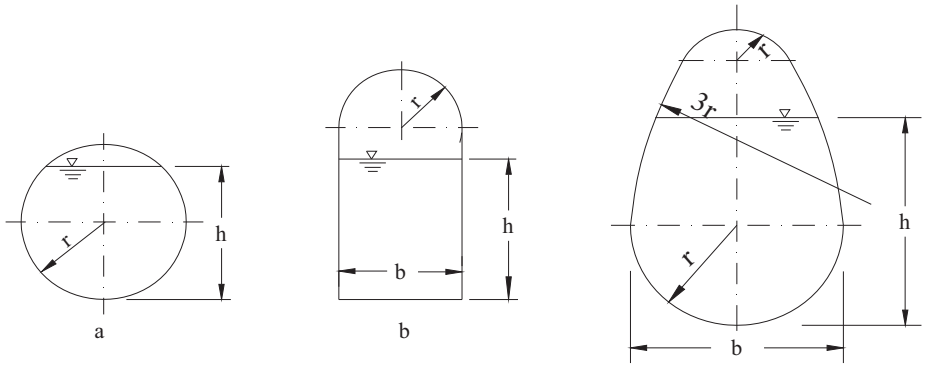


Figura 6.10. Forme ale secţiunii apeductelor.
a. circulară; b. dreptunghiulară cu boltă; c. ovoid întors.

Dimensionarea apeductelor se face idem § a) Canale deschise.

6.3.2.1.3 Calculul hidraulic al aducţiunii funcţionând prin pompare

(1) În cazul aducţiunilor funcţionând prin pompare intervin:

a) Energia de pompare necesară pe durata funcţionării; există o multitudine de soluţii deoarece pot fi adoptate diametre, materiale şi utilaje de pompare diferite;

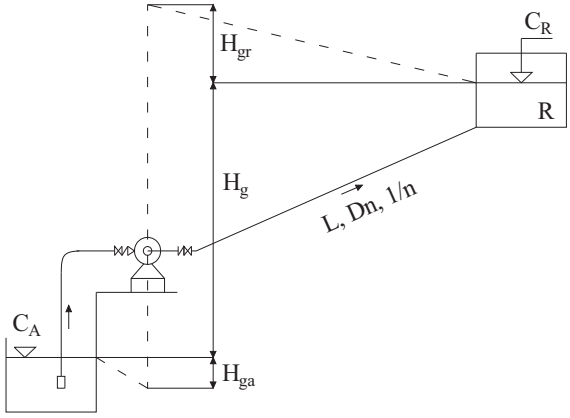


Figura 6.11. Schema hidraulică pentru calculul aducţiunii prin pompare.

b) Înălţimea geodezică de pompare:

$$H_g = C_R^{max} - C_A^{min} \quad \text{(m)} \tag{6.10}$$

c) Înălţimea de pompare:

$$H_p = H_g + H_{ga} + H_{gr} \quad \text{(m)} \tag{6.11}$$

unde:

H_{ga} – suma pierderilor de sarcină pe sistemul hidraulic de aspiraţie

$$H_{ga} = \frac{v^2}{2g}\left(\Sigma\zeta_i + \lambda_i \frac{l_i}{D_i}\right) \text{(m)} \tag{6.12}$$

ζ_i – coeficienţi de pierderi de sarcină locale, λ_i – coeficientul Darcy.

H_{gr} – pierdere de sarcină distribuită pe conducta de refulare;

$$H_{gr} = \lambda \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} (\text{m}) \qquad (6.13)$$

λ – coeficient de pierderi de sarcină;

d) Puterea necesară:

$$P = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H_p}{\eta} (\text{W}) \qquad (6.14)$$

ρ – densitatea apei (kg/m^3)

g – acceleraţia gravitaţională (m/s^2)

Q – debit (m^3/s)

H_p – înălţimea de pompare (m)

η – randamentul pompei;

e) Energia consumată

$$E = P \cdot t_F \ (\text{Wh}) \qquad (6.15)$$

f) Costul energiei anuale:

$$C_E = P \cdot t_F \cdot c_E (\text{lei}) \qquad (6.16)$$

t_F = număr ore funcţionare;

c_E = costul specific al energiei (lei/kWh).

g) Costul energiei scade prin creşterea diametrului.

h) Investiţia creşte cu mărirea diametrului.

(2) Costul de investiţie; depinde de diametru, material, caracteristicile traseului, metoda de execuţie, lungimea aducţiunii.

a) Diametrul economic se determină din condiţia ca suma cheltuielilor anuale de investiţie (aI) şi a costurilor de exploatare (C_E) să fie minimă (figura 6.12).

a – cota de amortisment.

$$a = 1/T_r (6.17)$$

I – investiţia;

b) T_r – durata normată de lucru a conductei, de regulă 50 ani.

Pentru calcule expeditive se poate folosi o valoare practică pentru viteza economică.

(3) Viteza economică sau diametrul economic depinde de:

a) mărimea debitului (Q) – în general v_{ec} creşte cu mărimea debitului;

b) timpul de funcţionare al sistemului: prin reducerea timpului de funcţionare creşte valoarea vitezei economice (ex: la 1h/zi v_{ec}> 3m/s);

c) randamentul şi calitatea utilajelor.

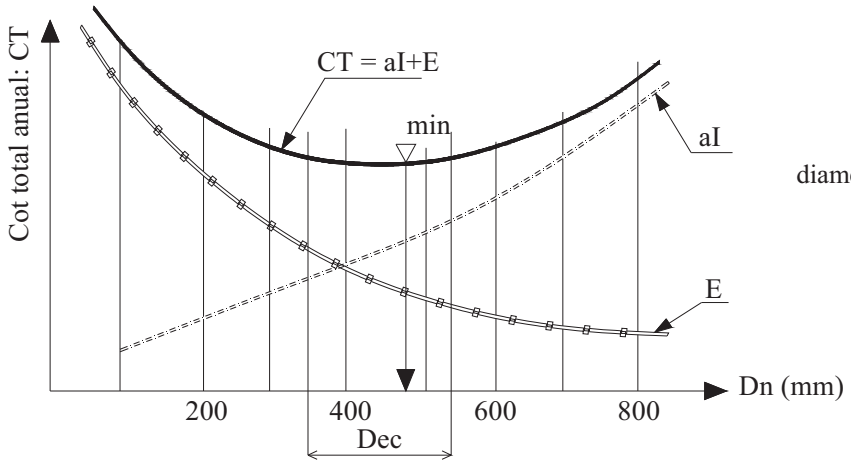


Figura 6.12. Determinarea diametrului economic al unei conducte funcţionând prin pompare.

6.3.3 Siguranţa operării aducţiunii

(1) Pentru a asigura funcţionarea neîntreruptă a unui sistem de transport a apei în care poate interveni o avarie remediabilă într-un timp T, soluţia economică se alege în funcţie de:

a) lungimea aducţiunii L (m);
b) debitul aducţiunii Q (m^3/s);
c) panta hidraulică disponibilă pe aducţiune;
d) mărimea rezervorului în care se transportă apa.

(2) Soluţia economică se poate realiza:

a) Cu o aducţiune cu două fire, interconectate cu bretele.
b) Cu o conductă unică şi un volum al rezervei de avarie care să asigure consumul pe perioada de avarie T (h).

(3) În cazul aducţiunilor funcţionând prin pompare măsurile de siguranţă se referă şi la staţia de pompare (alimentare dublă cu energie electrică, pompe de rezervă etc).

6.3.3.1 Aducţiuni din 2 fire legate cu bretele

(1) În caz de avarie, se izolează tronsonul avariat; debitul minim asigurat se poate calcula cu relaţia:

$$Q_{min} = \sqrt{\frac{H^*}{0{,}25 \cdot s_o \cdot l \cdot (n+4)}} \quad (m^3/s) \tag{6.18}$$

unde:
H^* – sarcina hidrodinamică (energia disponibilă a sistemului);
n – numărul de bretele;
l = L/(n+1) – lungimea unui tronson de conductă între două bretele;
s_o – modul specific de rezistenţă hidraulică; se calculează cu expresia:

$$s_o = \frac{1}{k^2} \quad (s^2/m^6) \tag{6.19}$$

k – modul de debit

$$k = AC\sqrt{R} \quad (m^3/s) \tag{6.20}$$

unde:
A – secţiunea conductei (m^2);
C – coeficient Chézy;
R – raza hidraulică (m

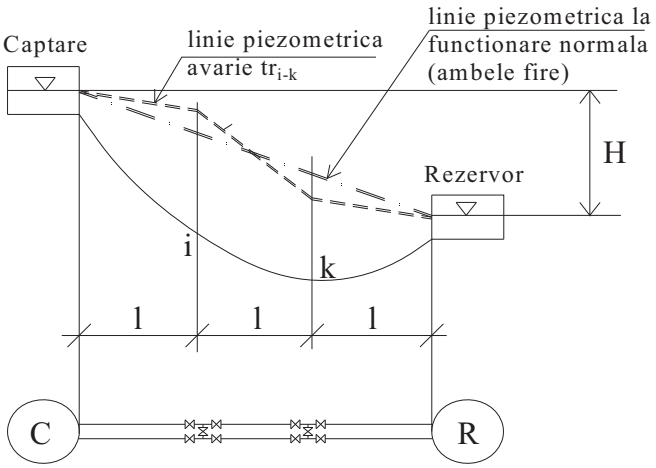


Figura 6.13. Aducţiune cu 2 fire, legate cu bretele.

6.3.3.2 Aducţiune cu 1 fir şi rezervă de avarie

(1) Volumul rezervei de avarie se va determina astfel ca să se asigure alimentarea utilizatorului pe durata de remediere a avariei; aceasta poate fi variabilă de la 6 la 24 h funcţie de:

a) dotarea aducţiunii cu sisteme de alarmă SCADA şi vane automate care să permită izolarea tronsonului avariat într-un timp scurt;
b) dotarea operatorului cu utilaje şi sisteme de intervenţie pentru refacerea în timp scurt a avariei;
c) accesibilitatea pe amplasamentul avariei.
d) volumul rezervei de avarie:

$$V_{av} = Q_{ad} \, x \, t_{r.av} \qquad (m^3) \qquad (6.21)$$

Q_{ad} – debitul transportat de aducţiune (m^3/s);
$t_{r.av}$ – timpul de refacere avariei (s).

6.3.3.3 Comparaţia soluţiilor

(1) Se va efectua o comparaţie tehnico-economică între soluţia cu dublare aducţiune (2 fire) şi soluţia cu prevederea unui volum de avarii.

6.3.3.4 Zona de protecţie sanitară la aducţiuni

Se vor respecta Normele speciale privind caracterul şi mărimea zonelor de protecţie sanitară, aprobate prin Hotarârea Guvernului nr.930/1995, astfel:

a) se vor prevedea 10 m de la generatoarele exterioare ale secţiunii aducţiunii ca zonă de regim sever astfel cum este definită şi identificată în norme;
b) sunt exceptate amplasării în zona de regim sever a aducţiunilor următoarelor lucrări de utilitate publică: reţele de apă, electricitate, telefonie, gaze naturale, termoficare.

6.3.4 Materiale pentru realizarea aducţiunii

(1) Alegerea materialului din care se execută aducţiunile se face în funcţie de condiţiile de funcţionare (presiuni, profil) şi de condiţiile locale (agresivitatea solului, capacitatea portantă a solului, încărcări mecanice exterioare). Se vor avea în vedere următoarele:

a) diametrul nominal al conductei;
b) presiunea interioară;
c) tipul legăturilor (sudură, îmbinare cu flanşe, îmbinare cu mufe);
d) încărcarea mecanică exetrioară;
e) coroziunea internă sau externă.

La alegerea materialului conductelor se au în vedere rezultatele calculului de dimensionare hidraulică şi de rezistenţă.

(2) Pentru aducţiuni cu L > 1 km se vor analiza minim 3 opţiuni de material pe baza:

a) costuri de investiţie;
b) riscul potenţial în întreruperea funcţionării datorate unei avarii;
c) comportarea în timp, exprimată prin durata de viaţă şi modificarea parametrilor de rezistenţă în timp; se va lua în consideraţie şi influenţa calităţii apei transportate asupra materialului aducţiunii.

(3) Proiectantul în acord cu beneficiarul va elabora o listă de priorităţi privind alegerea materialului.

(4) Durata de exploatare pentru funcţionarea aducţiunilor este de 50 de ani.

Tabelul 6.2. Materiale folosite curent la execuţia aducţiunilor.-exemplificare-

Nr. Crt.	Material	Îmbinări	Avantaje	Dezavantaje
1	Fontă de presiune	- cu flanşe - cu mufă	- durabilitate mare; - rezistentă la coroziune.	- material nerezistent la sarcini dinamice şi seismice; - îmbinarea cu mufă şi plumb ştemuit, deosebit de costisitoare şi manoperă mare.
2	Fontă ductilă	- cu flanşe - cu mufă	- material flexibil – rezistent la sarcini dinamice; - îmbinări garantate; - tuburile sunt protejate la interior cu un strat de mortar de ciment tratat termic şi la exterior cu protecţie de Zn.	-
3	Tuburi din oţel	- prin sudură - cu flanşe	- preia în condiţii bune sarcinile interioare şi exterioare nelimitate	- necesitatea protecţiei interioare/exterioare la coroziune foarte costisitoare
4	Beton armat precomprim at PREMO	- cu mufă şi inel de cauciuc	- durabilitate mare; - rezistente la acţiuni dinamice	- refacerea avariilor costisitoare; - coturi, racorduri din alte materiale.
5	Materiale plastice (PEID, PVC)	- cu manşon prefabricat - prin sudare cap la cap	- uşoare (PE - 0.93 g/cm^3, PVC – 1.4-1.6 g/cm^3) şi cu facilităţi deosebite de execuţie şi montaj prin sudură sau lipire; - rezistenţe la coroziune atât a apei cât şi a terenului în care se pozează.	- comportarea în timp, pe durate mari (20-30 ani),cu numeroase necunoscute; - coeficienţi de dilataţie termică mari care necesită măsuri speciale de pozare.
6	Alte tipuri de materiale (PAFSIN-din rasina poliesterica armata cu fibra de sticla)	- cu mufă de trecut pe tub din acelaşi material - cu inele de cauciuc elastomeric	- greutate redusă (1/4 faţă de tuburile din fontă); - rezistente la coroziune; - comportarea bună la sarcini dinamice.	- nu se cunoaşte comportarea în timp îndelungat (50 ani), atât din punct de vedere al influenţei asupra calităţii apei transportate, cât şi al comportării structurale.

6.3.5 Construcţii anexe pe aducţiune

(1) În funcţie de lungimea, configuraţia în plan şi profilul aducţiunii, de căile de comunicaţii şi văile sau cursurile de apă intersectate sunt necesare o serie de construcţii şi instalaţii accesorii pentru buna funcţionare a sistemului de transport.

Construcţiile auxiliare pot fi grupate astfel:

1) Cămine:
   a) cămine de vane de linie;
   b) cămine de golire;
   c) cămine de ventil;
   d) cămine pentru echipamente de control.
2) Traversări de râuri, căi ferate, drumuri sau depresiuni (uscate/umede).
3) Masive de ancoraj
4) Staţii de pompare.

6.3.5.1 Cămine

6.3.5.1.1 Cămine de vană de linie

(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 paralel, la traversările de căi de circulaţie şi în lungul conductei la fiecare 2 – 3 km.

(2) Sectorul conductei din amonte/aval de vană se verifică la presiunea hidrostatică corespunzătoare profilului aducţiunii şi se adoptă măsuri adecvate (vane de limitare a presiunii, cămine de rupere de presiune).

6.3.5.1.2 Cămine de golire

(1) Căminele de golire se amplasează în punctele joase de pe profilul aducţiunii sau în apropierea acestora în cazul în care există posibilitatea descărcării gravitaţionale directe a tronsonului de conductă într-un emisar apropiat şi amonte de fiecare vană de linie.

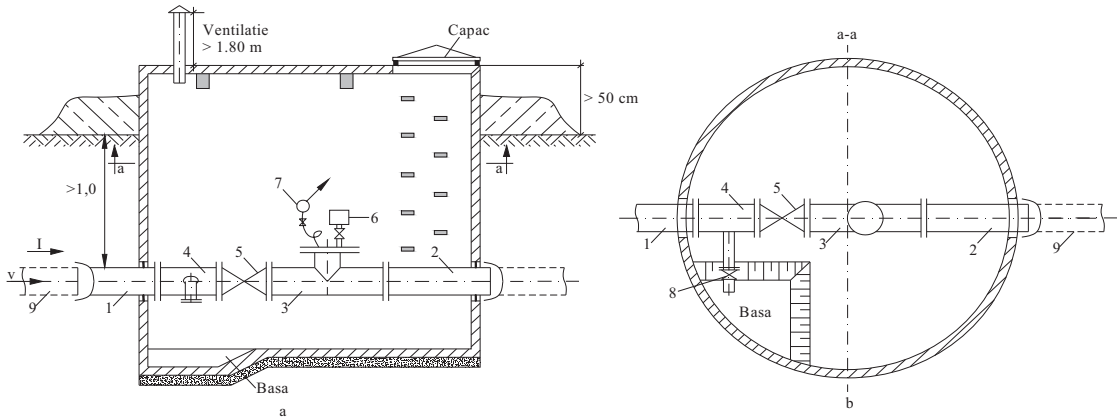


Figura 6.14.Cămin de vană de linie şi golire
a. secţiune verticală; b. secţiune orizontală;1, 2. piese metalice racord, 3. teu cu flanşe, pentru acces, 4. teu pentru vana de golire, 5. vană de linie, ventil de aerisire, 7. manometru (traductor de presiune), 8. vană de golire, 9. conducta de aducţiune.

(2) Dimensiunile căminelor rezultă pe baza cotelor de catalog ale instalaţiilor hidraulice şi asigurarea unei camere de lucru de min. 1,80 înălţime şi 0,8 x 0,8 m2 (în plan); se vor lua în

consideraţie măsuri constructive pentru a permite introducerea/scoaterea celei mai mari piese componente a instalaţiei hidraulice.

(3) Este indicat ca proiectantul să analizeze în ansamblul traseului aducţiunii, uniformizarea căminelor pentru vane de linie, dispozitive de golire şi de ventil.

6.3.5.1.3 Cămine de ventil

(1) Ventilul de aerisire are dublu rol: de a evacua aerul care se colectează în punctele înalte de pe traseu şi totodată de a permite pătrunderea din exterior a aerului în conductă în cazul golirii conductei şi producerii vacuumului la loviturile hidraulice.

(2) Întrucât în racordul la ventil apa poate stagna, este necesară izolarea termică împotriva îngheţului.

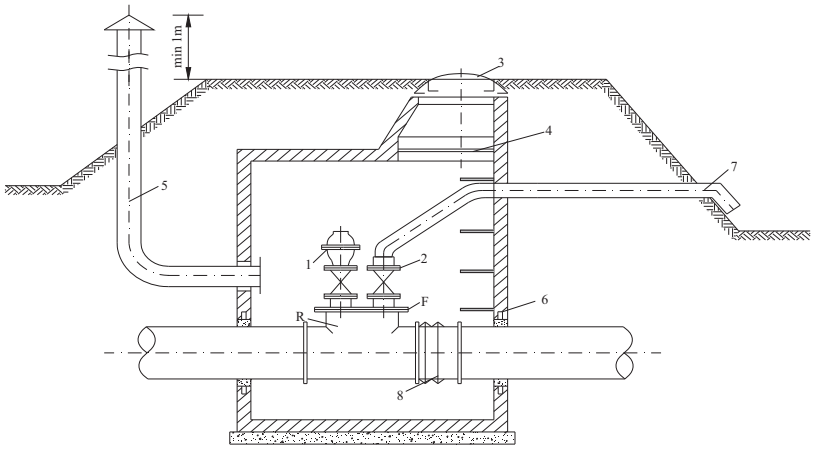


Figura 6.15.Cămin de ventil
R – ramnificaţie, F – flanşă oarbă;
1. ventil de aerisire; 2. robinet de control; 3. capac cu incuietoare; 4. capac interior pentru izolaţie termică; 5. ventilaţie; 6. trecere prin perete; 7. conductă de evacuare pentru verificare funcţionare ventil; 8. compensator.
NOTĂ: Toate căminele vor fi amplasate astfel ca să nu fie inundate la ape mari sau ploi excepţionale.

6.3.5.2 Traversările cursurilor de apă şi căilor de comunicaţie

6.3.5.2.1 Traversarea cursurilor de apă

(1) Se poate face prin îngroparea conductei sub fundul albiei dacă intervenţia în caz de avarie se poate realiza relativ uşor.

(2) Pentru siguranţă traversarea prin îngropare sub fundul albiei (fig. 6.16) se realizează cu două fire de conducte din ţevi de oţel fiecare având vane de izolare la capăt. Căminele vor fi realizate astfel ca să nu fie înecate în caz de inundaţie. Conductele se îngroapă sub adâncimea de afuiere a râului în sectorul respectiv şi se protejează cu palplanşe şi anrocamente sau numai cu anrocamente. Acest sistem de traversare prezintă dificultăţi atât la execuţie cât şi la exploatare, de aceea este recomandabil numai pentru văile cu debite reduse de apă şi cu separare clară între albia minoră şi albia majoră (loc pentru batardou).

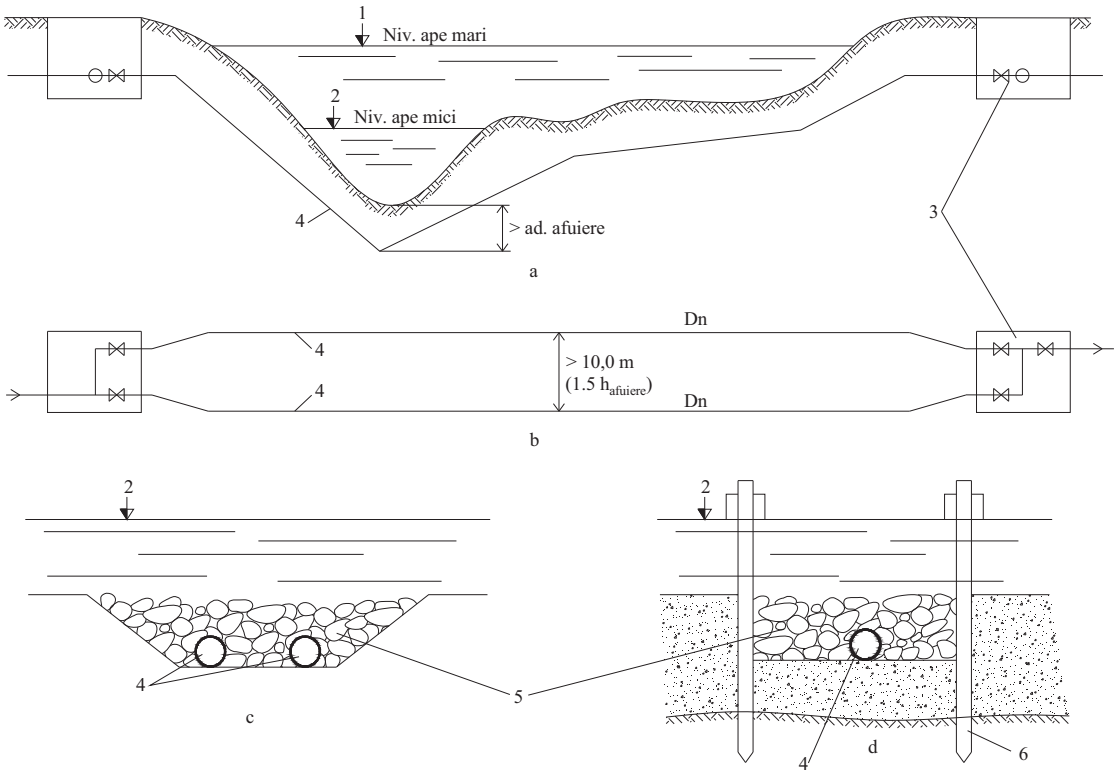


Figura 6.16. Traversare de conductă pe sub fundul râului:
a. secţiune longitudinală; b. plan; c. secţiune transversală la săpătură în tranşee;
d. secţiune transversală la săpătură în incintă de palplanşe;
1. nivel ape mari; 2. nivel ape mici; 3.cămine de vane; 4. conducte; 5. anrocamente; 6. palplanşe.

(3) Intervenţia se face la ape mici. Debitul de dimensionare a unei conducte este 0,7Q.

(4) Pentru râuri importante (fluvii) se poate executa subtraversarea prin metode de foraj orizontal (pipe-jacking) la o adâncime convenabilă (2-3 ori adâncimea de afuiere); diametrul forajului va fi (1,2 ... 1,3) DN; pe fiecare mal se vor prevedea chesoane necesare pentru montarea/scoaterea maşinii de foraj; acestea vor adăposti ulterior instalaţia hidraulică de izolare a tronsonului de subtraversare; în interiorul forajului se va monta conducta de aducţiune din tronsoane montate în chesonul de mal şi trase în interiorul tubului de protecţie.

(5) În funcţie de gradul de siguranţă cerut pentru aducţiune se va analiza opţiunea prevederii a 2 fire de subtraversare cu posibilitatea izolării fiecăruia.

(6) Se vor prevedea dotări pentru urmărirea presiunii pe aducţiune în zona subtraversării, controlul integrităţii conductei şi eventuale demontări ale conductei în zona subtraversării.

6.3.5.2.2 Traversarea căilor de comunicaţie

(1) La intersecţia cu căile de transport aducţiunea este amplasată sub calea de transport printr-o construcţie după prevederile avizate sau impuse de autoritatea specifică domeniului transporturilor.

(2) Trecerea se face prin conducte protejate în tuburi cu diametrul mai mare decât al aducţiunii (figura 6.17) sau prin conducte montate în galerii de protecţie dacă adâncimea de pozare a conductei este mai mare de 4 m. Traversările trebuiesc concepute şi realizate astfel încât în caz de avarie să nu afecteze siguranţa căii iar reparaţia la conductă să se poată facă fără restricţii de circulaţie. Soluţia va fi analizată de beneficiarul căii.

(3) Traversările nevizitabile se execută cu tuburi protectoare din materiale care să preia solicitările date din circulaţie prin procedeul forajului orizontal (pipe-jacking).

(4) Proiectele de traversare a aducţiunilor sub căile de comunicaţie prevăd ca diametrul tubului de protecţie să fie 1,5 ori diametrul aducţiunii. La capetele traversării sunt prevăzute cămine pentru vane. În căminul de vană din aval pătrunde şi capătul tubului de protecţie, care este montat în pantă, pentru a permite scurgerea apei, care eventual ar curge prin neetanşeitatea conductei de aducţiune. Conducta este susţinută deasupra generatoarei inferioare a tubului de protecţie prin intermediul unor role sau al unor suporţi elastici pentru a prelua sarcinile dinamice.

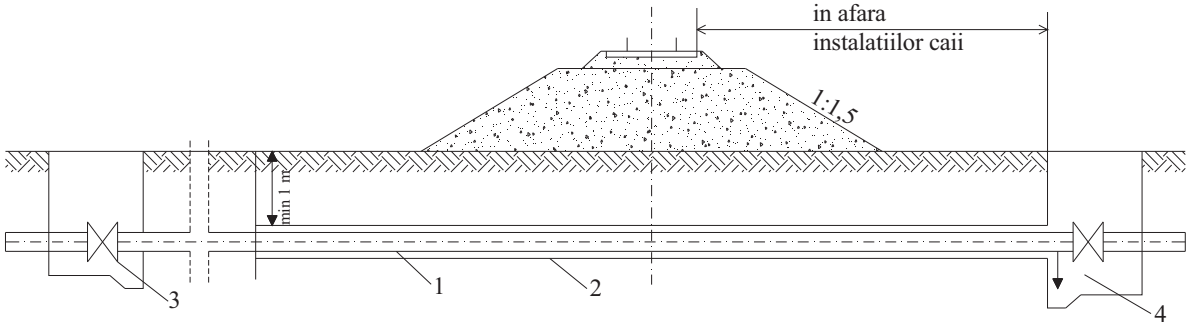


Figura 6.17. Trecere nevizitabilă pe sub o cale ferată
1. conductă metalică; 2. tub de protecţie;3. cămin pentru vană de izolare şi pentru ventilul de aerisire; 4. cămin pentru vană de izolare şi pentru golire.

6.3.5.2.3 Traversări aeriene de văi (râuri)

(1) Traversarea conductelor peste cursurile de apă se poate face şi aerian:
   a) prin utilizarea unor poduri existente, conductele urmând a fi ancorate sub consola trotuarului sau de antretoazele podului cu condiţia verificării statice şi de rezistenţă a ansamblului şi cu acordul beneficiarului de folosinţă a lucrării de artă;
   b) prin poduri apeduct independente.

(2) Soluţiile constructive pentru aceste poduri se adoptă pa baza calculelor structurale şi de cost comparative între sistemele cu conductă autoportantă pe pile sau poduri suspendate. Alegerea soluţiei depinde de condiţiile geotehnice de fundare ale infrastructurii şi de condiţiile pentru execuţia acesteia. Calculul podurilor apeduct se face respectându-se toate principiile construcţiei podurilor pentru căi de comunicaţie, ţinând seama şi de eforturile care apar datorită apei. La soluţionarea podurilor apeduct se ţine seama şi de necesităţile locale de traversare a albiei, podul fiind eventual executat pentru a permite şi trecerea pietonilor, sau combinându-se cu construcţia unui pod rutier cerut de nevoile transportului local. Se va analiza problema siguranţei având în vedere că avarierea unui asemenea poate fi mult mai gravă ca a unui pod obişnuit.

6.3.5.3 Proba de presiune a conductelor

(1) Se va efectua conform prevederilor SR EN 805/ 2000.

(2) Se vor lua în consideraţie următoarele:

a) când lungimea aducţiunii depăşeşte 1,0 km se calculează suprapresiunea din lovitura de berbec şi se stabilesc măsuri de protecţie;
b) pentru conductele cu lungimea sub 1,0 km valoarea suprapresiunii din lovitura de berbec se calculează prin metode expeditive.

(3) Metodele de realizare a probei de presiune sunt cele indicate în SR EN 805/ 2000.

(4) Pierderea de apă admisibilă la sfârşitul perioadei de probă se calculează:

$$\Delta V_{max} = 1{,}2 \cdot V \cdot \Delta p \cdot \left[\frac{1}{E_W} + \frac{D}{e \cdot E_R}\right] \quad (\mathrm{dm}^3) \qquad (6.22)$$

unde:
ΔV_{max} – pierderea de apă admisibilă în dm^3;
V – volumul tronsonului de conductă de încercat, în dm^3;
Δp – căderea de presiune admisibilă în kPa;
E_W – modulul de elasticitate al apei în kPa;
D – diametrul interior al tubului în m;
e – grosimea peretelui tubului în m;
E_R – modulul de elasticitate la încovoiere transversală al peretelui tubului în kPa;
1,2 – factor de corecţie (ex: pentru aer rezidual) în timpul încercării principale de presiune.

NOTĂ: Este importantă legătura – presiunea de încercare, presiunea de lucru, presiunea la lovitura de berbec şi presiunea de fabricaţie a conductei (PN).

Pentru calcule se va considera:
$E_W = 2{,}1 \cdot 10^6$ kPa
E_R – caracteristic fiecărui tip de material; valoarea va fi pusă la dispoziţie de fabricantul tuburilor;

(5) Pentru determinarea căderii de presiune Δp se vor respecta procedurile conform A. 26 ad. 11.3.3.3, A 27 ad. 11.3.3.4, A 27.4 şi A 27,5 conform SR EN 805/ 2000.

(6) Se vor respecta următoarele prevederi generale şi specifice:
a) Proba de presiune pentru aducţiuni se face pe tronsoane cu lungimea cuprinsă între 500 m şi 2000 m la care sunt montate armăturile, sunt executate toate masivele de ancoraj şi s-au executat umpluturile (cu excepţia secţiunilor de îmbinare care rămân libere) în conformitate cu cerinţele caietului de sarcini; adoptarea configuraţiei tronsoanelor de probă se realizează pe baza profilului longitudinal al aducţiunii;
b) Înălţimea umpluturii peste creasta conductei va fi de min. 1 m, iar pentru conductele cu presiune mai are de 16 bari, de min. 1,2 m;
c) Umplutura se va realiza şi compacta pe toată lungimea conductei, mai puţin în zona îmbinărilor care rămân libere pentru a se constata eventuale pierderi de apă;
d) Pentru presiune mai mare de 16 bari şi în cazul când îmbinările s-au executat cu devieri în limita celor admisibile, umplutura se va executa cu deosebită atenţie luând în consideraţie posibilitatea de plutire;
e) Umplerea tronsoanelor de probă se va face astfel încât să se asigure completa evacuare a aerului din conductă. Se recomandă ca umplerea să se facă din capătul cel mai jos al conductei. După umplere se recomandă o aerisire finală a conductei, prin realizarea unei uşoare suprapresiuni până la eliminarea totală a bulelor de aer din apă, după care se închid dispozitivele de aerisire. Fiecare furnizor de tuburi va indica pentru fiecare diametru debitul de umplere;

f) Ridicarea presiunii de probă se face în trepte de 0,5 bari cu o pompă de presiune cu debit mic şi cu urmărirea permanentă a secţiunilor de îmbinare şi a secţiunilor caracteristice (ex. devieri controlate);
g) Remedierea defecţiunilor, dacă este cazul, se va face numai după golirea conductei;
h) Pentru testarea unui tronson de conductă capetele tronsonului se vor închide etanş. Pe capacele de închidere se vor suda ştuţurile de umplere, golire, aerisire şi pentru racordul manometrului;
i) Pentru măsurarea presiunii se folosesc manometre având gama de precizie adoptată astfel:
   - până la 10 bari ..... precizia citirii 0,1 bari
   - de la 10 la 20 bari ..... precizia citirii 0,2 bari
j) Presiunea la care s-a executat proba, rezultatele obţinute precum şi toate defecţiunile constatate şi remedierile efectuate se trec în Procesul verbal de recepţie care se depune la Cartea construcţiei.
k) Pentru fiecare tip de material furnizorul va indica detaliile şi va livra sistemele de închidere a capetelor tronsonului de probă.

NOTĂ: Atunci când aducţiunea este prevăzută ca în viitor să lucreze la parametrii mai mari aceştia vor fi luaţi în considerare la proiectarea şi încercarea conductei.

(7) Forţa de presiune pe sistemele de închidere a tronsonului de probă trebuie transmisă unor masive de ancoraj. Transmiterea forţei de presiune de la capetele de închidere către pământ se va face prin masive de ancoraj sau reazeme specifice.

(8) Masivele pentru proba de presiune vor fi astfel proiectate şi executate încât să permită continuarea execuţiei aducţiunii cu lucrări de demolare şi costuri minime.

(9) Se impune ca la distanţa 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 forţa de presiune masivului de pământ prin antrenarea rezistenţei pasive a acestuia.

(10) După terminarea probei se poate continua cu execuţia tranşeei. Un exemplu de masiv de probă pentru conducte de diametru mare este dat în figura 6.19.

(11) Proiectantul va solicita furnizorului de tuburi elementele de detaliu privind modulul de elasticitate la încovoiere a peretelui conductei (pentru lotul de tuburi care se vor livra) şi domeniul valorilor vitezei undei de presiune funcţie de diametru, clasă şi presiune.

6.3.5.4 Masive de ancoraj

(1) Masivele de ancoraj se introduc în secţiunile unde conducta prezintă pe traseu modificări de direcţie şi solicitările necesare nu pot fi preluate de conducta însăşi sau nu pot fi transmise terenului de fundare fără a produce deplasări ale conductei care pot produce instabilitatea şi pierderea etanşeităţii acesteia. Astfel de solicitări se produc datorită presiunii apei în interiorul conductei la coturi (şi uneorişi la viteze mari ale apei), ramificaţii şi 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 ţevi de oţel sudate. Pentru conductele din tuburi cu îmbinări mufate, în punctele menţionate este necesară introducerea unor tronsoane de conductă sprijinite de masive de ancoraj.

(2) Forţa exercitată de apa din conductă la un cot având unghiul α^o (figura 6.18a) pe direcţia bisectoarei unghiului format de conductă, se determină cu formula:

$$S = 1{,}57 \cdot DN^2 \cdot p \cdot sin\frac{\alpha}{2} (\text{daN}) \qquad (6.23)$$

DN = diametrul conductei (cm);
p = presiunea maximă din conductă (daN/cm^2)

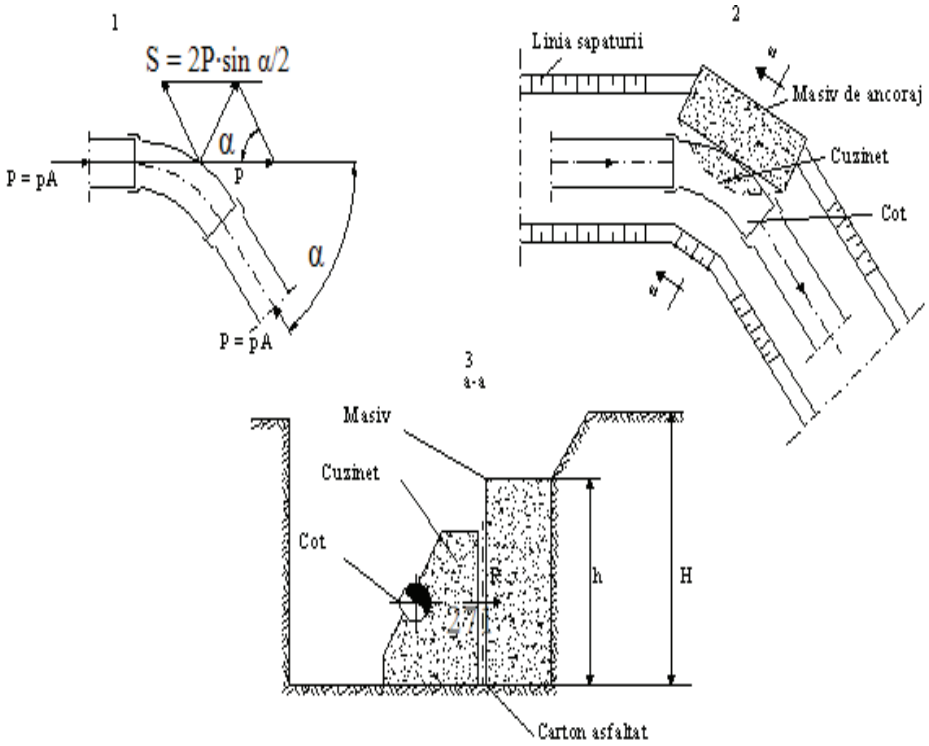


Figura 6.18. Masiv de ancoraj;
1. schema de calcul; 2. vedere in plan a masivului; 3. secţiunea a-a

(3) Condiţia de dimensionare a masivului de ancoraj:

$$S \leq 0{,}9\ T \tag{6.24}$$

$$S \leq p \cdot A \tag{6.25}$$

A = secţiunea conductei (m^2);

T = solicitarea totală care poate fi preluată de terenul de fundaţie;

$$T = T_1 + T_2 \tag{6.26}$$

T_1 = împingerea pasivă a terenului:

$$T_1 = \frac{1}{2} \cdot tg^2 \cdot \left(45^0 + \frac{\varphi}{2}\right) \cdot \gamma \cdot (h_2^2 - h_1^2) \cdot l(\text{kgf}) \tag{6.27}$$

φ – unghiul de frecare interioară a terenului de fundaţie;

γ – greutatea volumetrică a pământului (1600-1800 kg/m^3);

l, h_2 şi h_1 sunt indicaţi în figura 6.20a.

T_2 = Gf – componenta orizontală a frecării pe talpa de fundaţie, în kgf, G fiind greutatea masivului de ancoraj, în kgf, iar f – coeficientul de frecare între beton şi pământ, variabil între 0,3 şi 0,5.

p = presiunea admisibilă pe talpa de fundaţie astfel ca deformaţia pământului să nu depăşească o valoare limită; de regulă p ≤ 1 daN/cm^2;

A = suprafaţa de reazem pe pământul viu.

(4) În figura 6.20 se prezintă masive de ancoraj pentru un cot pe orizontală (a) şi pentru coturi în plan vertical (b şi c).

(5) 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.

(6) Tipul şi forma masivelor de probă de presiune sunt cele indicate în figura 6.19.

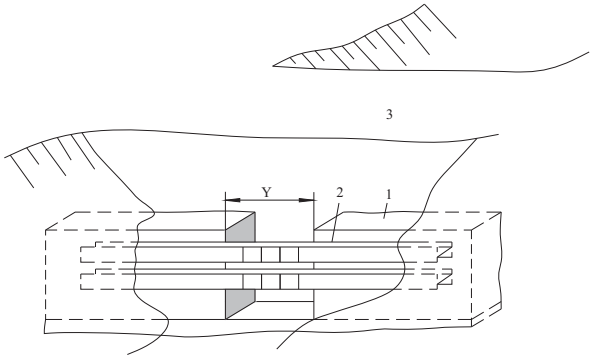
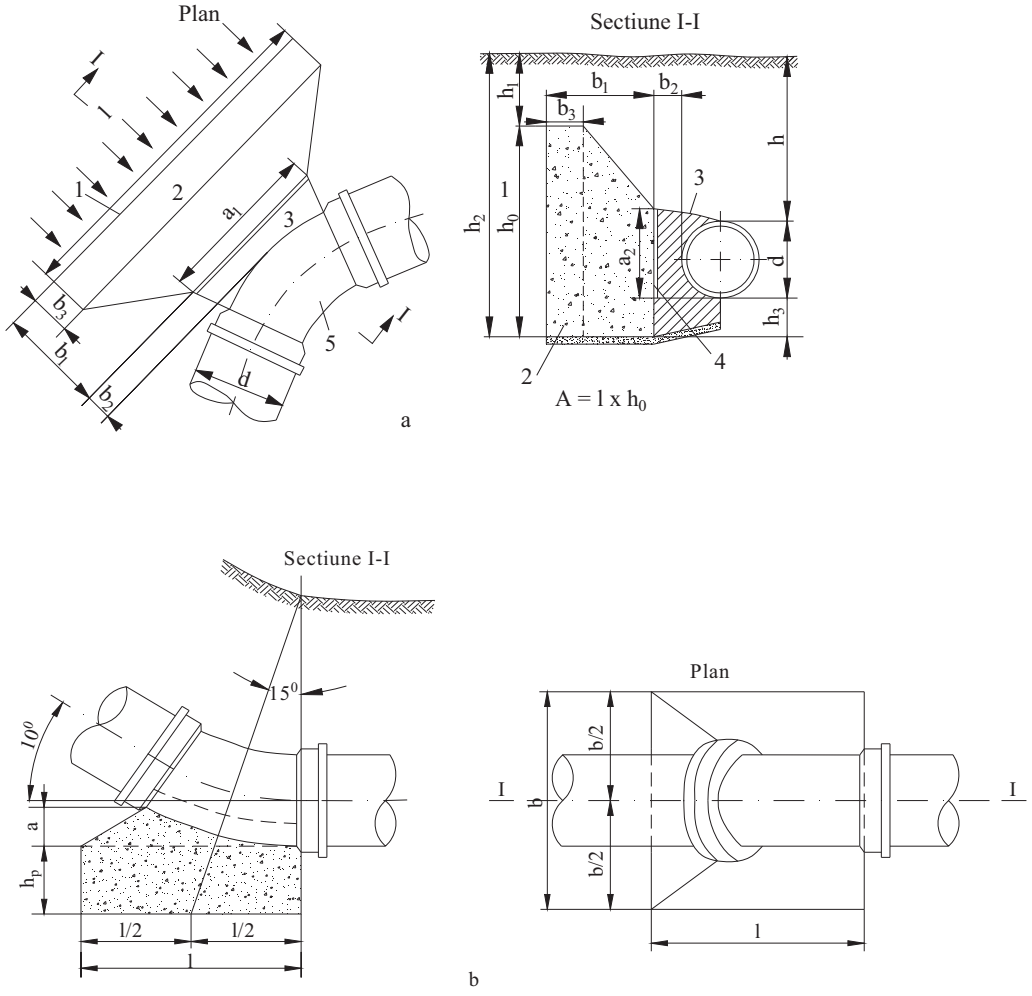


Figura 6.19. Masiv de reazem pentru probele de presiune.
1. bloc de beton rezemat pe pământ; 2. profile de ransmitere a presiunii; 3. porţiune de tranşee nesăpată.



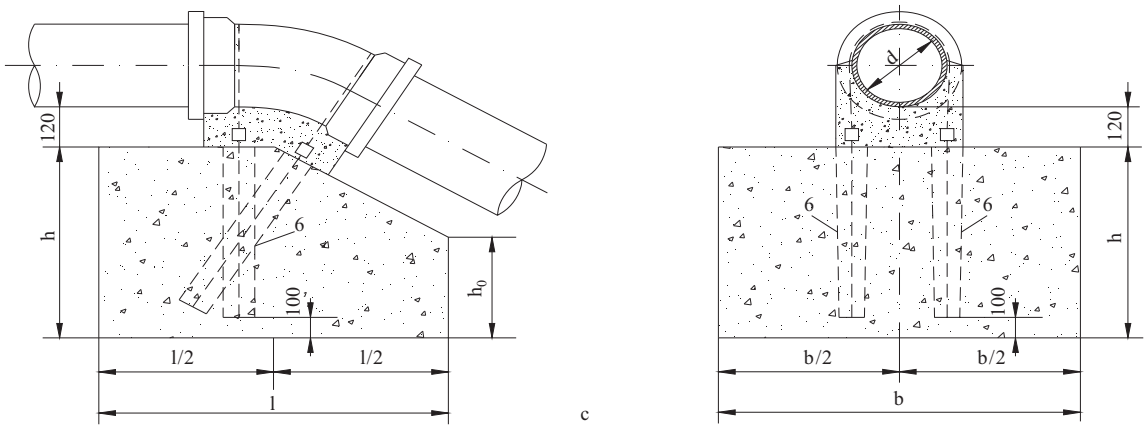


Figura 6.20. Tipuri de masive de ancoraj:
a. masiv de ancoraj pentru cot în plan; b, c. masive de ancoraj pentru cot în plan vertical;
1. masivul de pământ pe care reazemă direct betonul; 2. masivul de ancoraj; 3. beton de umplutură între masiv şi cot; 4. carton asfaltat între două straturi de bitum; 5. cot la 45°; 6. sistem de ancorare conductă.

6.3.5.5 Măsuri de protecţie sanitară

(1) Pe traseul aducţiunilor se va institui zona de protecţie sanitară în conformitate cu Normele speciale privind caracterul şi mărimea zonelor de protecţie sanitară şi hidrogeologică, aprobate prin Hotărârea Guvernului nr.930/2005.

7. Staţii de pompare

7.1. Elemente generale

(1) Staţiile 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) Obiectivele staţiilor de pompare:
a) ridicarea nivelului energetic al apei în vederea transportului acesteia între două secţiuni caracteristici ale sistemului;
b) asigurarea creşterii debitelor pe un tronson (secţiune) dat din cadrul sistemului;
c) asigurarea presiunii necesar(disponibile) în sistemele cu funcţionare intermitentă;

(3) Staţiile de pompare se proiectează ca entităţi independente sau ca entităţi componente ale altor obiecte tehnologice din cadrul sistemului de alimentare cu apă (staţie de filtre, front de captare a apei, reţea de distribuţie) sau ale obiectivului care este deservit de staţia de pompare.

(4) La amplasarea staţiilor de pompare apă potabilă trebuie să se ţină seama de asigurarea condiţiilor pentru protecţia sanitară conform reglementărilor tehnice în vigoare şi de condiţiile amplasamentului zonei, astfel încât să se evite dezastre din eventuale alunecări de teren, tasări. Pentru staţiile de pompare amplasate în zone locuite trebuie să se aibă în vedere alcătuirea şi echiparea acestora astfel încât zgomotele şi vibraţiile produse de pompe şi

motoare în funcţiune să nu depăşească limitele valorilor admise în reglementările tehnice specifice.

7.2. Alcătuirea staţiilor de pompare

(1) Elementele componente care alcătuiesc staţiile de pompare din sistemele de alimentare cu apă sunt:

a) echipamente hidromecanice de bază, constituite din grupuri de pompa şi motor electric de acţionare a pompei;
b) instalaţie hidraulică alcătuită din conducte de aspiraţie şi conducte de refulare aferente staţiei şi grupurilor de pompare, armături destinate manevrelor de închidere-deschidere şi de reglare a sensului de curgere al apei, dispozitive de atenuare a loviturii de berbec, instalaţii de amorsare a pompelor (unde este cazul), instalaţii de golire şi epuismente;
c) echipamente de măsurare a parametrilor hidroenergetici ai staţiei de pompare;
d) echipamente electrice compuse din: circuite de forţă, circuite de iluminat, instalaţii de protecţie, instalaţii de măsurare, control şi comandă;
e) instalaţii şi dispozitive de ridicat destinate manevrării pieselor grele în perioada efectuării operaţiilor de mentenanţă;
f) instalaţii de ventilare, instalaţii de încălzire şi instalaţii sanitare;
g) instalaţii de telecomunicaţii şi dispecerizare;
h) clădirea staţiei de pompare care adăposteşte echipamentele şi instalaţiile;
i) zona de protecţie sanitară.

7.3. Parametri caracteristici în funcţionarea staţiilor de pompare

(1) Staţiile de pompare, au în componenţă agregate de pompare care asigură vehicularea unor volume de apă din bazinul de aspiraţie în bazinul de refulare situat la o cotă superioară sau direct în alte sisteme sub presiune din cadrul sistemelor de alimentare cu apă şi canalizare (figura 7.1).

(2) Debitul "Q_{ie}" - reprezintă volumul de apă pe care îl vehiculează (îl transportă) pompa în unitatea de timp, măsurat la flanşa de refulare a pompei. Unităţile de masură pentru debit, utilizate în staţiile de pompare sunt: [m^3/h], [m^3/s], [dm^3/min], [dm^3/s].

(3) Înălţimea de pompare "H" – dată de diferenţa dintre energiile specifice totale dintre secţiunea de refulare şi secţiunea de aspiraţie.

$$H = e_r - e_a = \left(z + \frac{p}{\rho g}\right) - \left(z + \frac{p}{\rho g}\right)_a + \frac{\alpha_r v_r^2 - \alpha_a v_a^2}{2g}(m) \qquad (7.1)$$

unde:

z - reprezintă cota geodezică la aspiraţie/refulare în m;
p – presiunea apei la aspiraţie/refulare, în N/m^2
ρ - densitatea apei, în kg/m^3;
v - viteza apei la aspiraţie/refulare, în m/s;
g – acceleraţia gravitaţională, în m/s^2.
α – coeficientul Coriolis.

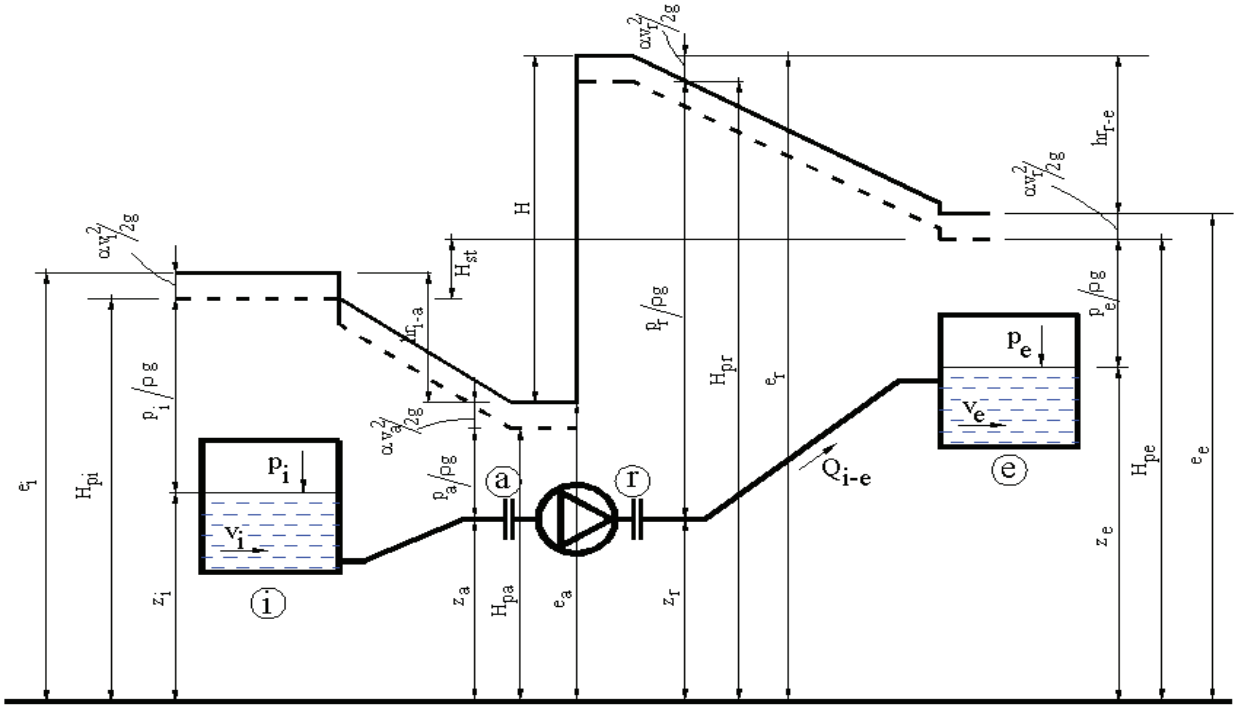


Figura 7.1. Schema unui sistem de pompare.

(4) Puterea utilă a pompei – se notează cu P_u şi reprezintă puterea hidraulică transmisă de pompă apei la trecerea acesteia prin rotorul său.

$$P_u = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \quad \text{(W)} \tag{7.2}$$

în care:

Q – este debitul pompei, în m^3/s;

H – înălţimea de pompare, în m.

(5) Putera absorbită a pompei – denumită şi puterea la axul pompei, se notează cu P şi reprezintă puterea mecanică consumată la cuplajul pompei, în scopul de a ridica un debit Q la înălţimea de pompare H. Ea are expresia:

$$P = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{\eta} \text{(W)} \tag{7.3}$$

unde:

η – randamentul pompei.

(6) Puterea motorului pompei – această putere se notează cu P_m şi reprezintă puterea necesară la cuplajul motorului de acţionare.

$$P_m = \frac{P}{\eta_t} (W) \tag{7.4}$$

unde:

η_t – randamentul transmisiei

(7) Randamentul unei pompe este raportul dintre puterea transmisă curentului de fluid (cedată în curentul de fluid) şi puterea care a fost introdusă în pompă (care a ajuns în maşina hidraulică).

$$\eta = \frac{P_u}{P} < 1 \tag{7.5}$$

(8) Puterea agregatului – reprezintă puterea absorbită de motorul de antrenare al pompei pentru a putea imprima curentului de fluid puterea utilă:

$$P_{ag} = \frac{P_u}{\eta_M \cdot \eta_C \cdot \eta} \text{(W)} \tag{7.6}$$

unde:
η_M – randamentul motorului electric;
η_C – randamentul cuplajului (cuplei);
η – randamentul hidraulic al pompei.

(9) Energia specifică – reprezintă energia consumată pentru pomparea unui metru cub de apă:

$$e_s = \frac{P_{ag} \cdot n_F}{Q \cdot} (\text{kWh/m}^3) \qquad (7.7)$$

unde:
P_{ag} – putere agregat, în kW;
Q – debit pompat, în m^3/an.
n_F – numărul de ore de funcţionare, în ore.

7.4. Selectarea pompelor

7.4.1. Elemente generale

(1) Selectarea tipului de pompe şi a numărului de pompe care echipează staţiile de pompare presupune cunoaşterea debitului şi a înălţimii de pompare pe care trebuie să-i realizeze staţia de pompare.

(2) Cu valorile acestor parametri (debit şi înălţime de pompare) se caută un tip de pompă folosind un soft de selecţie pompe sau un catalog de pompe. Atunci când selecţia pompelor se realizează folosind catalogul de pompe, pentru alegerea tipului de pompă există următoarele cazuri distincte, pentru care se va proceda după următorul algoritm (v. fig. 7.4):

a) Cazul I – pentru a realiza debitul Q şi înălţimea de pompare necesară H_p se găseşte o pompă. În această situaţie se adoptă acel tip de pompă, iar pentru siguranţă în exploatare se va mai prevedea încă o pompă de rezervă având acelaşi caracteristici. Regimul de exploatare va fi realizat în aşa fel încât numărul de ore de funcţionare să fie aproximativ acelasi pentru fiecare pompă în parte.
b) Cazul II– la intersecţia Q şi H_p nu se găseşte o pompă care să satisfacă debitul total al staţiei de pompare. În acest caz se apelează la un alt catalog de pompe sau se împarte debitul total al staţiei de pompare la 2 şi păstrând valoarea înălţimii de pompare se va alege o pompă. Pentru această situaţie în care pompa a fost selectată la intersecţia Q/2 şi H_p, în staţia de pompare se vor monta 3 grupuri de pompare cuplate în paralel. Regimul de exploatare va consta în 2 grupuri de pompare cu functionare continuă şi unul de rezervă.
c) Cazul III– la intersecţia Q şi H_p nu se găseşte nici o pompă care să satisfacă înălţimea de pompare a staţiei de pompare. În acest caz se apelează la un alt catalog de pompe sau se împarte înălţimea de pompare totală a staţiei de pompare la 2 şi păstrând valoarea debitului se va alege o pompă. Pentru această situaţie în care pompa a fost selectată la intersecţia H_p/2 şi Q, în staţia de pompare se vor monta 2 linii de pompare; fiecare linie de pompare va fi constituită din 2 grupuri cuplate în serie. Pentru echiparea staţiei de pompare sunt necesare 4 pompe. Această soluţie este în general neeconomică, motiv pentru care se recomandă evitarea aplicării ei. Pentru aplicaţii cu înălţimi de pompare mari se recomandă folosirea pompelor multietajate sau adoptarea soluţiei cu mai multe staţii de pompare înseriate.

(3) Selectarea pompelor va fi realizată astfel încât parametrii debit şi înălţime de pompare (Q şi H) în funcţionarea pompei să fie situaţi în domeniul de randamente maxime ale pompei.

(4) Funcţie de poziţia staţiei de pompare în cadrul schemei tehnologice a sistemului de alimentare cu apă şi canalizare, debitul şi înălţimea de pompare necesar selectării pompelor

pot fi adoptate funcţie de tehnologia obiectelor deservite conform cu cele prezentate în următoarele.

7.4.2. Echipare puţuri

(1) Pentru selectarea pompelor care echipează puţurile din cadrul fronturilor de captare a apei subterane, valoarea debitului este dată de debitul capabil al puţului indicat prin studiul hidrogeologic, iar înălţimea de pompare se determină pe baza calculului hidraulic întocmit pentru întregul sistem de colectare a apei subterane. Înălţimea de pompare este dată de diferenţa dintre cota piezometrică realizată în dreptul puţului şi nivelul hidrodinamic al apei subterane în puţ (figura 7.2).

$$H_p^i = C_p^i - C_{NH_d}^i(\mathrm{m}) \tag{7.8}$$

$$C_p^i = C_{N_{max}}^R + \sum_{P_i}^{R} h_r(\mathrm{m}) \tag{7.9}$$

unde:

H^i_p – înălţimea de pompare aferentă pompei submersibile care echipează puţului i;

C^i_p – cota piezometrică în dreptul puţului i;

C^i_{NHd} – cota nivelului hidrodinamic al apei în puţul i;

h_r – pierdere de sarcină calculată pentru sistemul de colectare si transport al apei subterane de la P1 la R.

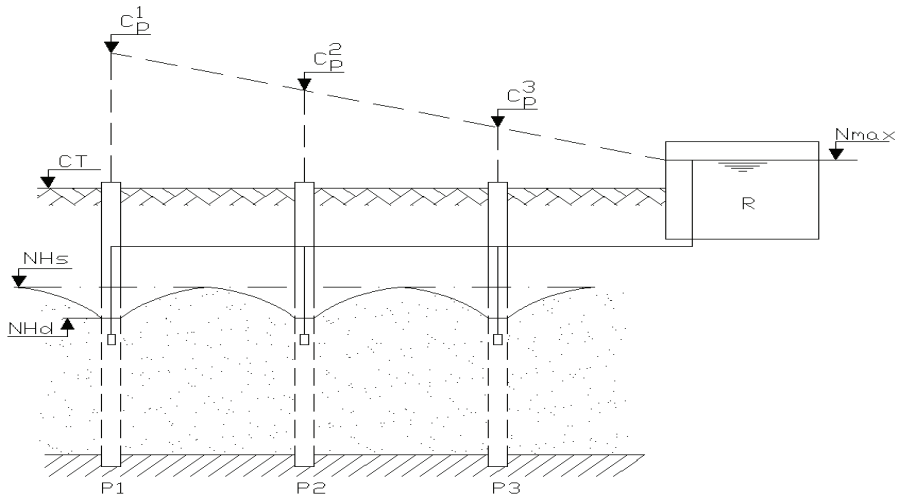


Figura 7.2. Sistem de colectare a apei cu pompe submersibile.

(2) Având aceşti parametri cunoscuţi: debitul puţului şi înălţimile de pompare (Q şi H_p), pe baza diagramelor de prezentare a tipurilor de pompe sau prin intermediul unui soft de selecţie a pompelor submersibile, se va stabili tipul de pompa pe care producatorul o ofera. Alegerea tipului de pompă va fi stabilit astfel încât funcţionarea pompei în exploatarea puţului să se realizeze în domeniul de randamente maxime corespunzător debitului şi înălţimii de pompare dar fără a avea o gamă prea largă de pompe.

7.4.3. Pompe air-lift (Mamut) pentru deznisiparea puţurilor

(1) Deznisiparea se realizează cu pompa air-lift (Mamut), pompă ce funcţionează cu aer comprimat. Pompa Mamut este formată din două conducte paralele care sunt unite la partea inferioară a pompei printr-un cap de amestec. Pe una din conducte se trimite aer sub presiune iar pe cealaltă (prevăzută la partea de jos cu un sorb) se ridică emulsia de apă-aer.

(2) Reglarea debitului se realizează prin modificarea debitului şi presiunii aerului de antrenare. Viteza apei in conducta de refulare este de 1,5 – 2 m/s. Construcţia şi condiţia de funcţionare pompelor Mamut este prezentată în figura 7.3. Funcţionarea pompei Mamut este condiţionată de raportul supraunitar al adâncimii de scufundare al pompei sub apă H_2 faţă de înălţimea de ridicare a apei de la nivelul dinamic al acesteia în foraj H_1:

$$\frac{H_2}{H_1} > 1 \qquad (7.10)$$

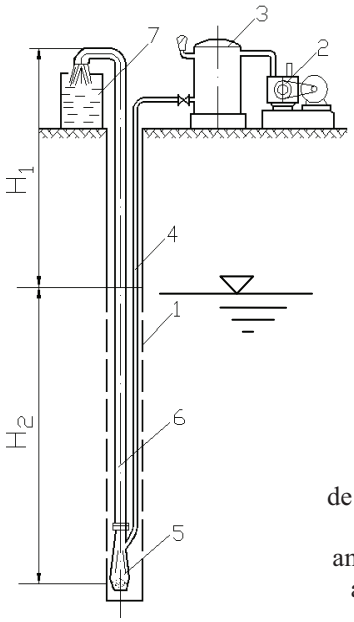


Figura 7.3. Schema unei pompe cu aer comprimat (Mamut).
1. perete puţ forat; 2. compresor de aer; 3. recipient de aer comprimat; 4. conducta pentru aer comprimat; 5. amestecător; 6. conductă pentru emulsie apă-aer; 7. recipient pentru măsurare debitului de apă.

7.4.4. Staţii de pompare pentru captări din surse de suprafaţă

(1) Staţiile de pompare ce deservesc tipurile de captări din surse de suprafaţă descrise în capitolul 2.2 „Captarea apei din surse de suprafaţă", pot fi echipate cu pompe orizontale sau verticale, montate în cameră uscată sau imersate şi sunt destinate transportului de apă brută către staţiile de tratare.

(2) Selectarea pompelor se face în conformitate cu metodologia descrisă în § 7.4.1, astfel încât debitul de funcţionare al pompei să corespundă valorii de randament maxim prezentat de fabricanţii de pompe.

(3) Debitul pompelor este debitul zilnic maxim $Q_{zi\ max}$, iar înălţimea de pompare se determină cu relaţia:

$$H_p = H_g + MQ^2 \qquad (7.11)$$

unde:

H_p – înălţime de pompare;
H_g – înălţime geodezică de pompare, definită ca diferenţa dintre nivelul maxim al apei între secţiunea de refulare şi nivelul minim al apei în secţiunea de aspiraţie;
MQ^2 – pierderea de sarcină între rezervorul de aspiraţie şi rezervorul de refulare;
M – modulul de rezistenţă hidraulică .

$$M = 0{,}0826 \cdot \frac{\lambda \cdot L}{D^5} \qquad (7.12)$$

λ – coeficientul Darcy, este funcţie de numărul Reynolds (Re) şi rugozitatea relativă (k/D), se calculează cu relaţii empirice, de exemplu relaţia:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot lg\left[\left(\frac{6{,}81}{Re}\right)^{0{,}9} + \frac{k}{3{,}71 \cdot D}\right] \qquad (7.13)$$

L – lungimea conductei de refulare;

D – diametrul conductei de refulare;
k – rugozitate absolută;
Re – numărul Reynolds;

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu} \tag{7.14}$$

v – viteza apei în conductă

ν – vâscozitatea cinematică a apei; $\nu = 10^{-6}\ m^2/s$ la t = 20 ^{0}C.

(4) Având aceşti doi parametri, debitul şi înălţimea de pompare; folosind un soft de selecţie a pompelor sau un catalog de pompe se va alege tipul de pompă care să funcţioneze în domeniul de randamente maxime şi care să satisfacă cerinţelor sistemului hidraulic (figura 7.4).

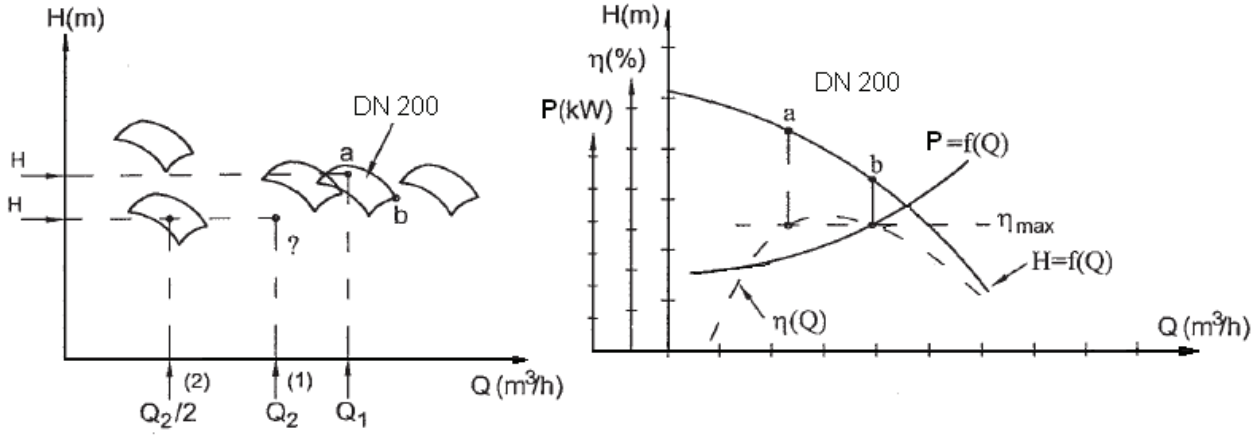


Figura 7.4. Tipuri de pompe şi curbe caracteristice. Alegerea tipului de pompă

(5) Numărul grupurilor de pompare se stabileşte în conformitate cu prevederile din STAS 10110/2006, cap. 2.3.

7.4.5. Staţii de pompare pentru aducţiuni

(1) Selectarea pompelor care echipează staţiile de pompare ce deservesc aducţiunile care transportă apa de la secţiunea de captare la construcţiile de înmagazinare şi compensare, se face în conformitate cu metodologia descrisă în subcap. 1.4.1.

(2) După stabilirea tipului de pompă, a numărului de pompe precum şi a modului de cuplare a acestor pompe, se vor extrage din catalog curbele caracteristice şi se va verifica punctul de funcţionare al staţiei de pompare (figura 7.5).

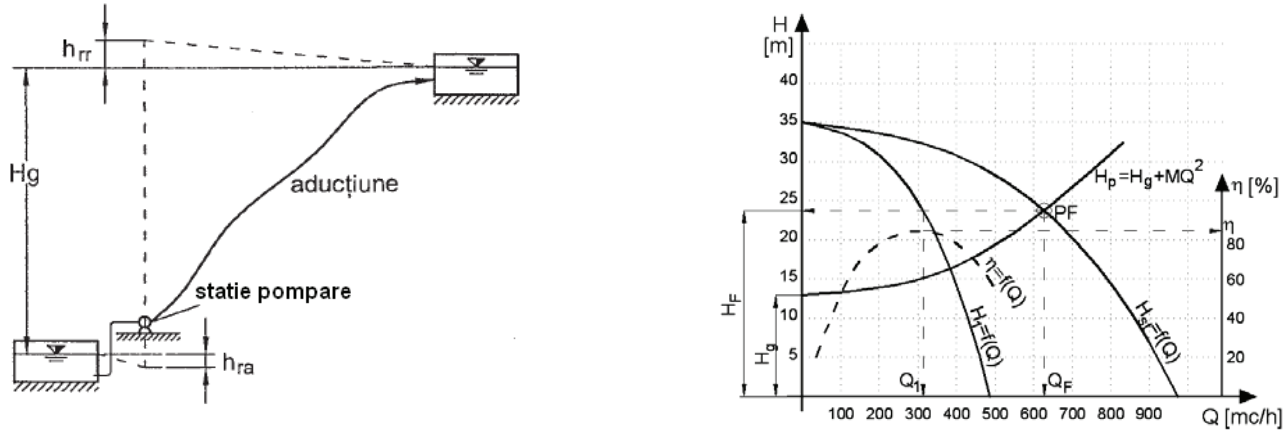


Figura 7.5. Aducţiune deservita de o staţie de pompare cu 2+1 pompe

(3) Punctul de funcţionare se determină grafic la intersecţia dată de curba caracteristică a staţiei de pompare şi curba caracteristcă a conductei de aducţiune.

(4) Curba caracteristică a staţiei de pompare (H_{st}) echipată cu 3 pompe identice dintre care două pompe active şi una de rezervă, se determină grafic din curba caracteristică a pompei (furnizată de producător) prin cumularea debitului la aceaşi valoare a înălţimii de pompare.

(5) Curba caracteristică a conductei de aducţiune se determină folosind relaţia (7.11), pentru valori diferite ale debitului astfel încât cele două curbe (curba de sarcină a pompei şi curba reţelei) să se intersecteze.

(6) Punctul de intersecţie dintre cele două curbe reprezintă punctul de funcţionare al staţiei de pompare, caracterizat de debitul Q_F şi înălţimea de pompare H_F. La intersecţia dintre orizontala corespunzătoare înălţimii de pompare H_F şi curba caracteristică a pompei (furnizată de producător) se determină debitul asigurat de o pompă (Q_1). Corespunzător valorii debitului Q_1, se determină pe curba de randament (furnizată de producător), valoarea randament a pompei (η).

(7) Punctul de funcţionare al staţiei de pompare trebuie să garanteze realizarea debitului şi înălţimii de pompare cerute pentru a asigura transportul apei pe conducta de aducţiune, iar funcţionarea pompelor să se realizeze în domeniul de randamente maxime.

7.4.6. Staţii de pompare pentru reţele de distribuţie apă potabilă

(1) Pentru selectarea pompelor care echipează staţiile de pompare ce deservesc reţelele de distribuţie a apei atât debitul cât şi înălţimea de pompare prezintă o variaţie continuă, funcţie de consumul de apă înregistrat la branşamentele reţelei de distribuţie.

(2) Funcţionarea optimă din punct de vedere energetic se asigură prin echiparea staţiilor de pompare cu pompe acţionate cu turaţie variabilă. Prin capacitatea de a-şi regla turaţia, pompa/pompele va regla continuu presiunea pentru a se adapta în acest mod optim debitului cerut de consumatori.

(3) Variaţia debitului pompat şi a înălţimii de pompare pentru o staţie de pompare echipată cu pompe acţionate cu turaţie variabilă se realizează conform relaţiilor de similitudine:

$$\frac{Q_1}{Q_0} = \frac{n_1}{n_0} \; şi \; \frac{H_1}{H_0} = \left(\frac{n_1}{n_0}\right)^2 \qquad (7.15)$$

unde:

Q_0, H_0 – parametrii nominali (debit şi înălţimea de pompare) pentru turaţia nominală n_0 a motorului de antrenare a pompei;

n_0 – turaţia nominală a motorului de antrenare a pompei;

Q_1, H_1 – debitul şi înălţimea de pompare corespunzător turaţiei n_1 modificate prin intermediul convertizorului de frecvenţă motat pe motorul de antrenare al pompei;

n_1 – turaţia modificată prin intermediul convertizorului de frecvenţă montat pe motorul de antrenare al pompei

(4) Alegerea tipului şi numărului de pompe se realizează pentru debitul orar maxim $Q_{or\ max}$ şi înălţimea de pompare maximă pe care trebuie sa o realizeze staţia de pompare astfel încât să se asigure presiunea minim necesară pentru cel mai îndepărtat consumator branşat la reţeaua de distribuţie. Cu aceste două valori ($Q_{or\ max}$şi Hp) se va selecta prin intermediul unui soft de selecţie pompe sau a unui catalog de pompe, tipul pompelor adecvate. Punctul de

funcţionare al staţiei de pompare variază conform graficului din figura 7.6, între o valoare a debitului minim şi o altă valoare a debitului maxim.

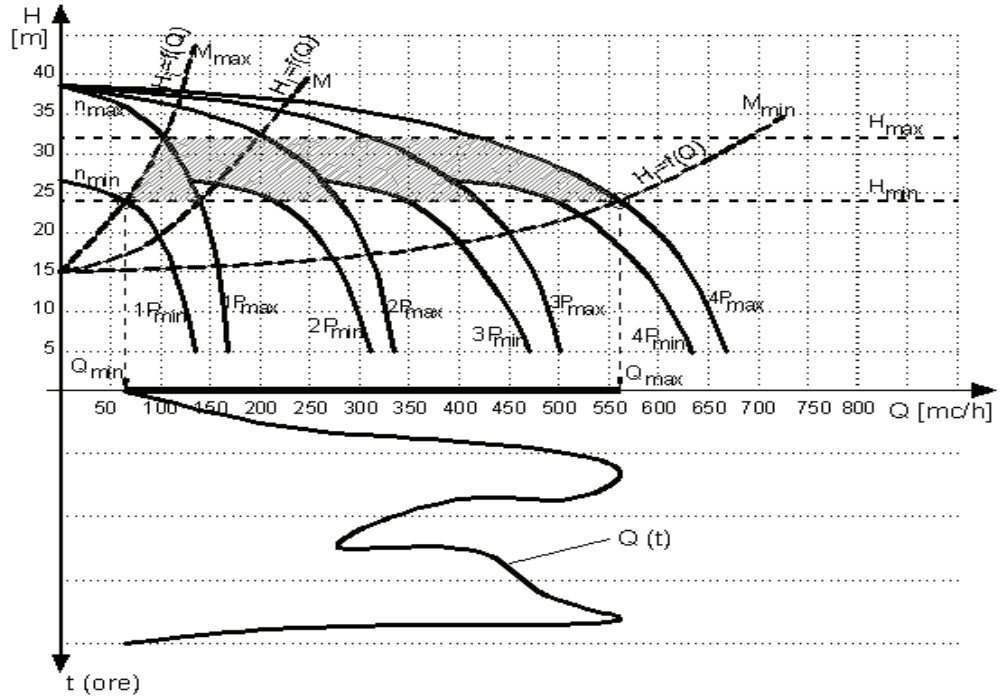


Figura 7.6. Punct de funcţionare staţie de pompare echipată cu 4 pompe identice dintre care una este acţionată cu turaţie variabilă
P_{min} – curba caracteristică de sarcină a pompei acţionate cu turaţie variabilă la turaţia minimă n_{min},
P_{max} – curba caracteristică de sarcină a pompei acţionate cu turaţie variabilă la turaţia nominală $n_0=n_{max}$.

(5) Intervalul de variaţie al turaţiei pompei acţionate cu turaţie variabilă, va fi ales astfel încât randamentul pompei să nu fie influenţat sensibil de aceste modificări, iar punctele de funcţionare să se situeze în plaja de randamente optime ale pompei.

7.5. Instalaţii hidraulice la staţiile de pompare

7.5.1. Date generale

(1) Traseul conductelor care compun instalaţia hidraulică se alege astfel încât:
a) să asigure accesul personalului în condiţii de siguranţa protecţiei muncii;
b) să permită demontarea unor utilaje sau părţi din acestea;
c) să ocupe spaţii minime şi să respecte distanţele prescrise în tabelul 2 din STAS 10110/2006.

(2) Instalaţia hidrualică pentru staţiile de pompare cuprinde:
a) traseul de aspiraţie, alcătuit din conductele şi armăturile montate între rezervorul de aspiraţie şi flanşa de aspiraţie a pompelor;
b) traseul de refulare, alcătuit din conductele şi armăturile montate după flanşa de refulare a pompelor până la ieşirea din staţie.

(3) Îmbinarea conductelor cu pompele sau între tronsoane se realizează cu flanşe strânse cu şuruburi, etanşeitatea îmbinării realizându-se cu garnituri plate din diverse materiale (cauciuc, klingherit).

7.5.2. Conducta de aspiraţie

(1) Lungimile conductelor de aspiraţie adoptate astfel încât pierderile hidraulice să fie minime.

(2) Traseul conductelor de aspiraţie 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.

(3) Conductele de aspiraţie se vor dimensiona astfel încât viteza apei la intrarea în pompe să nu depăşească 1…1,2 m/s.

(4) Îmbinarea între conducta de aspiraţie şi pompă se va realiza printr-o reducţie asimetrică.

(5) Pe conducta de aspiraţie comună a staţiei se vor prevedea vane de izolare astfel încât să se asigure funcţionarea continuă a staţiei de pompare, evitându-se astfel oprirea staţiei atunci când un grup de pompare se află în revizie.

7.5.3. Conducta de refulare

(1) Diametrul conductei de refulare trebuie să fie cel puţin egal cu cel al orificiului de refulare al pompei. Pentru diametre mai mari, imbinarea se va realiza printr-o reducţie simetrică.

(2) Conductele de refulare se dimensionează astfel încât viteza apei să fie de maxim 1,5 m/s pentru conductele cu diametrul de până la 250 mm şi maxim 1,8 m/s pentru conductele cu diametrul mai mare de 250 mm.

(3) Conductele de refulare a fiecărei pompe instalate în staţia de pompare vor fi prevăzute, imediat după fiecare pompă, cu un clapet de reţinere şi o vană având acelaşi diametru cu diametrul conductei de refulare.

(4) Pe conducta de refulare comună a staţiei se vor prevedea vane de izolare astfel încât să se asigure funcţionarea continuă a staţiei de pompare, evitându-se astfel oprirea staţiei atunci când un grup de pompare se află în revizie sau se schimbă pompa cu cea de rezervă.

(5) Pe conducta comună de refulare a staţiei se va prevedea dispozitivul de atenuare a loviturii de berbec şi un echipament de înregistrare a debitul pompat de staţie (apometru, debitmetru), aşa cum se prezintă în figura 7.7.

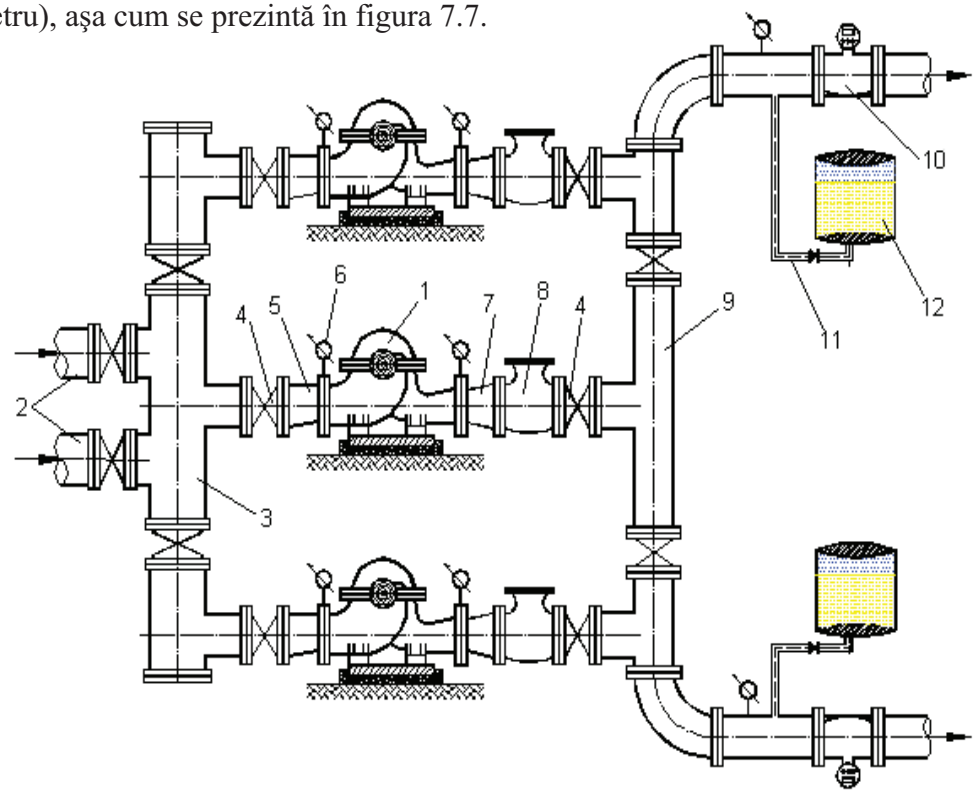


Figura 7.7. Schema instalaţiei hidraulice dintr-o staţie de pompare apă potabilă (2+1 pompe).
1. pompa; 2. conducte aspiraţie; 3. conducta comună de aspiraţie a staţiei; 4. vane; 5. reducţie asimetrică; 6. manometru; 7. reducţie simetrică; 8. clapet de reţinere; 9. conducta comună de refulare a staţiei; 10.debitmetru; 11. conducta de legatura intre dispozitivul de atenuare a loviturii de berbec şi conducta comună de refulare a staţiei; 12. dispozitiv de atenuare a loviturii de berbec.

7.6. Determinarea punctului de funcţionare al staţiilor de pompare

(1) Punctul de funcţionare se determină la intersecţia dintre curba caracteristică a pompei sau a cuplajului pompelor şi curba caracteristică a reţelei.

Când funcţionează o singură pompă punctul de funcţionare al staţiei de pompare se găseşte la intersecţia dintre curba caracteristică a pompei H = f(Q) şi curba caracteristică a reţelei H_i = f(Q) figura 7.8.

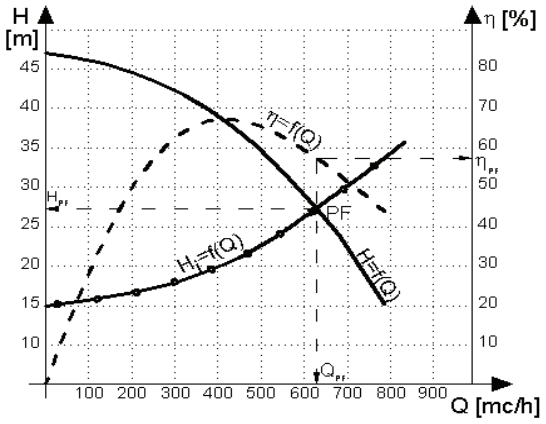


Figura 7.8. Punct de funcţionare energetic.

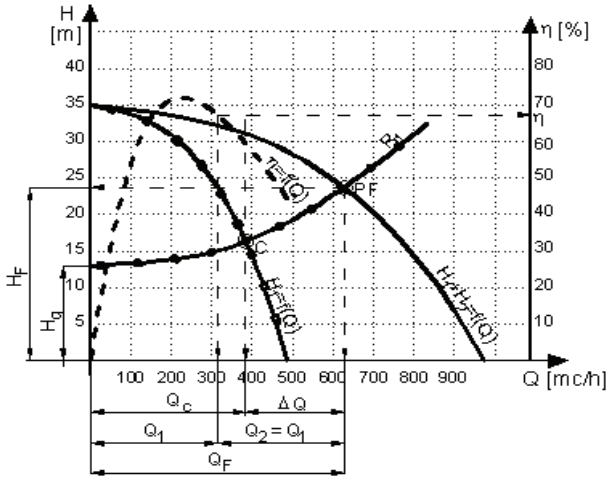


Figura 7.9. Punct de funcţionare energetic a cuplajului paralel pentru doua pompe.

(2) Pentru situaţiile în care debitul livrat de o pompă este insuficient pentru alimentarea consumatorilor din reţea, se adoptă soluţia cuplării a două sau mai multe pompe cuplate în paralel.

(3) Curba caracteristică a pompelor cu funcţionare în paralel, se determină însumând succesiv debitele pompelor la aceeşi înălţime de pompare H, aşa cum se prezintă în graficul din figura 7.9. Punctul de funcţionare se va găsi la intersecţia curbei caracteristice a reţelei R_1, cu caracteristica cuplajului celor două pompe funcţionând în paralel, punctul PF în figura 7.9.

(4) Curba caracteristică a reţelei (R_1) se determină cu relaţia (7.11).

7.7. Determinarea cotei axului pompei

(1) În funcţie de tipul pompelor şi de cota de amplasare a acestora staţiile de pompare se realizează în construcţie îngropată, semiîngropată sau supraterană.

(2) Cota axului pompelor se stabileşte în funcţie de înălţimea geodezică maximă la aspiraţie, astfel încât să se evite funcţionarea pompelor în regim de cavitaţie.

(3) Determinarea cotei axului pompei (figura 7.9) presupune cunoaşterea punctului de funcţionare al instalaţiei de pompare, mai precis debitul Q şi înălţimea de pompare H.

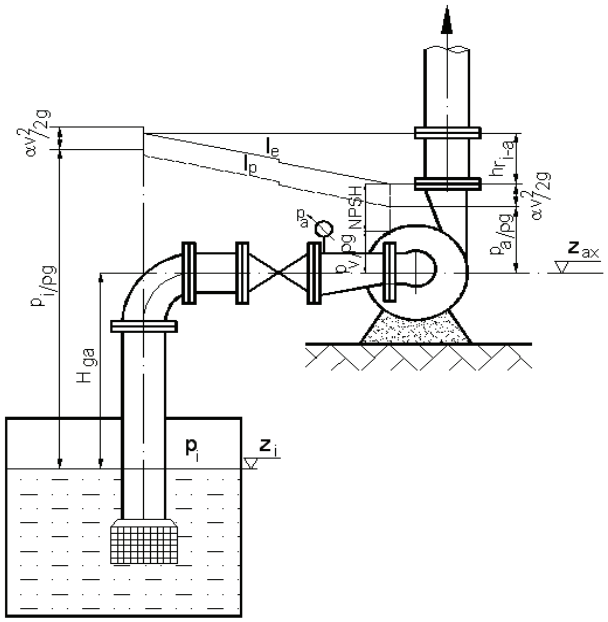


Figura 7.10. Determinare cotă ax pompă.

(4) Din diagrama NPSH = f(Q) pusă la dispoziţie şi garantată de fabricant, punctului de funcţionare energetic al instalaţiei îi corespunde o valoare pentru $NPSH_{pompa}$.

(5) Se determină valoarea înălţimii de aspiraţie $NPSH_{inst}$, folosind relaţia de calcul:

$$NPSH_{inst} = \frac{p_i - p_v}{\rho \cdot g} + \frac{\alpha_i \cdot v_i^2}{2g} - H_{ga} - M_a \cdot Q^2 (m) \qquad (7.16)$$

$NPSH_{inst}$ – este înălţimea totală netă absolută la aspiraţie, 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 – acceleraţia gravitaţională, în m/s^2;
α – coeficientul Coriolis;
v_i – viteza apei la intrarea în sistem, în m/s;
H_{ga} – înălţime geodezică de aspiraţie, în m;
M_a – modul de rezistenţă pe traseul de aspiraţie, în s^2/m^5;
Q – debitul pompei corespunzător punctului de funcţionare, în m^3/s.

(6) Considerăm că la limită $NPSH_{inst} = NPSH_{pompa}$, iar $H_{ga} = z_{ax}-z_i$, iar în cazul aspiraţiei dintr-un rezervor deschis în atmosferă, ($p_i = p_{at}$) fără viteză iniţială ($v_i = 0$), obţinem cota maximă la care poate fi amplasată pompa.

$$z_{ax} = \frac{p_{at} - p_v}{\rho \cdot g} + z_i - M_a Q^2 - NPSH_{pompa} \qquad (7.17)$$

z_{ax} – reprezintă valoarea cotei axului pompei. Amplasarea pompei la o cotă superioară cotei z_{ax} este interzisă pentru că produce disfuncţionalităţi majore în exploatarea pompei, facilitând apariţia fenomenului de cavitaţie.
z_i – reprezintă cota nivelului apei în rezervorul de aspiraţie.

Tabelul 7.1. Presiunea de vaporizare p_v a apei la diferite temperaturi.

T [^{0}C]	1	5	10	20	30	40	50	60
p_v [N/m^2]	656	872	1227	2338	4493	7377	12340	19920

7.8. Reabilitarea staţiilor de pompare

Reabilitarea staţiilor de pompare se impune atunci când:

a) pompele existente înregistrează consumuri energetice mari, datorită uzurii;
b) parametrii nominali ai pompelor existente sunt incompatibili cu cerinţele sistemului deservit (puţ, aducţiune, reţea de distribuţie);
c) pompele sunt vechi, uzate după o perioada îndelungată de funcţionare înregistrând cheltuieli mari de întreţinere şi exploatare.

7.9. Instalaţii de automatizare şi monitorizare

(1) Conducerea, administrarea şi gestionarea eficientă a staţiilor de pompare, presupune existenţa unui flux informaţional de culegere, stocare şi transmitere a parametrilor care caracterizează funcţionarea şi exploatarea acestora.

(2) Echipamentele de automatizare şi monitorizare a staţiilor de pompare, pot să fie parte integrată a sistemului SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) ce deserveşte întregul sistem de alimentare cu apă.

(3) Automatizarea funcţionării staţiilor de pompare trebuie corelată funcţie de regimul tehnologic al obiectivului deservit (staţie de spălare filtre, aducţiune, reţea de distribuţie).

(4) Monitorizarea parametrilor de exploatare a staţiilor de pompare se realizează printr-un complex de traductori (presiune, debit, putere electrică, temperatură), echipamente de achiziţie şi concentrare a datelor, echipamente de transmie a datelor la distanţă, pachete de programe pentru prelucare, stocare şi vizualizare a datelor având o interfaţă prietenoasă uşor de accesat.

(5) Automatizarea şi monitorizarea staţiilor de pompare urmăresc:

a) cantitatea de apă pompată;
b) cantitatea de energie consumată;
c) presiunile la aspiraţia şi refularea pompelor;
d) numărul orelor de functionare pentru fiecare grup de pompare în parte.

B : EXECUŢIA SISTEMELOR DE ALIMENTARE CU APĂ

1. Execuţia sistemelor de alimentări cu apă

1.1 Execuţia captărilor cu puţuri

(1) Execuţia captărilor cu puţuri se va face în conformitate cu proiectul elaborat pentru obiectul respectiv.

(2) Execuţia se face de către un operator economic specializat care va pune la dispoziţie toate detaliile de construcţie. Atenţie specială se va acorda următoarelor lucrări:

a) realizarea coroanei de pietriş; se va măsura riguros cât material granular este introdus în foraj pentru a avea garanţia că tot golul dintre coloană şi gaura forată în strat s-a umplut;
b) realizarea deznisipării puţului, în poziţie fixă a pompei sau folosind packerul; cantitatea de nisip scos şi granulaţia va fi bine consemnată - va rămâne la cartea construcţiei;
c) realizarea curbei de pompare, q = f(s), şi recalcularea debitului maxim al puţului; dacă acesta este mai mic decât valoarea proiectată se va schimba pompa;
d) căminele puţurilor vor fi neinundabile şi vor fi închise cu lacăt;
e) se va da atenţie specială alegerii tipului de coloană de filtru.

1.2 Execuţia captărilor cu drenuri

(1) Execuţia captărilor cu drenuri se va face în conformitate cu proiectul elaborat pentru obiectul respectiv.

(2) Lucrările vor începe cu puţul colector, în sistem cheson. Se poate săpa şi direct la adâncimi până la 5 – 6 m, funcţie de natura terenului, nivelul apei, echipamentul de lucru, cu respectarea normelor de protecţie a muncii referitoare la lucrul în şanţuri şi la realizarea epuismentului.

(3) Se execută drenul începând cu tronsonul de lângă puţul colector, pentru a putea asigura epuismentul prin puţul colector. Se va respecta panta drenului pentru a avea gradul de umplere necesar la funcţionare. Tronsonul săpat nu se lasă deschis ci se realizează drenul şi filtrul invers. Capătul liber al tubului (minimum 20 cm diametru) va fi tot timpul blocat cu un dop, acesta fiind scos numai în cazul prelungirii tubului.

(4) După realizarea primului tronson se va urmări calitatea apei (apă limpede) pentru a verifica dacă filtrul invers funcţionează bine (se aşteaptă câteva ore înainte de verificare pentru eliminarea pământului deranjat şi spălarea materialului pus în operă).

(5) După terminarea drenului (prin cămin) se verifică, folosind un fascicul de lumină, dacă drenul este întreg şi nu a rămas blocat cu corpuri străine.

(6) Cu pompa provizorie de epuisment se va verifica debitul drenului, denivelarea apei şi calitatea apei; la un răspuns favorabil (debit, calitate apă) se verifică parametrii pentru echipare cu pompe definitive.

1.3 Execuţia captărilor din izvoare trebuie să respecte următoarele reguli:

(1) Execuţia captărilor din izvoare se va face în conformitate cu proiectul elaborat pentru obiectul respectiv.

(2) Materialele utilizate pentru execuţia captărilor din izvoare vor fi în concordanţă cu calitatea apei, având în vedere că izvorul se captează pentru totdeauna şi remedierile ulterioare sunt dificile.

(3) 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.

(4) Metoda de executare a lucrării se face astfel încât să nu se deterioreze calitatea curgerii (se păstrează nivelul natural de izvorâre), sau a rocii;

(5) Se captează tot debitul, excesul fiind evacuat separat din captare, în mod controlat;

(6) Dacă apa are elemente ce se depun la contactul cu atmosfera (Fe, Mn, duritate, etc.), construcţia va avea posibilitatea de intervenţie pentru deblocare.

1.4 Execuţia captărilor din surse de suprafaţă

(1) Execuţia captărilor din surse de suprafaţă se va face în conformitate cu proiectul elaborat pentru obiectul respectiv.

(2) Captarea din apa de suprafaţă va fi executată în perioada de ape mici şi temperaturi peste $+10^0$ C.

(3) Pentru execuţie se va alege de regulă execuţia în uscat, prin devierea temporară a cursului de apă. Pe durata execuţiei vor fi luate măsuri de protecţia muncii pentru personalul de execuţie dar şi pentru populaţia din zonă. Organizarea execuţiei va trebui făcută astfel ca lucrările să fie terminate cât mai rapid.

(4) După terminarea lucrării, amplasamentul şi zonele afectate vor fi refăcute pentru a avea un aspect plăcut şi mediul ambiant să fie îmbunătăţit.

(5) În cazul în care zona de protecţie sanitară cuprinde şi zone de vegetaţie/pădure, aceasta va fi afectată pe o porţiune cât mai redusă.

(6) Dacă în amplasamentul captării de suprafaţă va fi nevoie de energie electrică, pentru un proces tehnologic justificat, alimentarea cu energie electrică se va realiza prima.

(7) Nu se va realiza nici o construcţie 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 condiţiilor de păstrare a funcţionalităţii captării.

(8) În nici un caz modul de amplasare sau de execuţie al prizei nu trebuie să conducă la deteriorarea modului natural de curgere al apei, şi care să pună în pericol alte lucrări. Când sunt necesare lucrări în albie, vor fi alese acele amplasamente care cer lucrări minime.

(9) Supravegherea lucrărilor pe perioada execuţiei – execuţie care presupune multă muncă manuală – va fi făcută cu exigenţă. Toate elementele construite efectiv vor apărea în detalii prezente în cartea construcţiei.

(10) Lucrarea va fi sigură la descărcarea debitului maxim în secţiune. Proiectul se va adapta la teren.

1.5 Execuţia aducţiunilor

(1) Execuţia captărilor din aducţiuni se va face în conformitate cu proiectul elaborat pentru obiectul respectiv.

(2) De regulă, aducţiunea se execută prin aşezarea de tuburi etanşate, în pământ. Pe mici porţiuni, în cazuri bine justificate şi cu protecţia respectivă, aducţiunea poate fi amplasată şi aerian (pe estacadă, suspendată de pod, pe pile, etc.). În acest caz, va fi mai bine protejată contra îngheţului (este preferabil sa nu aibă zone înalte deoarece robinetul de aerisire poate îngheţa iarna).

(3) Aducţiunea se aşează astfel ca pe tronsoane să aibă panta de minimum 1‰, pentru o golire uşoară. Secţiunile de vârf vor avea robinete de aerisire, iar punctele joase vane de golire.

(4) Adâncimea de îngropare nu va fi mai mică de 1,0 m la creasta conductei. Şanţul de pozare va avea în mod normal lăţimea de lucru în funcţie de diametrul conductei, procedeul de execuţie a săpăturii, modul de lansare a conductei în şanţ, exigenţele de realizare a umpluturii.

(5) La tuburile îmbinate în şanţ (de exemplu-fontă ductilă, fibră de sticlă, PVC), lăţimea va avea valoarea Dn + 0.60 m. La tuburile montate (asamblate) pe mal şi lansate în şanţ (PEID, oţel), şanţul poate avea lăţimea utilajului de săpare cu condiţia realizării unei bune umpluturi. Îmbinarea tuburilor se va face după tehnologia recomandată de furnizor. La execuţia conductelor din PE-polietilenă, PVC-policlorură de vinil, PP-polipropilenă, etc, vor fi respectate documnetele tehnice în vigoare.

(6) Sprijinirea şanţului se va face conform normelor tehnice în vigoare. În general, o săpătură cu taluz vertical cu adâncime mai mare de 1,5 m va fi sprijinită, iar muncitorii vor fi obligaţi să respecte prevederile proiectului.

(7) Conducta se aşează totdeauna pe un pat de nisip de minimum 10 cm. Umplutura până deasupra conductei (10 cm) se face manual, cu material sortat, fără corpuri tari, bine compactată. Restul umpluturii până la stratul de circulaţie se poate face şi cu material grosier bine cilindrat (manual sau mecanic) cu umiditatea optimă pentru compactare.

(8) La tuburile din PVC, PE, se va aşeza un strat indicator pentru prezenţa conductei (şi se va marca la suprafaţă). Conducta se va amplasa astfel ca la sfârşit să fie uşor accesibilă pentru reparaţii şi întreţinere.

(9) Tuburile din PE vor fi aşezate şerpuit în şanţ, pentru a prelua deformaţiile date de variaţia temperaturii apei transportate.

(10) Conducta va fi probată pe tronsoane de 0,5 – 2 km. Presiunea de încercare va fi dată în proiect. Proba va fi executată în prezenţa reprezentantului beneficiarului.

(11) La transportul apei prin conducte (aducţiune, reţea) se face proba de presiune după aşezarea tubului în şanţ. Când tronsonul are minimum 500 m (la o conductă lungă) se face pregătirea pentru probă; tubul poate fi înglobat în pământ cu excepţia îmbinărilor neprobate.

(12) Se face o încercare provizorie, pentru a vedea comportarea conductei; la o scădere de presiune de maximum 30% se poate continua proba de presiune. Creşterea presiunii în conductă va fi 1 – 2 bari/oră.

(13) Se face încercarea principală, cu metoda recomandată de SR EN 805. Metoda prevede scoaterea unui volum de apă (ΔV) din conductă şi verificarea scăderii presiunii (Δp).

(14) Se aduce conducta pregătită la presiunea egală cu presiunea pentru proba de presiune (atenţie la variaţia de temperatură) şi se scoate un volum de apă, ΔV, bine măsurat, astfel ca scăderea presiunii să fie de 10 – 30%. Se calculează volumul maxim de apă după relaţia dată. Dacă Δ V (scos) ≤ V_{max} tronsonul este bun; în caz contrar, se fac reparaţiile necesare şi se reface proba.

$$\Delta V_{max} = 1{,}2 \cdot V \cdot \Delta_p \cdot \left(\frac{1}{E_w} + \frac{D}{I \cdot E_R}\right) \qquad (1.1)$$

unde:

ΔV_{max} = volumul maxim de apă, [litri],

Δp = scăderea de presiune, [kPa],

E_W = modulul de elasticitate al apei, [kPa],

D = diametrul interior al conductei, [m],

E_R = modulul de elasticitate la încercare al peretelui conductei pe direcţia transversală a peretelui, [kPa] (dat de firma furnizoare),

1,2 = coeficientul de siguranţă contra evacuării incomplete a aerului din conductă.

Pentru apă: $E_W = 2{,}07 \text{ x } 10^6$ kPa la 10^0C

$E_W = 2{,}15 \text{ x } 10^6$ kPa la 20^0C

Pentru PEID-polietilena de înaltă densitate pentru apa, după unele prospecte, ER = 1,2 x 106 kPa

(15) După reuşita probei de presiune, se face proba de vacuum. Când prin golire conducta poate fi pusă sub presiune negativă (vacuum), aceasta se verifică şi la vacuum. Succesiunea operaţiilor va fi următoarea:

a) din punctul înalt al tronsonului (protecţie contra apei din conductă) se leagă o pompă de vacuum, cu o sarcină de minimum 8 m; se montează un vacuummetru pe legătura pompă-conductă;

b) se pune pompa în funcţiune şi se verifică menţinerea vacuumului în sistem peste 20 minute; vor fi luate măsuri pentru a evita înecarea pompei.

(16) Proba nu se va face la temperaturi negative ale aerului, iar rezultatele vor fi consemnate în documente specifice. Documentul va fi piesa componentă a dosarului de recepţie şi a cărţii construcţiei. Un releveu complet al lucrării şi rezultatul probei de presiune, vizat de beneficiar, se arhivează.

(17) Între execuţie şi proba de presiune durata va fi cât mai scurtă; dacă există riscul flotării conductei din cauza ploii, conducta va fi aşezată în şanţ şi acoperită cu pământ, cu excepţia îmbinărilor.

(18) Atunci când tehnologia permite, se va putea face şi proba cu aer, în afara şanţului. Pe durata probei, capetele tronsonului vor fi astupate cu dopuri bine rezemate pe pământ (direct sau prin intermediul unor dulapi). Nu vor fi folosite vanele de la capete ca elemente de reazem. Presiunea se va asigura cu pompa de mână.

(19) Aşezarea conductei pe patul de fundare şi umplutura de lângă conductă este foarte importantă; de aceea vor fi respectate cu stricteţe recomandările fabricantului, precum şi prevederile reglementărilor tehnice specifice, privind execuţia. Nu vor fi realizate săpături care să rămână deschise vreme îndelungată (se deteriorează calitatea pământului de fundare).

(20) Şanţul va primi tot pământul din săpătură; umplutura se realizează cu bombament, cu excepţia traversărilor de drumuri. Stratul vegetal va fi ultimul aşezat pe conductă.

(21) Toate căminele (armăturile) şi frângerile de traseu vor fi marcate cu jaloane.

(22) Dacă porţiuni de aducţiune sunt în spaţiul circulabil, vor fi luate măsuri de protecţie pentru asigurarea traficului, pietonilor, personalului propriu (pe durata zilei şi nopţii).

(23) Depozitarea conductelor pe perioada de execuţie se va face conform cerinţelor furnizorului. Toate materialele/produsele, vor fi controlate din punct de vedere al calităţii conform legislaţiei specifice, aplicabile, în vigoare. Tuburile vor fi depozitate astfel incât să fie ferite de deteriorare.

1.6 Execuţia staţiilor de pompare

(1) Execuţia staţiilor de pompare se va face în conformitate cu proiectul elaborat pentru obiectul respectiv.

(2) Construcţia staţiei de pompare nu are elemente speciale faţă de alte construcţii.

(3) Se impune respectarea cotei de amplasare a pieselor de trecere, pentru a asigura cota axului pompei prevăzută în proiect. De asemenea, volumul masivului de amplasare a pompei (fundaţia) – dacă este independent de clădire, trebuie să aibă o greutate de cel puţin 5 G (G = greutatea utilajului, pompa + motor) pentru amortizarea vibraţiilor.

(4) Instalaţia hidraulică trebuie executată etanş, vopsită în culori uşor vizibile, cu vanele în poziţie accesibilă. Pe aspiraţie va fi asigurat faptul că nu se produc pungi de aer. Conductele nu vor rezema pe pompă, dacă furnizorul cere acest lucru.

(5) După realizarea montajului se va face proba tehnologică.

(6) Pompa trebuie să se poată roti uşor, cu mâna, înainte de punerea în sarcină. Proba tehnologică trebuie să confirme că: staţia de pompare asigură debitul cerut, randamentul de funcţionare (determinat din consumul de energie şi lucrul efectiv făcut Q, H) este cel scontat, pompele nu au vibraţii la oricare regim de funcţionare, zgomotul produs este suportabil pentru personal (în caz contrar vor fi luate măsuri). Proba va asigura elementele concrete şi pentru instrucţiunile de exploatare specifice: cum se porneşte pompa, cum se opreşte pompa (normal sau în caz de avarie), dacă toate armăturile sunt etanşe, ce particularităţi are instalaţia, care este consumul de energie, funcţionarea sistemelor de protecţie a pompelor, etc.

(7) Personalul de exploatare va fi prezent la probele de testare şi punere în funcţiune şi va fi instruit tehnic, tehnologic şi în ce priveşte protecţia muncii.

(8) În cazul pompelor submersate se va urmări ca: debitul pompat să nu depăşească debitul maxim al puţului, denivelarea maximă admisă pentru puţul real executat, protecţia pompei să fie activă (control temperatură, protecţie apă). În nici un caz nu se va realiza deznisiparea puţului folosind pompa de lucru. Verificarea se va face de două ori, puţ cu puţ şi pe captare în ansamblu. Toate elementele specifice vor fi puse în atenţia personalului de exploatare.

(9) La staţiile de pompare cu hidrofor se va verifica faptul că pompa nu porneşte de mai mult de 10 ori/oră. Dacă acest lucru se întâmplă, vor fi căutate cauzele şi luate urgent măsuri; există riscul arderii motorului din cauza supraîncălzirii la pornire.

(10) După reglarea tuturor elementelor, se recomandă să se măsoare parametri Q, H, η pentru a putea reface curba practică a instalaţiei şi pentru a se verifica punctul de funcţionare. Acestea constituie valori de referinţă pentru instrucţiunile de exploatare specifice al instalaţiei.

1.7 Execuţia rezervoarelor de înmagazinare a apei

(1) Execuţia rezervoarelor de înmagazinare a apei se va face în conformitate cu proiectul elaborat pentru obiectul respectiv.

(2) Construcţia în soluţie de beton armat se execută în sistem mixt sau monolit integral.

(3) Organizarea şantierului. Amplasamentul şantierului se protejează cu şanţ de gardă contra inundării cu ape de şiroire de pe versant. Amplasamentul trebuie să fie stabil în stare uscată (cu sau fără apă subterană), dar şi după ce va fi umezit cu apă eventual exfiltrată din rezervor.

(4) Execuţia se începe după asigurarea tuturor condiţiilor, materiale şi a forţei de muncă. Principalele etape de execuţie sunt:

a) săpătura se face mecanizat sau manual în funcţie de volum, accesibilitate, etc.;
b) betonul se toarnă în patru etape: radier, perete şicană, stâlpi, tavan;
c) în cofraj se amplasează piesele de trecere a conductelor prin perete, la cota necesară; toate piesele vor fi de tipul "piese de trecere etanşă";
d) se respectă cota radierului, prin aducerea cotei de la un reper de nivelment;
e) armătura va respecta condiţia cerută în proiect asupra impermeabilităţii (fisura maximă 0,1 mm); pierderea de apă acceptată în general este sub 0,02 l/m^2 * zi;
f) este de preferat un cofraj de bună calitate care să asigure un beton cu feţe foarte netede (de calitatea faianţei); un asemenea beton se spală uşor în exploatare şi nu mai are nevoie de tencuială în execuţie;
g) betonul se umezeşte continuu timp de 2 săptămâni (până la decofrare) pentru a fi ferit de fisurare (fisurile admise la dimensionare sunt de 0,1 ... 0,15 mm); fisurile se pot marca prin umezirea suprafeţei betonului; suprafaţa nefisurată pierde uşor apă, apa intrată în fisuri se evaporă mai greu şi deci fisurile sunt marcate ca şi cum ar fi desenate cu creionul;
h) pentru erorile de betonare (beton segregat, fisurat, goluri, etc.) se vor lua măsuri speciale de etanşare (măsuri aprobate şi urmărite de proiectant);
i) după întărirea betonului, minimum 28 zile de întărire, se face proba de etanşeitate;
j) dacă se face tencuială, aceasta se face după proba de etanşeitate, în 3 straturi (o amorsă, două straturi de tencuială realizate pe direcţii perpendiculare şi o scliviseală); În final, netezimea peretelui este similară cu cea a faianţei (sub palma ce parcurge peretele): toate colţurile se rotunjesc;

k) pe cuva din beton armat curăţată la minimum 28 zile de la turnare, cu golurile blindate (sau instalaţia făcută) se realizează proba de etanşeitate; se umple cuva cu apă, se lasă să se umezească bine betonul, "să se umfle" şi apoi se aduce apă la un nivel cunoscut (reper pe perete); se lasă 24 ore şi se verifică:
    i. dacă nu apare în exterior nici o pată de umezeală, execuţia a fost corespunzătoare;
    ii. dacă apar pete de umezeală, se completează apă în rezervor până la atingerea reperului; raportând cantitatea de apă adăugată (echivalentă cu cantitatea de apă pierdută) la suprafaţa udată se obţine pierderea specifică; dacă această pierdere specifică este sub limita prescrisă, execuţia a fost corespunzătoare;
    iii. dacă apar curgeri evidente de apă, "izvorâri", sau pierderea este peste limita normală, se iau măsuri de etanşare, se reface proba şi apoi se trece la execuţia tencuielii, dacă este cazul;
l) acoperişul rezervorului (făcut din placă de beton armat, beton de pantă, barieră de vapori, termoizolaţie, hidroizolaţie) se verifică la etanşeitate; după aceasta se protejează hidroizolaţia;
m) instalaţia hidraulică se completează şi se vopseşte;
n) se dezinfectează rezervorul, cu apă cu clor 20 – 30 mg/l timp de 24 ore, se goleşte (atenţie unde ajunge apa cu clor) şi se spală cu apă curată până la obţinerea condiţiei de apă potabilă – în conformitate cu prevederile legislative în vigoare;
o) se aranjează terenul în exterior (umplutură, gazon, alei, trotuar, gard, lumină) şi se face recepţia lucrării.

1.8 Execuţia reţelei de distribuţie

(1) Execuţia reţelei de distribuţie se va face în conformitate cu proiectul elaborat pentru obiectul respectiv.

(2) Reţeaua se execută începând de la rezervor (tronsoanele gata pot fi date în exploatare).

(3) Se lucrează cu tronsoane limitate de reţea şi numai după ce sunt asigurate materialele de execuţie, forţa de muncă, amplasament liber.

(4) Nu se probează reţeaua în perioada rece a anului.

(5) Pe durata execuţiei, toate conductele se ţin cu dopuri (capace) la capete.

(6) Pe durata execuţiei reţelei de distribuţie trebuiesc luate măsuri de protecţie pentru muncitorii şi locuitorii din zonă.

(7) Tronsoanele de reţea nu sunt date în exploatare decât după probare, spălare, dezinfectare şi avizare de către organele sanitare.

(8) Pe durata execuţiei se asigură traficul în zonă (pompieri, salvare etc.).

(9) Tehnologia de execuţie a reţelei cuprinde fazele:
a) aprovizionarea cu materiale, în ritmul execuţiei;
b) realizarea săpăturii (cu sprijinire de taluz vertical) şi depozitare convenabilă a pământului (astfel încât să nu blocheze circulaţia, curgerea apei, traficul, pietonii);
c) lansarea conductei în şanţ şi testarea provizorie;
d) montarea armăturilor prevăzute (vane, branşamente, hidranţi etc.);

e) proba de presiune; presiunea de încercare nu va depăşi clasa tubului; se va face cu aer/apă, pe mal în şanţ, după tipul de material şi presiunea de lucru; cum reţeaua va lucra la maximum 6 bari, presiunea de încercare nu va depăşi 10 bari;
f) efectuarea eventualelor remedieri şi repetarea probei de presiune;
g) umplerea şanţului cu pământ şi refacerea îmbrăcăminţii drumului;
h) spălarea conductei, dezinfectare şi controlul calităţii apei.

(10) Tehnologia de execuţie a reţelei trebuie să ţină cont de materialul din care este realizată conducta.

(11) Pentru evitarea ruperii tubului prin gaura făcută pentru branşament, se recomandă ca branşamentele să fie executate cu manşon special (tip bridă), manşon care conţine şi robinet de izolare (închidere) a branşamentului – chiar dacă branşamentul nu se realizează odată cu conducta. Dacă branşamentul se face în acelaşi timp cu conducta, este recomandabil să se prevadă un teu de racord.

(12) La realizarea conductelor din masă plastică, se va urmări fluxul tehnologic:
a) săparea (de regulă manuală) a şanţului de pozare, cu taluz vertical sau cu pantă în funcţie de calitatea solului;
b) rezemarea pereţilor la adâncimi mai mari de 1,50 m;
c) lăţimea săpăturii este legată de adâncime, de diametrul tubului, de prezenţa elementelor de sprijin, modul de compactare; lăţime şanţ > 60 cm;
d) pregătirea patului de pozare, fără pietre, material îngheţat, etc.;
e) aşezarea unui strat de nisip de 10 – 15 cm bine compactat;
f) aşezarea tubului şi realizarea unei umpluturi de nisip până la acoperirea tubului; nisipul va fi compactat normal în strat de 10 cm;
g) tuburile îmbinate prin sudare cap la cap (în afara şanţului) se lansează şi se aşează uniform în şanţ cu îmbinarea descoperită; tuburile îmbinate în şanţ vor avea mufa liberă de orice rezemare pe perioada montării; golul se va umple după efectuarea probei de presiune;
h) după efectuarea probei de presiune se completează umplutura, în straturi de 10 – 15 cm, compactată manual sau mecanic (cu pământ din săpătură, fără bulgări mari şi umezit convenabil pentru îndesare uşoară); se trece de minimum 3 ori cu elementul de compactare;
i) se reface stratul de îmbrăcăminte al drumului sau spaţiul verde;
j) pentru detectarea ulterioară a tubului se aşează pe aceasta un fir metalic sau o plasă metalică greu corodabilă, legată de tub; pot fi folosite şi covoare speciale aşezate în şanţ pe umplutură normală;
k) tronsonul se dezinfectează şi se spală până la limita cerută de organele sanitare;
l) în acelaşi timp cu montarea tubului se montează şi piesele pentru realizarea branşamentelor pentru preluarea apei la cişmea/hidrant/locuinţă (hidranţii de incendiu se amplasează în afara carosabilului, la minimum 5 m de peretele construcţiei, într-o zonă protejată dar uşor accesibilă pompelor şi marcaţi vizibil pe un suport stabil).

1.9 Execuţia staţiei de tratare

(1) Execuţia staţiei de tratare se va face în conformitate cu proiectul elaborat pentru staţia de tratare respectivă.

(2) Realizarea efectivă a obiectelor staţiei de tratare trebuie să ţină cont de complexitatea acesteia şi de specificul fiecărui obiect în parte (gospodăria de reactivi, instalaţiile hidraulice, construcţiile din beton armat sau metal pentru decantoare, filtrele cu nivel liber sau sub presiune, etc.).

(3) În cazul staţiilor de tratare monobloc, lucrările de execuţie se rezumă la amenajarea platformei de amplasare, la racordarea la sursa de apă, pentru apa brută şi la rezervor pentru apa tratată la racordarea la instalaţia electrică asigurarea căldurii pentru funcţionarea staţiei. Funcţie de dimensiunea şi greutatea obiectului, amplasamentul trebuie ales astfel ca să nu fie nevoie de un drum special de acces sau gabarit deosebit pentru utilajul de descărcare/aşezare pe amplasament. Va fi preferat echipamentul livrabil din părţi componente.

(4) Pentru realizarea lucrărilor din beton, beton armat, vor fi consultate normativele de specialitate. Trebuie respectate condiţiile: realizarea unui beton etanş şi respectarea cotelor de amplasare (fundaţie, conducte etc.).

(5) Pentru realizarea lucrărilor instalaţiilor hidraulice vor fi respectate următoarele reguli:

a) se realizează elemente prefabricate, în atelier, ce se montează pe amplasament; înainte de montaj se va verifica încă o dată cota de amplasare; în caz de neconcordanţă, proiectantul va lua o decizie;
b) la montarea pompelor se va verifica orizontalitatea postamentului, cotele de racordare a conductelor şi poziţia normală pe ax a flanşelor de legătură cu instalaţia hidraulică; nu se va forţa aducerea la normalitate prin "strângerea în şuruburi" deoarece consecinţele pot fi mari: vibraţii, ruperea flanşelor, deteriorarea rapidă a rulmenţilor etc.;
c) instalaţia hidraulică va fi montată pentru a fi accesibilă (minimum 20 cm între orice piesă, conductă şi un perete de construcţie/instalaţie), vanele vor fi în poziţie accesibilă pentru manevrarea manuală, chiar dacă instalaţia are comandă automată; se va verifica modul de acţiune în caz de avarie la instalaţia de automatizare; concluziile vor intra în instrucţiunile specifice de exploatare;
d) pentru instalaţia electrică (iluminat şi forta) vor fi respectate prescripţiile normelor tehnice în vigoare;
e) instalaţia de automatizare va fi realizată de personal specializat, în conformitate cu cerinţele proiectului.

(6) După terminarea lucrărilor de montaj tehnologic se va face proba tehnologică a fiecărui obiect şi a obiectelor în ansamblu, la care este obligatoriu să participe şi personalul ce va exploata staţia de tratare. Se vor verifica:

a) amplasamentul obiectelor (cotele pe verticală sunt foarte importante);
b) funcţionalitatea elementelor componente (vane, pompe, instalaţia de semnalizare);
c) etanşeitatea fiecărei părţi componente, conform caietului de sarcini sau cerinţelor furnizorului;
d) capacitatea de transport;
e) indicatorii de performanţă;
f) eficienţa tehnologică a fiecărui subansamblu şi a ansamblului în totalitate şi anume: capacitatea de tratare (debit [m^3/h]), eficienţa reală de tratare (reducerea turbidităţii, reducerea durităţii, etc.), consumul de apă, consumul de reactivi, energie pentru funcţionarea normală, durata de spălare, durata între spălări, etc.; în acelaşi fel se vaverifica modul de reţinere şi eficienţa sistemului de reţinere a impurităţilor rezultate din tratare;

(7) Toate elementele principale rezultate vor constitui puncte de reper pentru concretizarea instrucţiunile specifice de exploatare.

(8) Se va verifica modul de realizare a perimetrului de regim sever şi a protecţiei staţiei contra vandalismului.

(9) Se va verifica racordarea staţiei de tratare la ansamblul sistemului de alimentare cu apă şi se va proceda la punerea în funcţiune pentru o exploatare normală; se va spăla şi

dezinfecta fiecare obiect (cu apă de clor 20 – 30 mg/l, concentraţia în clor); pe durata spălării apa rezultată va fi controlată şi monitorizată astfel ca apa din receptorul natural să nu fie deteriorată;

(10) Se va pune în funcţiune şi se va controla calitatea apei rezultate; până la obţinerea calităţii necesare (conform prevederilor legislative în vigoare privind calitatea apei potabile), apa va fi evacuată la râu; după obţinerea apei potabile se va trece la umplerea cu apă a aducţiunii, rezervorului şi reţelei, cu respectarea regulilor prin care nu se pune în pericol funcţionarea acestora;

(11) Staţia nu va intra în funcţiune decât după realizarea şi punerea în stare operativă a lucrărilor pentru reţinerea impurităţilor reţinute în staţie şi obţinerea avizului de funcţionare, în conformitate cu reglementările tehnice specific, în vigoare;

(12) Parametrii finali de exploatare vor fi stabiliţi prin măsurarea performanţei şi vor constitui valori de referinţă pentru exploatare;

(13) Personalul de exploatare va prezenta, periodic, rapoarte asupra modului de funcţionare, comportării în perioadele grele (iarna, pe durata secetei, după viitură, etc.).

(14) La execuţia filtrelor rapide, se vor urmări în mod special următoarele elemente: (1) realizarea unor cuve etanşe (cu atenţie specială la trecerea conductelor prin pereţi); (2) realizarea unui drenaj care să asigure o distribuţie uniformă a apei de spălare (planşeul cu crepine să aibă denivelări de maximum 1 cm, iar crepinele să fie reglate astfel ca spălarea fără nisip să fie uniformă); (3) muchiile jgheaburilor de colectare a apei de spălare să fie orizontale (orizontalitatea fiind obţinută din beton şi nu din tencuiala aplicată pe beton).

(15) Se verifică uniformitatea spălării astfel: se verifică etanşeitatea plăcilor cu crepine şi înşurubarea corectă a crepinei în mufa din placă; se umple cuva cu apă limpede până la cca. 10 cm peste crepine; se porneşte o suflantă la un debit redus şi se urmăreşte modul cum apare aerul în cuvă; la început creşte nivelul apei în cuvă (apa împinsă de aer de sub placă, până când stratul de aer ajunge la orificiul crepinei) şi apoi aerul începe să iasă, în bule, prin crepine; crepinele prin care nu iese aerul sunt prea jos - se deşurubează, iar cele prin care iese prea mult aer sunt prea sus, deci se mai înşurubează; în final aerul iese uniform - apa "fierbe" uniform în cuvă.

(16) În cazul în care există mai multe obiecte similare se va verifica modul de repartiţie a debitului între acestea.

(17) Se va verifica şi capacitatea sistemului de preaplin ca şi capacitatea de transport a reţelei de canalizare.

(18) În cazul în care staţia de tratare are personal permanent, dar fără laborator chimic, se va prevedea un closet tip uscat; când staţia are şi laborator se prevede şi un grup sanitar şi se poate prevedea şi o staţie de epurare, monobloc, de capacitate mică;

(19) Pentru urmărirea comportării generale a construcţiilor vor fi respectate prevederile reglementărilor tehnice, specifice, aplicabile, în vigoare.

(20) Recepţia lucrărilor executate se va face după actele normative specifice, aplicabile, în vigoare. Recepţia priveşte două aspecte fundamentale ale lucrării:

a) aspectul cantitativ: sunt realizate toate lucrările prevăzute în proiect
b) aspectul calitativ: calitatea lucrărilor este cea normală lucrarea, pe obiecte şi în ansamblu, realizează parametri tehnologici pentru care a fost executată (cantitate de apă şi calitatea de apă cerută)

(21) În urma recepţiei, beneficiarul preia lucrarea (cu eventuale remedieri stabilite) şi elaborează cartea construcţiei pe baza documentaţiei prezentate. Prin cunoaşterea performanţelor de care este capabilă instalaţie, se poate elabora instrucţiunile de exploatare al lucrării.

2. Proba de presiune a conductelor din reţele de alimentare cu apă

(1) Proba de presiune a conductelor se execută conform prevederilor SR 4163-3-1996 Alimentări cu apă. Reţele de distribuţie. Prescripţii de execuţie şi exploatare şi STAS 6819-1997 Alimentări cu apă. Aducţiuni. Studii, prescripţii de proiectare şi de execuţie.

(2) Înainte de punerea în funcţiune, conductele se supun următoarelor încercări de presiune:

a) încercarea pe tronsoane a conductelor.
b) încercarea pe ansamblu a conductelor.
c) încercările la presiune a consductelor se fac numai cu apă.

(3) Proiectele pentru conducte precizează condiţiile de efectuare de presiune, având în vedere tipul conductei, reglementările tehnice specifice aplicabile, în vigoare şi prevederile producătorului de material.

(4) Tronsonul de probă nu va depăşi 500 m. Lungimea acestuia poate fi mai mare la propunerea proiectantului sau executantului, cu acordul beneficiarului.

(5) Se supun la probă numai tronsoanele care îndeplinesc următoarele condiţii:

a) au montate toate armăturile.
b) s-a realizat o acoperire parţială a conductei, lasându-se îmbinările libere.
c) s-au executat masivele de ancoraj la conductele ce nu pot prelua eforturi axiale.

(6) Înainte de umplerea tronsonului cu apă, se închid capetele tronsonului cu capace asigurate, sprijinite, conform detaliilor prevăzute în proiect.

a) nu se folosesc robinete ca piese de închidere a capetelor tronsoanelor supuse probei.
b) umplerea tronsonului cu apă se face prin punctul cel mai de jos al acestuia după ce, în prealabil, s-au deschis robinetele de aerisire prevăzute în punctele înalte şi care se închid treptat, numai după ce prin robinetele respective se evacuează apa fără aer.

(7) Presiunea de probă se măsoară şi se realizează în punctul cel mai coborât al reţelei. Se vor utiliza pompe cu piston.

(8) Pompa de presiune pentru conductele din PEID şi PAFSIN şi alte produse, se face conform datelor producătorului.

(9) Presiunea de probă şi durata de probă se stabilesc prin proiect avându-se în vedere prevederile de la punctele 2.1 şi 2.3.

(10) Pentru verificarea presiunilor obţinute se montează manometru la toate punctele caracteristice ale tronsonului (capete, puncte înalte şi joase, ramificaţii, cămine).

(11) Proba de presiune este recomandabil a se efectua pe timp răcoros, dimineaţa sau seara, pentru ca rezultatele să nu fie influenţate de variaţiile mari de temperatură

(12) Proba se consideră reuşită pe tronsonul respectiv, dacă sunt îndeplinite următoarele condiţii:

a) la examinarea vizuală să nu prezinte scurgeri vizibile de apă, pete de umezeală pe tuburi şi în special în zona îmbinărilor.
b) pierderea de presiune să nu depăşească valorile prevăzute în proiect

(13) După terminarea probei pe tronson, aceasta se umple cu pământ şi se execută legătura cu tronsonul adiacent, probat anterior, îmbinările între tronsoane rămânând descoperite pînă la proba generală a conductei de aducţiune.

(14) Încercarea definitivă, pe ansamblul conductei se face în regim de funcţionare a acesteia, prin observarea timp de 2 ore a îmbinărilor dintre tronsoane, care nu trebuie să prezinte pierderi vizibile de apă.

(15) Probele de presiune se execută numai la temperaturi minime de 5˚C, prognozate pe o durată de 3 zile.

(16) În cazul când proba de presinue nu este corespunzătoare se iau măsuri de remediere necesare şi se reface proba de presiune.

3.Verificări, încercări şi probe în vederea punerii în funcţiune a conductelor din reţelele de alimentare cu apă

(1) Verificările, încercările şi probele punerii în funcţiune se fac la conductele noi şi la cele care se înlocuiesc.

a) acestea se pot efectua la întreaga reţea prevăzută în documentaţiile tehnice, sau pe tronsoane de conducte ce pot fi puse în funcţiune.

(2) Verificările, încercările, şi probele se execută conform reglemetărilor specifice aplicabile domeniilor în cauză, în vigoare, şi legislaţiei privind calitatea în construcţii, precum şi Regulamentului de recepţie a lucrărilor de construcţii şi instalaţiilor aferente acestora, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr.273/1994, cu completările ulterioare, precum şi precum şi al Regulamentului de receţie a lucrărilor de montaj utilaje, echipamente, instalaţii tehnologice şi apunerii în funcţiune a capacităţilor de producţie, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr.51/1996.

(3) Înainte de efectuarea probei de presiune se verifică:

a) concordanţa lucrărilor executate cu proiectul

b) caracteristicile robinetelor, hidranţilor, golurilor, ventilelor de aerisire-dezaerisire, reductoarelor de presiune, clapetelor, altor armături, etc.

c) poziţia hidranţilor şi a vanelor îngropate.

d) poziţiile şi execuţia căminelor, echiparea acestora.

e) poziţiile şi execuţia căminelor, echiparea acestora.

f) protecţia anticorosivă şi termoizolaţiile, unde este cazul

g) calitatea sudurilor şi a îmbinărilor

h) execuţia masivelor de ancoraj

(4) Proba de presiune, spălarea şi dezinfectarea cconductelor se execută conform SR 4163-3-1996 Alimentări cu apă. Reţele de distribuţie. Prescripţii de execuţie şi exploatare, STAS 3051 Sisteme de canalizare. Canale ale reţelelor exterioare de canalizare. Prescripţii fundamentale de proiectare şi caietelor de sarcini întocmite de proiectant în conformitate cu prevederile producătorului de materiale.

Verificări şi probe după efectuarea probei de presiune

(5) După efectuarea probei de presiune se vor efectua următoarelor verificări şi probe:

a) întocmirea procesului-verbal a probei de presiune

b) umplerea tranşeei în zona îmbinărilor

c) umplerea tranşeei

d) verificarea gradului de compactare conform prevederilor proiectului

e) refacerea părţii carosabile a drumului conform prevederilor din proiect

f) refacerea trotuarelor

g) refacerea spaţiilor verzi

h) executarea marcării şi reparării reţelelor conform STAS 9570/1-89 Marcarea şi reperarea reţelelor de conducte şi cabluri, în localităţi.

(6) Înainte de execuţia umpluturilor la cota finală se execută ridicarea topografică detaliată a conductei (plan şi profil în lung) cu precizarea robinetelor îngropate, căminelor (echiparea acestora), hidranţilor, branşamentelor, etc.

a) Releveele reţelelor se anexează Cărţii Conductei şi se introduc în Sistemul Geografic Informaţional (acolo unde există) deţinut de unitatea de exploatare a sistemului de alimentare cu apă al localităţii.

(7) Înainte de punerea în funcţiune, se face spălarea şi dezinfectarea reţelei, conform actelor normative specifice, aplicabile, în vigoare. Punerea în funcţiune a reţelei se face de către personalul unităţii de exploatare a reţelelor asistat de constructor, conform STAS 4163-3-1996 Alimentări cu apă. Reţele de distribuţie. Prescripţii de execuţie şi exploatare

4. Recepţia lucrărilor de alimentări cu apă

(1) Recepţia reprezintă acţiunea prin care beneficiarul acceptă şi preia lucrarea de la antreprenor în conformitate cu documentaţia de execuţie, certificându-se că executantul şi-a îndeplinit obligaţiile contractuale cu respectarea prevederilor proiectului. În urma recepţiei lucrării, aceasta trebuie să poată fi dată în exploatare.

(2) În vederea realizării *recepţiei la terminarea lucrărilor*, executantul va comunica investitorului data terminării lucrărilor prevăzute în contract, printr-un document confirmat de dirigintele de şantier. Comisiile de recepţie vor fi numite de investitor şi vor avea componenţa prevăzută de legislaţia specifică, în vigoare, privind regulamentul de recepţie a lucrărilor de construcţii şi instalaţii aferente acestora, precum şi regulamentul de receţie a lucrărilor de montaj utilaje, echipamente, instalaţii tehnologice şi apunerii în funcţiune a capacităţilor de producţie. Obligatoriu va fi prezent un reprezentant al investitorului şi un reprezentant al administraţiei publice locale.

(3) Începerea **recepţiei la terminarea lucrărilor** va fi organizată de investitor în maximum 15 zile de la comunicarea terminării lucrărilor de către executant.

(4) În vederea recepţiei instalaţiilor este obligatorie existenţa următoarelor acte legale:

a) procese verbale de lucrări ascunse;
b) procese verbale de probe tehnologice;
c) documente care atestă performanţele produselor;
d) dispoziţii de şantiere date de proiectant şi verificate de verificatorul de proiect, pe parcursul execuţiei lucrărilor;
e) procese verbale întocmite la fazele determinante ale execuţiei, preliminare recepţiei.

(5) Comisia examinează:

a) execuţia lucrărilor conform documentaţiilor tehnice şi a reglementărilor tehnice specifice, aplicabile, în vigoare, cu respectarea cerinţelor aplicabile construcţiilor;
b) respectarea prevederilor din autorizaţia de construcţie, din avize şi a altor condiţii de execuţie;

c) terminarea tuturor lucrărilor de construcţii autorizate conform contractului;
d) funcţionarea sistemului realizat.

(6) Recepţia finală se face la maxim 15 zile după expirarea perioadei de garanţie şi se organizează de beneficar.

(7) Comisia de recepţie examinează:
a) procesele verbale de recepţie la terminarea lucrărilor;
b) finalizarea lucrărilor cerute la terminarea lucrărilor, acolo unde este cazul;
c) referatul investitorului privind comportarea instalaţiilor în exploatare pe perioada de garanţie;
d) analiza fiabilităţii staţiei, rezultată dintr-un studiu de specialitate.

(8) La terminarea recepţiei finale, comisia de recepţie finală va consemna observaţiile într-un proces verbal;.

(9) Funcţionarea în bune condiţii a staţiilor de tratare, cu toate elementele componente, necesită luarea următoarelor măsuri obligatorii:
a) existenţa instrucţiunilor de exploatare şi întreţinere;
b) verificarea gradului de instruire a personalului de exploatare şi însuşirea de către acesta a prevederilor instrucţiunilor de exploatare şi întreţinere;
c) asigurarea unui sistem corespunzător de informare şi transmitere a datelor privind funcţionarea staţiei de tratare.

C: EXPLOATAREA SISTEMELOR DE ALIMENTARE CU APĂ

1. Exploatarea sistemelor de alimentări cu apă

1.1 ”instrucţiuni de exploatare şi întreţinere”

(1) Este documentul sintetic prin care se pune în practică sistemul calităţii la furnizorul de apă şi care trebuie să stea la baza exploatării sistemelor de alimentări cu apă.

(2) Instrucţiunile de exploatare şi întreţinere trebuie să urmărească modul de funcţionare al sistemului în situaţie normală sau în situaţii speciale-de criză (fenomene/situaţii extraordinare cărora trebuie să le facă faţă sistemul).

1.2 Instrucţiunile de exploatare şi întreţinere specifice

Se întocmeşte pentru fiecare obiect din cadrul sistemului de alimentări cu apă, şi trebuie să conţină detaliile tehnologice caracteristice obiectului respectiv.

1.3 Planul de mentenanţă şi procedurile de intervenţie (planificare şi de urgenţă)

(1) Pe baza instrucţiunilor de exploatare şi întreţinere specific, operatorul de sistem are obligaţia să întocmească **planul de mentenanţă şi procedurile de intervenţie (planificate şi de urgenţă)** pentru fiecare obiect din componenţa sistemului de alimentare cu apă. Intervenţiile în sistemul de alimentare cu apă trebuie realizate cu grija prevenirii oricărui risc de alterare a calităţii apei distribuite. În acest scop:

a) la pregătirea intervenţiilor trebuie să se identifice şi toate riscurile de alterare a calităţii apei şi să asigure informarea altor servicii şi a clienţilor care ar putea fi implicaţi;
b) realizarea fiecărei intervenţii trebuie asigurată în conformitate cu documentele operaţionale pentru a asigura în permanenţă prezervarea calităţii apei potabile distribuite.

1.4 Intervenţiile în sistemul de alimentare cu apă

(1) Operatorul sistemului de alimentare cu apă are obligaţia ca toate intervenţiile în sistemul de alimentare cu apă să se execute de către personal calificat şi cu respectarea legislaţiei specifice de protecţie a muncii.

(2) Intervenţiile în sistemul de alimentare cu apă se realizează cu respectarea legislaţiei din domeniile specifice.

1.5 Înregistrarea documentelor

(1) Operatorul sistemului de alimentare cu apă are de asemenea obligaţia să înregistreze toate documentele întocmite cu ocazia intervenţiilor în sistem, atât la nivel central, cât şi la nivelul fiecărui obiect din sistem (în registrul de exploatare al obiectului respectiv).

(2) Analiza informaţiilor conţinute în documentele de intervenţie trebuie să stea la baza adaptării planului de mentenanţă şi a procedurilor de intervenţie în vederea ridicării calităţii serviciilor oferite clienţilor.

1.6 Exploatarea captărilor cu puţuri

Se realizează prin aplicarea următoarelor măsuri:

(1) Existenţa unei instrucţiuni de exploatare şi întreţinere specific, clar, concret şi actualizat; el trebuie să conţină detaliile de execuţie a fiecărui puţ, modul de echipare, pompa cu parametrii de lucru, ultima curbă de pompare a puţului, graficul deznisipării şi rezultatul ultimei deznisipări, graficul de exploatare a puţului;

(2) Puţul trebuie echipat cu contor sau debitmetru;

(3) Verificarea debitului puţului se va face săptămânal; se va urmări ca în nici un caz debitul pompei să nu fie mai mare decât debitul maxim al puţului; cu această ocazie se va urmări şi consumul de energie şi se va verifica randamentul pompei (prin calcul);

(4) Scoaterea puţului din funcţiune 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 găseşte nisip în apă; dacă se găseşte şi este în cantitate mare sau apare timp de câteva zile în apă, se va proceda la deznisiparea puţului; în nici un caz nu va fi folosit puţul, prin pompare intermitentă, pentru a compensa lipsa capacităţii de înmagazinare;

(5) Repunerea unui puţ în funcţiune se va face astfel încât pompa să nu pompeze în nici un moment un debit mai mare ca debitul puţului (reglaj din vană);

(6) Se va verifica periodic nivelul nisipului în puţ (piesa de fund), folosind o vergea metalică cu o rondea la capăt; când nisipul a ajuns la nivelul părţii de jos a materialului (la pompe aşezate în piesa de fund) la 50 cm sub cota stratului de bază, se va proceda la deznisiparea puţului;

(7) Este preferabil ca deznisiparea să fie făcută de o echipă specializată sau în orice caz cu asistenţă tehnică de calitate; există riscul pierderii puţului dacă operaţiunile sunt greşit executate;

(8) Se va verifica starea gardului zonei de protecţie precum şi starea zonei de observaţie; orice activitate de natură să ducă la deteriorarea calităţii apei în puţuri trebuie analizată şi luate măsurile adecvate;

(9) Toate datele de exploatare vor fi notate adecvat într-un caiet al captării; în acelaşi caiet vor fi făcute menţiuni legate de starea climatică, regimul ploilor, rezultatul analizelor periodice asupra calităţii apei;

(10) Calitatea apei obţinute din puţuri trebuie verificată cel puţin anual, şi în orice caz după fiecare anomalie descoperită la consumatori (îmbolnăviri, apă tulbure etc.);

(11) Pompele vor fi scoase pentru verificare la recomandarea furnizorului; verificarea va fi făcută de personal calificat.

Exploatarea captărilor cu drenuri

(1) Este influenţată numai de calitatea şi cantitatea precipitaţiilor colectate din bazinul de recepţie. Exploatarea captărilor cu drenurise realizează pe baza instrucţiunilor de exploatare şi întreţinere specifice. Pentru o exploatare optimă, trebuie aplicate următoarele măsuri:

a) se verifică săptămânal calitatea apei pompate; dacă are nisip (proba la pahar) se verifică din cămin în cămin unde este o defecţiune la filtrul invers; dacă se găseşte zona cu defecţiune (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 şi debitul pompelor;

b) se verifică, după ploi abundente în bazin sau secetă prelungită, modul de lucru al drenului prin măsurarea nivelului apei în tuburi şi nivelul apei din puţul colector (sau pe deversorul montat la capătul aval al drenului), precum şi debitul pompat; se poate stabili debitul real al drenului;
c) se verifică periodic starea suprafeţei perimetrului de protecţie (gard, denivelări neobişnuite, etc.), precum şi ce se întâmplă dincolo de gardul de protecţie. Orice activitate anormală trebuie semnalată, analizată, găsită o soluţie (folosirea de insecticide/ierbicide, folosirea intensivă de îngrăşăminte, accidente cu scăpare de combustibil lichid, depozitarea de gunoaie, etc.);
d) cel puţin de 2 ori pe an se va verifica starea de calitate a apei.

1.7 Exploatarea captărilor din izvoare

(1) Se realizează pe baza intrucţiunilor de exploatare şi întreţinere specifice. În acest sens, trebuiesc aplicate următoarele măsuri:

a) se verifică periodic starea zonei de protecţie sanitară;
b) se verifică săptămânal, în primul an, debitul izvorului, apoi lunar sau trimestrial;
c) se verifică periodic calitatea apei (acceptarea de nisip, culoare, gust, depuneri, etc.) – atât în locaţia izvorului, cât şi în laborator;
d) se verifică dacă apar izvoare lângă construcţia existentă; vor fi găsite măsuri pentru dirijarea lor la captările existente sau vor fi captate separat.
e) în unele cazuri speciale (izvorul are apă temporar, dar apă bună), poate fi folosit numai izvorul oprind sursa de bază (apă de râu, tratată, pompată, etc.), a cărei apă este mai scump de produs sau transportat, sau mai slabă calitativ.

1.8 Exploatarea captărilor din surse de suprafaţă

(1) Se realizează pe baza instrucţiunilorde exploatare şi întreţinere specifice. Întrucât în exploatare pot apărea fenomene şi situaţii care nu au putut fi cunoscute la proiectare şi execuţie, acestă instrucţiune va fi completată, de cîte ori este necesar/periodic.

(2) Completările la instrucţiunile 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 exploatări, inclusiv stabilirea intervalului de control în funcţionare. Până la cunoaşterea modului de lucru a captării vor fi făcute inspecţii zilnice, cu luarea de măsuri imediate. Se vor verifica:

a) starea tuturor lucrărilor captării şi a malurilor râului;
b) funcţionarea grătarelor, deznisipatorului, etc.;
c) starea zonei de protecţie sanitară, mai ales a albiei râului;
d) înaintea perioadelor ploioase şi după fiecare viitură se va scoate nisipul din deznisipator;
e) vor fi îndepărtaţi plutitorii şi bolovanii ce pot bloca priza, etc.

(3) În caz de poluare accidentală pe râu se vor aplica măsurile prevăzute în instrucţiunile, inclusiv oprirea captării - în cazuri grave.

(4) În cazul avarierii prizei, vor fi adoptate măsuri provizorii pentru refacerea (chiar parţială) a alimentării cu apă. Aceste măsuri vor fi concretizate în timp după experienţa individuală a captării respective.

(5) Parametrii de calitate ai apei vor fi măsuraţi după o periodicitate stabilită (anual, de regulă) când se lucrează pe întregul flux.

1.9 Exploatarea aducţiunilor

(1) Se realizează pe baza instrucţiunilor de exploatare şi întreţinere specifice. Se vor aplica următoarele măsuri:

a) Instrucţiunile de exploatare trebuie să conţină un plan cu marcarea tuturor elementelor constructive: poziţia conductei (elemente de marcare), cămine, subtraversări; dimensiunea elementelor constructive, poziţia echipamentelor de măsurat, mărimea zonei de pozat-şanţ, zonă de protecţie sanitară.
b) un profil tehnologic general la scară convenabilă va marca presiunea de lucru, presiunea de încercare, construcţiile anexe cu detalii. Va avea marcată şi capacitatea de transport rezultată în urma operaţiilor de recepţie.
c) se va verifica lunar, sau după evenimente importante, debitul transportat. Dacă nu funcţionează debitmetrele, va fi folosit rezervorul, măsurând nivelul atunci când plecarea este închisă pentru 2-3 ore. Dacă sunt manometre instalate, trebuie măsurată şi presiunea în punctele caracteristice. Dacă nu sunt, atunci vor fi montate şi recuperate după măsurătoare. Se va putea verifica linia piezometrică pentru debitul transportat şi pot fi corectate unele anomalii (consum ilegal de apă, cât, unde, înfundarea conductei, capacitate disponibilă, etc.).
d) cel puţin o dată pe lună va fi parcurs traseul conductei şi verificată starea terenului, prezenţa unor substanţe străine ce pot periclita la limită calitatea apei prin infiltrare, execuţia de construcţii/depozitarea de materiale pe conductă, starea căminelor şi vanelor; orice anomalie constatată se remediază rapid.
e) orice modificare în funcţionarea conductei sau alcătuirea constructivă va fi concretizată şi în detaliile din cartea construcţiei.
f) operatorul sistemului va avea în dotare sisteme de reparare rapidă a avariilor la conductă (bucăţi de conductă pentru fiecare tronson de presiune, elemente de etanşare rapidă, tip bandaj, pe diametre, scule de intervenţie. Orice intervenţie pentru reparaţie va fi marcată pe profilul conductei, va căpăta o fişă de referinţă cu descrierea lucrării şi estimarea costului intervenţiei. Lunar se va face un bilanţ al apei transportate, furnizate, plătite de consumator.
g) după intervenţie se va reface sistemul de detecţie a poziţiei conductei. Dacă ţeava are un sistem special de protecţie la coroziune acesta se va reface la o calitate identică sau chiar mai bună cu cea iniţială.
h) după fiecare intervenţie se va spăla şi dezinfecta conducta, mai ales dacă dezinfectarea apei se face la staţia de tratare, deci înainte de rezervor.
i) în condiţii speciale de teren va fi verificată eficienţa lucrărilor suplimentare prevăzute (tasare teren, spălare umplutură, deformare cămine, lipsă etanşare, etc.).
j) se vor respecta reglementările tehnice specifice, privind reabilitarea conductelor pentru transportul apei, aplicabile, în vigoare.

1.10 Exploatarea staţiilor de pompare

(1) Se realizează pe baza instrucţiunilor de exploatare şi întreţinere specifice. Se vor aplica următoarele măsuri:

a) Înainte de punerea pompei în funcţiune se va verifica integritatea tuturor legăturilor (hidraulice, electrice, de punere la pământ) precum şi funcţionalitatea acestora (vane ce se rotesc, conducte libere de obturări, etc.).
b) Staţia de pompare poate funcţiona cu personal permanent sau în regim automat. Controlul funcţionării pompelor se va referi la următoarele operaţiuni:

b_1) Schimbarea pompei în funcţiune cu pompa de rezervă, la cca. 2 săptămâni. Pentru aceasta se va reduce progresiv debitul pompei care se schimbă la 1/2, apoi la 2/3 din debitul nominal. Apoi se pune în funcţiune pompa nouă (după

ce se constată că se roteşte la acţionare cu mâna pe cuplaj (după demontarea provizorie a apărătorii speciale). Pompa se porneşte (de regulă, acest lucru este stabilit în instrucţiuni) cu vana închisă pe refulare şi deschisă pe aspiraţie. Vana se deschide uşor până la maximum, urmând indicaţiile manometrului. Când pompa a intrat în regim, se închide complet vana pe refularea pompei oprite şi apoi pe aspiraţie (dacă există). Se urmăreşte debitul pompat în noua configuraţie. Se notează în caietul staţiei modificarea şi eventualele constatări.

b_2) Controlul cantităţii de apă ce curge din pompă, la presetupă de la trecerea axului prin carcasă - când aceasta este mare, se procedează la strângerea presetupei, simetric până curgerea încetează. Se verifică puterea consumată suplimentar pentru învingerea frecării ax - garnitură (dacă este oprită, pompa trebuie să poată fi rotită manual). Când după strângerea garniturii curgerea nu încetează, pompa se opreşte şi se schimbă garnitura (din azbest grafitat).

b_3) Temperatura uleiului în lagăre (la pompele uscate) - când uleiul este prea cald, acesta trebuie schimbat. Dacă axul (pompa) are şi vibraţii, înseamnă că sunt deficienţe la lagăr. Pompa se opreşte şi se verifica lagărul. Dacă lagărul produce zgomot de bila rostogolită, atunci sunt defecţiuni la rulmenţi - se impune oprirea de urgenţă, iar piesa defectă trebuie înlocuită.

b_4) Controlul debitului pompat - când pompa nu asigură debitul normal, dar presiunea de refulare este cam aceeaşi, este posibil ca turaţia pompei să fie mai mică din cauza garniturii prea strânse. Se opreşte pompa şi se verifică. Se poate întâmpla ca pe aspiraţie să intre aer. Se ia proba de apă - în pahar apa apare "lăptoasă" din cauza aerului. Se verifică funcţionarea ventilelor de aerisire care ejectează aer mai des, se verifică intrarea apei în bazinul de refulare, etc. Se remediază prin strângerea garniturii sau se opreşte staţia şi se reface îmbinarea, avaria, etc. Se mai poate întâmpla ca sorbul să se obtureze, sau nivelul apei în bazin să scadă mult. La depăşirea presiunii de aspiraţie, se aude un zgomot ca de lovitură metalică în pompă (datorită fenomenului de cavitaţie).

b_5) Verificarea amorsării pompei-se poate întâmpla ca pompa să nu fie amorsată, deoarece sistemul de legături este defect (toate pompele se dezamorsează) sau sistemul de amorsare nu funcţionează corect. În acest caz, fie vana de pe refulare/aspiraţie nu a fost deschisă (dacă există manometru pe refulare, presiunea este mare), fie sistemul de aspiraţie este înfundat.

b_6) Verificarea sensului de rotaţie al pompei - după o reparaţie se poate întâmpla ca pompa să se rotească invers din cauza legăturilor greşite la reţeaua electrică. Se verifică la rece prin pornire scurtă şi se marchează pe cuplaj elemente de reper (se desenează benzi albe).

b_7) Verificarea turaţiei pompelor-la pompele cu turaţie variabilă, trebuie să existe un mijloc de măsurare a turaţiei. Se poate măsura raportul $n\text{-}n_0$ şi Q/Q_0.

b_8) Verificarea înălţimii de pompare - pompa nu realizează înălţimea de pompare (presiunea mică pe refulare). Se verifică gradul de deschidere a vanei – dacă debitul pompat este prea mare, se reverifică turaţia motorului pompei, se verifică strângerea garniturii de etanşare. Se poate întâmpla ca debitul aspirat să fie insuficient – în acest caz se verifică aspiraţia. Se poate întâmpla de asemenea ca şi clapeta să fie blocată - pierderea suplimentară de sarcină face ca nici debitul să nu fie suficient. Dacă vana de pe refulare este închisă iar presiunea nu este cea normală, se poate ca rotorul să fie deteriorat din cauza abraziunii (apă brută) sau cavitaţiei (vacuumul pe aspiraţie mare).

b_9) Verificarea stării motorului electric - dacă motorul se supraîncălzeşte, pot fi două grupe de cauze: (1) datorită pompei care este supraîncărcată sau (2) garniturile de etanşare sunt prea strânse. De asemenea se mai poate întâmpla ca motorul să aibă probleme tehnice. Specialistul în motoare electrice şi fabricantul vor lua măsurile de remediere şi vor efectua procedurile de verificare.

b_{10}) Se verifică zilnic sau săptămânal consumul de energie şi se compară cu valoarea de referinţă (stabilită la recepţie) a consumului specific, exprimat în kWh/m^3.

b_{11}) Se verifică lunar starea legării la pământ a pompelor.

b_{12}) Dacă pompa trepidează, se verifică legătura cu postamentul (se strâng şuruburile) şi rezemarea conductelor. Dacă aceasta este bună, înseamnă că rotorul s-a uzat neuniform şi trebuie înlocuit. În acest scop va fi contactat furnizorul pompei – nu va fi pusă în exploatare o pompă neechilibrată, deoarece se pot produce accidente sau uzura este foarte rapidă.

b_{13}) Anual se va face o revizie generală a staţiei de pompare pentru constatarea stării echipamentelor, a parametrilor de funcţionare, a indicatorilor de performanţă. Se va decide modul de lucru pentru etapa următoare şi reparaţiile ce vor fi făcute.

b_{14}) În conformitate cu prescripţiile furnizorului, calendarul de întreţinere a pompei prevede următoarele intervenţii:

i. lunar -verificarea temperaturii uleiului din lagăre şi a modului de ungere;
ii. lunar - verificarea modului de lucru a echipamentelor de măsurare a parametrilor de funcţionare;
iii. semestrial - verificarea vibraţiilor pompei şi aliniamentului axului pompei cu al motorului;
iv. anual - desfacerea pompei şi verificarea stării pieselor (rotor mai ales);
v. verificarea funcţionării sistemului de încălzire;
vi. verificarea parametrilor de funcţionare ai pompei; comparare cu parametrii de catalog.

b_{15}) Toate intervenţiile la pompe se fac de către personalul calificat pentru tipul de pompă verificat.

b_{16}) Întrucât pompele conţin piese în mişcare, în principiu, intervenţiile se fac cu pompa oprită. Măsurile de protecţia muncii vor prevedea protecţia împotriva accidentelor din cauze electrice sau cauze mecanice.

1.11 Exploatarea staţiilor de pompare cu hidrofor

(1) Se realizează pe baza instrucţiunilor de exploatare şi întreţinere specifice. Se vor aplica următoarele măsuri:

a) modul de protecţie a recipientului prin testarea supapei de siguranţă, care trebuie să se deschidă la presiunea maximă din rezervor (de regulă 6 bari), la pomparea în reţea;
b) respectarea perioadei de verificare a rezervorului de hidrofor, potrivit legislaţiei specifice, aplicabile, în vigoare, de către Inspecţia de Stat pentru Controlul Cazanelor, Recipientelor sub Presiune şi Instalaţiilor de Ridicat, denumită în continuare ISCIR;
c) legarea la pământ a agregatului de pompare;

d) spaţiile de lângă pompă trebuie să fie libere de orice materiale depozitate;
e) temperatura pompei şi a motorului nu trebuie să depăşească 60^0 C;
f) diminuarea vibraţiei pompei şi blocarea propagării acesteia în instalaţie;
g) zgomotul produs în încăperea pompelor şi în exterior trebuie să fie în limita prevederilor tehnice în vigoare;
h) timpul de lucru al agregatului;
i) intervalul între două porniri nu trebuie să fie mai mic de 6 – 8 minute (semnificaţia: echipamentul subdimensionat, pierderi de apă). Verificarea se face estimând consumul prin măsurarea nivelului de apă din rezervorul de hidrofor;
j) anual se verifică modul de funcţionare a hidroforului în ansamblu, precum şi parametri de lucru, conform prevederilor tehnice în vigoare.
k) în cartea construcţiei se înscriu rapoartele ce constată abaterile de la funcţionarea normală, precum şi modul de remediere (cu numele celor care au făcut şi verificat modul de lucru).

1.12 Exploatarea rezervoarelor de înmagazinare a apei

(1) Se realizează pe baza instrucţiunilor de exploatare şi întreţinere specifice. Se vor aplica următoarele măsuri:

a) Se verifică periodic, anual, starea zonei de protecţie şi starea terenului. Apariţia unor zone cu iarbă mai verde sau eventuale denivelări chiar în afara zonei de protecţie, arată pierderi de apă – în acest caz, măsurile de verificare şi protecţie trebuie să fie imediate.
b) Rezervorul se curăţă periodic - de regulă, anual. Se goleşte câte o cuvă sau se trece pe conducte de ocolire pe o perioadă determinată (de preferinţă nu în perioada de consum maxim de apă). În aceste situaţii vor fi luate măsuri suplimentare pentru combaterea incendiului, deoarece nu mai există rezerva de apă pentru combaterea focului – atunci când există o singură cuvă.
c) Dacă pe pereţi s-a format un strat de depunere (substanţa organică, biofilm activ - de regulă), acesta se spală cu jet puternic de apă (20-100 bari) sau se răzuie cu mijloace manuale sau mecanice (fără zgârierea pereţilor), după care se spală cu apă. Apoi se curăţă radierul, totul fiind evacuat la canalizare sau în iaz (batal) amenajat special. Se dezinfectează, se spală şi se redă în folosinţă, conform prevederilor reglementările tehnice specifice, în vigoare. Plecarea din rezervor este o secţiune de control a calităţii apei distribuite. Se verifică funcţionarea hidrantului de alimentare a autospecialei.
d) Cu ocazia golirii rezervorului, se verifică starea pereţilor şi mai ales a tavanului, care poate fi degradat sub influenţa clorului de la dezinfectarea apei. Dacă este cazul, se reface porţiunea deteriorată, cu materiale netoxice, cu întărire rapidă. Se verifică periodic starea izolaţiei hidrofuge şi a ventilaţiei (în special sită de protecţie).
e) La rezervoarele metalice, se verifică trimestrial etanşeitatea îmbinărilor pereţilor, luând măsuri de strângere a şuruburilor în zonele afectate. Totodată, la apariţia urmelor de rugină, rezervorul va intra imediat în refacere.
f) Se verifică trimestrial pH-ul apei şi conţinutul de Zn în apa reţelei, în cazul în care apa este agresivă şi nu au fost luate măsuri de tamponare.
g) Se verifică eficienţa amestecării clorului de dezinfectare în apă livrată. În cazul în care se elimină mult clor din rezervor din cauza aerării puternice la intrare, se caută soluţii pentru remediere. Clorul va fi introdus tot timpul prin barbotare, printr-o conductă cu capătul în apă.

h) Înaintea perioadei reci se face o verificare a termoizolaţiei şi pe durata iernii se verifică săptămânal dacă în rezervor se formează gheaţă (mai ales la apa provenită din apă de suprafaţă). Se pun în aplicare soluţii de control şi combatere, cum sunt: recircularea apei, insuflarea cu aer comprimat, agitare mecanică, îmbunătăţirea termoizolaţiei.
i) Accesul în rezervorul de apă nu este permis decât personalului autorizat, sănătos sanitar şi cu îmbrăcăminte şi încălţăminte dezinfectată.
j) În caz de poluare aeriană importantă, sunt necesare măsuri de filtrare activă/pasivă a aerului aspirat în rezervor la golirea acestuia (cel puţin o dată pe zi).

1.13 Exploatarea reţelelor de distribuţie

(1) Reprezintă o operaţiune complicată deoarece reţeaua de distribuţie:
a) Este obiectul de legătură furnizor-consumator, şi sursa majorităţii conflictelor;
b) Este obiectul cel mai extins şi mai solicitat;
c) Este obiectul cel mai mobil – practic, dezvoltarea lui este continuă de unde apar noi relaţii furnizor - consumator;
d) Este ultimul obiect al sistemului şi problemele de calitate/cantitate din amonte se răsfrâng asupra reţelei. În plus, apar probleme specifice reţelei care şi ele pot influenţa negativ celelalte elemente;
e) Este susceptibilă de creşterea pierderilor de apă în sistem şi a risipei de apă;
f) Poate să producă probleme de deteriorare a calităţii apei, ca urmare a unei reţele incorect alcătuite sau a unei ape incomplet tratate ca urmare a modificării calităţii apei la sursă sau staţionării îndelungate a apei în reţea.

(2) Exploatarea reţelei de distribuţie se realizează pe baza instrucţiunilor de exploatare şi întreţinere specifice. Măsurile curente pentru urmărirea funcţionării corecte a reţelei sunt:
a) Verificarea presiunii în reţea - se poate face sistematic sau prin controlul sesizărilor unor consumatori asupra lipsei de presiune. Ca urmare a acestor modificări/măsurători, este raţional să se realizeze o hartă cu linii de egală presiune la funcţionare cu debit maxim. În acest mod, la o reclamaţie curentă este mai uşor de confirmat dacă ceva nu este în regulă. Totodată se pot controla mai uşor avizele date pentru racordarea la noi consumatori (debit, presiune la branşament).
b) Verificarea periodică a calităţii apei în reţea- numărul minim de probe este prevăzut în reglementările tehnice specifice, aplicabile, în vigoare. Operatorul sistemului are libertatea să poată controla mai des. Se va verifica la capetele de reţele clorul remanent - când doza este mai mică de 0,2 mg/l, vor fi verificate pe flux posibilele cauze şi luate măsuri (tratare incompletă, doza prea mică de clor, apariţia unor consumatori de clor - azotaţi, etc.).
c) Verificarea funcţionarii corecte a cişmelelor - modul de închidere, curăţenia 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).
d) Urmărirea funcţionării corecte a hidranţilor, cu privire la: etanşeitate, integritate, verificarea stării de funcţionare. Semestrial, fiecare hidrant va fi deschis 1-5 minute, pentru verificarea lui şi pentru spălarea reţelei. Se verifică vizibilitatea indicatorilor de poziţie.
e) Citirea contoarelor din reţea, verificarea integrităţii echipamentului şi efectuarea periodică a bilanţului debitului de apă, realizat prin verificarea normei medii echivalente de consum de apă. Aceasta serveşte la: compararea valorilor de

calcul, compararea cu norma general acceptată, verificarea pierderii de apă, asigurarea unei baze statistice de calcul pentru o normă de consum departamentală.

f) Realizarea intervenţiilor în reţea pentru realizarea de noi branşamente, remedierea unor avarii, realizarea de lucrări noi de extindere.
g) Spălarea reţelei, sistematic (de regulă anual) sau după reparaţii. În acest scop vor fi folosite cişmelele sau hidranţii, 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 şi aer comprimat introdus printr-o cişmea de capăt de tronson.
h) Se vor respecta reglementările tehnice specifice, privind reabilitarea conductelor pentru transportul apei, aplicabile, în vigoare.

1.14 Exploatarea staţiei de tratare

(1) În ansamblu şi pe fiecare dintre obiecte se va face cu respectarea prevederilor instrucţiunilor de exploatare şi întreţinere, care va fi continuu perfecţionat funcţie de modificările cerute de calitatea apei brute, schimbarea reactivilor, modificarea exigenţelor asupra apei tratate, etc.

(2) Totodată exploatarea trebuie concretizată în documente ce conţin parametri de lucru ce pot deveni parametri de proiectare/exploatare pentru staţii noi, chiar de dimensiuni mai mari. Staţia de tratare poate fi privită, în unele cazuri, ca o instalaţie pilot, pentru apa râului/lacului respectiv.

(3) Exploatarea începe odată cu începerea lucrărilor de recepţie; după recepţie, staţia de tratare începe să producă apă pentru consumatori.

(4) În momentul începerii producţiei vor trebui finalizate următoarele documente, care fac parte din instrucţiunile de exploatare şi întreţinere:

a) Concluziile documentului de recepţie provizorie a lucrărilor, ce vor fi înlocuite după un an cu concluziile finale; vor conţine toate elementele constructive, consecinţele abaterilor şi modul lor de soluţionare, eventualele restricţii acceptate;
b) Modul de funcţionare a aparaturii de măsură şi control;
c) Modul de verificare a parametrilor de funcţionare a staţiei;
d) Procedura de control a calităţii apei - ce parametri se verifică local, ce parametri şi cum se determină în alt laborator. În acest caz, se va da şi procedura, inclusiv frecvenţa de prelevare, păstrare, şi transport a probelor de apă.
e) Măsurile de protecţia muncii şi măsurile de igienă ce vor trebui respectate în exploatare.
f) Modul în care sunt distribuie sarcinile asupra personalului de supraveghere şi modul de primire a serviciilor şi de raportare a îndeplinirii.
g) Modul de ţinere a evidenţei activităţii: forma de înregistrare (pe hârtie, pe calculator), cine face înregistrarea, la ce interval, cum se păstrează datele, etc.

(5) Punerea efectivă în funcţiune se va face după obţinerea avizului de funcţionare dat de autoritatea abilitată. Se va verifica modul în care personalul de exploatare cunoaşte procedurile de exploatare a staţiei şi sistemului de alimentare cu apă.

(6) În urmărirea funcţionării staţiei, observaţiile se pot împărţi în două grupe:

a) urmărire generală a funcţionării staţiei;
b) urmărirea funcţionării fiecărui obiect al staţiei.

(7) Urmărirea generală a staţiei presupune:

a) controlul funcţionării tuturor obiectelor componente;
b) controlul stării zonei de protecţie sanitară;
c) controlul stării de funcţionare a aparaturii de măsură şi control;
d) controlul stocului de reactivi;
e) controlul modului de funcţionare a sistemului de evidenţă a funcţionării;
f) existenţa materialului de protecţia muncii;
g) controlul stării de sănătate a personalului de exploatare;
h) verificarea pregătirii profesionale a personalului;
i) verificarea măsurilor pentru funcţionare în cazuri extreme (viitură, iarnă, secetă);
j) controlul indicatorilor de performanţă ai staţiei:
   i. calitatea apei (numărul de zile cu parametri depăşiţi);
   ii. cauzele producerii depăşirilor (măsuri luate, efect);
   iii. debitul de apă tratată;
   iv. consumul propriu de apă;
   v. consumul de energie, kWh/m^3;
   vi. consumul de reactivi, g/m^3;
   vii. starea reparaţiilor începute în staţie şi compararea cu graficul de execuţie;
   viii. controlul penalizărilor date pentru neconformare;
   ix. planificarea reparaţiilor şi a modului de lucru pe perioada respectivă.

(8) Pentru obiectele componente ale staţiei, măsurile urmărite şi realizate sunt următoarele.

(8.1) **Pentru deznisipatoare**:
a) Se verifică viteza medie de curgere a apei;
b) Se verifică modul de lucru a vanelor;
c) Se verifică grosimea stratului de nisip;
d) Se curăţă nisipul din deznisipator (manual cu sau fără golirea apei, mecanică mai rar, sau hidraulică). Nisipul scos se depozitează în vederea folosirii. Cantitatea se evaluează şi se estimează eficienţa de reţinere a nisipului. Estimarea se poate face mai exact măsurând turbiditatea apei la intrare şi ieşire.
e) Se deblochează priza de gheaţă, plutitorii, aluviunile mari.
f) Se corectează efectul distructiv al apelor mari/mici asupra zonei prizei şi deznisipatorului (când acestea sunt pe acelaşi amplasament).
g) Se verifică măsurile de protecţie a calităţii apei pe râu în amonte (de regulă există sisteme de avertizare asupra calităţii apei). Tendinţele de apariţie a unor activităţi ce pot produce poluări accidentale trebuie semnalate organelor competente asupra protecţiei calităţii apei.

(8.2) **Pentru decantoare** (de regulă decantoare verticale, decantoare cu lamele şi mai rar decantoare orizontale):
a) Se verifică starea construcţiei decantorului;
b) Se verifică starea de funcţionare a vanelor; acţionarea lor la fiecare 2 săptămâni, pentru a evita blocarea lor;
c) Se controlează eficienţa limpezirii (turbiditate la intrare şi ieşire) pe fiecare cuvă şi în acest fel posibil şi distribuţia apei între cuve;
d) Se verifică mărimea debitului pe fiecare decantor;
e) Se verifică încărcarea hidraulică şi se compară cu valorile de referinţă;
f) Se verifică modul de curgere a apei în decantor (la cele orizontale);
g) Se verifică umplerea cu suspensii a volumului destinat din decantor;
h) Se verifică modul de curăţire (durată, eficienţă, apă pierdută);

i) Se verifică grosimea stratului de gheaţă şi influenţa asupra sistemului de colectare a apei limpezite (cu conducte perforate, aşezate la 30-40 cm sub nivelul apei). Decantoarele cu lamele trebuie ferite de îngheţ;
j) Se verifică starea lamelelor. Se verifică împiedicarea scăderii nivelului în decantor pentru protejarea lamelelor contra gheţii, spălarea periodică etc.

(8.3) **Pentru filtrele lente:**
a) Se verifică starea de funcţionare a cuvelor; durata medie de funcţionare, durata medie de curăţire;
b) Se verifică nivelul nisipului şi dinamica reducerii lui;
c) Se verifică încărcarea hidraulică (viteza de filtrare) pe cuve şi se compară cu valoarea de referinţă;
d) Se verifică eficienţa cuvelor (turbiditatea apei la intrare şi ieşire);
e) Se verifică periodic, la început, după 3 – 4 zile şi la mijlocul duratei de filtrare, reducerea conţinutului în microorganisme;
f) Se controlează modul de curăţire a filtrului;
g) Se verifică mărimea pierderii de sarcină în filtru, la începutul/sfârşitul ciclului de filtrare;
h) Se verifică formarea stratului de gheaţă;
i) Se verifică manevrabilitatea tuturor vanelor prevăzute în instalaţie;
j) Se determină producţia medie de apă, $m^3/zi \cdot m^2$;
k) Se controlează colmatarea progresivă a stratului de nisip în vederea stabilirii momentului în care trebuie scos nisipul pentru spălare generală şi refacere (normal la 5 – 10 ani).
l) Totdeauna umplerea filtrului cu apă se face de jos în sus, pentru eliminarea aerului din porii stratului de nisip.

(8.4) **Pentru filtrele rapide** exploatarea este relativ pretenţioasă, şi trebuie executată în strictă concordanţă cu instrucţiunile de exploatare elaborat pentru acestea. Instrucţiunile de exploatare pentru filtrele rapide trebuie să conţină referiri la:
a) procesul de spălare (intervale, intensităţi, reţete);
b) procesul de tratare–conform prevederilor tehnice specifice, aplicabile, în vigoare.

2. Măsuri de protecţia muncii şi a sănătăţii populaţiei

2.1 Măsuri de protecţia şi securitatea muncii la execuţia, exploatarea şi întreţinerea sistemului de alimentare cu apă

(1) Activităţile impuse de execuţia, exploatarea şi întreţinerea sistemului de alimentare cu apă 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 şi prevenire.

(2) Accidentele şi îmbolnăvirile pot fi cauzate în principal de:
a) prăbuşirea pereţilor tranşeelor sau excavatiilor realizate pentru montajul conductelor sau pentru fundaţii;
b) căderea tuburilor sau a altor echipamente în timpul manipulării acestora;
c) intoxicaţii sau asfixieri cu gazele toxice emanate (CO, CO_2, gaz metan, H_2S etc.);
d) îmbolnăviri sau infecţii la contactul cu mediul infectat (apa uzată);
e) explozii datorate gazelor inflamabile;
f) electrocutări datorită cablurilor electrice neizolate corespunzător din reţeaua electrică a staţiei;
g) căderi în cămine sau în bazinul de aspiraţie al staţiei de pompare a apelor uzate menajere, etc.

(3) Pentru a preveni evenimentele de genul celor enumerate mai sus, este necesar ca tot personalul care lucrează în reţeaua de canalizare să fie instruit în prealabil prin ţinerea unui curs special teoretic şi practic.

(4) Toţi lucrătorii care lucrează la exploatarea şi întreţinerea sistemului de alimentaree cu apă trebuie să facă un examen medical riguros şi să fie vaccinaţi împotriva principalelor boli hidrice (febră tifoidă, dizenterie, etc.). De asemenea, zilnic vor trebui controlaţi astfel încât celor care au răni sau zgârieturi oricât de mici să li se interzică contactul cu sistemul de alimentare cu apă. Toţi lucrătorii sunt obligaţi să poarte echipament de protecţie corespunzător (cizme, salopete şi mănuşi), iar la sediul sectorului să aibă la dispoziţie un vestiar cu două compartimente, unul pentru hainele curate şi unul pentru hainele de lucru, precum şi duşuri, săpun, prosop, etc.

(5) Echipele de control şi de lucru pentru sistemul de alimentare cu apă trebuie să fie dotate în afară de echipamentul de protecţie obişnuit şi cu: lămpi de miner tip Davis, măşti de gaze şi centuri de siguranţă, detectoare de gaze toxice (oxid de carbon, amoniac, hidrogen sulfurat) sau inflamabile (metan).

(6) Când muncitorii se află în cămine sau parcurg trasee ale unor canale amplasate pe partea carosabilă, trebuie luate măsuri cu privire la circulaţia din zonă prin semnalizarea punctului de lucru cu marcaje rutiere corespunzătoare, atât pentru zi cât şi pentru noapte.

(7) O atenţie deosebită trebuie acordată pericolului de electrocutare prin prezenţa cablurilor electrice îngropate în vecinătatea sistemului de alimentaree cu apă, precum şi a instalaţiilor de iluminat în zone cu umiditate mare care trebuie prevăzute cu lămpi electrice funcţionând la tensiuni nepericuloase de 12 – 24 V.

2.2 Măsuri de protecţia şi securitatea muncii pentru staţiile de pompare

(1) Pentru exploatarea staţiilor de pompare se vor respecta prevederile legislaţiei în vigoare privind regulile igienico-sanitare şi de protecţie a muncii, (Legea securităţii şi sănătăţii în muncă nr.319/2006, cu modificările şi completările ulterioare, precum şi Normele specifice de securitatea muncii pentru evacuarea apelor uzate de la populaţie şi din procesele tehnologice):

a) Se vor folosi salopete de protecţie a personalului în timpul lucrului;
b) Se va păstra curăţenia în clădirea staţiei de pompare;
c) Se va asigura întreţinerea şi folosirea corespunzătoare a instalaţiilor de ventilaţie;
d) Folosirea instalaţiei de iluminat la tensiuni reduse (12 – 24 V), verificarea izolaţiilor, a legăturilor la pământ precum şi a măsurilor speciale de prevenire a accidentelor prin electrocutare la staţiile de pompare subterane unde frecvent se poate produce inundarea camerei pompelor;
e) Folosirea servomotoarelor sau a mecanismelor de multiplicare a forţei sau cuplului la acţionarea vanelor în cazul automatizării funcţionării staţiei de pompare;
f) La staţiile de pompare având piese în mişcare (rotori, cuplaje etc.), trebuie prevăzute cutii de protecţie pentru a apăra personalul de exploatare în cazul unui accident produs la apariţia unei defecţiuni mecanice.
g) Pentru prevenirea leziunilor fizice, este necesar ca la efectuarea reparaţiilor, piesele grele care se manipulează manual să fie ridicate cu ajutorul muşchilor de la picioare, astfel încât să se evite fracturile şi leziunile coloanei vertebrale;
h) Pentru evitarea eforturilor fizice este raţional a se păstra în bune condiţii de funcţionare instalaţiile mecanice de ridicat.

2.3 Protecţia sanitară

(1) Instrucţiunile de exploatare şi întreţinere a sistemelor de alimentare cu apă şi staţiilor de tratare, vor cuprinde şi prevederile actelor normative specifice, aplicabile, în vigoare, referitoare la aspectele igienico-sanitare.

(2) Privitor la personalul de exploatare, conducerea administrativă va preciza felul controlului medical, periodicitatea acestuia, modul de utilizare a personalului găsit cu anumite contraindicaţii medicale, temporare sau permanente, minimum de noţiuni igienico-sanitare care trebuie cunoscute de anumite categorii de muncitori, etc.

(3) Referitor la protecţia sanitară a staţiilor de tratare, se va stabili- cu respectarea prevederilor din legislaţia specifică, aplicabilă, în vigoare- modul în care se reglementează, îndeosebi următoarele:

a) Delimitarea şi marcarea zonei de protecţie (în cazul staţiilor de tratare izolate);
b) Modul de utilizare a terenului care constituie zona de protecţie;
c) Execuţia de săpături, depozitarea de materiale, realizarea de conducte, puţuri sau alte categorii de construcţii în interiorul zonei de protecţie.

(4) Operatorul economic care exploatează şi întreţine sistemul de alimentare cu apă este obligat să acorde îngrijirea necesară personalului de exploatare, în care scop:

a) Va angaja personalul de exploatare numai după un examen clinic, radiologic;
b) Va asigura echipamentul necesar de lucru pentru personal (cizme, mănuşi de cauciuc, ochelari de protecţie, măşti de gaze, centură de salvare cu frânghie, etc.) conform actelor normative specifice, aplicabile, în vigoare;
c) Va face instructajul periodic de protecţie sanitară (igienă);
d) În staţia de tratare va exista o trusă farmaceutică de prim ajutor, eventual un aparat de respirat oxigen cu accesoriile necesare pentru munca de salvare;
e) Se vor asigura muncitorilor condiţii decente în care să se spele, să se încălzească şi să servească masa (o încăpere încălzită şi vestiar cu duşuri cu apă rece şi apă caldă);
f) Medicul are exploatează şi întreţine sistemul de alimentare cu apă este obligat să urmărească periodic (lunar) starea de sănătate a personalului de exploatare;
g) Personalul staţiei de tratare se va supune vaccinării T.A.B. la intervalele prevăzute de actele normative, aplicabile, în vigoare, din domeniul sănătăţii.

(5) Funcţie de mărimea şi importanţa staţiei de epurare, beneficiarul va lua măsurile de protecţia şi securitatea muncii, precum şi de protecţie sanitară care se impun pentru cazul respectiv.

3. Măsuri de aparare impotriva incendiilor

(1) Pericolul de incendiu poate apare în locurile unde există substanţe inflamabile (laboratoare de analiză a apei şi nămolului, magazii, deposit de carburanţi, centrală termică, sobe care utilizează drept carburant, gazele naturale, etc.).

(2) În toate spaţiile cu risc mare de incendiu se vor respecta prevederile Normelor generale de apărare împotriva incendiilor, precum şi prevederile specifice fiecărui domeniu de activitate.

(3) Dintre măsurile suplimentare care trebuie luate, se menţionează mai jos câteva, specifice construcţiilor şi instalaţiilor din sistemul de canalizare:

a) Asigurarea ventilării corespunzătoare a camerelor şi 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 spaţiile închise pentru a determina prezenţa gazelor toxice şi inflamabile;
d) Interdicţiile privind utilizarea surselor de aprindere în apropierea instalaţiilor, rezervoarelor de fermentare a nămolului, construcţiilor, canalelor şi căminelor de vizitare unde s-ar putea produce şi acumula gaze inflamabile;

e) Marcarea cu panouri şi plăcuţe avertizoare a locurilor periculoase (înaltă tensiune, pericol de cădere, acumulări de gaze inflamabile, etc.);

(4) Echiparea şi dotarea spaţiilor cu instalaţii de detectare, semnalizare, alarmare şi stingere a incendiilor se va face ţinând cont de prevederile Normelor generale de apărare împotriva incendiilor, precum şi cele ale reglementărilor tehnice specifice, aplicabile, în vigoare.

ANEXA 1

REFERINTE TEHNICE SI LEGISLATIVE

LEGISLAŢIE

Nr. Crt.	Denumire act normativ	Publicatie
1	Lege nr.254/2010 pentru abrogarea Legii nr.98/1994 privind stabilirea şi sancţionarea contravenţiilor la normele legale de igienă şi sănătate publică.	Monitorul Oficial, Partea I, nr.848 din 17 decembrie 2010
2	Lege nr.458/2002 privind calitatea apei potabile, republicată.	Monitorul Oficial, Partea I, nr.552 din 29 iulie 2002
3	Hotărârea Guvernului nr.100/2002 pentru aprobarea Normelor de calitate pe care trebuie să le îndeplinească apele de suprafaţă utilizate pentru potabilizare şi a Normativului privind metodele de măsurare şi frecvenţa de prelevare şi analiză a probelor din apele de suprafaţă destinate producerii de apă potabilă, NTPA 013, cu modificările şi completările ulterioare.	Monitorul Oficial, Partea I, nr.130 din 19 februarie 2002
4	Hotărârea Guvernului nr.930/2005 pentru aprobarea Normelor speciale privind caracterul şi mărimea zonelor de protecţie sanitară şi hidrogeologică.	Monitorul Oficial, Partea I, nr.800 din 2 septembrie 2005
5	Hotărârea Guvernului nr.188/2002 pentru aprobarea unor norme privind condiţiile de descărcare în mediul acvatic a apelor uzate, cu modificările şi completările ulterioare. 1.Normele tehnice privind colectarea, epurarea şi evacuarea apelor uzate orăşeneşti, NTPA-011. 2. Normativul privind condiţiile de evacuare a apelor uzate în reţelele de canalizare ale localităţilor şi direct în staţiile de epurare, NTPA-002/2002. 3. Normativul privind stabilirea limitelor de încărcare cu poluanţi a apelor uzate industriale şi orăşeneşti la evacuarea în receptorii naturali, NTPA-001/2002.	Monitorul Oficial, Partea I, nr.187 din 20 martie 2002
6	Ordinul ministrului dezvoltării regionale şi administraţiei publice nr. 2436/2013 privind aprobarea reglementării tehnice „Normativ privind securitatea la incendiu a construcţiilor, Partea a II-a - Instalaţii de stingere, Indicativ P118/2–2013”.	În curs de publicare
7	Lege a securităţii şi sănătăţii în muncă nr. 319/2006.	Monitorul Oficial Partea I , nr. 646din 26 iulie 2006
8	Hotărârea Guvernului nr.273/1994 pentru aprobarea Regulamentului de recepţie a lucrărilor de construcţii şi instalaţii aferente acestora, cu modificările şi completările ulterioare.	Monitorul Oficial Partea I , nr. 193 din 28 iulie 1994
9	Hotărârea Guvernului nr.51/1996 pentru aprobarea Regulamentului de receţie a lucrărilor de montaj utilaje, echipamente, instalaţii tehnologice şi apunerii în funcţiune a capacităţilor de producţie.	Monitorul Oficial, Partea I, numărul 29 din 12februarie 1996
10	Hotărârea Guvernului nr.525/1996 pentru aprobarea Regulamentului general de urbanism, republicată, cu modificările şi completările ulterioare	Monitorul Oficial, Partea I, numărul 149 din 16 iulie 1996

STANDARDE

Nr. crt.	Indicativ	Denumire act
1	STAS 4273-83	Construcţii hidrotehnice. Incadrarea in clase de importanţă
2	STAS 4068/2-87	Debite şi volume maxime de apă. Probabilităţile anuale ale debitelor şi volumelor maxime in condiţii normale şi speciale de exploatare
3	STAS 3573-91	Alimentări cu apă. Deznisipatoare. Prescripţii generale
4	STAS 3620/1-85	Alimentări cu apă. Decantoare cu separare gravimetrică. Prescripţii de proiectare
5	SR 1343-1:2006	Alimentări cu apă. Partea 1: Determinarea cantităţilor de apă potabilă pentru localităţi urbane şi rurale
6	SR 4163-1:1995	Alimentări cu apă. Reţele de distribuţie. Prescripţii fundamentale de proiectare
7	STAS 6054-77	Teren de fundare. Adancimi maxime de ingheţ. Zonarea teritoriului Republicii Socialiste Romania
8	STAS 9312-87	Subtraversări de căi ferate şi drumuri cu conducte. Prescripţii de proiectare
9	STAS 1478-90	Instalaţii sanitare. Alimentarea cu apă la construcţii civile şi industriale. Prescripţii fundamentale de proiectare
10	STAS 4165-88	Alimentări cu apă. Rezervoare de beton armat şi beton precomprimat. Prescripţii generale
11	SR EN 805:2000	Alimentări cu apă. Condiţii pentru sistemele şi componentele exterioare clădirilor
12	SR 10110:2006	Alimentări cu apă. Staţii de pompare. Prescripţii generale de proiectare
13	SR EN 14339:2006	Hidranţi de incendiu subterani
14	SR EN 14384:2006	Hidranţi de incendiu supraterani
15	STAS 6819-1997	Alimentări cu apă. Aducţiuni. Studii, prescripţii de proiectare şi de execuţie
16	SR 4163-3-1996	Alimentări cu apă. Reţele de distribuţie. Prescripţii de execuţie şi exploatare
17	STAS 9570/1-89	Marcarea şi reperarea reţelelor de conducte şi cabluri, în localităţi.

Notă:

1. Referinţele datate au fost luate în considerare la data elaborării reglementării tehnice;

2. La data utilizării reglementării tehnice se va consulta ultima ediţie a standardelor şi a tuturor modificărilor în vigoare ale acestora.

Anexa nr. 2

NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA, EXECUŢIA ŞI EXPLOATAREA SISTEMELOR DE ALIMENTARE CU APĂ ŞI CANALIZARE A LOCALITĂŢILOR.

Indicativ NP 133 –2013

Partea a II-A: SISTEME DE CANALIZARE A LOCALITĂŢILOR. Indicativ NP 133/2 – 2013

A–PREVEDERI GENERALE PRIVIND PROIECTAREA SISTEMELOR DE CANALIZARE
B –EXECUŢIA SISTEMELOR DE CANALIZARE
C– EXPLOATAREA SISTEMELOR DE CANALIZARE

CUPRINS

A-PREVEDERI GENERALE PRIVIND PROIECTAREA SISTEMELOR DE CANALIZARE
0. Date generale
01.1. Obiectul normativului
1.1 01.3. Domeniul de aplicabilitate
1.2 01.5 Criterii de alegere a schemei sistemului de canalizare
1.3 01.6 Sisteme şi procedee de canalizare
A[a] - PROIECTAREA REŢELELOR DE CANALIZARE
1. Obiectivele şi funcţiunile reţelei de canalizare
1.1 Alcătuirea reţelei de canalizare
1.2 Apele preluate în reţeaua de canalizare pot proveni de la:
1.3 Încadrarea în mediul rural/urban
1.4 Alcătuirea reţelei de canalizare
1.5 Clasificarea reţelelor de canalizare
1.5.1 Asigurarea curgerii apei în colectoare
1.5.2 Calitatea apelor colectate
1.5.3 Forma reţelei
2. Proiectarea reţelei de canalizare
2.1 Reţea de ape uzate în procedeu separativ
2.1.1 Debite de dimensionare
2.1.2 Elemente impuse dimensionării hidraulice
2.1.2.1 Grad de umplere
2.1.2.2 Viteze minime/maxime
2.1.2.3 Diametre minime
2.1.2.4 Adâncimi minime şi maxime de pozare
2.1.2.5 Panta longitudinală a colectorului
2.1.3 Dimensionarea hidraulică
2.1.3.1 Stabilirea debitelor de calcul pe tronsoane
2.1.3.2 Alegerea diametrelor şi parametrilor hidraulici ai tronsonului de calcul
2.2 Reţea de ape meteorice în procedeu separativ
2.2.1 Debite de dimensionare
2.2.2 Alegerea diametrului şi parametrilor hidraulici
2.2.2.1 Calculul debitelor pe tronsoane
2.2.2.2 Alegerea diametrelor şi parametrilor hidraulici ai tronsonului
2.2.2.3 Bazine de retenţie
2.3 Reţea de canalizare în procedeu unitar
2.3.1 Stabilirea debitelor de dimensionare
2.3.2 Alegerea diametrelor şi parametrilor hidraulici ai tronsonului
3. Amplasarea reţelei de canalizare
3.1 Reţeaua de ape uzate
4. Elemente componente pe reţeaua de canalizare
4.1 Tuburi pentru realizarea tronsoanelor
4.1.1 Forma secţiunii
4.1.2 Materialul tuburilor
4.2 Construcţii anexe pe reţeaua de canalizare
4.2.1 Racorduri
4.2.2 Guri de scurgere

4.2.3 Cămine de vizitare
4.2.3.1 Cămine de vizitare de trecere
4.2.3.2 Cămine de vizitare de intersecţie
4.2.4 Deversoare
4.2.4.1 Alcătuirea deversoarelor
4.2.5 Bazine pentru retenţia apelor de ploaie
4.2.6 Sifoane de canalizare
4.2.7 Staţii de pompare
4.2.7.1 Amplasamentul staţiilor de pompare
4.2.7.2 Componentele staţiei de pompare
5. Reţele de canalizare în sistem vacuumat
5.1 Elemente componente
5.2 Prevederi de proiectare
5.2.1 Racorduri gravitaţionale la căminele colectoare
5.2.2 Cămine de racorduri
5.2.3 Reţea vacuumată
5.2.3.1 Debite, diametre, lungimi
5.2.3.2 Configuraţie, lifturi, pante
5.3 Staţia de vacuum
5.3.1 Recipienţi de vacuum
5.3.2 Pompe de vid
5.3.3 Timpul de realizare a vacuumului
5.3.4 Timpul de funcţionare zilnică al pompelor de vacuum
5.4 Condiţionări în alegerea soluţiei reţelelor de canalizare vacuumate
5.5 Retele de canalizare cu functionare sub presiune
5.5.1 Elemente componente
5.5.2 Prevederi de proiectare
5.5.2.1 Conductele
5.5.2.2 Calculul sistemului
5.5.2.3 Camera de receptie
5.5.3 Echipamentul generator de presiune (electro-pompa)
5.5.4 Reteaua de conducte
5.5.5 Tevile şi îmbinările pentru tevi.
5.5.6 Organele de închidere
5.5.7 Conditionari in alegerea solutiei retelelor de canalizare sub presiune
6. Guri de vărsare
ANEXA 1 - Curbe IDF pentru zona 8 conform STAS 9470-73
ANEXA 2 - Diagramă de calcul pentru conducte din materiale plastice şi compozite
ANEXA 3 - Diagramă de calcul conducte: fontă, oţel, beton sclivisit
ANEXA 4 - Curbe de umplere
ANEXA 5 - Construirea curbelor IDF
ANEXA 6 - Legislatie si Standarde

A[b] - PROIECTAREA STAŢIILOR DE EPURARE
1. Obiectul normativului
1.1. Domeniu de aplicare
1.2. Conformarea la normele europene
2. Definiţii. Tipuri de procedee de epurare

2.1 Epurarea mecanică
2.2 Epurarea biologică convenţională (secundară)
2.3 Epurarea avansată
2.4 Epurarea terţiară
3 Studii privind calitatea apelor uzate
3.1 Calitatea apelor uzate influente în staţia de epurare
3.1.1 Caracteristici fizice
3.1.2 Caracteristici chimice
3.1.3 Caracteristici biologice şi bacteriologice
3.2 Metode de determinare
3.3 Conţinutul studiilor hidrochimice
1.3.1 Hotărâre pentru aprobarea unor norme privind condiţiile de descărcare în mediul acvatic a apelor uzate, cu modificările şi completările ulterioare
1.3.2 Normativ privind condiţiile de evacuare a apelor uzate în reţelele de canalizare ale localităţilor
3.4 Indicatori de calitate pentru efluentul staţiei de epurare
4 Debitele şi încărcările cu poluanţi pentru staţia de epurare
4.1 Debite de calcul. Definiţii
4.2 Debite de calcul şi verificare
4.3 Încărcări cu poluanţi ale apelor uzate influente în staţiile de epurare
4.3.1 Staţii de epurare noi
4.3.2 Staţii de epurare existente retehnologizate/ extinse
5 Alegerea schemei staţiei de epurare
5.1 Gradul de epurare necesar
5.1.1 Treapta de epurare mecanică
5.1.2 Epurarea mecano – biologică
5.1.3 Epurarea mecano – biologică avansată
5.1.4 Epurarea terţiară
5.1.5 Elemente determinante la stabilirea gradului de epurare
5.2 Gradul de epurare necesar privind oxigenul dizolvat
6 Scheme tehnologice pentru staţii de epurare
6.1 Alegerea schemei staţiei de epurare
6.2 Tipuri de scheme de epurare
6.2.1 Epurarea mecano – biologică cu procedee extensive
6.2.2 Epurarea mecano – biologică artificială (intensivă)
6.2.2.1 Schema generală
6.2.2.2 Tehnologii aplicate pentru treapta biologică artificială
6.2.2.3 Treapta de epurare terţiară
6.2.2.4 Schema tehnologică de epurare pentru eliminarea fosforului
6.2.2.4.1 Eliminarea fosforului pe cale biologică
6.2.2.4.2 Eliminarea fosforului prin precipitare chimică
7 Proiectarea obiectelor tehnologice din treapta de epurare mecanică
7.1 Deversorul amonte de staţia de epurare
7.1.1 Debitul de calcul al deversorului
7.2 Bazinul de retenţie
7.3 Grătare rare şi dese
7.3.1 Debite de dimensionare şi verificare ale grătarelor
7.3.2 Proiectarea grătarelor

7.4 Măsurarea debitelor de apă uzată în staţia de epurare
7.4.1 Debite de dimensionare
7.5 Deznisipatoare
7.5.1 Debite de dimensionare şi verificare
7.5.2 Parametrii de dimensionare
7.5.3 Deznisipator orizontal longitudinal cu secţiune transversală parabolică
7.5.4 Deznisipator orizontal tangenţial
7.5.5 Deznisipator cu insuflare de aer
7.5.6 Deznisipator – separator de grăsimi cu insuflare de aer
7.6 Separatoare de grăsimi
7.6.1 Debite de dimensionare şi verificare
7.6.2 Parametrii de proiectare
7.7 Decantorul primar
7.7.1 Debite de dimensionare şi verificare
7.7.2 Parametrii de dimensionare ai decantoarelor primare
7.7.3 Decantoare orizontale longitudinale
7.7.3.1 Dimensionarea decantoarelor orizontale longitudinale
7.7.4 Decantoare orizontale radiale
7.7.4.1 Dimensionarea decantoarelor orizontale radiale
7.7.5 Decantoare verticale
7.7.6 Decantoare cu etaj
7.8 Staţii de pompare apă uzată
7.8.1 Amplasarea staţiilor de pompare
7.8.2 Parametrii de proiectare
7.9 Elemente tehnologice de legătură între obiectele treptei de epurare mecanică
8 Proiectarea obiectelor tehnologice din treapta de epurare biologică
8.1 Epurarea biologică în staţii de epurare urbane mici şi medii cu o capacitate între 2.000 şi 10.000 L.E.
8.1.1 Epurarea biologică naturală
8.1.1.1 Câmpuri de irigare şi infiltrare
8.1.1.2 Parametrii de proiectare pentru dimensionarea câmpurilor de irigare şi infiltrare
8.1.1.3 Iazurile de stabilizare (biologice)
8.1.1.4 Parametrii de proiectare pentru dimensionarea iazurilor biologice
8.1.2 Epurarea biologică artificială
8.1.2.1 Epurare biologică artificială cu biomasă fixată – filtre biologice
8.1.2.2 Filtre biologice percolatoare (cu picurare) de înălţime redusă
8.1.2.3 Filtre biologice (percolatoare) turn
8.1.2.4 Contactori biologici rotativi
8.1.2.5 Bazine cu nămol activat – epurare biologică cu biomasă în suspensie
8.1.2.6 Parametrii de dimensionare ai bazinelor de aerare (BNA)
8.1.2.6.1 Prevederi generale privind geometria bazinelor cu nămol activat
8.1.2.6.2 Dispozitive de insuflare a aerului
8.1.2.7 Bazine cu nămol activat – tehnologii speciale
8.1.2.8 Pomparea nămolurilor în staţiile de epurare
8.1.2.8.1 Staţiile de pompare a nămolurilor
8.1.2.8.2 Elemente de proiectare a instalaţiilor de pompare
8.1.2.8.3 Tipuri de pompe utilizate în vehicularea nămolului
8.2 Epurarea biologică în staţii de epurare urbane/rurale cu capacitate de peste 10.000 LE (epurare avansată)

8.2.1 Generalităţi
8.2.2 Cantităţi şi concentraţii de poluanţi în apa uzată
8.2.2.1 Concentraţii ale substanţelor poluante influente în reactorul biologic
8.2.2.2 Cantităţi de substanţă influente în bioreactor
8.2.2.3 Cantităţi de substanţă din efluentul staţiei de epurare
8.2.2.4 Cantităţi de substanţă eliminate din sistemul bazin biologic – decantor
8.2.3 Dimensionarea reactoarelor biologice
8.2.3.1 Debite de dimensionare şi verificare
8.2.3.2 Vârsta nămolului
8.2.3.3 Determinarea volumului zonei de denitrificare
8.2.3.4 Eliminarea fosforului din apele uzate urbane
8.2.3.5 Calculul cantităţii de nămol în exces
8.2.3.6 Determinarea volumului reactoarelor biologice
8.2.3.7 Calculul capacităţii de oxigenare
8.3 Decantoare secundare
8.3.1 Clasificare
8.3.2 Parametrii de dimensionare
8.3.3 Decantoare secundare orizontale radiale
8.3.3.1 Parametrii de dimensionare
9 Proiectarea obiectelor tehnologice din treapta de tratare a nămolurilor
9.1 Clasificarea nămolurilor provenite din staţiile de epurare
9.2 Cantităţi specifice de nămol
9.3 Caracteristicile nămolurilor
9.3.1 Caracteristici fizice
9.3.1.1 Umiditatea
9.3.1.2 Materiile solide
9.3.1.3 Greutatea specifică
9.3.1.4 Culoarea şi mirosul
9.3.1.5 Filtrabilitatea
9.3.1.6 Puterea calorică
9.3.2 Caracteristici chimice
9.3.2.1 pH – ul
9.3.2.2 Fermentabilitatea
9.3.2.3 Metalele grele
9.3.2.4 Nutrienţii
9.3.3 Caracteristici biologice şi bacteriologice
9.4 Alegerea schemei de prelucrare a nămolurilor
9.4.1 Schema de prelucrere a nămolurilor cu bazin de omogenizare – egalizare şi fermentare anaerobă într-o singură treaptă
9.4.2 Schema de prelucrare a nămolurilor cu îngroşare independentă a nămolului primar şi a celui în exces şi fermentare anaerobă într-o singură treaptă
9.4.3 Schema de prelucrare a nămolurilor cu bazin de omogenizare egalizare şi fermentare anaerobă în două trepte
9.4.4 Schema de prelucrare a nămolurilor din staţiile de epurare cu treaptă mecanică şi fermentare anaerobă într-o singură treaptă
9.4.5 Schema de prelucrare a nămolurilor provenite din staţiile de epurare cu treaptă mecanică şi stabilizare aerobă
9.4.6 Schema de prelucrare a nămolurilor provenite din staţii de epurare fără decantor primar

9.4.7 Bilanţul de substanţă pe linia nămolului
9.4.7.1 Bazinul de amestec şi omogenizare
9.4.7.2 Concentratoare de nămol
9.4.7.3 Fermentarea anaerobă a nămolului într-o singură treaptă
9.4.7.4 Fermentarea anaerobă a nămolului în două trepte
9.4.7.5 Stabilizarea nămolului
9.4.7.6 Deshidratarea nămolului
9.5 Prelucrarea preliminară a nămolurilor
9.5.1 Sitarea nămolurilor
9.5.2 Mărunţirea nămolurilor
9.5.3 Condiţionarea chimică a nămolurilor
9.5.3.1 Reactivi minerali
9.5.3.2 Polielectroliţi sintetici
9.6 Concentrarea nămolurilor
9.6.1 Concentrarea gravitaţională a nămolurilor
9.6.1.1 Parametrii de proiectare ai concentratoarelor gravitaţionale de nămol
9.6.2 Concentrarea nămolurilor prin procedeul de flotaţie cu aer dizolvat
9.6.2.1 Proiectarea sistemelor de flotaţie cu aer dizolvat
9.6.3 Centrifugarea nămolurilor
9.6.3.1 Date de bază pentru proiectare
9.7 Stabilizarea nămolurilor din staţiile de epurare urbane/rurale
9.7.1 Stabilizarea (fermentarea) anaerobă
9.7.1.1 Factorii ce influenţează fermentarea anaerobă
9.7.1.1.1 Materiile solide şi timpul de retenţie hidraulic
9.7.1.1.2 Temperatura
9.7.1.1.3 pH – ul
9.7.1.1.4 Substanţe toxice
9.7.1.1.5 Aplicarea fermentării anaerobe
9.7.1.1.6 Soluţii pentru procesele de fermentare
9.7.1.2 Dimensionarea tehnologică a rezervoarelor de fermentare a nămolului
9.7.1.2.1 Colectarea şi stocarea biogazului
9.7.1.2.2 Necesarul de reactivi chimici
9.7.1.2.3 Construcţia rezervoarelor de fermentare
9.7.1.2.4 Alte elemente tehnologice ale rezervoarelor de fermentare anaerobe
9.7.2 Stabilizarea aerobă
9.7.2.1 Dimensionarea tehnologică
9.7.2.2 Stabilizarea cu var
9.8 Deshidratarea nămolurilor
9.8.1 Deshidratarea naturală
9.8.2 Deshidraarea mecanică
9.8.2.1 Deshidratarea prin centrifugare
9.8.2.2 Deshidratarea cu filtre bandă
9.8.2.3 Deshidratarea cu filtre presă
9.9 Tehnologii de prelucrare avansată a nămolurilor
9.9.1 Compostarea nămolurilor
9.9.1.1 Etapele procesului
9.9.1.2 Desfăşurarea procesului
9.9.1.3 Balanţa energetică

9.9.1.4 Raportul carbon/azot
9.9.1.5 Controlul temperaturii şi aerarea
9.9.1.6 Reducerea agenţilor patogeni
9.9.1.7 Maturarea
9.9.1.8 Uscarea
9.9.1.9 Elemente de proiectare a sistemelor de compostare
9.9.2 Uscarea nămolurilor
9.9.2.1 Uscătoare rotative tubulare
9.9.2.2 Bilanţul termic
9.9.2.3 Alegerea soluţiei de uscare/ incinerare a nămolurilor din staţiile de epurare
9.9.2.3.1 Elemente generale
9.9.2.3.2 Mărimea SEAU
9.9.2.3.3 Folosirea nămolurilor în agricultură
9.9.2.3.3.1 Norme tehnice privind protecţia mediului şi în special a solurilor, când se utilizează nămoluri de epurare în agricultură

B: EXECUŢIA SISTEMELOR DE CANALIZARE
1. Materiale utilizate în realizarea lucrărilor de canalizare
2. Execuţia lucrărilor reţelei de canalizare
2.1 Consideraţii generale privind organizarea execuţiei lucrărilor de canalizare
2.2 Trasarea lucrărilor pe teren şi pregătirea traseului
2.2.1 Trasarea canalului
2.2.2 Desfacerea pavajelor
2.2.3 Execuţia săpăturilor
2.2.4 Sprijinirea tranşeelor
2.2.5 Epuismente
2.2.6 Pozarea tuburilor şi execuţia colectoarelor
2.2.7 Execuţia umpluturilor
3. Execuţia lucrărilor staţiei de epurare
3.1 Lucrări de organizare
3.2 Amenajarea terenului pentru staţia de epurare
3.3 Trasarea poziţiei staţiei de epurare
3.4 Execuţia lucrărilor de construcţii pentru staţia de epurare
3.4.1 Săpături deasupra nivelului apelor subterane
3.4.2 Săpături sub nivelul apelor subterane
3.4.3 Epuismente directe
3.4.4 Epuismente indirecte
3.4.5 Umpluturi
3.4.6 Cofraje şi susţineri
3.4.7 Armături
3.4.8 Betoane
4. Măsuri pentru asigurarea calităţii lucrărilor
5. Proba de presiune a conductelor din reţele de canalizare
6. Verificări, încercări şi probe în vederea punerii în funcţiune a conductelor din reţelele de canalizare
C: EXPLOATAREA SISTEMELOR DE CANALIZARE
1. Exploatarea lucrărilor de canalizare
1.1. Elaborarea Instrucţiunilor de Exploatare şi Întreţinere
1.2. Conţinutul cadru a Instrucţiunilor de exploatare şi întreţinere

2. Măsuri de protecţia muncii şi a sănătăţii populaţiei
2.1. Măsuri de protecţia şi securitatea muncii la execuţia, exploatarea şi întreţinerea sistemului de canalizare
2.2. Măsuri de protecţia şi securitatea muncii pentru staţiile de pompare
2.3. Măsuri de protecţia şi securitatea muncii pentru staţiile de epurare
2.4. Protecţia sanitară
2.5. Măsuri de protecţie contra incendiului

LISTA TABELE

Tabelul 2.1. Grad de umplere funcţie de DN sau H_{canal}
Tabelul 2.2. Calcul tronson j – k
Tabelul 2.3. Dimensionarea sistemului de canalizare de ape meteorice
Tabelul 5.1. Debite, diametre şi lungimi
Tabelul 5.2. Viteze minime de curgere
Tabelul 3.1. Metode de determinare a parametrilor de calitate ai apelor uzate
Tabelul 3.2. Actele normative care reglementează condiţiile de descărcare în mediul natural a apelor uzate
Tabelul 3.3. Limitele indicatorilor de calitate pentru efluentul staţiilor de epurare
Tabelul 4.1. Debitele de calcul şi de verificare ale obiectelor tehnologice din staţia de epurare
Tabelul 5.1. Grade de epurare conform valorilor CMA impuse prin NTPA
Tabelul 5.2. Valori ale oxigenului dizolvat de saturaţie în funcţie de temperatura apei
Tabelul 5.3. Valori k^r_1
Tabelul 5.4. Valorile constantei de reaerare k_2
Tabelul 7.1. Cantităţi specifice de substanţe reţinute pe grătare
Tabelul 7.2. Valori ale mărimii hidraulice şi ale vitezei de sedimentare în curent pentru particule de nisip
Tabelul 7.3. Valori ale vitezei de sedimentare
Tabelul 7.4. Dimensiuni caracteristice ale decantoarelor orizontale longitudinale
Tabelul 7.5. Dimensiuni caracteristice ale decantoarelor orizontale radiale
Tabelul 7.6. Capacitatea specifică şi durata de fermentare funcţie de temperatura medie anuală a aerului
Tabelul 7.7. Distanţe minime recomandate referitoare la amplasarea echipamentelor în staţiile de pompare apă uzată
Tabelul 7.8. Viteze recomandate pe conductele de aspiraţie şi pe conductele de refulare
Tabelul 8.1. Conţinutul apelor uzate şi nămolurilor în substanţe fertilizante
Tabelul 8.2. Norme de udare şi de irigare cu ape uzate orientative în funcţie de culturi
Tabelul 8.3. Distanţa dintre drenuri pentru diferite soluri şi adâncimi
Tabelul 8.4. Parametrii de dimensionare ai iazurilor biologice
Tabelul 8.5. Valori ale F_h şi F_b în funcţie de R (f=0,9)
Tabelul 8.6. Parametrii de proiectare ai filtrelor biologice
Tabelul 8.7. Valorile parametrilor de proiectare ai FBD
Tabelul 8.8. Valorile parametrilor de dimensionare pentru bazinele cu nămol activat
Tabelul 8.9. Valori ale concentraţiei nămolului activat
Tabelul 8.10. Valori ale cantităţii specifice de nămol
Tabelul 8.11. Valori recomandate pentru vârsta nămolului
Tabelul 8.12. Valori ale O_{ns} după tipul de epurare biologică

Tabelul 8.13. Valorile c_S şi c_{SA} pentru diferite temperaturi ale apei uzate
Tabelul 8.14. Valorile $K10KT1/2$ pentru diferite temperaturi ale apei uzate
Tabelul 8.15. Valorile recomandate pentru parametrii de dimensionare ai bazinelor de epurare biologică mixtă
Tabelul 8.16. Alegere tipuri de pompe pentru nămoluri
Tabelul 8.17. Recomandări privind vârsta nămolului (T_N)
Tabelul 8.18. Consumul specific de oxigen pentru ape uzate cu un raport $CCO_{infl}/CBO_{5infl} \leq 2,2$
Tabelul 8.19. Valori standard ale $cN - NO3D$ pentru dimensionarea zonei de denitrificare (T =10 – 12 °C)
Tabelul 8.20. Caracteristicile surselor externe de carbon
Tabelul 8.21. Productia specifica de namol
Tabelul 8.22. Valori recomandate pentru I_{VN}
Tabelul 8.23. Valori pentru f_C şi f_N
Tabelul 8.24. Parametrii de proiectare ai decantoarelor secundare
Tabelul 8.25. Dimensiuni caracteristice decantoarelor secundare radiale
Tabelul 9.1. Cantităţi specifice de nămol reţinute în staţiile de epurare
Tabelul 9.2. Încărcări specifice cu substanţă uscată
Tabelul 9.3. Greutăţi specifice ale nămolurilor
Tabelul 9.4. Valori caracteristice ale concentraţiilor de metale grele întâlnite în nămoluri
Tabelul 9.5. Compoziţia chimică şi biologică a nămolurilor
Tabelul 9.6. Directiva Europeană – incinerarea
Tabelul 9.7. Procese precedate de tocătoare
Tabelul 9.8. Cantităţi de reactivi utilizaţi la deshidratarea cu filtre – presă
Tabelul 9.9. Consumul mediu de polielectroliţi în cazul filtrelor bandă/centrifugare
Tabelul 9.10. Eficienţa de reducere a umidităţii nămolurilor
Tabelul 9.11. Valori recomandate pentru $\mathbf{I_{SU}}$
Tabelul 9.12. Valori maxim recomandate pentru I_h
Tabelul 9.13. Performanţe centrifugare nămol
Tabelul 9.14. Concentraţiile unor substanţe toxice şi inhibatoare
Tabelul 9.15. Parametrii de dimensionare ai proceselor de fermentare anaerobă
Tabelul 9.16. Producţia specifică de gaz a diferitelor materii organice
Tabelul 9.17. Valori ale $\mathbf{I_{SU}}$
Tabelul 9.18. Eficienţa de îndepărtare a materiilor solide
Tabelul 9.19. Încărcări, eficienţe filtre bandă
Tabelul 9.20. Eficienţa filtrelor presă
Tabelul 9.21. Parametrii de proiectare pentru procesele de compostare aerobă
Tabelul 9.22. Compoziţia nămolurilor urbane în substanţe organice
Tabelul 9.23. Scenarii de valorificare a nămolurilor provenite de la staţiile de epurare
Tabelul 9.24. Valorile maxime admisibile al concentraţiilor de metale grele în solurile pe care se aplică nămoluri (mg/kg SU într-o probă reprezentativă de sol cu un pH mai mare de 6,5)
Tabelul 9.25. Concentraţiile maxime admisibile de metale grele din nămolurile utilizate pentru fertilizare în agricultură (mg/kgSU)

Tabelul 9.26. Valorile maxime pentru cantităţile anuale de metale grele care pot fi introduse în terenurile agricole pe baza unei medii de 10 ani (kg/ha, an)
Tabelul 9.27. Limitele concentraţiilor pentru anumite substanţe chimice care se pot acumula în sol conform Directivei 86/278/EEC
Tabelul 3.4.1.1. Panta taluzului săpăturii

LISTA FIGURI

Figura 0.1. Schema sistemului de canalizare
Figura 2.1. Cote radier secţiune de calcul
Figura 2.2. Profil longitudinal colector principal
Figura 4.1. Gură de scurgere cu depozit şi sifon
Figura 4.2. Cămin de vizitare de trecere
Figura 4.3. Deversor lateral simplu
Figura 4.4. Sifon
Figura 4.5. Exemplu de staţie de pompare pentru ape uzate (debite reduse)
Figura 4.6. Staţie de pompare
Figura 5.1. Sistem de canalizare vacuumat
Figura 5.2. Supapă
Figura 5.3. Cămin colector
Figura 5.4. Dispoziţia conductelor vacuumate în raport cu panta terenului
Figura 5.5. Lift închis $v > d/\cos \alpha$
Figura 5.6. Lift deschis $v \leq d/\cos \alpha$
Figura 5.7. Schemă cămin preluare reţea vacuumată
Figura 5.8. Schema retea de canalizare sub presiune (rețea ramificată)
Figura 5.9. Schema sistem de canalizare cu functionare sub presiune
Figura 5.10. Diagrama de simultaneitate
Figura 5.11. Schema camerei de receptie si echipament generator de presiune
Figura 6.1. Exemplu de gura de vărsare
Figura 5.1. Schemă pentru determinarea O^R_{min} (mg O_2/l)
Figura 5.2. Variaţia oxigenului dizolvat în apa râului $O_r(t)$ aval de secţiunea de evacuare a apelor epurate
Figura 6.1. Schema de epurare mecano – biologică cu procedee extensive
Figura 6.2.. Schema generală de epurare artificială
Figura 6.3. Schemă tehnologică de reţinere pe cale biologică a fosforului
Figura 7.1. Variaţia coeficientului cinematic (ν) şi a coeficientului dinamic de vâscozitate (η) în funcţie de emperatură (θ°C)
Figura 7.2. Deznisipator orizontal tangenţial. Secţiune transversală şi plan.
Figura 7.3. Deznisipator – separator de grăsimi cu insuflare de aer
Figura 7.4. Decantor orizontal – longitudinal
Figura 7.5. Decantor orizontal radial.Vedere în plan şi secţiuni caracteristice.
Figura 7.6. Decantor vertical. Secţiune transvesală.
Figura 7.7. Secţiune transversală prin jgheabul de decantare al apei

Figura 7.8. Decantoare cu etaj. Dispoziţie în plan şi secţiuni caracteristice.
Figura 7.9. Decantor cu etaj - Sistem de evacuare nămol
Figura 8.1. Valorile constantei de viteză funcţie de temperatura t^0C
Figura 8.2. Filtru biologic percolator de înălţime redusă (”jos”)
Figura 8.3. Filtru biologic cu discuri
Figura 8.4. Schemă generală de epurare convenţională cu bazine cu nămol activat
Figura 8.5. Bazin cu nămol activat
Figura 8.6. Aerator cu funcţionare mixtă : peliculă fixată şi biomasă în suspensie
Figura 8.7. Etapele de operare pentru bazinele cu funcţionare secvenţială
Figura 8.8. Tipuri de pompe şi staţii de pompare
Figura 8.9. Tipuri de pompe utilizate pentru pomparea nămolului
Figura 8.10. Tipuri de pompe utilizate pentru pomparea nămolului
Figura 8.11. Schema generală de calcul: epurare biologică avansată
Figura 8.12. Schema de calcul: epurare biologică avansată cu BNA şi eliminarea fosforului
Figura 8.13. Secţiuni transversale prin decantorul secundar orizontal radial
Figura 9.1. Graficul de variaţie a parametrului “a” funcţie de volumul de filtrat
Figura 9.2. Schema de prelucrare a nămolului cu bazin de omogenizare – egalizare şi fermentare anaerobă într-o singură treaptă
Figura 9.3. Schema de prelucrare a nămolului cu îngroşare independentă a nămolului primar şi a celui în exces şi fermentare anaerobă într-o singură treaptă
Figura 9.4. Schema de prelucrare a nămolului cu bazin de omogenizare egalizare şi fermentare anaerobă în două trepte
Figura 9.5. Schema de prelucrare a nămolului din staţiile de epurare cu treaptă mecanică şi fermentare anaerobă într-o singură treaptă
Figura 9.6. Schemă de prelucrare a nămolurilor provenite din staţiile de epurare cu treaptă mecanică şi stabilizare aerobă
Figura 9.7. Schemă de prelucrare a nămolurilor din staţii de epurare fără decantor primar
Figura 9.8. Schema unui bazin de omogenizare – egalizare (BOE)
Figura 9.9. Schema unui concentrator de nămol (CN)
Figura 9.10. Schema unui rezervor de fermentare nămol (RFN) cu rezervor de gaz (RG)
Figura 9.11. Schema unui rezervor de fermentare nămol (RFN) în 2 trepte cu rezervor de gaz (RG)
Figura 9.12. Schema unui stabilizator de nămol (SN)
Figura 9.13. Schema deshidratare nămol (DN)
Figura 9.14. Concentrator gravitaţional de nămol
Figura 9.15. Schema procedeu flotaţie cu presurizare totală
Figura 9.16. Schema flotaţie cu presurizare supernatant
Figura 9.17. Centrifugă utilizată pentru concentrarea nămolurilor
Figura 9.18. Determinarea factorului capacităţii “**Σ**”
Figura 9.19. Schema proceselor în fermentarea anaerobă
Figura 9.20. Fermentarea anaerobă de mare încărcare într-o singură treaptă
Figura 9.21. Fermentarea anaerobă în două etape
Figura 9.22. Rezervor de fermentare anaerob de formă ovoidală

Figura 9.23. Filtru bandă
Figura 9.24. Schema filtrului presă
Figura 9.25. Tehnologia deshidratării cu filtre presă
Figura 9.26. Microorganisme active în procesul de compostare
Figura 9.27. Dispunerea materialului pentru compostare sub formă de grămezi statice
Figura 9.28. Schema compostare cu biocontainere
Figura 9.29. Fazele uscării nămolului
Figura 9.30. Schema instalaţie de uscare a nămolurilor
Figura 9.31. Schema tehnologică a uscării nămolului cu un cuptor rotativ co-curent

ABREVIERI

$Q_{uz.\ orar\ max.}$ - debitul uzat orar maxim pentru dimensionare retea
α - coeficient de reducere/ crestere a debitului
Q_{INF} - ape de infiltratie in reteaua de canalizare (m^3/zi)
DN - diametrul colectorului (m)
a - grad de umplere
v_{min} - viteza minima de autocuratire (m/s)
$Q_{max.\ ploaie}$ - debit maxim ape meteorice (l/s)
i - intensitatea medie a ploii de calcul (l/s.ha)
IDF - curbe intensitate, durata, frecventa
m - coeficient de reducere debit ape meteorice
ϕ - coeficient de scurgere
t_p - durata ploii de calcul (min.)
t_{cs} - timp de concentrare superficiala (min.)
CBO - consumul biochimic de oxigen; la 5 zile CBO_5 (mg O_2/l)
CCO - consumul chimic de oxigen (mg O_2/l)
MTS - materii totale in suspensie (mg/l)
TNK - azot Kjeldahl (mg/l)
PT - fosfor total (mg/l)
pH - concentratia ionilor de hidrogen
NH_4^+ - azot amoniacal (mg/l)
NO_3^- - azotati (mg/l)
NO_2^- - azotiti (mg/l)
Ki - cantitati de poluanti influente (kg/an)
$i_{CBO,\ CCO\text{-}Cr,\ MTS,\ NTK,\ PT}$ – incarcare specifica (g/LE,zi)
E - grad de epurare (%)
LE - locuitor echivalent
C_{uz} - concentratia MTS (mg/l)
$X_{5,uz}$ - concentratia CBO_5 (mg O_2/l)
O^R - oxigen dizolvat (mg/l)
O^N - concentratia minima de oxigen dizolvat (mg/l)
$X_{5,\ am}$ - CBO_5 al amestecului apa epurata cu apa receptor (mg O_2/l)
D_{cr} - deficitul critic de oxigen (mg O_2/l)
Q_{SE} - debit de ape uzate admis in statia de epurare (l/s)
GR - gratar rar
GD - gratar des
V_r - volum retineri pe gratare (m^3/zi)
u_s - incarcare superficiala (mm/s)
v_r - viteza de ridicare a particulelor de grasime (m/h)
I_0 - incarcarea organica (g CBO_5/m^3, zi)
I_H - incarcarea hidraulica (m^3/h, m^2)
FBD - filtre biologice cu biodiscuri
$SCBO_5$ - consum biochimic de oxigen solubil (mg O_2/l)
$TSCBO_5$ - consum biochimic de oxigen total (mg O_2/l)
T_N - varsta namolului (zile)
I_{on} - incarcarea organica a namolului (kg CBO_5/ kg SU, zi)
I_{ob} - incarcarea organica a bazinului (kg CBO_5/ m^3, zi)
C_{na} - concentratia namolului activat (mg/l)

I_{VN} - indicele volumetric al namolului (cm^3/g)
Q_{nr} - debit de namol recirculat (m^3/zi)
Q_{ne} - debit de namol in exces (m^3/zi)
O_{ns} - oxigenul necesar specific (kg O_2/m^3, b.a., zi)
C_{SA} - concentratia de saturatie a oxigenului dizolvat in apa curata la 760 mm col Hg
C_s - concentratia de saturatie a oxigenului dizolvat in bazinul de aerare
K_{10} - coeficient de transfer al oxigenului in apa la T=10 ^{0}C
C_N^D-NO_3 - concentratia de azot din azotatul care trebuie denitrificat (mg N-NO_3/l)
CSO_C - consum specific de oxigen pentru indepartarea substantelor organice pe baza de carbon (kg O_2/kg CBO_5)

$C_{p,\ prec}$ - concentratia de fosfor total care trebuie eliminata prin precipitare simultana (mg/l)
$C_{P,BM}$ - concentratia fosforului total pentru dezvoltarea biomasei heterotrofe (mg P/l)
N_e - cantitatea de materii solide din namolul in exces (kg SU/zi)
$N_{e,\ C/P}$ - cantitatea de materii solide din namolul in exces din eliminarea C/P (kg SU/zi)
CO_N - capacitatea de oxigenare necesara pentru nitrificare (kg O_2/zi)
CO_D - capacitatea de oxigenare necesara pentru denitrificare (kg O_2/zi)
AOR - capacitatea de oxigenare orara necesara (kg O_2/h)
SOR - capacitatea de oxigenare orara necesara in conditii standard (kg O_2/h)
SOTE - eficienta de transfer a oxigenului in apa curata (%)
u_{SC} - incarcare superficiala la debit dimensionare
I_{SS} - incarcare superficiala cu materii totale in suspensie (kg SU/m^2, zi)
I_{VS} - incarcare volumetrica superficiala cu namol (dm^3/m^2,h)
r - rezistenta specifica la filtrare (cm/g)
S - coeficient de compresibilitate
W_n - umiditatea namolului (%)
PC_n - puterea calorica a namolului (kJ/kg)
q_{bg} - productia specifica de biogaz (Nm^3/kg S.O. redusa)
BNA - bazin cu namol activat
DS - decantor secundar
DP - decantor primar
RFN - rezervor fermentare namol
DM - deshidratare mecanica
CN - concentrator de namol
BOE - bazin omogenizare/ egalizare
RG - rezervor de gaz
SP_s - statie pompare supernatant
I_{fi} - limita tehnica de fermentare
SN - stabilizator de namol
$FeCl_3$ - clorura ferica
$Ca(OH)_2$ - var
I_{SU} - incarcare superficiala cu substanta uscata (kg SU/m^2,zi)
FAD - flotatie cu aer dizolvat
RS - recuperarea solidelor
$I_{O\ RFN}$ - incarcarea organica a rezervorului de fermentare namol
c_i - caldura necesara incalzirii namolului (kcal/zi)
I_{OSN} - incarcarea organica a stabilizatorului de namol (kg SO/m^3SN,zi)

A: PREVEDERI GENERALE PRIVIND PROIECTAREA SISTEMELOR DE CANALIZARE

0. Date generale

Definiţie: Sistemul de canalizare este ansamblul de construcţii inginereşti care colectează apele de canalizare, le transportă la staţia de epurare unde se asigură gradul de epurare stabilit în funcţie de condiţiile impuse de mediu şi apoi le descarcă în receptori naturali care pot fi: râuri, lacuri, mare, soluri permeabile cu amenajări adecvate sau depresiuni.

01.1. Obiectul normativului

(1) Normativul are ca obiect proiectarea ansamblului de construcţii inginereşti definite la § 01., în conformitate cu prevederile legislaţiei privind calitatea în construcţii, aplicabile, în vigoare, în scopul menţinerii, pe întreaga durată de existenţă a construcţiilor, a cerinţelor aplicabile construcţiilor.

(2)Normativul nu cuprinde prescripţii privind calculele de stabilitate şi de rezistenţă ale construcţiilor, instalaţiilor şi echipamentelor mecanice, electrice, de automatizare, a instalaţiilor sanitare, termice şi de ventilaţie.

(3) La proiectare se va avea în vedere adoptarea de soluţii care să garanteze asigurarea calităţii lucrărilor pentru realizarea sistemului de canalizare, inclusiv prin utilizarea de materiale adecvate scopului din punct de vedere al calităţii.

(4) Normativul este în deplină concordanţă de prevederile Directivei 91/271/CEE (NTPA 001 şi NTPA 002) privind epurarea apelor uzate urbane, şi completează cadrul naţional legislativ referitor la implementarea acestei directive europene în România.

01.2. Utilizatori

Prezentul normativ se adresează tuturor factorilor implicaţi în procesul investiţional: proiectanţi, verificatori de proiecte, experţi tehnici, executanţi, responsabili tehnici, investitori, proprietari, administratori şi utilizatori, personalului responsabil cu exploatarea obiectivelor, operatori ai serviciilor publice de apă şi canalizare, precum şi autorităţilor administraţiei publice locale şi organismelor de control/verificare. Se adresează factorilor implicaţi în conceperea, realizarea şi exploatarea acestora, precum şi în postutilizarea lor, potrivit responsabilităţilor fiecăruia, în condiţiile legii.

1.1 01.3. Domeniul de aplicabilitate

(1) Normativul cuprinde prescripţiile de proiectare tehnologică a ansamblului de construcţii şi instalaţii inginereşti de canalizare şi epurare a apelor uzate provenite de la colectivităţi urbane şi/ sau rurale, punând la dispoziţia specialiştilor din domeniu cunoştinţele şi elementele teoretice, tehnologice şi constructive necesare proiectării şi realizării acestor instalaţii.

(2) Partea A prezentului normativ cuprinde prescripţii de proiectare a ansamblului de construcţii şi instalaţii inginereşti de canalizare şi epurarea a apelor uzate.

(3) Având în vedere gradul redus al sectorului industrial şi în multe cazuri absenţa acestuia, natura apelor uzate provenite de la algomerările urbane şi rurale este menajeră sau cel mult urbană.

(4) Apa uzată menajeră şi apa uzată urbană sunt definite astfel:

a) Apa uzată menajeră reprezintă apa uzată rezultată din folosirea apei potabile în scopuri gospodăreşti, în cadrul unităţilor cu caracter social, public, ale industriei locale, stropitul spaţiilor circulabile şi al spaţiilor verzi;

b) Apa uzată urbană reprezintă amestecul dintre apele uzate menajere, apele uzate tehnologice proprii sistemului de alimentare cu apă şi de canalizare şi apele uzate industriale,respectiv agrozootehnice preepurate sau nu, astfel încât caracteristicile lor fizice, chimice, biologice şi bacteriologice să respecte valorile indicate în NTPA 002;

(4) În cazul unor staţii de epurare foarte mici, mici şi medii unde epurarea biologică se realizează în bazine cu nămol activat, poate lipsi decantorul primar, dar trebuie prevăzută cel puţin o treaptă de degrosisare a apelor uzate.

(5) Epurarea biologică are loc în instalaţii special prevăzute în acest scop şi reprezintă un complex de fenomene biochimice realizate cu ajutorul microorganismelor care mineralizează substanţele organice pe bază de carbon aflate în apele uzate sub formă coloidală sau dizolvată, transformându-le în material celular viu, sau biomasă, care este reţinută sub formă de nămol biologic în decantoarele secundare.

(6) Epurarea biologică avansată continuă procesele de epurare din treapta mecanică, contribuie la reţinerea substanţelor organice coloidale şi dizolvate din apele uzate şi reţine substanţele sau compuşii pe bază de fosfor şi azot.

(7) Proiectarea construcţiilor şi instalaţiilor de epurare avansată şi pentru prelucrarea nămolurilor reţinute în staţiile de epurare a apelor uzate este cuprinsă în prezentul normativ.

(8) Epurarea avansată poate fi realizată prin procese încorporate în epurarea biologică destinate eliminării compuşilor carbonului şi/sau poate fi realizată în procese independente.

(9) Alegerea schemei staţiei de epurare se bazează pe valorile gradului de epurare necesar şi eficienţa în reţinerea principalilor indicatori conform cap.5 § 1 şi § 2 din prezentul normativ.

(10) Epurarea mecano-biologică a apelor uzate urbane trebuie să asigure efluenţi corespunzători calitativ care să îndeplinească condiţiile impuse de normele de protecţia apelor aprobate prin Hotărârea Guvernului nr.188/2002, cu modificările şi completările ulterioare, care transpun integral prevederile Directivei nr.97/271/CEE (NTPA 001, NTPA 002) privind epurarea apelor uzate urbane.

(11) Construcţiile, instalaţiile şi echipamentele utilizate pentru epurarea apelor uzate în configuraţie monobloc sau compactă ofertate de către furnizorii de specialitate, vor trebui să respecte legislaţie specifică, aplicabilă, în construcţii.

(12) Pentru substanţele reţinute, inclusiv nămolurile primare şi biologice, instalaţiile de pe linia nămolului trebuie să asigure obţinerea de produse finite, igienice, valorificabile şi uşor de integrat în mediul natural.

(13) Categoria şi clasa de importanţă a construcţiilor şi instalaţiilor de epurare se va determina conform legislaţiei specifice privind calitatea în construcţii, aplicabile, în vigoare.

01.4 Elemente componente ale sistemului de canalizare şi rolul acestora

(1) Pentru canalizarea unei aglomerări umane sau a unui centru industrial sunt necesare următoarele grupuri de construcţii:

a) obiectele sanitare şi reţeaua interioară;
b) reţeaua exterioară;
c) staţia de epurare;
d) construcţii de evacuare.

a) Obiectele sanitare

În interiorul clădirilor de locuit, social – culturale sau administrative, există obiecte sanitare de tip chiuvete, băi şi alte utilităţi.

(2) De la recipiente apa este condusă în instalaţii interioare prin conducte şi preluată în reţeaua din interiorul incintelor, denumite reţele interioare.

(3) Legătura dintre reţeaua interioară şi cea exterioară se face printr-un canal de racord şi un cămin de vizitare, numit cămin de racord, ce serveşte pentru control şi intervenţii.

b) Reţeaua exterioară

(1) Reţeaua exterioară se compune din canale subterane şi de suprafaţă, staţii de pompare şi din alte construcţii auxiliare amplasate între punctele de colectare şi staţia de epurare sau gurile de vărsare în emisar.

(2) Staţiile de pompare se construiesc în punctele joase ale teritoriului ce se canalizează, atunci când – din cauza configuraţiei terenului – nu este posibil ca apele de canalizare să curgă gravitaţional sau viteza de curgere nu este suficientă.

(3) Lucrările auxiliare pe reţea sunt: 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 retenţie, deznisipatoare, treceri pe sub depresiuni şi căi de comunicaţie.

c) Staţia de epurare

Staţia de epurare este alcătuită din totalitatea construcţiilor şi instalaţiilor prin care se corectează parametrii de calitate ai apelor uzate influente astfel încât caracteristicele apelor uzate epurate să corespundă normativelor în vigoare funcţie de caracteristicile receptorului.

d) Construcţii pentru evacuare

Construcţiile pentru evacuare trebuie să asigure vărsarea apelor în receptori în condiţii de siguranţă pentru sistemul de canalizare şi receptor.

În figura 1.1 este prezentată schema unui sistem de canalizare.

`

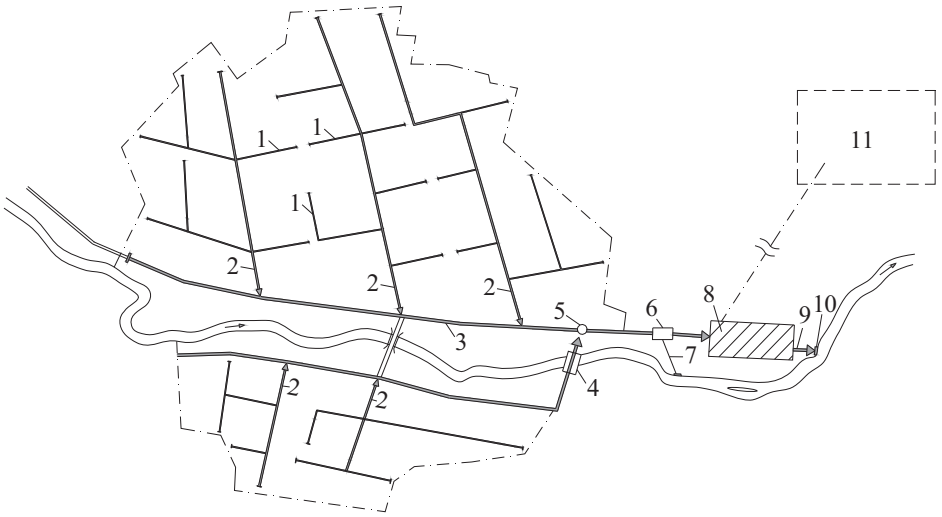


Figura 0.1. Schema sistemului de canalizare.

1-canale de serviciu (secundare)	5-cameră de intersecţie	9-colector de descărcare
2-colectoare secundare	6-camera deversorului	10-gură de vărsare
3-colectoare principale	7-canal deversor	11-sisteme pentru valorificarea
4-sifon invers	8-staţie de epurare	nămolurilor rezultate din SE

1.2 01.5 Criterii de alegere a schemei sistemului de canalizare

(1) Alegerea schemei sistemului de canalizare are la bază datele configuraţiei amplasamentului şi elementele funcţionale ale utilizatorului. Documentaţiile obiectiv necesare pentru elaborarea schemei sistemului de canalizare sunt:

a) PUG şi PUZ pentru localitatea urbană/rurală cu situaţia existentă şi perspectivă de dezvoltare pentru minim 30 de ani;
b) Studii topografice, geotehnice, hidrogeologice, hidrologice asupra teritoriului, apelor de suprafaţă şi subterane din zonă;
c) Studii pe variante. Orice sistem de canalizare trebuie studiat în variante multiple din care proiectantul va propune aceea variantă care va asigura:
   – colectarea apelor uzate în condiţii sanitare fără risc privind sănătatea populaţiei;
   – efecte minime asupra mediului înconjurător;
   – costuri unitare şi energetice minime independente de factorii variabili care pot apare în timp.
d) Criterii tehnice şi economice pe care se bazează alegerea sistemului:
   – colectare unitară/separativă pe categorii de ape uzate; în toate proiectele se vor elabora variante cu minim 2 reţele (ape uzate şi ape meteorice) şi 1 reţea (sistem unitar) pe ansamblul amplasamentului sau pe sectoarele acestuia;
   – criterii de transport ape uzate; se vor analiza sistemele cu transport gravitaţional, sub presiune sau reţea vacuumată;
   – elementele impuse de poziţia receptorului, valorificarea substanţelor reţinute şi a nămolurilor.

(2) Calculele tehnice şi economice, care să permită stabilirea variantei optime trebuie să cuprindă:

a) Volumului total al investiţiilor;
b) Planul de eşalonare a investiţiilor pentru o perioadă de minim 10 ani;
c) Dotările şi costurile operaţionale pentru fiecare variantă;
d) Costul apei canalizate (colectare, epurare, evacuarea substanţelor reţinute) în corelaţie cu gradul de suportabilitate al utilizatorilor sistemului.

(3) Schema sistemului de canalizare trebuie să se încadreze permanent în dezvoltarea centrului populat, astfel încât serviciul de canalizare să poată asigurasatisfacerea exigenţelor utilizatorilor şi dezvoltările tehnologice.

1.3 01.6 Sisteme şi procedee de canalizare

(1) Un sistem de canalizare cuprinde:

a) reţeaua de canalizare;
b) staţia de epurare;
c) construcţiile pentru evacuarea apelor epurate;
d) sisteme pentru evacuarea substanţelor reţinute în staţia de epurare.

(2) Colectarea şi evacuarea apelor uzate se face în unul din următoarele procedee:

a) Procedeul unitar;
b) Procedeul separativ (divizor);
c) Procedeul mixt.

(3) Procedeul unitar colectează şi transportă prin aceeaşi reţea de canalizare toate apele de canalizare: menajere, industriale, publice, meteorice, de suprafaţă şi de drenaj.

Procedeul unitar are avantajul că necesită o singură reţea de canale,costuri de operare mai reduse şi dezavantajul unorcheltuieli iniţiale de investiţii mari.

(4) Procedeul separativ colectează şi transportă prin minim 2 reţele diferite apele uzate (menajere, industriale pre-epurate şi publice) şi meteorice.

Curgerea apelor uzate menajere se face prin canale închise. Curgerea apelor uzate industriale pre – epurate se face prin reţele închise. Curgerea apelor meteorice se poate face fie la suprafaţă prin rigolele străzilor sau canale deschise (şanţuri), fie printr-o reţea de canale închise.

(5) Canalizarea în procedeu separativ se dezvoltă pe baza:

a) Principiului reţinerii apei din ploi la locul de cădere şi execuţia de bazine de infiltraţie - acumulare cu/fără reutilizarea acestor ape;
b) Reducerii suprafeţelor impermeabile în amenajările urbane;
c) Creşterii exigenţelor de întreţinere şi curăţenie a spaţiilor urbane amenajate şi a creşterii suprafeţelor specifice (m^2/loc.) de spaţii verzi.

PROIECTAREA REŢELELOR DE CANALIZARE

1. Obiectivele şi funcţiunile reţelei de canalizare

(1) Reţeaua de canalizare este obiectul tehnologic din sistemul de canalizare, cu rol de colectare şi evacuare a apei uzate sau/şi meteorice în afara aglomerării în condiţiile de siguranţă pentru sănătatea utilizatorilor şi mediului.

(2) Reţeaua de canalizare asigură evacuarea apelor uzate de la folosinţe casnice, a apelor uzate industriale pre – epurate, a apelor uzate de la folosinţe publice şi a apelor provenite din precipitaţiile căzute pe suprafaţa deservită de reţea.

(3) Reţeaua de canalizare evacuează apele uzate de pe o suprafaţă delimitată numită bazin de colectare. Bazinul de colectare poate fi diferit pentru diversele categorii de ape uzate.

1.1 Alcătuirea reţelei de canalizare

Reţeaua de canalizare este alcătuită din:

a) Colectoarele care asigură transportul apei colectate;
b) Construcţiile accesorii care asigură buna funcţionare a reţelei: racorduri, cămine de vizitare, guri de scurgere, deversoare, staţii de pompare, bazine de retenţie, sisteme de control a calităţii apei şi de măsurare a debitului de apă transportată.

1.2 Apele preluate în reţeaua de canalizare pot proveni de la:

a) Instalaţiile interioare ale locuinţelor, apă uzată menajeră, direct sau prin cămine de racord;
b) Instalaţiile interioare ale clădirilor cu destinaţie publică (şcoli, spitale, unităţi de activitate publică, complexe sportive);
c) Apa uzată menajeră provenită de la grupurile sanitare ale unităţilor industriale;
d) Apa uzată industrială colectată direct sau provenind de la staţii de pre – epurare atunci când condiţiile de calitate sunt diferite de cele ale apei admise în reţeaua publică;
e) Apa din precipitaţii, introdusă în canalizare prin gurile de scurgere (apa din ploi, apa din topirea zăpezii, gheţii);
f) Apa subterană infiltrată prin defecţiunile colectoarelor sau construcţiilor anexe.

(1) Cu excepţia apei infiltrate în canalizare toate celelalte categorii de apă au calitate normată pentru a putea fi acceptate în reţeaua publică de canalizare. Norma de calitate este dată în NTPA 002.

(2) Pentru reţelele de canalizare din mediul rural care preiau ape uzate de la ferme agrozootehnice, unităţi de prelucrare produse şi crescătorii de animale se va respecta acelaşi principiu: conformarea la prevederile NTPA 002.

(3) Preluarea oricărei categorii de calitate de ape uzate în reţeaua publică va fi condiţionată de:

a) Asigurarea funcţionării reţelei publice fără deteriorări, influenţe asupra materialului, pericole sau limitări ale exploatării în siguranţă;

b) Limitarea oricăror influenţe negative asupra proceselor biologice din staţia de epurare;
c) Cunoaşterea permanentă a volumelor de ape uzate şi cantităţilor de poluanţi (materii în suspensie, substanţe organice – CBO_5, N şi P).

1.3 Încadrarea în mediul rural/ urban

Reţeaua de canalizare se va încadra:
a) În prevederile P.U.G– ul şi P.U.Z – ul zonelor în care se dezvoltă;
b) În Planulde Management albazinului hidrografic aferent aglomerării umane;
c) În Master Planul general privind sistemele de alimentare cu apă şi canalizare ale amplasamentului zonei şi bazinul hidrografic.

1.4 Alcătuirea reţelei de canalizare

În configurarea reţelei se va lua în consideraţie:
a) Trama stradală actuală şi în perspectivă (minim 25 ani) conform P.U.G.;
b) Situaţia topografică a amplasamentului pentru asigurarea curgerii gravitaţionale;
c) Poziţia staţiei de epurare şi a receptorului;
d) Asigurarea evacuării apei pe drumul cel mai scurt;
e) Abordarea punctuală a zonelor critice: depresiuni, contrapante, subtraversări;
f) Un plan de dezvoltare etapizată în concordanţă cu dezvoltarea aglomerării deservite;
g) Posibilitatea prevederii galeriilor edilitare în zone cu densitate mare de reţele, în zone centrale, cu trafic intens şi terenuri dificile privind pozarea;
h) Soluţionarea raţională a reţelei în zonele inundabile; reţeaua va fi astfel alcătuită încât în cazul inundaţiei să se poată asigura pomparea apei uzate (sau epurate).

1.5 Clasificarea reţelelor de canalizare

Reţelele de canalizare pot fi clasificate astfel:
a) După modul de curgere al apei;
b) După calitatea apelor colectate;
c) După forma reţelei.

1.5.1 Asigurarea curgerii apei în colectoare

a) Reţea gravitaţională în care se asigură curgerea apei cu nivel liber;
b) Sistemul vacuum se foloseşte pentru transportul apelor menajere; apa curge sub o presiune negativă ($p \approx 0,4 – 0,6$ at.), realizată sistematic;
c) Reţea cu funcţionare sub presiune, în care apa curge sub presiune asigurată prin pompare.

1.5.2 Calitatea apelor colectate

a) Reţea în procedeu unitar; toate apele de pe suprafaţa aglomerării sunt evacuate printr-o singură reţea;
b) Reţea în procedeu divizor/ separativ în care apele având caracteristici apropiate sunt evacuate prin aceeaşi reţea; în aglomerări pot fi două reţele (reţea de canalizare ape uzate urbane/ rurale şi reţea de evacuare a apelor meteorice);
c) Reţea în procedeu mixt, unitar şi separativ pe zone ale aglomerării;

1.5.3 Forma reţelei

(1) Reţeaua de canalizare este o reţea ramificată; dacă se poate demonstra, ţinând seama şi de condiţiile de exploatare/reparaţii că o reţea de tip inelar este raţională acest sistem se poate aplica; poate fi favorabil în unele cazuri de remedieri sau raţional pentru evacuarea apei meteorice (aglomerări unde nu plouă simultan pe toate suprafeţele).

(2) Configuraţia reţelei va fi aleasăpe baza unui calcul tehnico–economic justificativ pe criterii de cost de investiţie şi costuri de exploatare. Obligatoriu se va ţine seama de pagubele care trebuie suportate în caz de funcţionare neconformă.

(3) Asigurarea funcţionării reţelei fără riscuri va fi stabilită funcţie de normele în vigoare şi prin decizia autorităţii locale. Este raţional să fie estimate şi consecinţele pentru o eventuală creştere a gradului de siguranţă a funcţionării în viitor prin apariţia unor lucrări subterane importanteşi posibilitatea realizării de treceri denivelate în unele intersecţii sau introducerea de mijloace speciale de transport.

2. Proiectarea reţelei de canalizare

2.1 Reţea de ape uzate în procedeu separativ

2.1.1 Debite de dimensionare

(1) Pentru dimensionare se consideră debitul uzat orar maxim provenit din utilizarea apei pe tipuri de consum (casnic, public, agenţi economici ş.a.):

$$Q_{uz,or,max} = \alpha \cdot \sum N_i \cdot q_i \cdot k_{zi,i} \cdot k_{or,i} \cdot 10^{-3} \cdot 24^{-1} (\mathrm{m^3/h}) \qquad (2.1)$$

unde:

α – coeficient de reducere sau de creştere a debitului; reducerea este dată de apele utilizate pentru stropit, spălat; creşterea este dată de activităţile economice care utilizează alte surse de apă; valorile curente pot fi cuprinse între 0,9 – 1,05;

N_i– nr. de utilizatori pe categorii de consum;

q_i – necesarul specific de apă potabilă (l/om,zi), conform SR 1343–1:2006;

$k_{zi,i}$ – coeficient de variaţie a consumului zilnic de apă conform valorilor din SR 1343 – 1:2006;

$k_{or,i}$ – coeficient de variaţie orară a consumului de apă, conform SR 1343–1:2006;

10^{-3}, 24^{-1} – coeficienţi de transformare;

(2) Debitul conform (2.1) reprezintă o valoare de dimensionare hidraulică a reţelei de canalizare şi nu va fi utilizat în calculul de bilanţ de volume zilnice, lunare sau anuale de ape uzate.

Suma $\sum N_i \cdot q_i \cdot k_{zi,i} \cdot k_{or,i}$ din expresia (2.1) se referă la:

- ape uzate menajere (nr. locuitori);
- ape uzate publice (şcoli, spitale, servicii publice ş.a);
- ape uzate de tip menajer provenite de la unităţi industriale.

(3) Ape uzate de la agenţi economici - acestea sunt considerate pre–epurate (vor respecta NTPA 002) şi vor fi estimate de utilizatorul acestora şi comunicate prin protocoale scrise.

(4)Ape de infiltraţie- se calculează cu expresia:

$$Q_{INF} = q_{INF} \cdot L \cdot DN \cdot 10^{-3} (\mathrm{m}^3/\mathrm{zi}) \quad (2.2)$$

unde:

q_{INF} – debit specific infiltrat în $dm^3/m \cdot zi$, cu valori 25 – 50 dm^3/m liniar şi m de diametru al colectorului pe zi;

L – lungime colector (m);

DN – diametru colector (m);

Pentru reţea pozată deasupra nivelului apei subterane: q_{INF} = 25 dm^3/m,zi,pentru DN=1m;

Pentru reţea pozată sub nivelul apei subterane (>1,0m) q_{INF} = 50 dm^3/m,zi,pentru DN=1m;

(4) În situaţiile de retehnologizare a reţelei de canalizare se vor efectua studii speciale pentru stabilirea mărimii debitelor de infiltraţie.

2.1.2 Elemente impuse dimensionării hidraulice

2.1.2.1Grad de umplere

Este definit ca raportul între înălţimea apei la debitul maxim în secţiune şi înălţimea constructivă a canalului (DN,H):

$$a = \frac{h}{DN} \; ; \; a = \frac{h}{H} \; ; \quad (2.3)$$

unde:

a – grad de umplere;

DN– diametrul nominal, (mm);

H – înălţimea interioară a canalului, (mm);

h – înălţimea apei în canal, (mm);

Tabelul 2.1. Grad de umplere funcţie de DN sau H_{canal}.

Nr.crt.	DN sau H (mm)	a – grad umplere
1	< 300	≤ 0,6
2	350 – 450	≤ 0,7
3	500 – 900	≤ 0,75
4	>900	≤ 0,8

2.1.2.2Viteze minime / maxime

a) Viteza de autocurăţire ≥ 0,7 m/s pentru evitarea depunerilor în colectoarele de canalizare;

b) Viteza maximă: ≤ 8 m/s pentru colectoare din tuburi speciale sau metalice;

≤ 5 m/s pentru alte materiale;

2.1.2.3Diametre minime

(1) Diametrul minim pentru colectoarele de canalizare se consideră:

a) Dn 250 mm pentru reţele de ape uzate în sistem separativ (divizor);

b) Dn 300 mm pentru reţele de ape meteorice (sistem separativ) şi reţele în sistem unitar.

(2) Pot fi adoptate pentru reţele noi DN=200mm în următoarele situaţii:

a) reţele de ape uzate (sistem separativ),colectoarele stradale cu Lmax ≤ 500m, nr. racorduri ≤ 100;
b) gradul de umplere a ≤ 0,5;
c) diferenţa între diametrul colectorului de canalizare şi diametrul racordului min.50mm;

2.1.2.4Adâncimi minime şi maxime de pozare

(1) Adâncimea minimă deasupra extradosului bolţii superioare a canalului, cea mai mare valoare dintre:

a) h_{min}= 0,80 m;
b) $h_{min} \geq h_{îngheţ}$ pentru evitarea solicitării materialului tuburilor la ciclurile îngheţ - dezgheţ (conform STAS 6054-77);
c) pentru solicitarea din trafic vor fi făcute calcule speciale;

Adâncimea minimă este impusă şi de preluarea racordurilor de la utilizatori; pentru clădiri fără subsol se impune adâncimea de 1,0 m (la cotă radier), pentru clădiri cu subsol adâncimea min. – 2,0 m; pentru construcţiile cu mai multe subsoluri toată cantitatea de apă uzată din subsol se pompează în reţeaua de canalizare prin sisteme împotriva inundaţiilor pentru a evita inundarea subsolurilor, la punerea sub presiune a reţelei.

(2) Adâncimea maximă; pentru diametre cu DN≤400 mm adâncimea maximă se va limita la 6,0 m (diferenţa de cotă radier şi cotă teren); limitarea este impusă de posibilitatea efectuării unor intervenţii prin executarea de săpături. La adâncimi peste 2 m racordurile clădirilor vor avea cămin pe colector.

2.1.2.5Panta longitudinală a colectorului

(1) Reţea cu curgere gravitaţională:
a) panta egală cu panta străzii, dacă sensul de curgere al apei coincide cu sensul descendent al străzii dar ≥ 1: DN;
b) panta minimă constructivă se va adopta 1‰ şi ≥ 1: DN;
c) panta minimă pentru asigurarea vitezei de autocurăţire, conform SR EN752:2008≥ 1: DN;
d) panta maximă care realizează viteza maximă a apei în colector se va stabili pentru fiecare DN şi tip de material;
(2) Reţea cu curgere sub vacuum:
a) panta poate avea valori constructive după poziţia colectorului sub presiune; negativă sau pozitivă;
b) panta tuburilor între două lifturi consecutive la reţelele vacuumate are valori de 0,002;
c) tuburile de canalizare vor fi realizate din PEID-polietilenă de înaltă densitate, PAFS-poliesteri armati cu fibra de sticlă, cu diametre cuprinse între 90 – 200 mm cu îmbinare etanşă.

2.1.3 Dimensionarea hidraulică

2.1.3.1Stabilirea debitelor de calcul pe tronsoane

(1) Tronsonul de colector se consideră lungimea între două intersecţii sau un tronson de maxim 250m în aliniament.

(2) Debitul de calcul este debitul din secţiunea aval a tronsonului dimensionat. Pentru stabilirea debitului de calcul se adoptă:

$$Q_{calcul}^{0\to1} = q_{sp,uz} \cdot L^{0\to1}(\mathrm{l/s}), \text{ pentru orice tronson de capăt} \quad (2.4)$$

$$Q_{calcul}^{i\to i+1} = Q_{calcul}^{i-1\to i} + Q_{lat}^{i} + q_{sp,uz} \cdot L^{i\to i+1}(\mathrm{l/s}) \quad (2.4')$$

unde:

$$q_{sp,uz} = \frac{Q_{uz,or,max}}{\sum l_{tr}}(\mathrm{l/s \cdot m}) \quad (2.5)$$

$\mathbf{Q^{i-1,i}}$– debitul tronsonului amonte tronsonului curent,conform relaţiei (2.4);
$\mathbf{Q_{lat}^{i}}$– debitul adus de colectoarele laterale care deversează în nodul **i**.

(3) Aplicarea calculului este condiţionată de:
a) repartiţia uniformă a racordurilor şi debitului colectat în canalizare; acelaşi tip de locuinţe, cu dotări de instalaţii tehnico – sanitare similare;
b) pentru fiecare zonă cu densităţi şi dotări similare va exista şi se va utiliza o valoare pentru $\mathbf{q_{sp,uz.}}$,(l/s,m).

(4) Pentru situaţii având:
a) racorduri la distanţe mari cu debite concentrate;
b) regimuri diferite de dotări;
c) în cazul unor debite cu valori mari (peste 5% sau 10% din debitul transportat), secţiunea de intersecţie se consideră nod de calcul.

(5) Calculul debitelor se va determina prin preluări de debite concentrate, fiecare tronson fiind calculat pe baza însumării debitelor pe tronsoanele amonte.

2.1.3.2 Alegerea diametrelor şi parametrilor hidraulici ai tronsonului de calcul

(1) Calculul se efectuează tabelar tronson cu tronson în paralel cu executarea profilului longitudinal al colectorului privind pozarea pe teren.

Tabelul 2.2. Calcul tronson j – k.

Nr crt	Tr	Q_{uz} (l/s)	L (m)	Pante		DN mm	Q_{pl} (l/s)	V_{pl} (m/s)	$\alpha = Q_{uz}/Q_{pl}$	$\beta = v_{ef}/v_{pl}$	a=h/DN	h=aDN (mm)	$Vef=\beta v_{pl}$ (m/s)	$\Delta H=i_R L$ (m)	Cote		Hs (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

L – lungime tronson (m);

$\mathbf{Q_{uz}}$ – debit ape uzate în secţiunea aval a tronsonului (l/s);

$\mathbf{i_T}$ – panta teren;

$\mathbf{i_R}$ – panta radier;

$\mathbf{v_{ef}}$ – viteza efectivă (m/s);

$\mathbf{\Delta h_{i\text{-}k}} = i_R \cdot L$ (m)

$\mathbf{C_R^k} = C_R^i - \Delta h_{i\text{-}k}$ (m)

DN – diametru nominal colector (mm);

$\mathbf{H_s}$ – adâncimea săpăturii;

$\mathbf{Q_{pl}}$ – debit la secţiune plină (l/s);

$\mathbf{v_{pl}}$ – viteza la secţiune plină (m/s);

$$\boldsymbol{\alpha} = \frac{Q_{uz}}{Q_{pl}}$$

$$\boldsymbol{\beta} = \frac{v}{v_{pl}}$$

$\mathbf{a} = \frac{h}{DN(H)}$ – gradul de umplere (v. tab. 2.1)

h – înălţimea de apă (m);

$$\boldsymbol{\Delta H_{j-k}} = i_R \cdot L_{j-k}$$

(2) Comentarii la tabelul 2.2:

a) Dacă panta străzii este descendentă cu valoarea ≥ 1/DN se adoptă valoarea $i_R=i_T$;
b) Se alege un DN astfel ca din calcul să rezulte: a ≤ a_{max}; v ≥ v_{min};
c) Nerealizarea condiţiei pct. 2) impune refacerea calculului prin adoptarea $i_R > i_T$ şi eventual un alt diametru sau formă (ovoid);
d) Coloanele 1 – 14 caracterizează tronsonul (j – k);
e) Coloanele 15 – 17 caracterizează capetele tronsonului;
f) Determinarea Q_{pl}, v_{pl}, α, β şia se efectuează cu diagrame de tipul celor din anexele 2 – 4;diagramele sunt valabile pentru un material determinat de k=1/n; (n – rugozitatea relativă)şi de forma secţiunii;
g) Tronsoanele aval tronsonului(j – k) trebuie să păstreze $DN \geq DN_{j-k}$;

Cotele radierului în aceeaşi secţiune se vor determina considerând racordarea la creasta tuburilor adiacente secţiunii;

$$C_{R2} = C_{R1} - \left(DN_{k,k+i} - DN_{ik}\right)(\text{m}) \qquad (2.6)$$

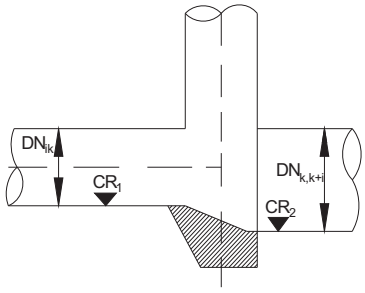


Figura 2.1. Cote radier secţiune de calcul.

Fiecare colector va fi materializat în concordanţă cu calculul printr–un profil longitudinal.

h) Se va ţine seama de poziţia finală de racordare la colectorul următor;
i) Se va ţine seama de posibilitatea de ocolire a unor obstacole de pe traseu (puncte fixe – alte reţele, cote impuse etc.);

2.2 Reţea de ape meteorice în procedeu separativ

2.2.1 Debite de dimensionare

(1) Concept: Cantităţile de ape meteorice, pentru bazine mici (sub 10 km^2 = 1.000 ha) se determină prin metoda raţională care se bazează pe conceptul: o ploaie de frecvenţă normată va conduce la realizarea debitului maxim într– o secţiune a unui bazin când timpul de ploaie este egal cu timpul maxim de curgere din punctul cel mai îndepărtat până în secţiunea considerată; pe această bază pentru fiecare secţiune de calcul va exista o singură ploaie cu frecvenţa normată a teritoriului din care rezultă debitul de dimensionare.

(2) Calculul se bazează pe relaţia:

$$Q_{max,ploaie} = m \cdot S \cdot \phi \cdot i \qquad (\text{l/s}) \qquad (2.7)$$

unde:

S – suprafaţa bazinului de colectare al secţiunii de calcul, (ha);
i – intensitatea medie a ploii de calcul, l/s,ha ; se determină pe baza curbelor IDF (STAS 9470-73) sau studiu de specialitate (obligatoriu pentru amplasamente cu suprafaţa peste 1.000 ha),funcţie de frecvenţa normată şi timpul de ploaie;
m – coeficientul de reducere a debitului; se consideră efectul de acumulare în reţea cu valorile:
a) **m** = 0,8 la timp de ploaie < 40 min.

b) **m** = 0,9 la timp de ploaie > 40 min.

ϕ ϕ – coeficient de scurgere; raportul dintre volumul apă ajuns în canalizare şi volumul ploii căzute pe bazin;

(3) Coeficientul ϕ ϕ este variabil în timp; mai mare la începutul ploii, scade o dată cu creşterea timpului de ploaie. Se determină ca medie ponderată pentru suprafeţe neomogene:

$$\phi = \frac{\sum \phi_i \cdot S_i}{\sum S_i} \tag{2.8}$$

Valorile ϕ ϕ pentru diferite tipuri de suprafeţe pot fi adoptate conform SR1846 – 2:2007.

(4) Frecvenţa normată a ploii de calcul : notat **f**; pentru calcule preliminare se stabileşte conform STAS 4273-83 şi SR EN 752:2008 sau după studii speciale.

Pentru localităţi cu populaţie ≥ 100.000 locuitori, frecvenţa normată a ploii de calcul se va adopta f = 1/10.

Pentru localităţi urbane/rurale sub 100.000 loc. proiectantul va lua în consideraţie:

a) Decizia administraţiei bazinale de gospodărirea apelor şi a autorităţii locale din punct de vedere al protecţiei zonei total sau parţial; aceasta va stabilii frecvenţa normată f = 1/1, 1/2, 1/3, 1/5.
b) Proiectantul va stabili pe baza cerinţelor autorităţii locale debitele şi secţiunile colectoarelor pentru min. 2 frecvenţe ale ploii de calcul; pe acestă bază vor fi evaluate costurile ambelor opţiuni şi pagubele (daunele) determinate de depăşirea capacităţii de preluare a ploii de către reţea;
c) Se va adopta varianta (opţiunea) având costurile însumate minime şi care ţine seama de efectele sociale minime din punct de vedere al protecţiei bunurilor şi persoanelor.

Se vor lua în consideraţie criteriile de performanţă şi frecvenţele recomandate pentru proiectare conform SR EN 752:2008.

(5)Durata ploii de calcul:$\mathbf{t_p}$

a) Pentru primul tronson al reţelei:

$$t_p = t_{cs} + \frac{L}{v_a}(\text{min.}) \tag{2.9}$$

unde:

$\mathbf{t_{cs}}$ – timp de concentrare superficială:

- $\mathbf{t_{cs}}$ = 5 min. pentru pante medii ale suprafeţei bazinului> 5%;
- $\mathbf{t_{cs}}$ = 10 min. pentru pante medii ale suprafeţei bazinului între 1 – 5 %;
- $\mathbf{t_{cs}}$ = 15 min. pentru pante medii ale suprafeţei bazinului< 1 %.

L – lungimea tronsonului de la prima gură de scurgere la secţiunea de calcul,(m);

$\mathbf{v_a}$ – viteza apreciată pe trosonul de calcul, (m/s);

b) Pentru tronsoanele următoare:

$$t_p = {t_p}^{i-1} + \frac{L_{i,k}}{{v_a}^{i-k}}(\text{min.}) \tag{2.10}$$

unde:

$\mathbf{t_p}^{\mathbf{i-1}}$– timpul de ploaie corespunzător secţiunii i a tronsonului i – k, (min.);

$\mathbf{v_a}^{\mathbf{i-k}}$– viteza apreciată,(m/s);

La intersecţia a 2 colectoare la primul tronson aval se va lua în calcul valoarea cea mai mare a timpului ploii de calcul pentru cele 2 colectoare.

Dacă pe tronsonul aval debitul calculat este mai mic decât debitul în tronsonul amonte atunci se adoptă valoarea cea mai mare dintre cele două debite.

(6)Viteza apreciată se estimează pe baza pantei terenului şi experienţei proiectantului; valoarea rezultată prin calculul efectiv nu trebuie să difere cu mai mult de 20% de valoarea apreciată.Calculul este iterativ.

Pentru bazine mari (> 10 km^2) conform prevederilor SR 1846 – 2:2007 proiectantul va avea la bază studii meteorologice (elaborate de Administraţia Naţională de Metereologie-ANM) pe baza cărora se vor stabili hidrografele ploilor de calcul pentru secţiunile caracteristice ale colectoarelor.

(7)Intensitatea ploii de calcul – Se determină pe baza timpului de ploaie (**t_p**) şi pe baza curbelor IDF conform prevederilor STAS 9470-73 sau studiilor de actualizare elaborate de ANM; pentru reţele care deservesc un teritoriu > 1.000 ha proiectantul va comanda la Administraţia Naţională de Meteorologie studii statistice pentru amplasament; acestea vor indica ploile maxime istorice ca durată şi intensitate şi vor actualiza curbele IDF corespunzătoare zonei amplasamentului.

Construirea curbelor IDF se va realiza conform Anexei 5.

Intensitatea ploii de calcul se va determina pe zone din sub–sistemul canalizării apelor meteorice pe baza frecvenţei normate adoptate.

2.2.2 Alegerea diametrului şi parametrilor hidraulici

Configuraţia reţelei de ape meteorice în procedeu separativ se va adopta în corelaţie cu:

a) Configuraţie amplasament utilizator şi receptor;
b) Evacuările admisibile şi impactul asupra mediului receptor, prin adoptarea unui coeficient de diluţie de 4 la 8 ori debitul pe timp uscat pe baza capacităţii de autoepurare receptor;
c) Prevederea de bazine de retenţie (decantare) pentru reducerea debitelor maxime şi reţinerea apelor meteorice colectate în primele 5 – 10 min. ale ploii.

2.2.2.1Calculul debitelor pe tronsoane

Debitul de calcul este debitul din secţiunea aval a tronsonului.

$$Q_{max.ploaie} = m \cdot S \cdot \phi \cdot i \quad \text{(l/s)} \qquad (2.11)$$

unde:

S – suprafaţa bazinului de colectare formată din:

$$S = S_{tr}^{i-k} + S_{am}^{i-k} \text{(ha)} \qquad (2.12)$$

S_{tr}^{i-k} – suprafaţa bazinului de colectare aferentă tronsonului secţiunii de calcul, (ha);

S_{am}^{i-k} – suprafaţa bazinului de colectare din amonte de secţiunea de calcul, (ha);

ϕ – coeficient de scurgere mediu calculat ca medie ponderată pentru toate suprafeţele aferente tronsonului i – k;

i – intensitatea ploii de calcul cu frecvenţa normată; ploaia de calcul se consideră corespunzătoare secţiunii k a tronsonului i – k;

m – determinat cf. § 2.2.1.

2.2.2.2Alegerea diametrelor şi parametrilor hidraulici ai tronsonului

(1) Calculul se efectuează tabelar, simultan cu amplasarea colectorului la teren în profilul longitudinal.

(2) Se elaborează un tabel de forma tabelului 2.3.

Tabelul 2.3. Dimensionarea sistemului de canalizare de ape meteorice (exemplu); frecvenţa normată f=1/1; t_{cs} =15'.

Tr.	L (m)	S (ha)	Va (m/s)	tp (min)	m	Φ	i (l/s,ha)	Qm (l/s)	i_T	i_R	DN (mm)	Qpl (l/s)	Vpl (m/s)	α	β	a	h (mm)	Vef (m/s)	Δh (m)	Ct (m)	Cr (m)	Hs (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
																					141,85	2,15

L – lungime tronson (m);

S – suprafaţa de colectare (ha);

$\mathbf{v_a}$– viteza apreciată (m/s);

$\mathbf{t_p}$– timp de ploaie (min);

m – coeficient de reducere (0,8÷0,9);

Φ – coeficient de scurgere;

i – intensitatea ploii de calcul (l/s, ha);

$\mathbf{Q_m}$– debit ape meteorice (l/s);

$\mathbf{i_T}$ – panta teren;

$\mathbf{i_R}$ – panta radier;

DN – diametru nominal colector (mm);

$\mathbf{Q_{pl}}$ – debit secţiune plină (l/s);

$\mathbf{v_{pl}}$– viteza secţiune plină (m/s);

$$\boldsymbol{\alpha} = \frac{Q_m}{Q_{pl}}$$

$$\boldsymbol{\beta} = \frac{v}{v_{pl}}$$

$$\mathbf{a} = \frac{h}{DN(H)} \leq 1{,}0$$

h – înălţimea de apă (m);

DN(H) – diametrul sau înălţime canal;

$\mathbf{v_{ef}}$– viteza efectivă (m/s);

$\mathbf{\Delta h_{i\text{-}k}} = i_R \cdot L$ (m)

$\mathbf{C_R^k} = C_R^i - \Delta h_{i\text{-}k}$ (m)

Hs – adâncimea săpăturii;

Viteza apreciată nu va fi diferită de v_{ef} (col.19) cu mai mult de 20%.

(3) Comentarii la tabelul2.3:

a) Se completează coloanele 1, 2, 3, 4, 7, 10, 11, 21;
b) Se estimează o valoare pentru viteza de curgere a apei pe tronson (col.4) şi se calculează un timp de ploaie (col.5);

$$c)\quad t_p = t_{cs} + \frac{l_{ik}}{v_a}(\text{min.}) \qquad (2.13)$$

d) În funcţie de timpul de ploaie se alege coeficientul **m** (col.6);
   i. t_p> 40'pentru m = 0,9;
   ii. t_p< 40' pentru m = 0,8;
e) Se determină din curbele IDF sau din studiile speciale, intensitatea ploii de calcul (col.8), pentru f= normată şi timpul de ploaie-tp (2.10); se determină Q_m cu expresia (2.11) (col.9, tab. 2.3);
f) Se alege un diametru pentru conducta de canalizare (col.12), cunoscând debitul şi o pantă a radierului adoptată (col.11);
g) Se determină din diagramele cu grad de umplere, mărimile din coloanele 15, 16, 17 (α,β,a), cunoscând α= Q_m/ Q_{pl}(vezi Anexa 4);
h) Se calculează înălţimea apei în conducta de canalizare (col.18) şi viteza efectivă de curgere a apei (col.19). Dacă valoarea acestei viteze diferă cu mai mult de 20% faţă de viteza apreciată (col.4) se reia calculul, considerând viteza apreciată egală cu viteza efectivă rezultată;
i) Se determină cotele radierului conductei (col.22) astfel încât adâncimea de îngropare să fie mai mare de 0,8 m (peste bolta canalului) şi racordarea între două tronsoane vecine să se facă la creasta adică păstrând continuă linia bolţii superioare a canalului.
j) Colectoarele de canalizare pentru ape meteorice pot funcţiona la secţiune plină.

2.2.2.3Bazine de retenţie

(1) Se adoptă în conformitate cu prevederile SR 1846–2:2007, din cap. 2.4 pentru reţinerea apelor poluate, pentru reducerea vârfului de debit când durata ploii este egală cu timpul de concentrare şi durata ploii este mai mare ca durata ploii de calcul.

(2) Obiectivele bazinelor de retenţie sunt:

a) Asigurarea compensării debitelor maxime din ploi prin reducerea debitelor în aval şi curgerea acestora în perioade mai lungi;
b) Reţinerea poluanţilor preluaţi de apele meteorice în prima parte a scurgerii stratului de apă;
c) Protecţia mediului acvatic al receptorului.

(3) Construcţia bazinelor de retenţie pentru apele meteorice se va analiza în corelaţie cu planul urbanistic al zonei canalizate astfel încât acestea să se încadreze în sistemul urban al zonei. Se recomandă o folosinţă suplimentară pentru bazinul de retenţie. Aceste bazine se vor curăţa periodic.

2.3 Reţea de canalizare în procedeu unitar

2.3.1 Stabilirea debitelor de dimensionare

Debitul de calcul pentru fiecare tronson va rezulta din însumarea:

a) Debitul de calcul ape uzate, relaţia (2.1) § 2.1.3.1.;
b) Debitul maxim din ploaie al tronsonului relaţia (2.11) § 2.2.21.

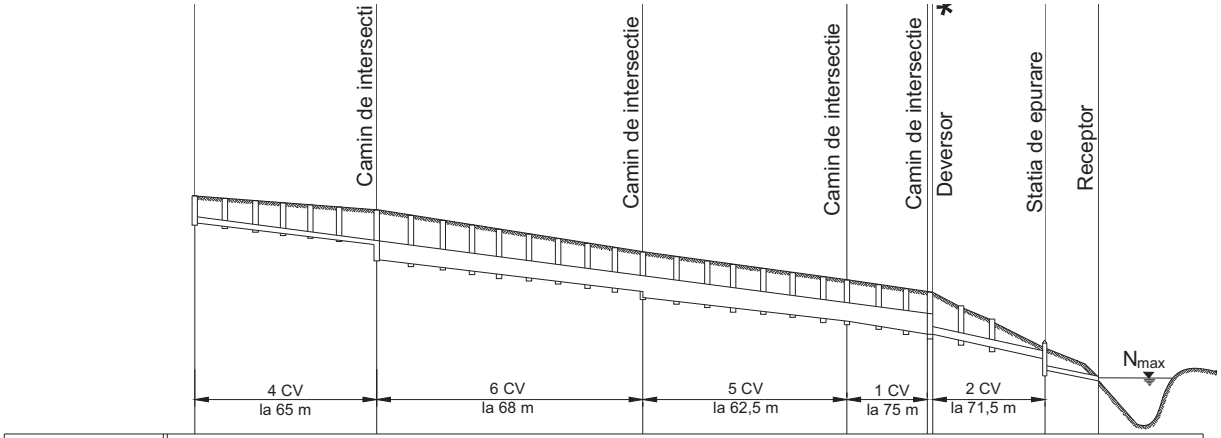
2.3.2 Alegerea diametrelor şi parametrilor hidraulici ai tronsonului

(1) Efectuarea calculelor urmăreşte procedurile similare, exemplificate în tabelul 2.2 pentru reţea ape uzate şi în tabelul 2.3 pentru reţea ape meteorice. Se impun următoarele condiţionări:

a) Asigurarea vitezei minime de autocurăţire pe timp uscat; se determină $\alpha = \frac{Q_{uz}}{Q_{pl}}$ şi conform diagramelor de umplere: gradul de umplere $a = \frac{h_u}{DN}$ şi $\beta = \frac{v_u}{v_{pl}}$; din aceste relaţii se calculează $v_u \geq 0{,}7$ m/s;
b) Pentru funcţionarea colectorului de canalizare în timpul ploii se poate admite gradul de umplere $a_{max} = 1{,}0$;
c) Diametrul minim pentru reţeaua de canalizare în sistem unitar DN ≥ 300mm;
d) Pentru diametre DN > 1000 mm sau cu înălţime H > 1000 mm şi debite reduse de ape uzate (pe timp uscat), proiectantul va adopta măsuri pentru realizarea vitezei minime de autocurăţire,prin execuţia unei rigole la baza colectorului; această soluţie se impune să fie analizată şi pentru retehnologizarea colectoarelor de mari dimensiuni existente, cu funcţionare în procedeu unitar.

(2) Un exemplu de conţinut profil longitudinal este dat în figura 2.2.

(3) Pentru retehnologizarea reţelelor de canalizare existente se impune respectarea prevederilor SR EN 752:2008.



Punctul	A	B	C	D	E	Dv	SE	R
Cote teren	405,75	404,75	402,25	400,60	400,00	399,80	496,00	395,00
Cote radier	403,85	402,35 401,25	399,29 398,85	397,28	396,65	396,58	395,08 394,08	393,56
Cote sapatura	403,65	401,05	398,65	397,08	396,55	396,38	393,88	393,36
H_{med} sapatura(m)	2,15	3,25	3,36	3,34	2,07		1,68	
Distante partiale(m)	325	476	375	150	215		75	
Distante cumulate(m)	0	325	800	1175			1540	1615
Pante si viteze efective (m/s)	v_{ef}=0,47 i=0,0046	v_{ef}=0,77 i=0,0042	v_{ef}=0,94 i=0,0042	v_{ef}=0,98 i=0,0042	v_{ef}=1,62 i=0,007		v_{ef}=1,82 i=0,007	
Schema in plan diametre(mm)	DN=500	1000/1500	1200/1800	1200/1800	DN=500		DN=500	

Figura 2.2. Profil longitudinal colector principal.

*Se admite deversarea amestecului ape uzate, ape meteorice în emisar; deversorii se vor realiza conform cap. 7 § 7.1 din prezentul normativ.

3. Amplasarea reţelei de canalizare

3.1 Reţeaua de ape uzate

(1) Amplasarea depinde fundamental de configuraţia tramei stradale:

a) Pentru străzi şi trotuare sub 10 – 12m reţeaua de ape uzate se amplasează în axul străzii; racordurile la utilizatori trebuie amplasate la cote inferioare celorlalte reţele;
b) Pentru străzi şi trotuare cu lăţimi > 16m se va analiza opţiunea amplasării colectoarelor de ape uzate pe fiecare latură a străzii;existenţa spaţiului public între trotuar şi linia clădirilor va trebui luată în consideraţie cu prioritate pentru amplasarea reţelei de canalizare.

(2) Poziţia colectoarelor şi căminelor de acces la colectoare se va adopta ţinând seama de poziţia celorlalte reţele subterane şi de condiţiile specifice impuse de funcţionalitatea acestora.

Aceste distanţe sunt stabilite conform prevederilor SR 8591:1997.

(3) În cazuri speciale, definite prin dificultăţi în realizarea distanţelor minime între reţele se vor stabili protocoale şi înţelegeri cu deţinătorii acestora şi autorităţile locale pentru alegerea amplasamentului reţelei de canalizare şi modificarea distanţelor prevăzute în SR 8591:1997.

Conceptul general admis va ţine seama de următoarele:

a) Poziţia colectoarelor nu trebuie să pericliteze siguranţa celorlalte reţele subterane şi siguranţa sanitară a utilizatorilor;
b) Asigurarea soluţiilor raţionale pentru intervenţii în reţea pentru reparaţii/reabilitări fără deteriorarea altor reţele;
c) Intervenţia la reţele să se poată face în mod raţional.

4. Elemente componente pe reţeaua de canalizare

4.1 Tuburi pentru realizarea tronsoanelor

4.1.1 Forma secţiunii

(1) DN (mm) al secţiunii rezultă cf. calculului reţelei de canalizare. În general se adoptă forma circulară ca fiind secţiunea optimă din punct de vedere hidraulic.

(2) Pentru situaţii determinate de: spaţii înguste de pozare, debite minime reduse, debite mari, se aplică secţiunea ovoid care asigură la aceeaşi înălţime de apă o viteză de curgere mai mare.

(3) Pentru colectoare mari (debite de ordinul m^3/s) unde se urmăreşte economisirea spaţiului pe verticală se poate aplica secţiunea clopot.

4.1.2 Materialul tuburilor

(1) Alegerea materialului tuburilor pentru realizarea tronsoanelor de canalizare se va face cu luarea în considerare a următoarelor elemente:

a) Caracteristici şi proprietăţi fizico – mecanice şi constructiv – dimensionale;
b) Rezistenţe structurale şi procedee de îmbinare;
c) Cerinţe impuse la instalare, întreţinere şi reparaţii;
d) Rezistenţa la agresivitatea apei uzate şi solurilor cu/fără apă subterană;
e) Durata de viaţă şi siguranţa în exploatare;
f) Compatibilitatea materialului la calitatea apelor uzate transportate;
g) Costul de investiţie.

(2) Pentru lungimi de reţele > 5 km se va efectua un studiu preliminar privind raportul cost/ performanţă pe baza căruia se va adopta materialul pentru execuţia tronsoanelor.

Studiul trebuie să cuprindă:

a) Costurile tuburilor (inclusiv montaj, probe);
b) Factori de compatibilitate privind adaptarea la situaţia particulară în care se propun a fi utilizate: natura teren, sarcini permanente şi din circulaţie, calitatea apelor uzate inclusiv comportarea la risc (descărcări necontrolate sau accidentale de ape uzate);
c) Garanţia duratei de viaţă; aceasta nu poate fi mai mică de 50 ani;
d) Soluţii pentru intervenţii necesare obiectiv în exploatare (refacere tub/ mufă spartă, pierdere etanşeitate, comportare la sarcini seismice şi soluţii de remediere);

Decizia privind alegerea materialului/produsului, se va adopta de comun acord: proiectant, operator economic, şi autoritatea locală, operator furnizor/prestator de servicii, ca proprietari ai reţelei.

4.2 Construcţii anexe pe reţeaua de canalizare

4.2.1 Racorduri

(1) Racordurile asigură preluarea apelor uzate menajere de la utilizatori în reţeaua publică de canalizare.

(2) Racordul cuprinde:

a) Cămin de racord; se amplasează în incinta proprietăţii pentru locuinţe individuale sau în spaţiul public pentru locuinţe colective; se execută etanş şi va asigura accesul la racord;
b) Canal de racord; se execută din tuburi circulare cu DN ≥ 150 mm;
c) Legătura între canalele de racord şi colectorul stradal se face prin piese speciale;
d) Racordurile se execută conform prevederilor SR EN 295–2:1997 şi SR EN 295–2:1997/A1:2002 sau în cămine de vizitare de canalizare publică;

(3) În localităţi cu terenuri macroporice, cu densitate mare a construcţiilor, fiecare canal de racord, sau mai multe se leagă la un cămin de vizitare al colectorului stradal.

(4) Când colectorul stradal are adâncimi mari un racord sau mai multe sunt preluate printr-un cămin de vizitare pe colector; racordurile vor fi legate la h_{max}=0,8m de bancheta căminului.

4.2.2 Guri de scurgere

(1) Obiectiv.Gurile de scurgere servesc pentru colectarea şi descărcarea apelor meteorice în reţeaua de canalizare; sunt cămine circulare, acoperite cu grătare carosabile şi legate la reţeaua de canalizare prin tuburi DN=150mm.

(2) Clasificare guri de scurgere:

a) Guri de scurgere cu depozit şi sifon; conform prevederilor STAS 6701-82 acestea pot fi tip A - cu grătar carosabil şi tip B–cu grătar necarosabil; sifonul are rolul de a opri gazele din canalizare să ajungă în aer; vor fi respectate prevederile din SR EN 124:1996;
b) Guri de scurgere fără sifon şi depozit; utilizate în procedeul divizor, pe reţeaua de canalizare meteorică şi numai pe străzi asfaltate unde cantitatea de materii în suspensie sau alte depuneri care pot fi antrenate în reţea sunt reduse (inexistente).

(3) Gurile de scurgere se amplasează:
a) Pe rigola străzii, amonte de trecerea de pietoni;
b) În intersecţiile mari la limita cu trotuarul, pe spaţii necirculate;
c) Pe platforme amenajate cu pante în spaţiile puţin circulate.

(4) Distanţa între gurile de scurgere se va stabili riguros pe baza debitului capabil al rigolei (funcţie de panta străzii şi coeficientul de rugozitate al rigolei) astfel încât nivelul maxim al apei în rigolă (la ploaia de calcul) să fie sub nivelul superior al bordurii (gardă ≥ 5cm).

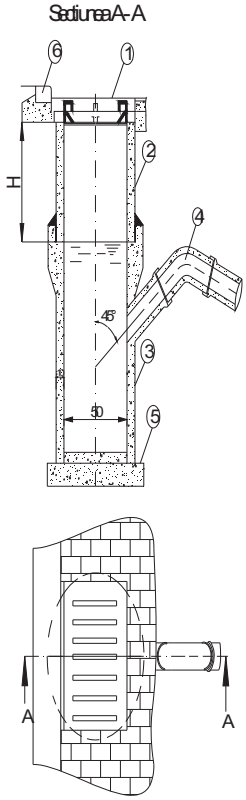


Figura 4.1. Gură de scurgere cu depozit şi sifon.

1-grătar	4-cot DN 150
2-tub din beton simplu DN 500	5-radier
3-piesă din beton simplu pentru guri de scurgere	6-bordură

(5) În interiorul căminului gurii de scurgere este recomandabill să se instaleze un recipient care să poată fi scos mecanizat pentru simplificarea curăţirii gurilor de scurgere.

4.2.3 Cămine de vizitare

(1) Obiectiv.Căminele de vizitare sunt construcţii verticale care realizează legătura între colectorul de canalizare şi stradă.Căminele de vizitare vor avea fundaţie din beton.

(2) Funcţiuni. Conform standardului SR EN 752:2008, căminele de vizitare au rolul:
a) să permită accesul personalului de operare la colectoare;
b) să asigure ventilarea reţelei;
c) să permită spălarea periodică a reţelei;

(3) Amplasament:
a) pe aliniamentele canalelor;
b) în secţiunile de schimbare a diametrelor şi direcţiei în plan vertical şi orizontal;
c) în secţiunile de intersecţie şi racordare cu alte canale;
d) în secţiunile unde este necesară spălarea reţelei.
e) la începutul fiecărui colector.

4.2.3.1Cămine de vizitare de trecere

(1) Se vor prevedea şi executa în conformitate cu prevederile STAS 2448-82 şi cu SR EN 1917:2003. În figura 4.2 este dat un exemplu care indică modul de concepere al căminelor de vizitare de trecere.

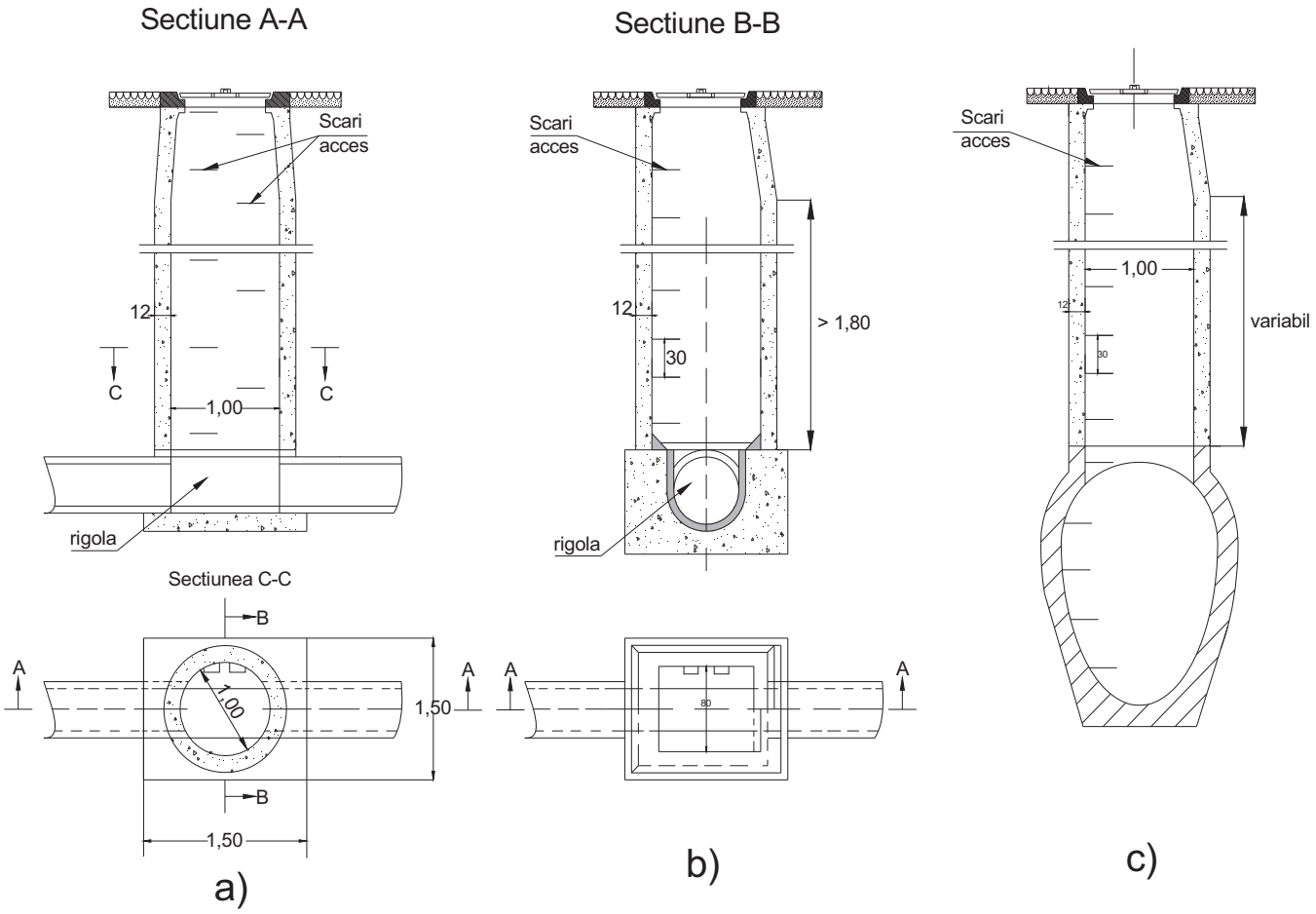


Figura 4.2. Cămin de vizitare de trecere.
a)cu fundaţie proprie şi pereţi din tuburi prefabricate;
b)cu fundaţie proprie şi pereţi din cărămidă sau beton; c)construit pe colector.

(2) Distanţele între cămine se vor considera:
a) 50 – 60m pentru colectoare cu DN ≤ 500mm;
b) 75 – 100m pentru colectoare semi – vizitabile DN ≥ 1.500 mm;
c) 120 – 150 m pentru colectoare vizitabile DN ≥ 1.800 mm.

(3) Căminele de vizitare trebuie să cuprindă:
a) rigolă deschisă profilată hidraulic;
b) cameră de lucru (deasupra rigolei): min. ϕ1,0 m (sau latura 1,0 m) şi înălţimea min. 1,80 m;
c) coş (tub) acces de la suprafaţă: min. ϕ 0,8 m;
d) capac asigurat: carosabil sau necarosabil funcţie de amplasament;
e) trepte montate în pereţi pentru facilitarea accesului la rigolă.

4.2.3.2Cămine de vizitare de intersecţie

(1) Se amplasează la intersecţia a 2 sau mai multe colectoare; în cazul colectoarelor mari se transformă în camere de intersecţie.

(2) Pentru intersectarea canalelor cu DN ≥ 500 mm se impune realizarea unei racordări hidraulice care să realizeze:

a) amestecul celor 2 curenţi fără fenomene hidraulice care să deterioreze contrucţia;
b) forma racordării va trebui să evite zonele stagnante în care pot produce depuneri.

4.2.4 Deversoare

(1) Se prevăd în reţelele 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:

$$n = 1 + n_0 \quad (4.1)$$

$$n_0 = Q_{meteoric} / Q_{uzat} \quad (4.2)$$

unde:

n_0 – coeficient de diluare;

(3) Debitul de ape uzate în amestec cu ape meteorice care va fi posibil să fie deversat în receptor se determină:

$$Q_{adm} = Q_{recept} \cdot \frac{CBO_5^{recept} - CBO_5^{adm}}{CBO_5^{uz} - CBO_5^{adm}} (\mathrm{m^3/s}) \quad (4.3)$$

unde:

Q_{adm} – debitul de ape uzate şi meteorice admise a fi descărcate în receptor, (m^3/s);
CBO_5^{recept} – consumul biochimic de oxigen la 5 zile al receptorului înainte de deversor, (mg O_2/l);
CBO_5^{uz}– consumul biochimic de oxigen la 5 zile al apelor uzate în amestec cu apele meteorice, (mg O_2/l);
CBO_5^{adm}– consumul biochimic de oxigen la 5 zile al receptorului în conformitate cu NTPA 001, (mg O_2/l).

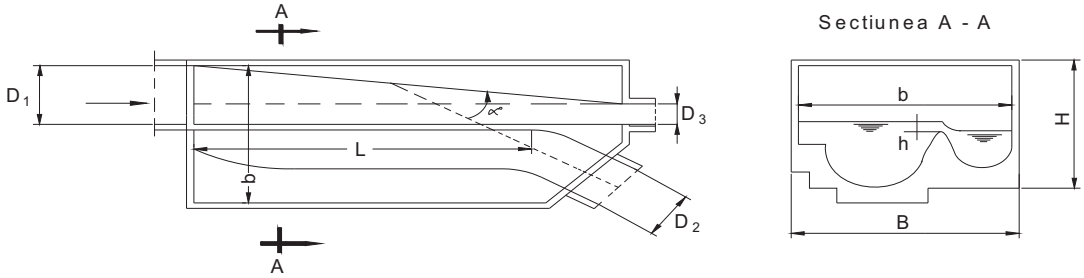
(4) La adoptarea raportului de diluare se vor lua în consideraţie prevederile SR EN 752:2008.

4.2.4.1 Alcătuirea deversoarelor

(1) Deversoarelesunt alcătuite din:

a) camera de deversare;
b) canalul de evacuare a apei deversate în receptor;
c) gura de vărsare a canalului de evacuare.

(2) Deversorul lateral este tipul cel mai utilizat; în figura 4.3 se prezintă schema unui deversor lateral.



.**Figura 4.3.**Deversor lateral simplu.

(3) Lungimea deversolului lateral se determină:

$$L = \frac{Q}{0{,}66 \cdot \mu \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{3/2}} (\text{m}) \qquad (4.4)$$

unde:
μ – coeficient de debit (0,62 – 0,64);
Q – debitul deversat, (m^3/s);
h – înălţimea medie a lamei deversante, (m);

(4) Măsurile constructive obligatorii sunt:
a) Asigurarea accesului şi lucrului în camera deversorului; se vor prevedea scări şi rigole; înălţimea minimă a camerei deversorului, de la rigolă va fi ≥ 1,80m;
b) Elemente privind evitarea inundării camerei deversorului la ape mari ale receptorului; se va prevedea închiderea canalului de descărcare în receptor cu batardou; pentru receptorii cu variaţii mari şi frecvente ale nivelului se vor prevedea stăvilare cu închidere automată;
c) Pentru deversoarele amplasate la intrarea în staţia de epurare construcţia camerei poate fi deschisă; se va prevedea o başe pe radierul camerei pentru reţinerea corpurilor mari; aceasta va fi curăţată periodic cu o cupă tip graifer;
d) Grătar pe deversor.

4.2.5 Bazine pentru retenţia apelor de ploaie

(1) Se vor adopta şi calcula conform cap. 2.4. SR 1846 – 2: 2007.

(2) Bazinele pentru retenţia apelor meteorice pot fi:
a) Implementate în reţea pentru reducerea debitelor de vârf ;
b) Amplasate pe reţeaua de canalizare în procedeu unitar, cuplate cu deversori cu descărcare directă în receptor;
c) Pentru pre–epurarea apelor meteorice.

(3) Bazinele de retenţie amplasate la intrarea în staţia de epurare asigură şi reglarea debitelor influente în aceasta.

(4) În toate situaţiile bazinele de retenţie trebuie să asigure:
a) Reducerea debitelor evacuate în aval de bazin;
b) Îmbunătăţirea calităţii apei prin sedimentare.

(5) În intravilan se vor prevedea bazine de retenţie închise; golirea bazinului după ploaie se va realiza gravitaţional sau prin pompare în reţeaua de canalizare aval bazin;

(6) Construcţia bazinelor se realizează:
a) min. 2 compartimente;
b) cu asigurarea sistemelor de colectare şi evacuare a depunerilor (rigole, sisteme de colectare nămol, pompe de evacuare nămol) şi de spălare;
c) cu dotări pentru reţinerea suspensiilor plutitoare.

4.2.6 Sifoane de canalizare

(1) Se prevăd în situaţiile trecerii colectoarelor pe sub alte construcţii, cursuri de apă, drumuri, căi ferate sau depresiuni.

(2) Sifoanele sunt alcătuite din:

a) camere de intrare şi ieşire pe fiecare latură a subtraversării;

b) conducte de sifonare.

(3) Schema unui sistem de sifon inferior pentru canalizare este dată în figura 4.4.

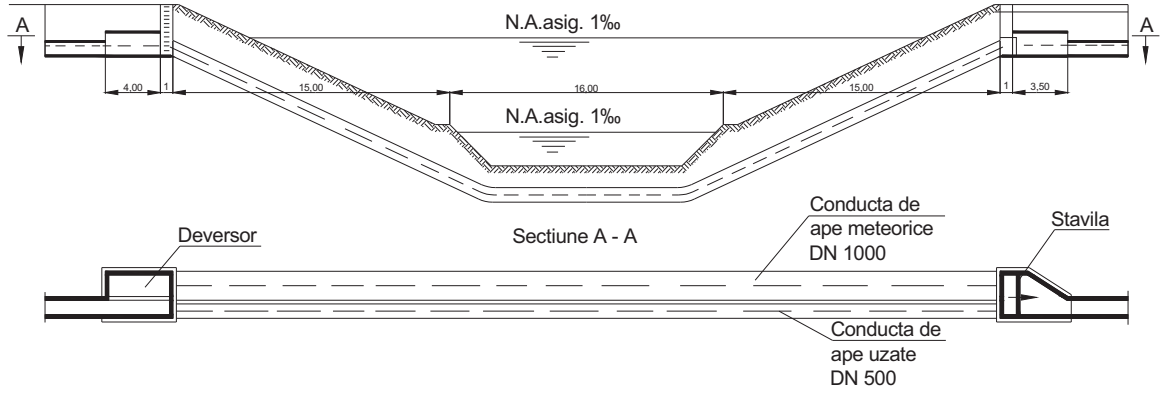


Figura 4.4. Sifon.

(4) Sistemul de canalizare impune alegerea numărului de conducte de sifonare în cadrul aceleiaşi traversări:

a) În procedeul separativ se poate realiza un singur fir pentru fiecare funcţiune (ape uzate, ape meteorice);

b) În procedeul unitar se vor executa totdeauna 2 fire: 1 fir va funcţiona pe timp uscat, cel de-al doilea fir se va pune în funcţiune la ploaie.

(5) Dimensionarea conductelor de sifonare se efectuează:

a) viteze minime > 0,5 ... 0,6 m/s;

b) viteza la debitul de calcul 1,25 ... 1,5 m/s.

(6) Pentru cerinţe deosebite privind siguranţa în exploatare se impune dublarea conductelor de sifonare, fiecare fir fiind dimensionat la $0,75 \cdot Q_{calcul}$.

(7) Cerinţele de eliminare a riscului în funcţionarea conductelor subtraversării impun:

a) alegerea materialelor cu siguranţă sporită: tuburi de oţel protejat, fontă ductilă, poliester armat cu fibră de sticlă de construcţie specială;

b) adoptarea de măsuri constructive pentru stabilitatea albiei, preluarea sarcinilor dinamice din circulaţie, consolidarea terenului în zona subtraversării.

(8)Tronsoanele descendente şi ascendente ale sifoanelor se vor prevede cu pante de minim 20 ° pentru evitarea depunerilor la $Q_{uz\ or\ min}$.

(9) În situaţiile când se impune izolarea conductelor de sifonare se vor prevedea stavile de închidere în camerele de intrare/ ieşire; vor fi prevăzute în tronsoanele din camerele de intrare sisteme care să permită spălarea (curăţarea) conductelor de sifonare şi/sau descărcarea reţelei de canalizare.

(10) Dimensionarea hidraulică a conductelor de sifonare are la bază ecuaţia:

$$\Delta H = \sum h_r \qquad (4.5)$$

unde:

ΔH – diferenţa minimă între nivelul din camera de intrare şi nivelul din camera de ieşire;

$\sum \mathbf{h_r}$ – suma pierderilor de sarcină locale şi distribuite pe circuitul hidraulic între camera de intrare şi ieşire;

4.2.7 Staţii de pompare

(1) În reţeaua de canalizare staţiile de pompare sunt necesare:

a) În zone depresionare unde nu se poate asigura curgerea gravitaţională;
b) În diferite secţiuni ale reţelei unde se realizează adâncimi de pozare mari (> 7 – 8m) datorate pantelor impuse de realizarea vitezei minime de autocurăţire;
c) În amplasamente unde staţia de epurare este amplasată la cote mai ridicate faţă de colectoarele principale.

(2) Adoptarea soluţiei cu staţie de pompare în reţeaua de canalizare se va decide printr – un calcul tehnico – economic luând în consideraţie:

a) Costurile operării reţelei (curăţirea periodică a depunerilor);
b) Costurile cu energia electrică utilizată în staţii de pompare.

4.2.7.1 Amplasamentul staţiilor de pompare

Construcţia staţiei de pompare se va realiza într – un spaţiu special destinat care să se încadreze în planurile urbanistice zonale şi generale luând în consideraţie:

a) Disfuncţiunile create mediului: eventuale mirosuri, evacuarea reţinerilor pe grătare, zgomot;
b) Asigurarea unei distanţe minime de 50m faţă de clădirile de locuit;
c) Amenajarea unei zone verzi în amplasamentul staţiei de pompare.

4.2.7.2 Componentele staţiei de pompare

(1) Bazinul de recepţie pentru primirea apelor uzate, înmagazinarea acestora, adăpostirea pompelor (submersate) sau aspiraţiilor acestora.

(2) Volumul bazinului de recepţie se stabileşte pe baza:

a) Variaţiei orare a debitelor influente în staţia de pompare;
b) Variaţiei debitelor pompate determinate de capacitatea utilajelor, numărul pompelor şi condiţiilor impuse de vitezele de autocurăţire pe conductele de refulare;
c) Condiţionările impuse de fabricantul pompelor referitor la nr. orar de porniri/opriri ale utilajelor.

(3) Pentru staţii de pompare de capacitate redusă (< 5 l/s) volumul bazinului de recepţie (prefabricat din masă plastică sau din beton) se determină pentru timpi de ordinul 1 – 3min.

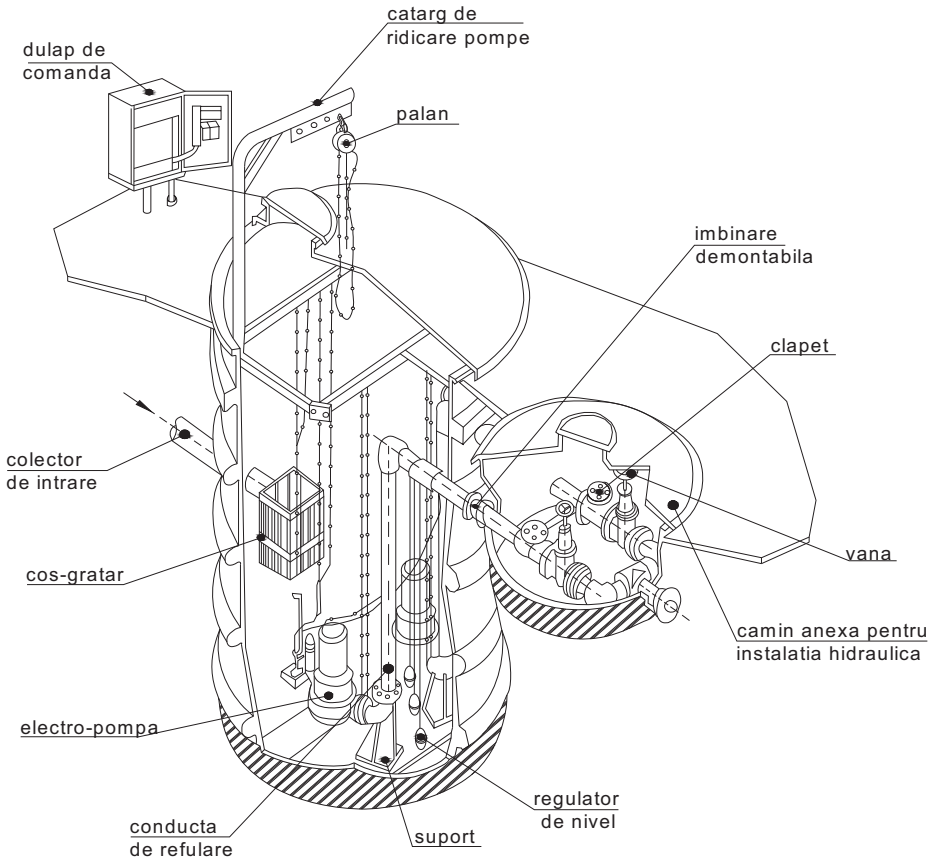


Figura 4.5. Exemplu de staţie de pompare pentru ape uzate (debite reduse).

(4) În stabilirea volumului bazinului de recepţie al staţiei de pompare:

a) Se vor evita situaţiile de acumulare a apei uzate un timp care să conducă la producerea de depuneri;

b) Se vor prevedea grătare (sau tocătoare) pe accesul apei în bazin care să elimine intrarea corpurilor mari.

(5) În figura 4.6 se indică configuraţia generală a staţiei de pompare în 2 variante:

a) Cu electro-pompe submersibile în cameră umedă;

b) Cu electro-pompe în cameră uscată; soluţia se va adopta pentru staţii de pompare mari (Q > 750 – 1.000 m^3/h); se va prevedea adiacent staţiei de pompare ape uzate construcţia de grătare rare cu curăţire automată.

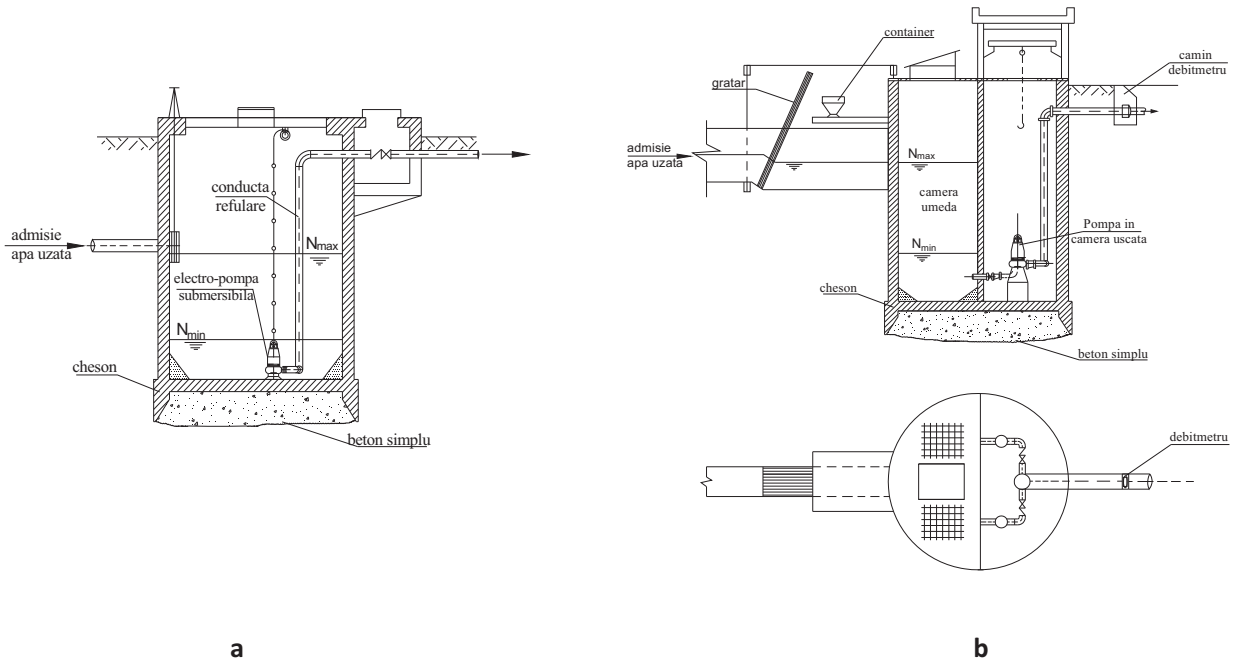


Figura 4.6. Staţie de pompare
(a) cameră umedă, (b) cameră uscată.

(6) Constructiv bazinul de recepţie al staţiei de pompare se execută sub forma unui cheson circular sau rectangular; se impune să se asigure:

a) Amenajarea radierului astfel încât nămolurile să fie antrenate în pompe;
b) Măsuri constructive pentru demontarea(scoaterea) pompelor submersibile;
c) În situaţiile bazinelor de recepţie închise se vor adopta măsuri pentru evacuarea gazelor prin prevederea instalaţiilor de ventilaţie;
d) La staţii de capacitate mare (>1.000 m^3/h) se valua în consideraţie compartimentarea bazinului pe fiecare unitate de pompare.

(7) Pentru staţii de pompare cu debite mici şi medii (Q <10.000 m^3/zi) se recomandă soluţia cu bazin de recepţie cuvă umedă cu electro – pompe submersibile; anexat bazinului de recepţie se va prevedea un compartiment al instalaţiilor hidraulice în care se va face accesul independent de bazinul de recepţie; în planşeul superior al bazinului de recepţie se vor prevedea galerii închise cu grătare care să permită extragerea pompelor, grătarelor cu reţineri şi ventilaţie naturală.

(8) La staţiile de pompare de capacitate mare, dotate cu electro – pompe în cameră uscată se adoptă măsuri pentru:

a) Asigurarea etanşării perfecte a compartimentului uscat al pompelor şi instalaţiilor hidraulice;
b) Prevederea unei suprastructuri şi sisteme de ridicare şi acces la utilaje şi instalaţii hidraulice;
c) Ventilarea la nivel de 10 schimburi de aer/oră a camerei uscate;
d) Interdicţia de acces în camera uscată fără funcţionarea sistemului de ventilaţie pornit cu minim 30 min. înainte de acces.

(9) În caz de avarie a staţiei de pompare este necesară izolarea staţiei prin închiderea cu vană (stavilă) a admisiei apei în bazinul de recepţie (cămin cu vană în amonte de staţia de pompare).

5. Reţele de canalizare în sistem vacuumat

(1) Obiectiv: Colectarea apelor uzate printr-un sistem hidraulic care să evite depunerile şi pozarea la adâncimi mari în zone cu terenuri plate sau cu pante foarte mici.

(2) Aplicare: Reţea de canalizare apa uzate în sistem separativ.

5.1 Elemente componente

a) Racorduri gravitaţionale de la producătorii de ape uzate;
b) Cămine colectoare dotate cu supape de vacuum;
c) Reţele de conducte cu funcţionare la $p < p_{atm}$;
d) Recipienţi de vacuum şi pompe de vid;
e) Staţie de pompare ape uzate;
f) Automatizare.

(1) În figura 5.1 se prezintă schema unui sistem de canalizare vacuumat.

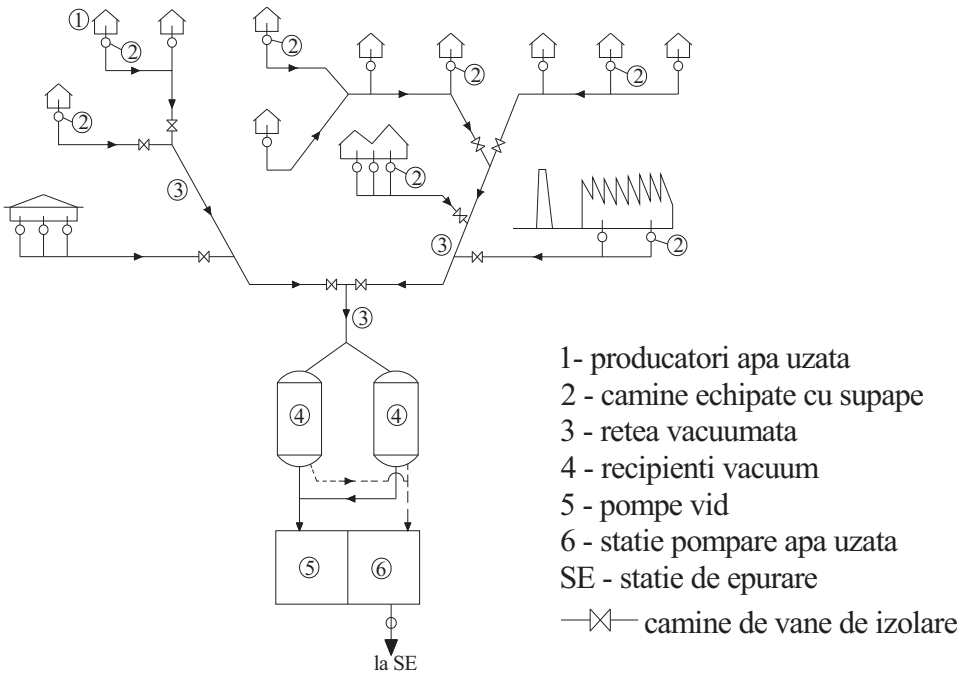
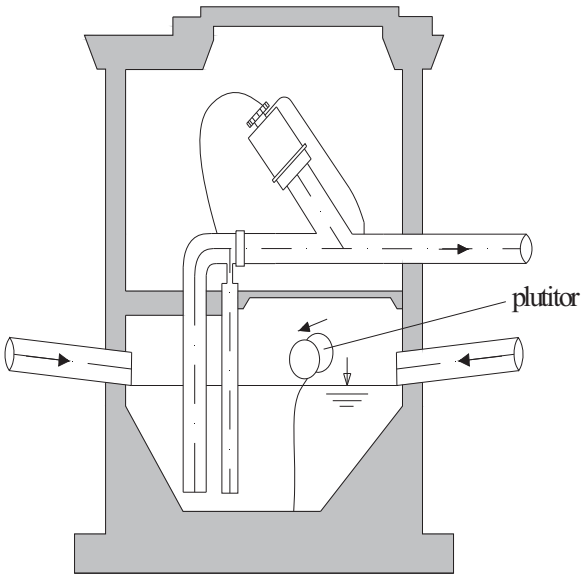


Figura 5.1. Sistem de canalizare vacuumat.

(2) Conceptul funcţionării reţelei de canalizare vacuumate:

a) Dotarea cu supape de vacuum în căminele colectoare (fig. 5.2 şi 5.3); acestea se deschid automat la nivelul maxim în căminul colector şi se închid după 3-4 secunde când s-a evacuat tot volumul rezervorului;



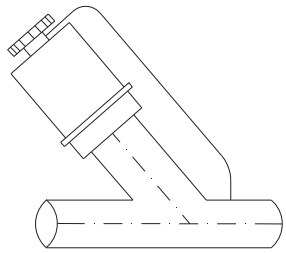


Figura 5.2. Supapă

Figura 5.3.Cămin colector.

b) Reţea de presiune < $p_{atmosferică}$ (max. 0,6-0,7 bar) care asigură preluarea apei uzate în amestec cu aer şi o transportă către zona aval asigurând viteze pentru amestecul bifazic aer-apă peste 2 m/s;
c) Configuraţia reţelei vacuumate trebuie să fie concepută sub forma unor tronsoane descendente prevăzute cu lifturi succesive similar schemelor din fig. 5.4, 5.5 a,b,c.

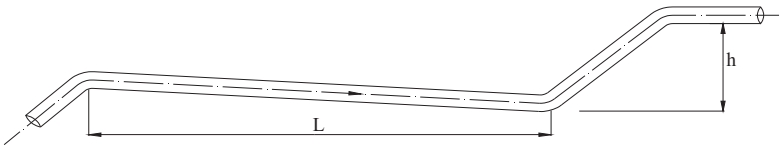


Figura 5.4. Configuraţia liftului.

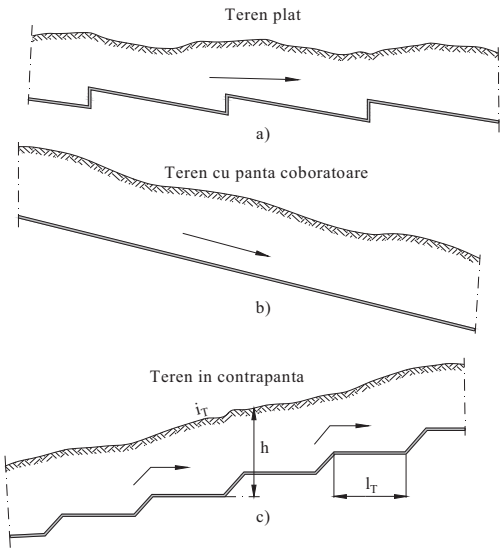


Figura 5.4. Dispoziţia conductelor vacuumate în raport cu panta terenului.
În schema c) $l_T = f(h, i_T)$; $h_{max} \leq 1,5$ m.

d) Funcţionarea reţelei de canalizare vacuumate este condiţionată de mărimea pierderilor de vacuum impuse de:
   – aspiraţia aerului la deschiderea supapelor;
   – pierderi hidraulice în sistemul de conducte date de amestecul bifazic;
   – raportul aer-apă impus pentru deschiderea supapelor;
   – pierderile totale de presiune ca diferenţă între presiunea în rezervorul de vacuum şi presiunea în punctul de colectare cel mai îndepărtat.

(3) Sistemul de lifturi în funcţionarea reţelei vacuumate poate fi: lift închis (fig. 5.6) sau lift deschis (fig. 5.7).

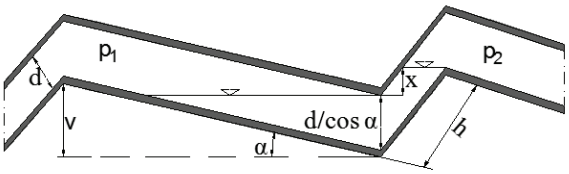


Figura 5.5. Lift închis v > d/cos α.

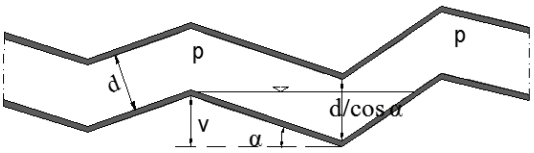


Figura 5.6. Lift deschis v ≤ d/cos α.

(4) Pierderea de presiune de vacuum pentru un lift închis se determină cu relaţia:

$$\Delta p_{static} = \rho \cdot g \cdot x \cdot 10^5 (\text{bar}) \qquad (5.1)$$

unde:

ρ – densitate apă uzată, (kg/m^3);

g – acceleraţia gravitaţională, (m/s^2);

x – diferenţa între cota intradosului bolţii în zona inferioară şi cota radierului liftului în zona superioară, (m).

5.2 Prevederi de proiectare

5.2.1 Racorduri gravitaţionale la căminele colectoare

(1) Se vor adopta:

a) Diametrul racordurilor Dn 150 – 200 mm;

b) Cu/fără cămin de preluare în funcţie de: configuraţia terenului, distanţe şi amplasament reţea vacuumată.

(2) În figura 5.8 se prezintă o schemă de amplasare.

(3) Racordurile gravitaţionale se vor executa conform cu § 4.2.1 cap. 4.

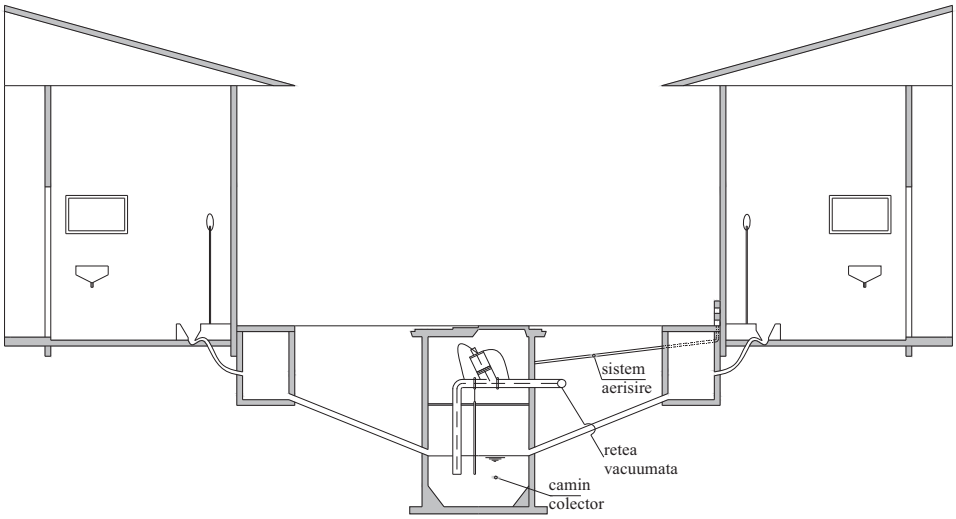


Figura 5.7. Schemă cămin preluare reţea vacuumată.

5.2.2 Cămine de racorduri

(1) Căminele de racorduri se execută din beton armat sau materiale plastice cu/fără placă de beton în carosabil/necarosabil; D = 1,0 m; H = 1,0 – 1,5 m.

(2) Condiţionări:

a) prevederea unui sistem pentru admisia aerului în cămin(Ø 20 mm);
b) prevederea unui rezervor la partea inferioară având capacitatea min. 40 dm^3; capacitatea rezervorului depinde de tipul de supapă adoptat astfel încât preluarea să se efectueze în t < 5 sec. La un cămin de racord se pot racorda 4-5 case/gospodării sau 10 –15 locuitori echivalenţi.

5.2.3 Reţea vacuumată

5.2.3.1Debite, diametre, lungimi

Se vor adopta diametre DN conform tabelului 5.1 în funcţie de mărimea debitului şi lungimea tronsonului.

Tabelul 5.1. Debite, diametre şi lungimi.

Nr. crt.	Q^*_{max} (l/s)	U.M.	DN(mm)	L_{max} (m)
1	< 2	dm^3/s	110	500
2	> 2	dm^3/s	110	300
3	= 2	dm^3/s	110	200
4	5	dm^3/s	125	800
5	10	dm^3/s	160	120
6	≤ 14	dm^3/s	200**	≤ 1900

* Se va considera debitul maxim orar al apelor uzate.

** Diametrul colectorului general în amonte de staţia de vacuum.

5.2.3.2Configuraţie, lifturi, pante

a) Terenuri plate ($I_T \approx 0$)

Se adoptă tronsoane cu pantă descrescătoare $I_R = 2$ ‰.

Distanţa între 2 lifturi consecutive $L_{min} = 6$ m, L_{max}=150 m.

Numărul maxim de lifturi: 25; $L_{max} = 150 \times 25 = 3.750$ m.

b) Terenuri cu pantă descendentă:

Se prevede 1 lift la 100,0 m.

c) Terenuri cu pantă crescătoare/contrapantă

Lifturi cu pantă descrescătoare 2‰ cu lungime adoptată astfel încât îngroparea reţelei vacuumate să nu depăşească 1,5 m; distanţa între lifturi depinde şi de mărimea contrapantei terenului.

Înălţimea lifturilor la aceiaşi pantă: $I_R = 2$‰.

-L = 150 m h = 0,30 m;

-L = 50 m h= 0,1 m.

-Pierderile de presiune pe lift:

-10 cm/lift pentru DN 200 mm;

-20 cm/lift pentru DN 90 mm.

- se admite o variaţie liniară şi o pierdere medie de 0,15 m/lift.

d) Izolarea tronsoanelor reţelei se va realiza cu vane montate pe ramificaţii astfel încât să poată fi scoasă din funcţiune pentru intervenţii maxim 20% din lungimea totală a reţelei.

5.3 Staţia de vacuum

(1) Clădirea care va adăposti echipamentele:

a) recipienţi de vacuum;
b) pompe de vacuum;
c) pompe care să asigure preluarea apelor uzate;
d) sisteme de operare;

(2) Dimensiunile clădirii se stabilesc în funcţie de distanţele între utilaje şi distanţele necesare pentru accesul personalului de operare.

5.3.1 Recipienţi de vacuum

(1) Volumul se determină:

$$V_o = 0{,}06 \times Q_{uz} \times t_R \ (m^3) \qquad (5.2)$$

unde:

$\mathbf{Q_{uz}}$ – debitul de ape uzate (orar max), (dm^3/s);

$\mathbf{t_R}$ – timpul de retenţie, în minute, se adoptă 15 min.

$\mathbf{V_o}$ – volumul util al recipientului, (m^3).

(2)Volumul adoptat:

a) $V_T = 3 \cdot V_o$ – pentru sisteme mici;
b) $V_T = 2 \cdot V_o$ – pentru sisteme mari.

5.3.2 Pompe de vid

(1) Se adoptă pe baza raportului R = $Q_{aer}/Q_{apă}$; se recomandă R = 6/1 ... 12/1.

$$Q_{pv} = Q_{uz.\ or.\ max}\ (m^3/h)\ x\ R\ x\ 1{,}5 \quad (m^3/h) \tag{5.3}$$

(2) Se adoptă minim: 1+1 pompe de vid având Q_{pv} şi presiunea de vacuum: 0,6 – 0,7 bar.

(3) Aerul evacuat de la pompele de vid va fi trecut prin filtru de cărbune activ.

5.3.3 Timpul de realizare a vacuumului

$$T = 0{,}7 \times \frac{V_{ts}}{2 \times Q_{pv}} \leq 5\ min \tag{5.4}$$

unde:
V_{ts}– volumul sistemului vacuumat, (m^3);
Q_{pv} – debitul pompei de vacuum, (m^3/h).

$$V_{ts} = V_{reţea} + V_{rez}\ \ (m^3) \tag{5.5}$$

$V_{reţea}$– volumul reţelei vacuumate, (m^3);
V_{rez} – volumul recipientului de vacuum, (m^3).

5.3.4 Timpul de funcţionare zilnică al pompelor de vacuum

$$T_{p\ vac} = Q_{uz.med.zi}\ x\ R/Q_{pv} \leq 5\ h/zi \tag{5.6}$$

unde:
$T_{p\ vac}$ – timpul de funcţionare al pompei de vid;
R – raportul aer/apă.

5.4 Condiţionări în alegerea soluţiei reţelelor de canalizare vacuumate

a) Aplicarea se va realiza pentru sectoare de amplasament limitate la 1.500 –2.000 LE, şilungimea totală maximă a colectoarelor reţelei $\Sigma L_i \leq 5$ km; alegerea sectoarelor pentru soluţia cu reţea vacuumată va fi determinată de dificultăţile de execuţie a unei reţele de tip gravitaţional impuse de natura terenului, existenţa apei subterane şi greutăţi ulterioare de intervenţie în cazul adâncimilor de pozare mari (≈ 5…7 m);
b) Soluţia se va adopta pe baza unei analize tehnico-economice de opţiuni între: reţea cu funcţionare gravitaţională cu asigurarea vitezei de autocurăţire prin pante pronunţate şi mai multe staţii de pompare şi varianta reţea vacuumată; se vor lua în consideraţie costurile de investiţie, consumurile energetice şi costurile de operare, toate acestea considerând ansamblul lucrărilor inclusiv transportul apelor uzate la staţie de epurare;
c) Consumurile energetice specifice (kWh/m^3 apă uzată) se vor limita la maxim0,2-0,3 kWh/m^3 apă uzată;
d) Alegerea supapei pentru încărcarea automată a reţelei vacuumate se va efectua pe baza unui număr de minim 2 opţiuni luând în consideraţie siguranţa în funcţionare şi numărul garantat de cicluri de funcţionare (min. 250 · 10^3 cicluri);
e) Asigurarea unui personal calificat este esenţială.

5.5 Retele de canalizare cu functionare sub presiune

(1) Obiectiv: Colectarea si transportul apelor uzate printr-un sistem hidraulic care sa evite depunerile în zone cu terenuri plate, denivelari foarte mici in zone depresionare sau cu contrapante unde celelalte sisteme de canalizare nu se pot aplica.

(2) Aplicare: Retea de canalizare apa uzate în sistem separativ.

5.5.1 Elemente componente

a) Racorduri gravitationale de la producatorii de ape uzate;
b) Camere de receptie dotate cu pompe cu tocator (statii de pompare);
c) Retele de conducte cu functionare la $p > p_{atm}$;
d) Echipament generator de presiune – pompa cu tocator, instalata in camera de receptie.
e) Panou de automatizare

(3) Reteaua de canalizare sub presiune este o retea ramificata.
În figura 5.5 se prezinta schema unui sistem de canalizare sub presiune.

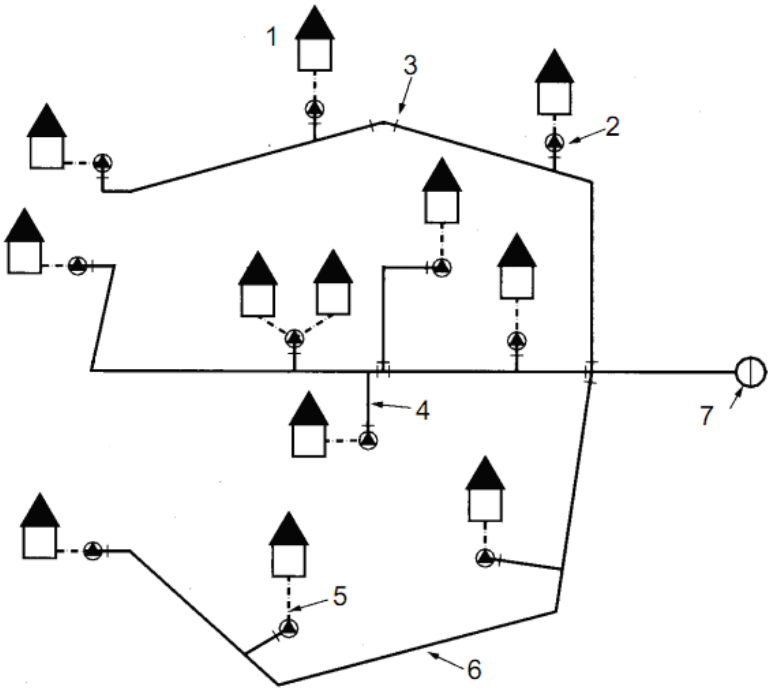


Figura 5.8. Schema retea de canalizare sub presiune (retea ramificata).

1 – Utilizatori de apa
2- Camera de receptie si echipament generator de presiune (camin colector si electropompa);
3 – Vane de izolare (Camin de vane de izolare);
4 –Conducta de racord subpresiune a camerei de receptie la reteaua principala;
5 – Racord gravitational al producatorilor de apa uzata;
6 - Retea principala de canalizare subpresiune
7- Camin de descarcare la un colector general sau la statia de epurare

5.5.2 Prevederi de proiectare

(4) Conceptul functionarii reţelei de canalizare subpresiune – reţea ramificată.
La o camera de recepţie pot fi racordate una sau mai multe clădiri. Numărul maxim de clădiri este limitat de capacitatea generatorului de presiune.

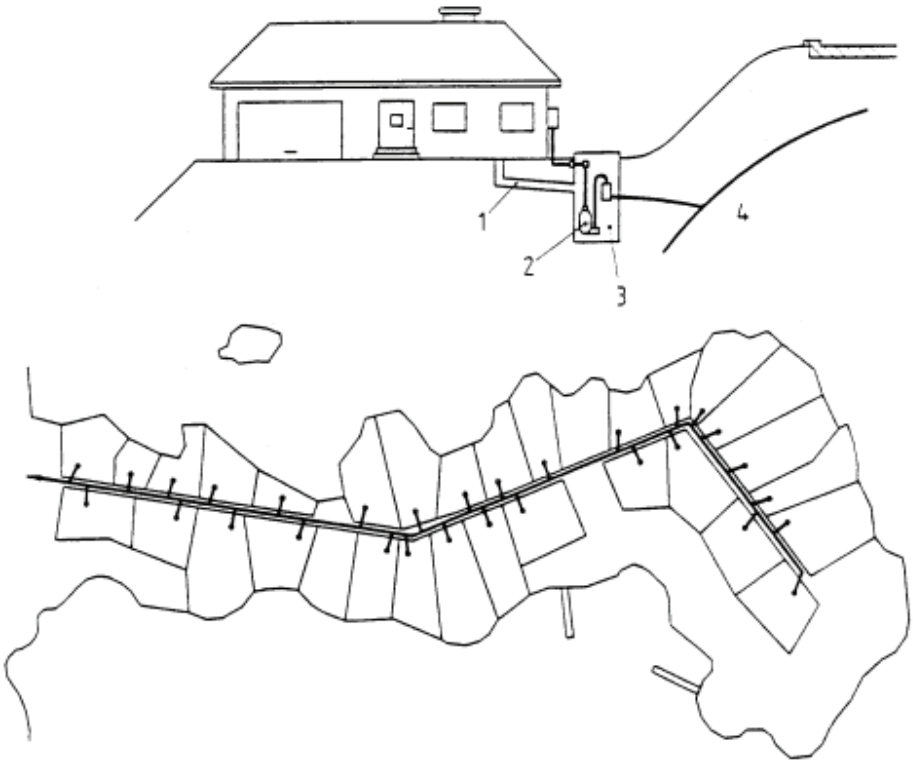


Figura 5.9. Schema sistem de canalizare cu functionare sub presiune

1. *Racord canalizare gravitational*
2. *Echipament generator de presiune - electropompa*
3. *Camera de receptie – camin*
4. *Retea de canalizare sub presiune*

5.5.2.1Conductele

(5) Calculele de dimensionare a conductelor reţelei de canalizare se realizează astfel încât viteza minimă de curgere a apei în conducte să corespundă valorilor prezentate în tabelul 5.2.

Tabelul 5.2. Viteze minime de curgere

Nr. crt.	Dn [mm]	Viteza min. [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

(6) Diametrele minime admise Dn 32 mm; acestea se regasesc la racordurile statiilor de pompare la reteaua principala.

5.5.2.2Calculul sistemului

(7) Ipoteza impusa: viteza minima in reteaua de conducte care formeaza canalizarea $v \geq 0,7$ m/s.

(8) Aceasta ipoteza corelata cu diametrul minim conduce la un debit minim egal cu 0,56 dm^3/s.

(9) Orice camin de receptie care deserveste un utilizator de min 2 persoane va trebui sa fie echipat cu o electropompa cu debitul min 2,025 m^3/h.

a) Stabilirea diametrelor tronsoanelor si inaltimii de pompare.

(10) Pe baza ecuatiei de continuitate se stabilesc debitele pe tronsoane prin cumulare pe baza debitelor statiilor de pompare de la utilizatori. Alegerea diametrelor se efectueaza pe baza vitezelor recomandate in tabelul 5.2.

(11) Inaltimea de pompare pentru electropompele care asigura pomparea apelor uzate in nodul „i" va fi:

$$H_p = \left(C_p^{(k)} + \sum_i^k h_r + \sum h_{racord} \right) - C_i^{min}$$

unde:

$C_p^{(k)}$ - cota piezometrica in nodul aval (k);

$\sum_i^k h_r$ - suma pierderilor de sarcina distribuite si locale pe tronsonul i-k

$\sum h_{racord}$ - suma pierderilor de sarcina hidraulica pe racordul de la statia de pompare care injecteaza in nodul i

Pierderile de sarcina hidraulica se determina:

$$\sum h_r = \frac{v^2}{2g}\left[\frac{\lambda L}{D} + \sum \zeta_i \right]$$

unde:
v – viteza medie in conducta (i-k); [m/s]
λ - coeficient de pierdere de sarcina distribuita (se determina cu formula Colebrook- White);
L - lungimea tronsonului [m];
D – diametrul nominal al tronsonului [m];
$\sum\zeta_i$ - suma coeficientilor de pierderi de sarcina locala; vana, coturi, reductii, clapeti, s.a.

(12) In cazul racordarii unui numar mai mare de utilizatori la acelasi camin (camera de receptie) si a unui numar mare de astfel de camine pe o ramura a retelei se utilizeaza diagrama de simultaneitate din figura 5.7, obtinuta pe baza datelor statistice inregistrate in exploatarea retelelor de canalizare sub presiune existente.

(13) Conditia fundamentala a functionarii retelei este asigurarea vitezelor minime si optime pe tronsoanele retelei.

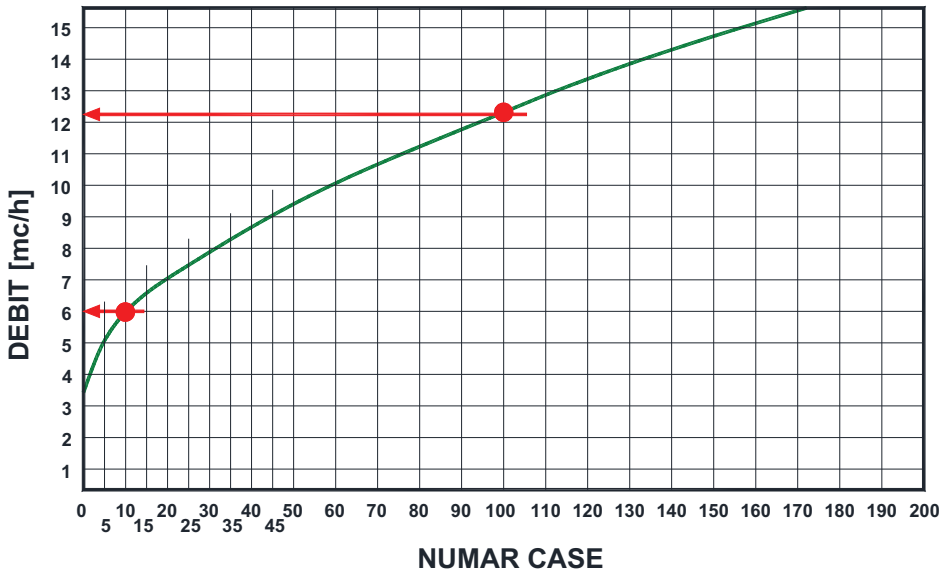


Figura 5.10. Diagrama de simultaneitate

5.5.2.3Camera de receptie

(14) Volumul util al camerei de colectare se determina pe baza numarului de utilizatori racordati, restitutia specifica cf. normelor considerand volumul util 30% din $Q_{uz.med.zi}$; se considera ca numarul de porniri/opriri ale pompei din dotarea caminului nu va depasi 8...10 /zi; se va adauga un volum de avarie (25% din volumul util) pentru situatii speciale (avarie electrica).

(15) Elementele esenţiale ale unei camere de colectare sunt:
a) Traductoare de nivel în spaţiul de colectare, pentru comanda automată a electropompelor
b) Organe de închidere şi clapete antiretur
c) Ventilatie
Toate componentele trebuie să fie adecvate pentru utilizarea în ape reziduale.
In figura 5.8 se prezinta schema unei camere de colectare.

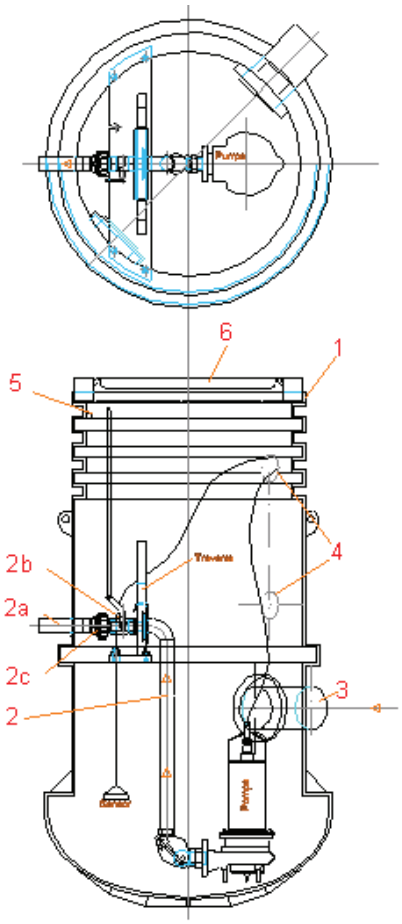
5.5.3 Echipamentul generator de presiune (electro-pompa)

(16) Echipamentul generator de presiune va fi de tip electropompa cu tocator); aceasta porneste automat la un nivel maxim presetat si se opreste automat dupa cateva secunde cand s-a evacuat tot volumul de apa acumulat în camera de receptie. Se vor respecta prevederile cap. 7.8 din prezentul normativ.

5.5.4 Reteaua de conducte

(17) Pozarea se va efectua conform prevederilor SR EN 805: 2000
Urmatoarele conditionari sunt necesare la pozarea conductelor retelei de canalizare sub presiune:

- toate traseele vor avea pante continue ascendente sau descendente intre punctele joase si punctele inalte;
- in toate punctele joase se vor monta (in camine) piese manloc care sa permita accesul unui utilaj/instrumente pentru verificarea/curatirea tronsonului de conducta adiacent;
- in toate punctele inalte se vor monta ventile sau sisteme care sa permita introducerea/evacuarea aerului la umplerea sau golirea conductelor;
- in toate nodurile in amonte de jonctiunea cu utilizatorul se va monta clapeti de sens astfel incat sa se asigure un sens unic al curgerii apelor uzate;
- sistemul de conducte sub presiune va fi probat la etanseitate conform prevederilor SR EN 805 : 2000



1. - Camera de receptie si statia de pompare
2. - Conducta de racord la retea a camerei de receptie
2.a - Conducta de refulare
2.b – Vana de izolare
2.c - Racord flexibil
3. - Racord canal gravitational de la utilizator
4. - Ventilatie
5. - Levier de comanda al vanei de izolare
6. - Capac camera de receptie

Figura 5.11. Schema camerei de receptie si echipament generator de presiune

5.5.5 Tevile şi îmbinările pentru tevi.

(18) Îmbinările ţevilor trebuie să aibă o suprafaţă interioară netedă, fără distorsiuni, astfel încât să se evite depunerile şi colmatarea.

Conductele de depresiune trebuie să fie rezistente la:
- influenţe chimice şi biochimice din interior şi din exterior,
- temperaturi până la 35 °C,
- abraziune mecanică,
- presiune internă şi externă.

(19) Vor fi luate în considerare în mod suplimentar solicitarile speciale. Toate ţevile si fitingurile de pe conductele de presiune trebuie să corespundă unei presiuni nominale de cel puţin 10 bar.

5.5.6 Organele de închidere

(20) Se vor prevedea vane (robinet) pentru a facilita întreţinerea şi a localiza neetanşeităţile şi pentru a putea efectua intervenţii pe fiecare tronson de conducta.

(21) La canalizarea sub presiune, trebuie să fie utilizate vane (robineti) asigurate împotriva coroziunii sau rezistente la coroziune, cu trecerea netedă. Tijele filetate trebuie să fie confecţionate din materiale rezistente la coroziune

5.5.7 Conditionari in alegerea solutiei retelelor de canalizare sub presiune

f) aplicarea se va realiza pentru amplasamente limitate la 10.000 LE; alegerea sectoarelor pentru solutia cu retea de canalizare sub presiune va fi determinata de dificultatile de executie a unei retele de tip gravitational impuse de configuratia terenului, existenta apei subterane si greutati ulterioare de interventie in cazul adancimilor de pozare mari (≅5...7 m)

g) solutia se va adopta pe baza unei analize tehnico-economice de optiuni intre:
   - retea cu functionare gravitationala cu asigurarea vitezei de autocuratire (0,7 m/s) prin pante pronuntate si una sau mai multe statii de pompare in retea;
   - retea de canalizare sub presiune

In ambele optiuni se vor lua in calcul:
   - consumurile energetice specifice [kwh/m^3 apa uzata)
   - costurile anuale de operare luand in consideratie interventiile pentru intretinere pentru o perioada determinata (10 ani);
   - costurile de investitii

h) asigurarea unui personal calificat pentru operarea retelei de canalizare care sa verifice anual starea agregatelor de pompare si a dotarilor din reteaua de canalizare sub presiune

6. Guri de vărsare

(1) Gurile de vărsare sunt construcţii prin care se asigură evacuarea apelor epurate în receptori naturali.

(2) Forma şi dimensiunile gurilor de vărsare depind de mărimea receptorului, de cantitatea şi calitatea apelor ce se evacuează.

(3) Gurile de vărsare trebuie să îndeplinească următoarele condiţii:

a) Să asigure condiţii 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 şi 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 – 45º faţă de direcţia de curgere a receptorului;
e) Gurile de vărsare necesare evacuării apelor uzate provenite din procedeul divizor de canalizare, precum şi cele din procedeul unitar de canalizare, epurate mecanic sau biologic, trebuie să asigure o dispersie cât mai bună a apelor de canalizare în receptor.

(3) Radierul gurii de vărsare se va aşeza la o înălţime corespunzătoare faţă de patul receptorului astfel încât să împiedice colmatarea canalului prin suspensiilereceptorului.

(4) În secţiunea unde se termină canalul se va executa un perete de beton care să consolideze legătura dintre canal şi patul corespunzător râului.

(5) Patul receptorului şi taluzurile se perează pe cel puţin 10 m în amonte şi 30 m în aval de punctul de descărcare.

(6) Întreaga construcţie este asigurată structural şi din punct de vedere al stabilităţii cu sisteme de protecţie pentru toate situaţiile de debite şi nivele întâlnite pe râu.

(7) Pentru emisari cu debite mari se construiesc conducte de descărcare aşezate în patul emisarilor, care evacuează apele cât mai aproape de talveg; prin aceasta se realizează un amestec total şi rapid al celor 2 tipuri de ape şi se evită poluarea emisarului în vecinătatea malului.

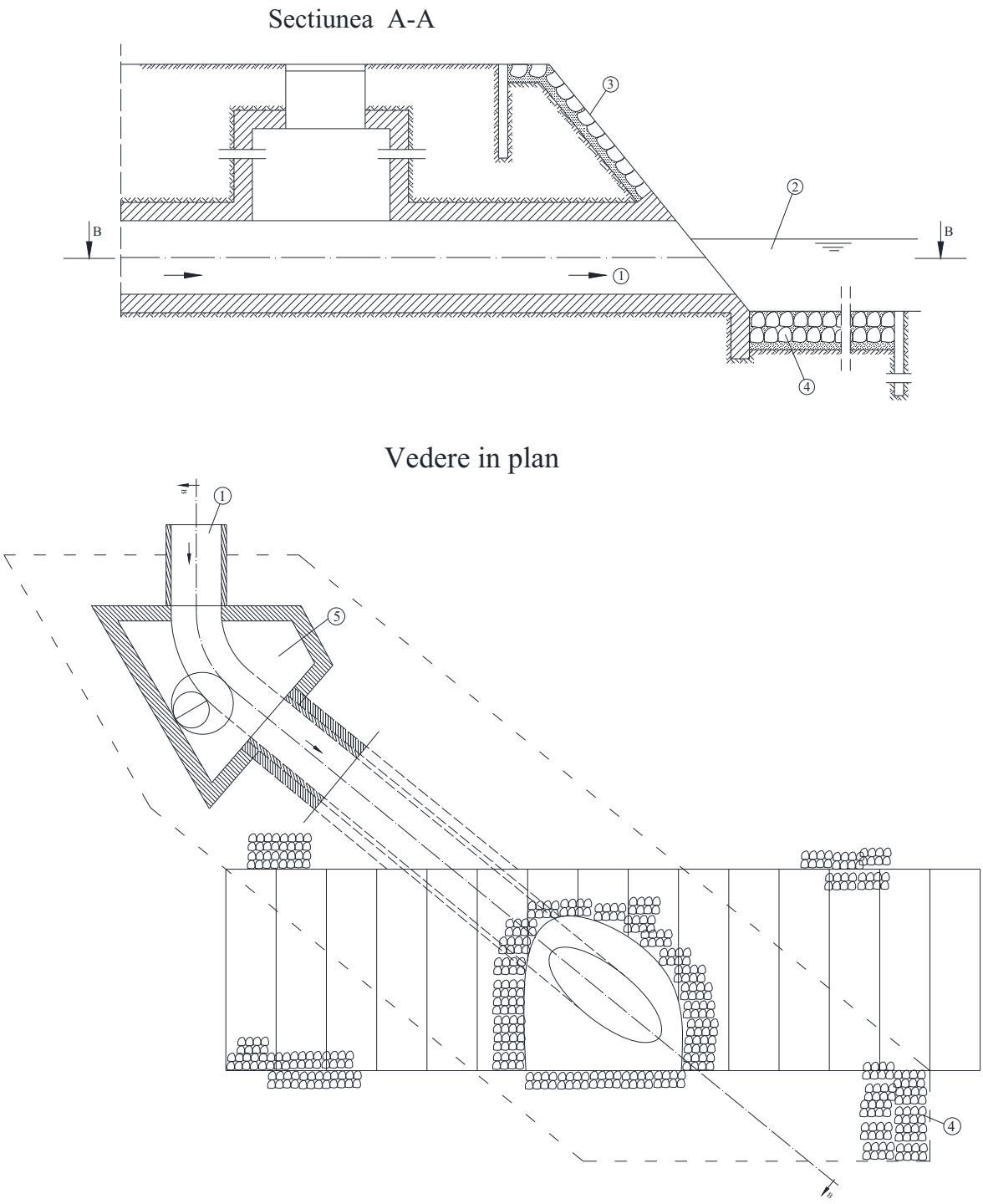
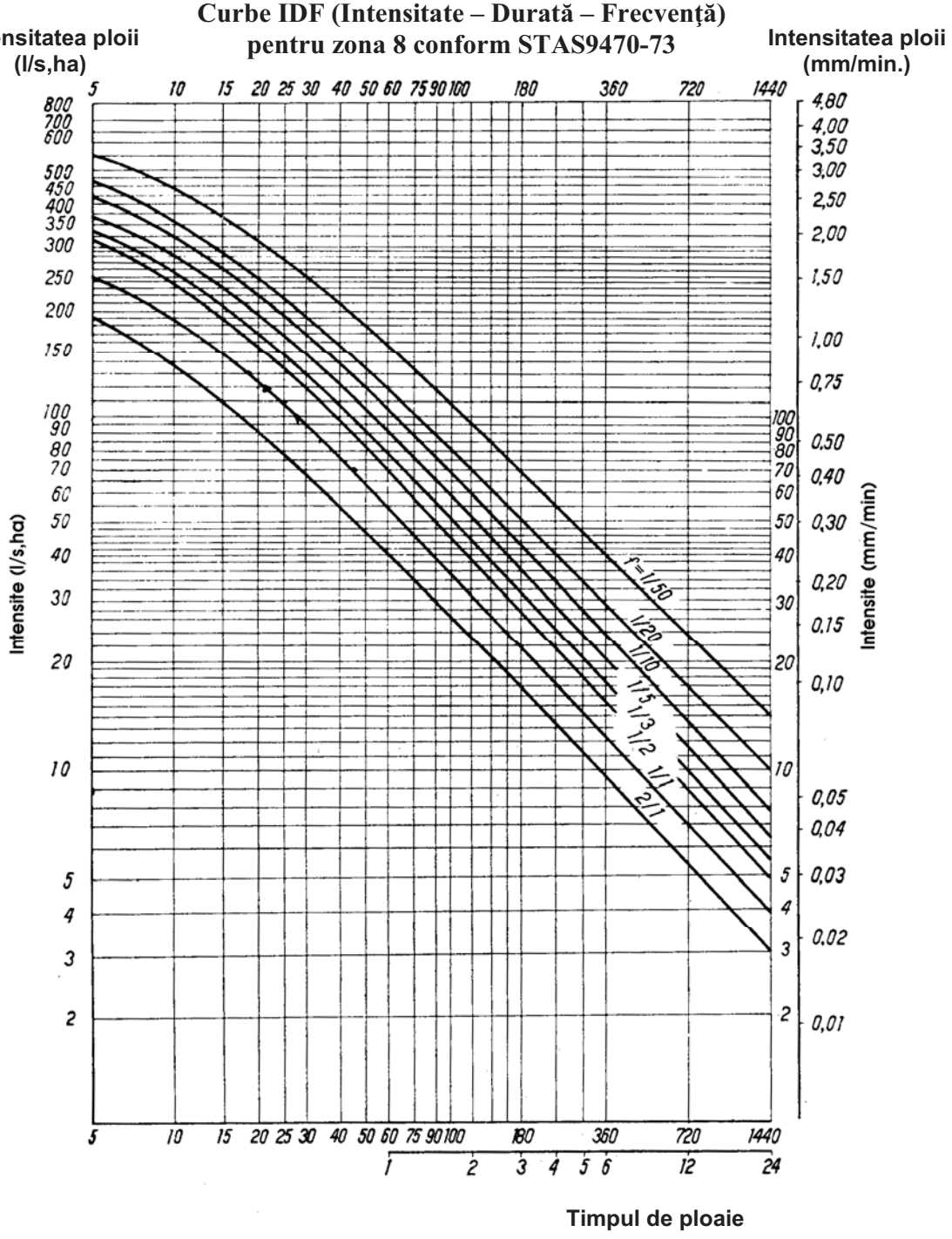
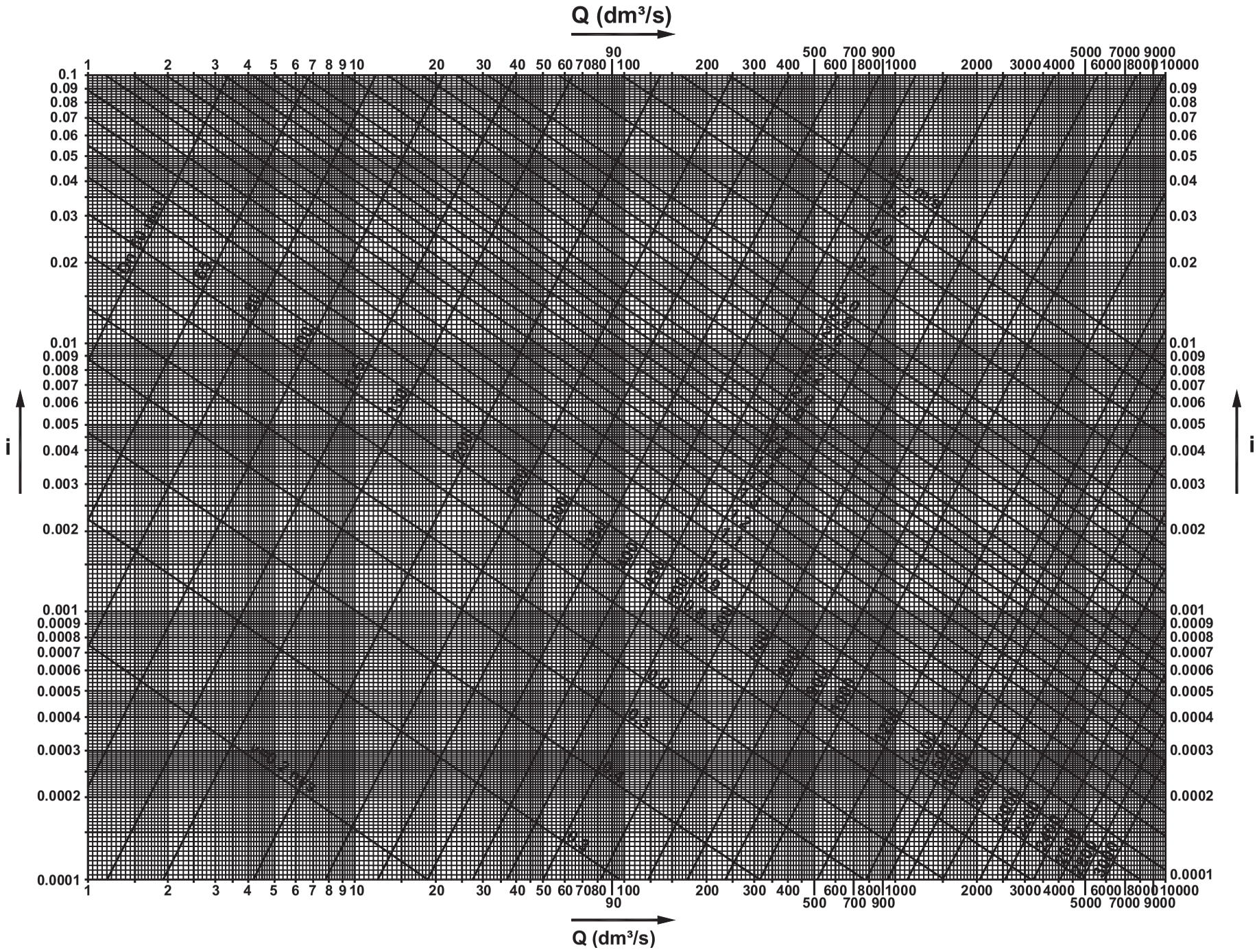


Figura 6.1. Exemplu de gura de vărsare.
1-tuburi de beton; 2- receptor; 3-pereu;
4-anrocamente; 5-cameră acces.

ANEXA 1

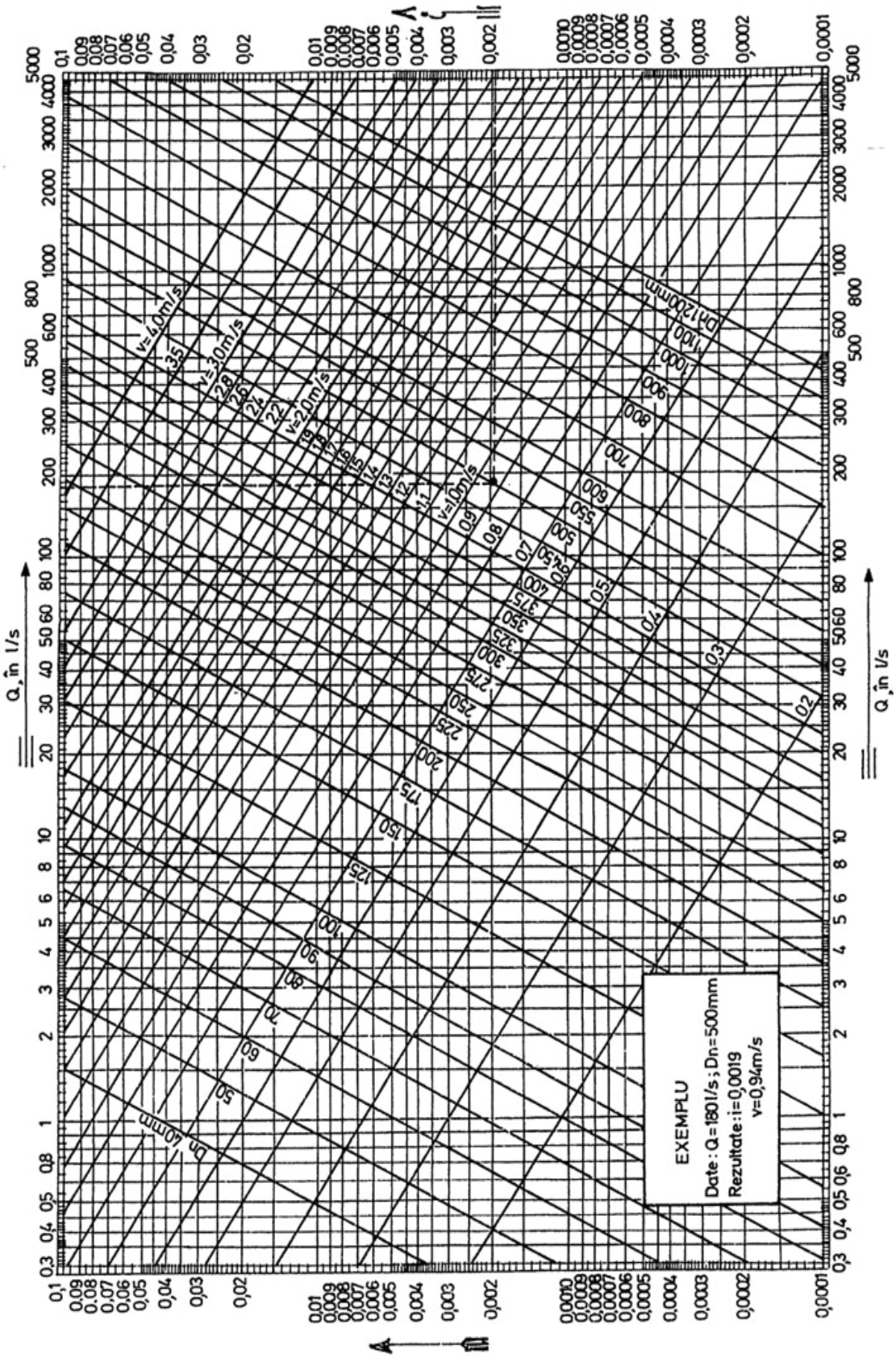
Curbe IDF (Intensitate – Durată – Frecvenţă)
pentru zona 8 conform STAS9470-73





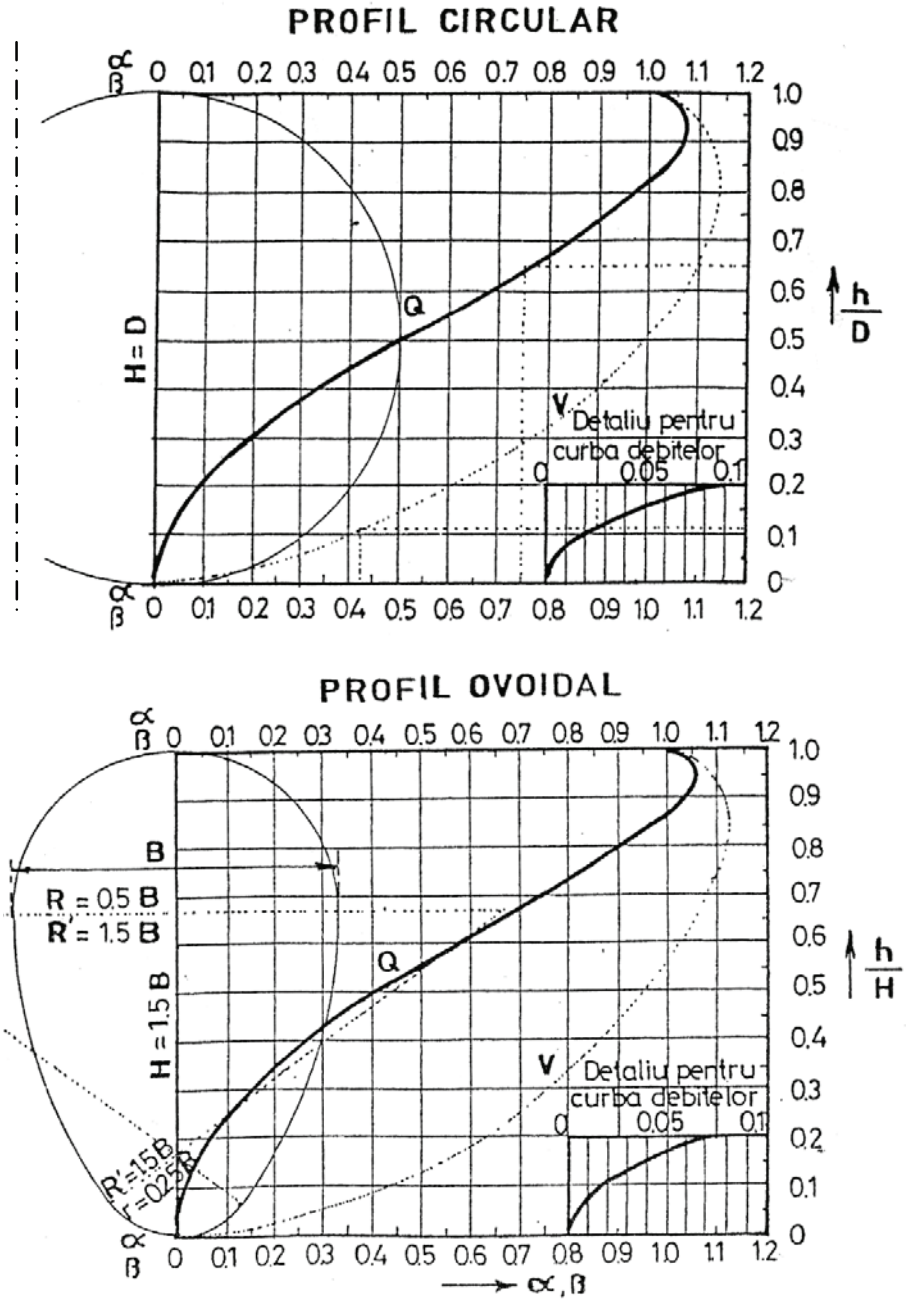
Diagramă de calcul pentru conducte din materiale plastice şi compozite, n=0,01 ... 0,0111, k=1/n=90 ... 100.

ANEXA 3



Diagramă de calcul conducte: fontă, oţel, beton sclivisit. K=83

ANEXA 4



Curbe de umplere: variaţia $\alpha = \frac{Q}{Q_{plin}}$ şi $\beta = \frac{v}{v_{plin}}$ funcţie de gradul de umplere pentru secţiuni de colector circular/ovoid

ANEXA 5

CONSTRUIREA CURBELOR IDF

1. Consideraţii generale

(1) Precipitaţia punctuală este precipitaţia înregistrată la staţie. Probabilitatea de depăşire P% a precipitaţiei maxime sau a intensităţii acesteia la staţie este reprezentată sub formă de frecvenţă (1:T) sau sub forma perioadei medii de repetare T.

$$P = \frac{1}{T} \text{ sau } T = \frac{1}{P}$$

(2) Pentru prelucrarea statistică a precipitaţiilor se constituie seria parţialăa valorilor extreme ale precipitaţiilor de durată *D* prin unul din următoarele procedee:

a) Selecţionând precipitaţiile maxime anuale de durată *D*, ceea ce conduce la un număr de valori ale şirului statistic egal cu numărul de ani cu observaţii.
b) Selecţionând precipitaţiile maxime de durată *D*, care depăşesc un anumit prag (Peaks Over Threshold - POT); în acest fel în anumiţi ani vor fi selecţionate 2 sau chiar mai multe precipitaţii excepţionale, în timp ce în alţi ani nu va fi selecţionată nici o valoare. Pragul de la care se iau în considerare precipitaţiile maxime este o mărime aleasă arbitrar, însă este preferabil ca numărul de valori rezultate să fie egal cu numărul de ani pentru care se dispune de măsurători. Seria de date parţială obţinută în casdrul metodei POT trebuie sa fie constituită din elemente independente, ceea ce înseamnă că vârfurile selecţionate trebuie să fie separate de o perioadă fără precipitaţii. Mărimea ei variază după diverşi autori între 1 h şi 1-6 zile; ca un compormis se poate considera suficientă o durată fără precipitaţii de 1 zi.

(3) După prelucrarea statistică a precipitaţiilor maxime pentru diverse durate *D*, rezultatele obţinute sunt reprezentate pe un grafic având pe abscisă timpul, iar pe ordonată intensitatea. Prin unirea tuturor punctelor aferente aceleiaşi probabilităţi de depăşire (frecvenţe) rezultă curbele IDF, fiecare curbă corespunzând unei anumite frecvenţe sau perioade medii de repetare.

(4) Curbele IDF permit calculul intensităţii medii a ploii corespunzătoare unei frecvenţe date pentru o gamă de valori ale duratei precipitaţiilor. Ele sunt utilizate în cazul unor suprafeţe de bazin mai mici de 10 km^2pentru dimensionarea reţelelor urbane de canalizare sau a bazinelor de retenţie temporară a precipitaţiilor în exces care nu pot fi evacuate de reţea pe durata ploii.

(5) În cazul în care se utilizează precipitaţiilor maxime pentru diverse durate *D* pentru calculul curbelor IDF sunt necesare înregistrări continue ale precipitaţiilor pe o perioadă de cel puţin 30 de ani. Pentru cazul unor staţii cu mai putin de 20 de ani de înregistrări se va recurge la utilizarea metodei POT, astfel încât şirul precipitaţiilor maxime de durată D să conţină cel puţin 30 de valori. La staţiile cu date lipsă pe anumite perioade, dar dispunând de date pe o durată totală cuprinsă între 20-30 de ani, datele lipsă până la 30 de ani se completează prin corelaţii cu staţiile vecine sau din zone similare sau se poate apela de asemenea la metoda POT. Metoda POT poate fi utilizată şi în cazul în care numărul de ani cu date din înregistrări depăşeşte pragul de 30 de ani.

(6) Principala problemă care apare în cazul metodei POT la selecţionarea unui număr de precipitaţii diferit de numărul de ani este legată de faptul că intervalul mediu de eşantionare are o durată oarecare, mai mică sau mai mare de un an, după cum se selecţionează mai multe precipitaţii decât numărul de ani sau mai puţine decât acesta. Ca urmare, probabilităţile teoretice, care corespund unei precipitaţii maxime pe alt interval decât anul, trebuie convertite în probabilităţi anuale de depăşire. Dacă se notează cu P_1% probabilitatea anuală de depăşire, respectiv cu P_d%probabilitatea de depăşire care corespunde precipitaţiei calculate pentru mărimea *d* a intervalului mediu de calcul, relaţia de trecere este:

$$P_d = \frac{n}{m} P_1$$

unde:

m este numărul de precipitaţii luate în calcul, iar *n* este numărul de ani.

O altă relaţie de calcul a probabilităţii P_d%, care se poate aplica atât pentru cazul în care $m<n$, cât şi pentru $m>n$ este următoarea:

$$P_{d=n/m} = 1 - (1 - P_1)^{n/m}$$

Aceste probleme de calcul suplimentar pot fi eliminate în principiu dacă numărul de precipitaţii selecţionate este egal cu numărul de ani ai perioadei de calcul.

(7) Pentru analiza statistică seria de date parţială trebuie sa fie omogenă şi staţionară. Se recomandă utilizarea următoarelor teste de semnificaţie:

- independenţa datelor (testul Wald-Wolfowitz)
- omogenitate (testul Mann-Whitney, testul Wilcoxon)
- staţionaritate (testul Mann-Kendall, recomandat de WMO).

(8) Daca setul de date este neomogen sau prezintă trend este necesară împărţirea lui în submulţimi omogene sau utilizarea pentru setul de date recente a metodei POT, cu mai multe vârfuri în anumiţi ani în aşa fel încât să se dispună de minim 30 de valori.

(9) Pentru calculul repartiţiei empirice se recomandă utilizarea formulei Weibull:

$$P_i^e = \frac{i}{n+1}$$

unde:

n este numărul de ani (intervale) ale perioadei de calcul.

(10) Ca repartiţii teoretice se pot folosi utiliza:

a) Distribuţia Generalizată a Extremelor (GEV – General Extreme Values)de tip I (Gumbel) pentru seria parţială a precipitaţiilor maxime anuale de durată *D*

b) Distribuţia Pareto Generalizată(GPD – General Pareto Distribution) pentru seria parţială a precipitaţiilor maxime de durată *D* peste un anumit prag.

(11) Pentru estimarea parametrilor repartiţiilor teoretice se utilizează în generalmetoda momentelor, metoda momentelor ponderate sau metoda verosimiltăţii maxime.

2. Algoritm pentru construirea curbelor IDF utilizând precipitaţiile maxime anuale de durată D

(12) Fie $h_{i,j,k}$ precipitaţia cumulată, exprimată în mm coloană de apă, la momentul *i* din cadrul ploii *j* din anul *k*.

(13) Se notează prin D_l durata ploii de calcul, considerată multiplu al pasului de timp Δtcu care se înregistrează precipitaţiile; ca atare, $D_l = l \cdot \Delta t$, unde l este număr natural.

a) Înălţimea stratului precipitat în cadrul ploii *j* din anul *k* pe durata D_l a ploii de calcul în intervalul cuprins între momentele $(i - l) \cdot \Delta t$şi $i \cdot \Delta t$ se obţine utilizând relaţia:

$$\Delta h_{i,j,k,l} = h_{i,j,k} - h_{i-l,j,k} \quad \text{unde } i - l \geq 0$$

b) Înălţimea maximă a stratului precipitat pe durata D_l în cadrul ploii *j* din anul *k* rezultă căutând maximul valorilor astfel calculate:

$$\Delta h_{j,k,l}^{max} = \max_i \{\Delta h_{i,j,k,l}\}$$

c) În continuare, baleind mulţimea ploilor *j* din anul *k*, se calculează înălţimea maximă anuală a stratului precipitat în intervalul $D_l = l \cdot \Delta t$:

$$\Delta h_{k,l}^{max} = \max_j \{\Delta h_{j,k,l}^{max}\} = \max_j \max_i \{\Delta h_{i,j,k,l}\}$$

d) Valorile astfel obţinute ale precipitaţiilor maxime de durată D_l sunt transformate în intensităţi prin împărţire la durata ploii, egală cu timpul de concentrare t_c:

$$I_{k,l} = \frac{\Delta h_{k,l}^{max}}{D_l} = \frac{\Delta h_{k,l}^{max}}{t_c}$$

Intensitatea se exprimă de regulă în mm/minut sau l/s ha.

e) Pentru fiecare durata D_lşirul rezultat este prelucrat statistic, determinând intensitatea precipitaţiilor cu diverse probabilităţi de depăşire (care se exprimă însă sub formă de frecvenţe sau de perioade medii de repetare).

f) În final, valorile corespunzând aceleiaşi frecvenţe (perioade medii de repetare) se unesc printr-o curbă, rezultând o familie de curbe Intensitate – Durată – Frecvenţă (IDF) corespunzătoare frecvenţelor *1:T* (sau perioadelor medii de repetare *T*) luate în considerare.

3. Algoritm pentru construirea curbelor IDF utilizând precipitaţiile de durată D peste un anumit prag

(1) Notaţiile $h_{i,j,k}$ (precipitaţia cumulată la momentul i din cadrul ploii j din anul k) şi D_l (durata ploii de calcul) îşi păstrează semnificaţia din paragraful precedent. De asemenea, primul şi ultimii 2 paşi sunt identici ca în algoritmul care utilizează maximele anuale ale ploii de durată D_l. Pentru uşurinţă, se expune însă întregul algoritm.

1) Înălţimea stratului precipitat în cadrul ploii j din anul k pe durata D_l a ploii de calcul în intervalul cuprins între momentele $(i - l) \cdot \Delta t$şi $i \cdot \Delta t$ se obţine utilizând relaţia:

$$\Delta h_{i,j,k,l} = h_{i,j,k} - h_{i-l,j,k} \quad \text{unde } i - l \geq 0$$

a) Calculul de la pasul 1 se repetă pentru toate ploile j din anul k, parcurgând treptat toţi anii de calcul.

b) Mulţimea valorilor astfel obţinută este concatenată, după care se ordonează în ordine descrescătoare.

c) Din mulţimea rezultată după ordonare se păstrează primele n valori, unde n este numărul anilor de calcul.

d) Se verifică independenţa valorilor reţinute, ceea ce înseamnă că două valori ale ploii de durată D_l nu pot să aparţină aceluiaşi episod pluvial, ele trebuind să fie separate de un interval cu precipitaţie nulă. Dacă se constată ca două valori ale ploii nu sunt independente, se exclude valoarea cea mai mică dintre ele, locul ei fiind luat de prima valoare din şirul rămas după prelucrările de la pasul 4, respectiv 5 (dacă au mai survenit situaţii similare pe parcursul procesului de la acest pas).

e) Valorile astfel obţinute ale precipitaţiilor maxime de durată D_l peste un anumit prag sunt transformate în intensităţi prin împărţire la durata ploii, egală cu timpul de concentrare t_c:

$$I_{k,l} = \frac{\Delta h_{k,l}^{ord\ descr}}{D_l} = \frac{\Delta h_{k,l}^{ord\ descr}}{t_c}$$

unde:

$\Delta h_{k,l}^{ord\ descr}$ reprezintă valoarea cu rangul k din şirul ordonat descrescător al precipitaţiilor de durată

D_l superioare unui prag (rezultat din condiţia de a reţine n valori independente ale ploii de calcul).

Se observă că în acest caz, indicele $k = \overline{1,n}$ nu mai reprezintă anul curent, ci valoarea curentă a precipitaţiei peste prag.

f) Pentru fiecare durata D_l şirul rezultat este prelucrat statistic, determinând intensitatea precipitaţiilor cu diverse probabilităţi de depăşire (care se exprimă însă sub formă de frecvenţe sau de perioade medii de repetare).

g) În final, valorile corespunzând aceleiaşi frecvenţe (perioade medii de repetare) se unesc printr-o curbă, rezultând o familie de curbe Intensitate – Durată – Frecvenţă (IDF) corespunzătoare frecvenţelor (perioadelor medii de repetare) luate în considerare.

4. Determinarea precipitaţiilor în puncte fără măsurători

(1) În cazul bazinelor mici (sub 10 km^2) care nu dispun de măsurători se va apela la o analiză regională utilizând datele de la staţiile vecine, situate la o distanţă de maxim 25-30 km. Se poate utiliza unul din următoarele procedee:

a) ponderarea cu inversul pătratului distanţei faţă de staţiile cele mai apropiate;
b) analiza variabilităţii regionale a parametrilor statistici;

4.1. Ponderarea cu inversul pătratului distanţei faţă de staţiile cele mai apropiate

4.1.1. Într-o fază iniţială se determină parametrii statistici ai repartiţiei alese la toate cele N staţii vecine amplasamentului care nu dispune de măsurători.

4.1.2. În continuare, fiecare parametru statistic în locaţia fără măsurători este estimat ca o medie a valorilor aceluiaşi parametru la staţiile din zonă ponderate cu inversul pătratului distanţei faţă de aceste staţii:

$$\hat{\theta}_{wd} = \sum_{i=1}^{N} \frac{1}{d_{i0}^2} \hat{\theta}_i \; / \left(\sum_{i=1}^{N} \frac{1}{d_{i0}^2} \right)$$

unde:

$\hat{\theta}_i$ este valoarea estimată la staţia *i* pentru parametrul θ_i,

$\hat{\theta}_{wd}$ - media ponderată cu distanţa a valorilor aceluiaşi parametru

d_{i0} – distanţa de la staţia *i* la amplasament (identificat prin 0)

4.1.3. Într-o abordare mai avansată, se va ţine seama şi de numărul n_i de valori înregistrate la fiecare staţie, parametrul estimat $\hat{\theta}_{wn}$ fiind:

$$\hat{\theta}_{wn} = \sum_{i=1}^{N} n_i \hat{\theta}_i \; / \left(\sum_{i=1}^{N} n_i \right)$$

O relaţie de ponderare atât cu distanţa, cât şi cu numărul de valori înregistrate la fiecare staţie are următoarea expresie:

$$\hat{\theta}_w = \alpha\, \hat{\theta}_{wd} + (1-\alpha)\hat{\theta}_{wn}$$

unde:

$0 \leq \alpha \leq 1$ este un factor de ponderare al celor doi estimatori: $\hat{\theta}_{wd}$şi $\hat{\theta}_{wn}$.

Dacă $\alpha = 1$, la estimarea parametrului necunoscut contează doar distanţa faţă de amplasament, iar dacă $\alpha = 0$ este importantă doar lungimea şirului de date de la staţii. Pentru valori intermediare ale lui α, utilizând redundanţa celor doi estimatori se obţine o estimare mai bună a parametrului căutat.

Valoarea parametrului de ponderare α rezultă în urma calculului pentru diferite valori ale lui α a parametrului $\hat{\theta}_w$ la staţiile la care valoarea acestui parametru este cunoscută, utilizând doar valorile de la celelalte staţii şi apoi comparând valorile rezultate ale parametrului căutat cu valorile cunoscute ale aceluiaşi parametru. Această analiză serveşte ca bază pentru alegerea optimă a parametrului de ponderare α.

4.2 Analiza variabilităţii regionale a parametrilor statistici

4.2.1. Această metodă se aplică în condiţiile în care corelaţia spaţială între valorile maxime anuale ale precipitaţiilor poate fi neglijată. Pentru verificarea acestei ipoteze, se calculează coeficienţii de corelaţie a maximelor anuale de la staţiile din zona limitrofă. Dacă corelaţia coeficienţilor cu distanţa între staţii este slabă, atunci se poate concluziona că nu există corelaţie spaţială între maximele anuale ale precipitaţiilor. În cazul metodei POT, este necesar ca gradul de asociere sa descrească cu mărimea pragului.

4.2.2. O altă condiţie pentru aplicarea metodei este ca parametrii statistici să fie relativ egali în cadrul regiunii analizate.

4.2.3. Fie θ_i valoarea unuia dintre parametrii statistici ai repartiţiei analizate pentru staţia $i = \overline{1,N}$. Egalitatea parametrilor θ_i poate fi analizată calculând statistica:

$$X^2 = \sum_{i=1}^{N} \left(\hat{\theta}_i - \hat{\theta}_w\right)^2 / \sigma^2\left(\hat{\theta}_i\right)$$

unde:

$\hat{\theta}_i$ este valoarea estimată pentru parametrul θ_i, iar $\hat{\theta}_w$ este media ponderată a valorilor aceluiaşi parametru cu numărul de valori n_i măsurate la staţia *i*:

$$\hat{\theta}_w = \sum_{i=1}^{N} n_i \hat{\theta}_i \ / \sum_{i=1}^{N} n_i$$

Valoarea statisticii X^2 se calculează pentru diverse durate, inferioare timpului de concentrare al ploii pe bazinul studiat.

În condiţiile în care nu există dependenţă spaţială între valorile maxime ale precipitaţiilor sau această dependenţă este redusă, pentru ipoteza nulă $\theta_1 = \theta_2 = ... = \theta_N$ statistica X^2 are o distribuţie χ^2 cu N-1 grade de libertate,.

4.2.3. Egalitatea parametrilor poate fi verificată de asemenea construind corelaţii ale parametrilor $\hat{\theta}_i$ de la cele *N* staţii cu precipitaţia medie multianuală. Panta dreptei de regresie pentru fiecare durată a ploii trebuie să fie foarte aproape de zero (exemplu-sub valoarea corespunzătoare unui prag de semnificaţie de 5% pentru testul Student).

4.2.4. Dacă dependenţă spaţială între valorile maxime este redusă, iar parametrii repartiţiei nu au variaţie spaţială atunci seriile de timp ale precipitaţiilor de la toate staţiile din zona analizată pot fi concatenate şi analizate ca şi cum ar fi un singur şir. După prelucrarea statistică a acestui şir se obţin valorile precipitaţiilor sau intensităţilor cu probabilităţile de depăşire (frecvenţele) dorite.

5. Repartiţii statistice utilizate.

5.1 Distribuţia Gumbel (EVI)

5.1.1. Repartiţia Gumbel sau Extreme Value de tip I (EVI) estelarg utilizată pentru analiza precipitaţiilor maxime anuale şi are densitatea de repartiţie:

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} \exp\left[-\frac{x-u}{\alpha} - \exp\left(-\frac{x-u}{\alpha}\right)\right]; \ -\infty < x < \infty$$

respectiv funcţia de repartiţie complementară (probabilitatea de depăşire):

$$F^c(x) = 1 - F(x) = 1 - \exp\left[-\exp\left(-\frac{x-u}{\alpha}\right)\right]; \ -\infty < x < \infty$$

5.1.2. Parametrii α şi $u$pot fi exprimaţi funcţie de abaterea medie pătratică s_nşi de valoarea medie $\bar{x}$a şirului de precipitaţii maxime de durată *D* folosind relaţiile:

$$\alpha = \frac{\sqrt{6} s_n}{\pi}$$

$$u = \bar{x} - 0.5772\,\alpha$$

unde:

media $\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$,

iar abaterea medie pătratică de selecţie $s_n = \left[\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2\right]^{1/2}$

Se observă că parametrul α este pozitiv. Parametrul u reprezintă modul distribuţiei (valoarea variabilei pentru care densitatea de repartiţie este maximă).

5.1.3. Funcţia de repartiţie complementară este inversabilă, adică permite determinarea cuantilei x_T corespunzătoare probabilităţii de depăşire P% (frecvenţei 1/T, respectiv perioadei medii de repetare T):

$$x_T = u - \alpha \ln\left(-\ln\left(1 - F^c(x)\right)\right) = u - \alpha \ln\left(-\ln\left(1 - \frac{1}{T}\right)\right)$$

După determinarea parametrilor αşi $u$pe baza mediei şi abaterii medii pătratice a şirului de valori selecţionat, cu relaţia anterioară se poate determina direct valoarea precipitaţiei sau intensităţii acesteia corespunzătoare frecvenţei 1/T.

5.1.4. În mod uzual, în practică calculul este simplificat prin definirea variabilei reduse:

$$y = \frac{x - u}{\alpha}$$

Înlocuind variabila redusă în expresia probabilităţii de depăşire rezultă:

$$F^c(x) = 1 - F(x) = 1 - \exp[-\exp(-y)]$$

Rezolvând ecuaţia în raport cu y se obţine:

$$y = -\ln\left(-\ln\left(F(x)\right)\right) = -\ln\left(-\ln\left(1 - \frac{1}{T}\right)\right)$$

Relaţia astfel obţinută se înlocuieşte în expresia variabilei reduse y, rezultând cuantilele corespunzătoare perioadei de repetare T:

$$x_T = u + \alpha \cdot y_T$$

5.1.5. Procedeul de calcul este următorul:

a) Se calculează parametrii statistici $\bar{x}$şi s_n(valoarea medie şi abaterea medie pătratică de selecţie a şirului statistic al precipitaţiilor maxime sau intensităţilor corespunzătoare)
b) Se determină apoi parametrii α şi u ai repartiţiei Gumbel
c) Se calculeaza valoarea variabilei reduse y_T funcţie de T
d) Cu aceste elemente se calculează valoarea cuantilei $x_T$care corespunde perioadei medii de repetare T.

5.2 Distribuţia Generalizată a Extremelor (GEV)

5.2.1. Distribuţia Gumbel poate să fie utilizată cu rezultate bune pentru periade de repetare relativ mici (până la 10 ani). În schimb, ea subestimează cuantilele corespunzătoare unor perioade de repetare mari. În acest caz, alternativa o constituie utilizarea distribuţiei extremelor (GEV – generalized extreme value) care descrie mai bine distribuţia în zona valorilor mari datorită unui parametru suplimentar. Pentru

estimarea corectă a parametrului de formă sunt necesare seturi mari de date. Este posibilă şi utilizarea datelor de la mai multe staţii din zonă, în condiţiile ipotezei ca parametrul de formă este constant sau foarte puţin variabil în cadrul zonei.

5.2.2. Distribuţia Generalizată a Extremelor (GEV) are următoarea expresie a funcţiei de repartiţie:

$$F(x) = \exp\left[-\left(1 - k\,\frac{x-u}{\alpha}\right)^{1/k}\right]$$

unde:

k, u şi α sunt parametri care trebuie determinaţi.

5.2.3. Distribuţia GEV combină 3 distribuţii extreme într-o singură distribuţie.

Pentru valoarea$k = 0$ se obţine repartiţia Gumbel sau Extreme Value de tip I (EVI). Pentru $k < 0$ se obţine repartiţia EVII (Fréchet), iar pentru $k > 0$ rezultă distribuţia EVIII (Weibull).

5.2.4. Deoarece funcţia $F(x)$ este inversabilă, cuantila x_T reprezentând valoarea variabilei corespunzătoare perioadei medii de repetare T se obţine cu relaţia:

$$x_T = u + \frac{\alpha}{k}\{1 - [-\ln(1 - T^{-1})]^k\}$$

unde:

$T = \frac{1}{1-F}$ este perioada medie de repetare.

5.2.5. Pentru determinarea parametrilor distribuţiei GEV pentru valorile maxime anuale se recomandă metoda L-momentelor. Pentru început se calculează momentele ponderate cu probabilitatea:

$$b_0 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$$

$$b_1 = \frac{1}{n}\sum_{i=2}^{n} \frac{i-1}{n-1}\, x_i$$

$$b_2 = \frac{1}{n}\sum_{i=3}^{n} \frac{(i-1)(i-2)}{(n-1)(n-2)}\, x_i$$

unde:

x_i reprezinta valorile maxime anuale ordonare descrescător.

L-momentele selecţiei se obţin cu relaţiile:

$$l_1 = b_0$$

$$l_2 = 2\ b_1 - b_0$$

$$l_3 = 6\ b_2 - 6\ b_1 + b_0$$

Valoarea estimată k a parametrului de formă se obţine din relaţia:

$$\hat{k} = 7.8590\ \mathrm{c} + 2.9554\ \mathrm{c}^2$$

unde: $c = \frac{2}{3+l_3/l_2} - \frac{\ln 2}{\ln 3}$

Valorile estimate pentru αşi u sunt:

$$\hat{\alpha} = \frac{l_2 \hat{k}}{\left(1 - 2^{-\hat{k}}\right) \Gamma(1 + \hat{k})}$$

$$\hat{u} = l_1 - \hat{\alpha} \frac{1 - \Gamma(1 + \hat{k})}{\hat{k}}$$

unde Γ (.) este funcţia Gama.

5.3 Distribuţia Pareto Generalizată (GPD)

5.3.1. Distribuţia Pareto Generalizată (GPD) are următoarea expresie a funcţiei de repartiţie:

$$F(x) = 1 - \left(1 - a\ \frac{x-c}{b}\right)^{1/a} \quad \text{pentru } a \neq 0$$

$$F(x) = 1 - exp\left(-\frac{x-c}{b}\right) \quad \text{pentru } a = 0$$

unde:

c este limita inferioară a repartiţiei, *b* este parametrul de scară, iar *a* este parametrul de formă.

5.3.2. Densitatea de repartiţie este:

$$f(x) = \frac{1}{b}\left(1 - a\ \frac{x-c}{b}\right)^{\frac{1}{a}-1} \quad \text{pentru } a \neq 0$$

$$f(x) = \frac{1}{b}\ exp\left(-\frac{x-c}{b}\right) \quad \text{pentru } a = 0$$

5.3.3. Deoarece funcţia $F(x)$ este inversabilă, cuantila x_T reprezentând valoarea variabilei corespunzătoare perioadei medii de repetare T se obţine cu relaţia:

$$x_T = c + \frac{b}{a}(1 - T^{-a}) \text{pentru } a \neq 0, \text{ respectiv}$$

$$x_T = c + b \ln T \qquad \text{pentru } a = 0, \text{ respectiv}$$

unde:

T este perioada medie de repetare. În continuare, pentru calculul cuantilei x_T sunt necesari parametrii *a, b* şi *c.*

5.3.4. Parametrii *a, b* şi *c* se pot calcula prin metoda momentelor, egalând momentele teoretice cu cele empirice:

$$c + \frac{b}{1+a} = \bar{x}$$

$$\frac{b^2}{(1+a)^2(1+2a)} = s^2$$

$$\frac{2\,(1-a)(1+2a)^{0.5}}{(1+3a)} = G/s^3$$

unde:

media $\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$ este momentul de ordinul 1

dispersia $s^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2$ este momentul de ordinul 2

asimetria $G = \frac{n\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)}$este momentul de ordinul 3.

Pentru început se obţine parametrul *a* rezolvând ultima ecuaţie. Ceilalţi 2 parametri pot fi apoi calculaţi funcţie de *a* cu relaţiile:

$$b = s\,(1+a)(1+2a)^{0.5}$$

$$c = \bar{x} - \frac{b}{1+a}$$

5.3.5. Parametrii *a, b* şi *c* se pot calcula de asemenea prin metoda momentelor ponderate, cu expresiile:

$$a = \frac{W_0 - 8W_1 - 9W_2}{-W_0 + 4W_1 - 3W_2}$$

$$b = \frac{(W_0 - 2W_1)(W_0 - 3W_2)(-4W_1 + 6W_2)}{-W_0 + 4W_1 - 3{W_2}^2}$$

$$c = \frac{2W_0W_1 - 6W_0W_2 + 6W_1W_2}{-W_0 + 4W_1 - 3W_2}$$

unde:

W_r este momentul ponderat de ordinul r ($r = 0, 1, 2, \ldots.$)şi are expresia:

$$W_r = \frac{1}{r+1}\left(c + \frac{b}{a}\right) - \frac{b}{a} \cdot \frac{1}{a+r+1}$$

5.3.6. În sfârşit, parametrii *a, b* şi *c* se pot calcula prin metoda verosimilităţii maxime rezolvând sistemul:

$$\sum_{i=1}^{n} \frac{(x_i - c)/b}{1 - a\,(x_i - c)/b} = \frac{n}{1-a}$$

$$\sum_{i=1}^{n} \ln[1 - a\,(x_i - c)/b] = -n \cdot a$$

$$c = x_1$$

5.3.7. Pentru o asimetrie redusă se obţin rezultate mai bune cu metoda momentelor şi metoda momentelor ponderate, în timp ce pentru valori mari ale asimetriei se recomandă metoda verosimilităţii maxime.

ANEXA 6

LEGISLAŢIE

Nr. Crt.	Denumire act normativ	Publicaţia
1.	Legea Apelor nr.107/1996, cu modificarile şi completările ulterioare.	Monitorul Oficial, Partea I, numărul 244 din 8 octombrie 1996
2.	Ordin nr.161/2006 pentru aprobarea Normativului privind clasificarea calitatii apelor de suprafata în vederea stabilirii starii ecologice a corpurilor de apa,	Monitorul Oficial, Partea I, numărul 511 din 13 iunie 2006
3.	Ordinul ministrului apelor, pădurilor şi protecţiei mediului, nr.756/1997 pentru aprobarea Regulamentului privind evaluarea poluarii mediului, cu modificările ulterioare	Publicată în Monitorul Oficial, Partea I, numărul 303 din 6 noiembrie 1997
4.	Ordonaţa de Urgenţa a Guvernului nr.152/2005 privind prevenirea si controlul integrat al poluarii, cu modificările ulterioare	Publicată în Monitorul Oficial, Partea I, numărul 1196 din 30 decembrie 2005
5.	Ordonanta de Urgenta a Guvernului nr.195/2005 privind Protectia Mediului, cu modificările ulterioare	Publicată în Monitorul Oficial, Partea I, numărul 1078 din 30 noiembrie 2005
6.	Hotărârea Guvernului nr.188/2002 pentru aprobarea unor norme privind condiţiile de descarcare in mediul acvatic a apelor uzate, cu modificările şi completările ulterioare 1. Normă tehnică privind colectarea, epurarea şi evacuarea apelor uzate orăşeneşti, NTPA-011 2. Normativ privind condiţiile de evacuare a apelor uzate în reţelele de canalizare ale localităţilor şi direct în staţiile de epurare, NTPA-002/2002 3. Normativ privind stabilirea limitelor de încărcare cu poluanţi a apelor uzate industriale şi orăşeneşti la evacuarea în receptorii naturali, NTPA-001/2002	Publicată în Monitorul Oficial, Partea I, numărul 187 din 20 martie 2002
7.	Directivele 91/271/CEE privind tratarea apelor urbane reziduale modificată şi completată cu Directiva Comisiei Europene 98/15/CE, transpuse prin Hotărârea Guvernului nr. 188/2002 pentru aprobarea unor norme privind condiţiile de descarcare in mediul acvatic a apelor uzate, cu modificările şi completările ulterioare	Publicată în Jurnalul Oficial al Comunităţilor Europene nr. L135/30.05.1991 şi nr.L67/29, 07.03.1998
8.	Directiva 86/278/CEE privind protecţia mediului şi mai ales a solului la utilizarea nămolului din staţiile de epurare în agricultură, şi transpusă în legislaţia naţională prin Ordinul comun al ministrului mediului şi gospodăririi apelor şi al ministrului agriculturii, pădurilor şi dezvoltării rurale nr.344/708/2004 pentru abrobarea Normelor tehnice privind protecţia mediului şi în special a solurilor, cînd se utilizează nămolurile de epurare în agricultură, cu modificările şi completările ulterioare	Publicată în Jurnalul Oficial al Comunităţilor Europene nr. L181/6, 12.06.1986 Publicat în Monitotul Oficial , Partea I, nr.959/19.04.2004
9.	Directiva 91/676/EEC privind protecţia apelor împotriva	Publicată în Jurnalul Oficial al

	poluării cu nitraţi din surse agricole, transpusă prin Hotărârea Guvernului nr.964/2000 privind aprobarea Planului de acţiune pentru protecţia apelor împotriva poluării cu nitraţi proveniţi din surse agricole, cu modificările şi completările ulterioare	Comunităţilor Europene nr..L 375 , 31.12.1991 Publicat în Monitotul Oficial , Partea I, nr.256/25.10.2000
10.	Directiva 2000/76/CEprivind incinerarea deşeurilor, transpusă în legislaţia naţională prin Hotărârea Guvernului nr.128/2002 privind incinerarea deşeurilor, cu modificările şi completările ulterioare	Publicată în Jurnalul Oficial al Comunităţilor Europene L 332, 28.12.2000 Publicat în Monitotul Oficial , Partea I, nr.160/6.03.2002
11.	Directiva 2006/12/CE privind deşeurile, transpusă prin Ordonanţa de Urgenţă a Guvernului nr.78/2000 aprobată cu modificările şi completările prin Legea nr.426/2001, cu modificările şi completările ulterioare	Publicată în Jurnalul Oficial al Comunităţilor Europene L 114/16, 27.04.2006 Publicat in Monitorul Oficial, Partea I nr. 28 /22.06/.000
12.	Hotărârea Guvernului nr.51/1996 privind aprobarea Regulamentul de recepţie a lucrărilor de montaj utilaje, echipamente, instalaţii tehnologice şi a punerii în funcţiune a capacităţilor de producţie	Monitorul Oficial, Partea I, numărul 29 din 12 februarie 1996
13.	Hotărârea Guvernului nr.273/1994 privind aprobarea Regulamentului de recepţie a lucrărilor de construcţii şi instalaţii aferente acestora, cu modificările şi completările ulterioare	Monitorul Oficial, Partea I, numărul 193 din 28 iulie 1994
14.	Hotărârea Guvernului nr.525/1996 pentru aprobarea Regulamentului general de urbanism, republicată, cu modificările şi completările ulterioare	Monitorul Oficial, Partea I, numărul 149 din 16 iulie 1996

STANDARDE

Nr. Crt.	Indicativ	Denumire Standard
1.	SR 1343-1:2006	Alimentari cu apa. Partea 1: Determinarea cantitaţilor de apa potabila pentru localitaţi urbane şi rurale
2.	SR 1846-1:2006	Canalizari exterioare. Prescripţii de proiectare. Partea 1: Determinarea debitelor de ape uzate de canalizare
3.	SR 1846-2:2007	Canalizari exterioare. Prescripţii de proiectare. Partea 2: Determinarea debitelor de ape meteorice
4.	SR 8591:1997	Reţele edilitare subterane. Condiţii de amplasare
5.	SR EN 752:2008	Retele de canalizare in exteriorul cladirilor.
6.	SR EN 295-2:1997	Tuburi şi accesorii de gresie şi imbinarea lor la racorduri şi reţele de canalizare. Partea 2: Inspecţia calităţii şi eşantionarea
7.	SR EN 295-2:1997/ A1:2002	Tuburi şi accesorii de gresie şi imbinarea lor la racorduri şi reţele de canalizare. Partea 2: Controlul calităţii şi eşantionarea
8.	SR EN 124:1996	Dispozitive de acoperire şi de inchidere pentru camine de vizitare şi guri de scurgere in zone carosabile şi pietonale. Principii de construcţie, incercari tip, marcare, inspecţia calitaţii
9.	SR EN 1917:2003	Camine de vizitare şi camine de racord din beton simplu, beton slab armat şi beton armat
10.	SR EN 1899-2 :2002	Calitatea apei. Determinarea consumului biochimic de oxigen dupa n zile (CBOn). Partea 2: Metoda pentru probe nediluate-AFARA
11.	SR ISO 6060:1996	Calitatea apei. Determinarea consumului chimic de oxigen.
12.	SR EN 25663:2000	Calitatea apei. Determinarea conţinutului de azot Kjeldahl. Metoda dupa mineralizare cu seleniu.
13.	SR EN ISO 6878:2005	Calitatea apei. Determinarea fosforului. Metoda spectrofotometrica cu molibdat de amoniu
14.	STAS 9470-73	Hidrotehnica. Ploi maxime. Intensitaţi, durate, frecvenţe
15.	STAS 6054-77	Teren de fundare. Adancimi maxime de ingheţ. Zonarea teritoriului Republicii Socialiste Romania
16.	STAS 4273-83	Construcţii hidrotehnice. Incadrarea in clase de importanţa
17.	STAS 6701-82	Canalizari. Guri de scurgere cu sifon şi depozit
18.	STAS 2448-82	Canalizari. Camine de vizitare. Prescripţii de proiectare
19.	STAS 6953-81	Ape de suprafaţa şi ape uzate. Determinarea conţinutului de materii in suspensie, a pierderii la calcinare şi a reziduului de calcinare.
20.	STAS 12264-91	Canalizari, separatoare de uleiuri şi grasimi la staţiile de epurare oraşeneşti. Prescripţii generale de proiectare
21.	SR EN 1991-1-4: 2006/NB 2007	Eurocod 1. Acţiuni generale asupra structurilor. Partea 1-4: Acţiuni generale – Acţiuni ale vântului. Anexă naţională.
22.	STAS 4162/1-89	Canalizari. Decantoare primare. Prescripţii de proiectare
23.	STAS 3051-91	Sisteme de canalizare. Canale ale reţelelor exterioare de canalizare. Prescripţii fundamentale de proiectare
24.	SR 8591/1997	Retele edilitare subterane. Conditii de amplasare.

Notă:

1.Referinţele date au fost luate în considerare la data elaborării reglementării tehnice.

2. La data utilizării reglementării tehnice se va consulta ultima ediţie a standardelor şi a tuturor modificărilor în vigoare ale acestora.

PROIECTAREA STAŢIILOR DE EPURARE

1. Obiectul normativului

(1) Prescripţiile necesare proiectării construcţiilor şi instalaţiilor de pe linia apei şi linia nămolului în care se realizează epurarea apelor uzate urbane/ rurale.

(2) Elementele referitoare la tehnologia şi procesele obiectelor în care se realizează epurarea apelor uzate, şi schemele tehnologice de bază utilizate în prezent pe plan naţional şi mondial.

(3) Prevederile normativului sunt conforme cu prevederile Hotărârii Guvernului nr.188/2002 cu modificările şi completările ulterioare care transpun integral prevederile Directivei 91/271/CEE privind epurarea apelor uzate urbane (NTPA 011, NTPA 001).

(4) Prezentul normativ respectă prevederile actelor normative privind calitatea în construcţii, aplicabile, în vigoare.

(5) Normativul nu cuprinde prescripţii privind instalaţiile şi echipamentele mecanice, electrice, de automatizare, instalaţiile sanitare, termice şi de ventilaţie, precum şi calculele de stabilitate şi de rezistenţă ale construcţiilor, acestea urmând să fie efectuate conform reglementărilor tehnice specifice, aplicabile, în vigoare.

1.1. Domeniu de aplicare

(1) Prevederile prezentului normativ se aplică la proiectarea construcţiilor şi instalaţiilor de epurare a apelor uzate provenite de la aglomerări urbane şi rurale, de la agenţi economici, unităţi turistice (hoteluri, moteluri, campinguri, cabane, tabere, sate de vacanţă), unităţi militare (cazărmi), grupuri de locuinţe, şantiere care descarcă ape uzate în reţele publice de canalizare.

(2) Prevederile acestui normativ se aplică şi în zonele sensibile supuse eutrofizării, zone în care pentru evacuarea apelor uzate epurate în receptorii naturali se impun cerinţe suplimentare, mai ales în ceea ce priveşte nutrienţii (azot şi fosfor). Normele se aplică atât în cazul proiectării staţiilor de epurare noi, cât şi în cazul retehnologizării, extinderii sau modernizării staţiilor de epurare.

(3) Schemele tehnologice adoptate pentru staţiile de epurare noi, precum şi îmbunătăţirile şi completările prevăzute la retehnologizarea/modernizarea staţiilor de epurare existente, trebuie să permită obţinerea condiţiilor de calitate stabilite pentru efluentul epurat în NTPA 011-2002, NTPA 001-2002, şi prin avizele şi autorizaţiile de mediu şi de gospodărirea apelor, cu respectarea legislaţiei specifice, aplicabilă, în vigoare.

1.2. Conformarea la normele europene

(1) Indicatorii de calitate ai apelor uzate evacuate din staţiile de epurare în receptorii naturali trebuie să corespundă cerinţelor Directivei 91/271/CEE privind epurarea apelor uzate urbane pentru zone

sensibile; România, la momentul aderării la Uniunea Europeană şi-a declarat întregul teritoriu drept zonă sensibilă, conform art.5 din Hotărârea Guvernului nr.352/2005.

(2) Elementele de proiectare ale construcţiilor şi instalaţiilor de epurare cuprinse în acest normativ sunt în concordanţă cu legislaţia europeană aplicabilă, coroborată cu legislaţia naţională în domeniu.

(3) Normativul are în vedere conformarea cu Directiva 91/271/CEE privind epurarea apelor uzate urbane, transpusă în legislaţia naţională prin Hotărârea Guvernului nr.188/2002 privind condiţiile de descărcare a apelor uzate în mediul acvatic, cu modificările şi completările ulterioare.

Hotărârea Guvernului nr. 188/2002 aprobă normele tehnice de protecţia apelor, şi anume:

- NTPA 001 – Norme tehnice privind stabilirea limitelor de încărcare cu poluanţi a apelor uzate urbane la evacuarea în receptori naturali;
- NTPA 002 – Norme tehnice privind condiţiile de evacuare a apelor uzate în reţelele de canalizare ale localitatilor;
- NTPA 011 – Norme tehnice privind colectarea, epurarea şi evacuarea apelor uzate urbane.

Urmare a procesului de negociere pentru aderarea la Uniunea Europeană şi a obligaţiilor asumate de România prin Tratatul de Aderare, Hotărârea Guvernului nr.188/2002 pentru aprobarea unor norme privind condiţiile de descărcare în mediul acvatic a apelor uzate, a fost completată şi modificată ulterior. În cadrul acesteia au fost incluse cerinţele privind conformarea cu termenele de tranziţie negociate pentru sistemele de colectare şi staţiile de epurare, precum şi statutulde zonă sensibilă pentru România.

(4) Prezentul normativ a luat în consideraţie tehnologiile de epurare de referinţă a apelor uzate, utilizate în ţările Uniunii Europene, precum şi metodologiile de dimensionare aplicate frecvent în aceste ţări.

2. Definiţii. Tipuri de procedee de epurare

2.1 Epurarea mecanică

(1) Asigură eliminarea din apele uzate a:
a) substanţelor grosiere, în suspensie sau plutitoare (grătare rare şi dese);
b) grăsimi în stare liberă, substanţe petroliere (separatoare grăsimi);
c) particulelor minerale discrete: nisipuri d > 0,2 mm (deznisipatoare);
d) particule minerale şi organice în suspensie (decantoare primare);

(2) Epurarea mecanică (primară) este obligatorie în toate schemele staţiilor de epurare independent de mărimea debitului şi configuraţia tehnologică a proceselor şi treptelor de epurare considerate.

2.2 Epurarea biologică convenţională (secundară)

(1) Asigură eliminarea din apele uzate a materiilor în suspensie, substanţelor organice coloidale şi dizolvate (biodegradabile) având ca principal constituent carbonul.

(2) Este puţin eficientă în eliminarea: azotului, fosforului, metalelor grele, detergenţilor, germenilor şi paraziţilor şi a substanţelor ”refractare”.

2.3 Epurarea avansată

(1) Asigură reţinerea din apele uzate a substanţelor: azot, fosfor, detergenţi, anumite metale grele şi unele substanţe refractare.

(2) Epurarea avansată poate fi realizată prin procese încorporate în epurarea biologică destinate eliminării compuşilor carbonului şi/sau poate fi realizată în procese independente după treapta de epurare biologică convenţională.

2.4 Epurarea terţiară

(1) Asigură reţinerea din apele uzate a substanţelor refractare din apele uzate (altele decât cele reţinute în epurarea biologică convenţională şi/sau avansată).

(2) Epurarea terţiară se adoptă pe baza încărcărilor efluentului treptei biologice şi a unor cerinţe speciale pentru efluentul staţiei de epurare (ex: limitare încărcare bacteriologică, reutilizare apă epurată).

3 Studii privind calitatea apelor uzate

3.1 Calitatea apelor uzate influente în staţia de epurare

(1) Caracteristicile calitative ale influentului (apele uzate brute care sunt admise în staţia de epurare) se stabilesc astfel:

a) pe baza studiilor hidrochimice efectuate înainte de proiectarea staţiilor noi;
b) prin analiza bazei de date (rezultatele rapoartelor de monitorizare) pentru staţiile de epurare existente care necesită extindere sau retehnologizare;
c) prin asimilarea valorilor indicatorilor de calitate înregistraţi la alte staţii de epurare care deservesc localităţi cu sistem de canalizare, dotări edilitare, activităţi sociale şi industriale similare şi un număr apropiat de locuitori;
d) prin calculul principalilor indicatori de calitate pe baza încărcărilor specifice de poluant (g/loc.echivalent,zi), pentru localităţi unde reţeaua de canalizare se execută simultan cu staţia de epurare.

(2) Principalii indicatori de calitate sunt clasificaţi în 4 categorii: fizice, chimice, bacteriologice şi biologice.

3.1.1 Caracteristici fizice

(1) Caracteristicile fizice ale apelor uzate sunt: turbiditatea, culoarea, mirosul şi temperatura.

(2 *)Turbiditatea* apelor uzate indică în mod grosier conţinutul de materii în suspensie. Turbiditatea se exprimă în grade NTU. Turbiditatea nu este o analiză utilizată curent.

(3) *Culoarea* apelor uzate proaspete este gri deschis, apele uzate în care substanţele organice au intrat în fermentaţie au culoarea gri închis. Apele uzate care au culori diferite de cele de mai sus indică pătrunderea în reţea a unor cantităţi de ape uzate industriale, care pot da culori diferite apei, în funcţie de natura şi provenienţa impurificatorilor.

(4) *Mirosul* apelor uzate proaspete este un miros specific insesizabil. Mirosul de ouă clocite (H_2S) sau alte mirosuri indică faptul că materia organică din apa uzată a intrat în descompunere sau existenţa unor substanţe chimice din ape uzate industriale.

(5) *Temperatura* este caracteristica fizică cea mai importantă deoarece influenţează cele mai multe reacţii chimice şi biologice care se produc în apele uzate. Temperatura apelor uzate este de obicei mai ridicată decât a apelor de alimentare, cu 2 – 3^oC (corelat cu anotimpurile).

3.1.2 Caracteristici chimice

(1) Apele uzate comunitare prezintă caracteristici diferite funcţie de locaţie ca : număr de locuitori, zonă de amplasare, dotarea cu utilaje electrocasnice, obiceiuri; acestea se determină pentru fiecare locaţie prin analize de detaliu.

Principalele caracteristici chimice ale apelor uzate sunt :

(2) *Materiile în suspensie*. Materiile solide totale cu cele două componente ale acestora: materiile în suspensie şi materiile solide dizolvate servesc la stabilirea eficienţei proceselor de epurare în diferite etape. Materiile în suspensie, pot fi separabile prin decantare (> 100 μ). Materiile solide dizolvate, coloidale minerale şi organice sunt eliminate în instalaţiile de epurare biologică.

(3) *Oxigenul dizolvat*. Apele uzate conţin oxigen dizolvat în cantităţi reduse. Când sunt proaspete sau după epurarea biologică pot conţine 1 – 2 mg/dm^3.

(4) *Consumul biochimic de oxigen* (CBO). Consumul biochimic de oxigen al unei ape este cantitatea de oxigen consumată pentru descompunerea biochimică în condiţii aerobe a materiilor organice biodegradabile la temperatura şi timpul standard. Timpul standard se consideră 5 zile, iar temperatura standard 20^oC; notaţia curentă este CBO_5.

(5) *Consumul chimic de oxigen* (CCO) sau oxidabilitatea apei, reprezintă cantitatea de oxigen, în mg/dm^3, necesară pentru oxidarea tuturor substanţelor organice oxidabile.

(6) *Carbonul organic total* (COT) pune în evidenţă cantitatea de materii organice din apele uzate prin conversia lor în dioxid de carbon.

(7) *Stabilitatea relativă* a apelor uzate se determină prin marcarea timpului (în zile) pentru ca oxigenul conţinut într-o probă de apă să fie consumat la temperatura de 20 °C.

3.1.3 Caracteristici biologice şi bacteriologice

(1) În apele uzate se întâlnesc diferite organisme miscroscopice (virusuri, bacterii, ciuperci, protozoare, larve de insecte, viermi). Absenţa microorganismelor din apa uzată indica prezenţa unor substanţe toxice.

(2) Stabilirea caracteristicilor bacteriologice ale apei are ca scop determinarea genului, numărului şi condiţiilor de dezvoltare a bacteriilor în influentul şi efluentul staţiei de epurare şi în emisar. În apele uzate se deosebesc următoarele categorii de bacterii:

a) banale – nu sunt dăunătoare organismelor vii decât prin enzimele produse;

b) coliforme – în număr mare indică o contaminare cu reziduuri animale (Clostidium perfrigens);
c) saprofite – prezente în apele bogate în substanţe organice;
d) patogene – dăunătoare organismului uman (produc febra tifoidă, holeră, dezinterie).

3.2 Metode de determinare

Metodele de determinare a principalelor caracteristici de calitate ale apelor uzate sunt prezentate în tabelul 3.1.

Tabelul 3.1. Metode de determinare a parametrilor de calitate ai apelor uzate.

Nr. crt.	Parametru–indicator	U.M.	standarde	Denumire
1	Consum biochimic de oxigen (CBO_n)	**mg O_2/l**	SR EN 1899-2 :2003	Determinarea consumului biochimic de oxigen după n zile (CBO_n). Partea 2: Metoda pentru probe nediluate.
2	Consum chimic de oxigen (CCO-Cr)	**mg O_2/l**	SR ISO 6060:1996	Calitatea apei. Determinarea consumului chimic de oxigen.
3	Materii totale în suspensie (MTS)	**mg/l**	SR EN 872: 2005	Calitatea apei. Determinarea conţinutului de materii în suspensie. Metoda prin filtrare pe filtre din fibră de sticlă.
4	Azotul Kjeldahl (TNK)	**mg/l**	SR EN 25663 :2000	Calitatea apei. Determinarea conţinutului de azot Kjeldahl. Metoda după mineralizare cu seleniu.
5	Fosforul total	**mg/l**	SR EN ISO 6878 :2005	Calitatea apei. Determinarea conţinutului de fosfor. Metoda spectrometrică cu molibdat de amoniu.
6	Indicator pH	**unităţi pH**	SR ISO 10523:2009	Calitatea apei. Determinarea pH-ului.

3.3 Conţinutul studiilor hidrochimice

(1) Studiile hidrochimice trebuie să precizeze:

a) caracteristicile fizico – chimice, biologice şi bacteriologice ale efluenţilor industriali pre – epuraţi descărcaţi în reţeaua urbană de canalizare;
b) caracteristicile fizico – chimice, biologice şi bacteriologice ale apelor uzate influente în staţia de epurare în conformitate cu indicatorii ceruţi în tabelul nr.1 din NTPA 002;
c) natura şi biodegradabilitatea substanţelor organice conţinute în apele uzate brute;
d) schema tehnologică recomandată pentru epurarea apelor uzate şi tratarea nămolurilor;

(2) Se vor determina principalii parametrii de calitate pentru apa uzată (MTS, CBO_5, CCO-Cr, pH, Nt, Pt) şi variaţia acestora pe o perioadă de minim 1 an prin recoltări de probe şi analize şi minim 3 ani prin estimări.

(3) Limitele maxime admisibile stabilite prin normative pentru parametrii de calitate corespund Directivei Consiliului Comunităţii Europene 91/271/EEC, modificată şi completată prin Directiva 98/15/CEE (NTPA 001, NTPA 002, NTPA 011).

(4) Actele normative care reglementează condiţiile de descărcare în mediu natural al apelor uzate sunt prezentate în tabelul 3.2.

Tabelul 3.2. Actele normative care reglementează condiţiile de descărcare în mediul natural a apelor uzate.

Hotărârea **G**uvernului nr.**188/2002**	.1	Hotărâre pentru aprobarea unor norme privind condiţiile de descărcare în mediul acvatic a apelor uzate, cu modificările şi completările ulterioare
NTPA 002-2002	.2	Normativ privind condiţiile de evacuare a apelor uzate în reţelele de canalizare ale localităţilor.
NTPA 001-2002		Normativ privind stabilirea limitelor de încărcare cu poluanţi a apelor uzate industriale şi orăşeneşti la evacuarea în receptori naturali.
NTPA 011-2002		Norme tehnice privind colectarea, epurarea şi evacuarea apelor uzate orăşeneşti
Ordonanţa de **U**rgenţă nr. **152/2005**		Ordonanţa de urgenţă privind prevenirea şi controlul integrat al poluării, cu modificările şi completările ulterioare

3.4 Indicatori de calitate pentru efluentul staţiei de epurare

(1) Valorile maxim admisibile ale indicatorilor de calitate ale efluentului epurat pentru CBO_5, CCO-Cr, MS, Nt şi Pt sunt reglementaţi în ţara noastră prin normativele tehnice pentru protecţia apelor NTPA 001, NTPA 011 şi NTPA 002.

(2) La nivelul Uniunii Europene, valorile respective sunt prezentate în Directiva Consiliului Uniunii Europene nr. 91/271/EEC privind epurarea apelor uzate orăşeneşti.

(3) Valorile maxim admisibile sunt indicate atât pentru condiţiile de mediu normale cât şi pentru condiţiile de mediu speciale care sunt denumite „zonele sensibile”.

Zonele sensibile sunt reprezentate de apele (receptorii naturali) care intră în una din următoarele categorii:

a) lacuri, alte ape de suprafaţă, estuare, ape de coastă care sunt eutrofizate sau prezintă pericolul de a deveni eutrofice în viitorul apropiat, dacă nu se iau măsuri preventive de protecţie;
b) ape de suprafaţă folosite drept sursă de apă potabilă, ce ating valori ale concentraţiilor de azotaţi ridicate ;

Tabelul 3.3. Limitele indicatorilor de calitate pentru efluentul staţiilor de epurare.

Indicatorul de calitate	Norma sau normativul în care este indicat	Concentraţie maxim admisibilă (mg /l)	Procent minim de reducere (%)	Valorile conform Directivei nr. 91/271/EEC	
				Concentraţii (mg/l)	Procent de reducere %
0	1	2	3	4	5
Consum biochimic de oxigen (CBO_5 la 20^0C), 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 NT = TKN + $N\text{-}NO_2$ +$N\text{-}NO_3$	NTPA 011 NTPA 001	10[e],(15)[e]	70–80	10[d] (15)[e]	70–80
Azot amoniacal NH_4^+	NTPA 001	2[e] (3)[e]	ns	ns	ns
Azotaţi NO_3^-	NTPA 001	25[e] (37)[e]	ns	ns	ns
Azotiţi NO_2^-	NTPA 001	1[e] (2)[e]	ns	ns	ns
Fosfor total (PT)	NTPA 011 NTPA 001	1[e] (2)[e]	70–80	1[e] (2)[e]	80

NOTA :

a) Procentul de reducere de 40 % faţă 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 NTPA 011);
b) Pentru localităţi peste 10.000 L.E. şi în condiţiile indicate la punctul a) de mai sus;
c) Pentru localităţi cu 2000 –10.000 LE şi în condiţiile indicate la punctul a), de mai sus;
d) Pentru localităţi – peste 100.000 L.E.;
e) ns = nespecificat pentru localităţi cu 10.000 –100.000 L.E.;

(4) Cerinţele impuse de normativele şi normele tehnice NTPA 001, NTPA 011 şi NTPA 002, pot fi modificate prin ordin emis de autoritatea publică centrală cu atribuţii în domeniul gospodăririi apelor şi protecţiei mediului, funcţie de condiţiile specifice zonei în care sunt evacuate apele epurate.

(5) Respectarea prevederilor normativelor şi normelor tehnice indicate în tabelul 1.1 nu exclude obligaţia obţinerii avizelor şi autorizaţiilor legale din domeniul apelor şi protecţiei mediului.

4 Debitele şi încărcările cu poluanţi pentru staţia de epurare

4.1 Debite de calcul. Definiţii

(1) În calculele de dimensionare a construcţiilor şi instalaţiilor din complexul staţiilor de epurare intervin următoarele debite caracteristice.

a) Debitul apelor uzate mediu zilnic:

$$Q_{uz,med,zi} = \alpha \cdot \sum N_i \cdot q_i \cdot 10^{-3} \ (\mathrm{m^3 / zi}) \qquad (4.1)$$

unde:

α – coeficient de reducere sau de creştere a debitului; reducerea este dată de apele utilizate pentru stropit, spălat; creşterea este dată de activităţile economice care utilizează şi alte surse de apă; valorile curente pot fi cuprinse între 0,9 – 1,25;

N_i– nr. de utilizatori pe categorii de consum;

q_i – necesarul specific de apă potabilă (l/om,zi), conform SR 1343–1:2006;

10^{-3} – coeficient de transformar

b) Debitul apelor uzate maxim zilnic:

$$Q_{uz,max,zi} = k_{zi,i} \cdot Q_{uz,med,zi} \quad (\mathrm{m^3/zi}) \qquad (4.2)$$

unde:

$Q_{uz,med,zi}$– definit de (4.1);

$k_{zi,i}$ – coeficient de variaţie a consumului zilnic de apă conform valorilor din SR 1343 – 1:2006;

c) Debitul apelor uzate orar maxim:

$$Q_{uz,max,or} = \alpha \cdot \sum N_i \cdot q_i \cdot k_{zi,i} \cdot k_{or,i} \cdot 10^{-3} \cdot 24^{-1} (\mathrm{m^3/h}) \qquad (4.3)$$

unde:

α, N_i ,q_i, $k_{zi,i}$ – definiţi anterior;

$k_{or,i}$ – coeficient de variaţie orară a consumului de apă conform valorilor din SR 1343 – 1:2006;

10^{-3},24^{-1} – coeficienţi de transformare;

d) Debitul apelor uzate orar minim:

$$Q_{uz,min,or} = p \cdot Q_{uz,max,zi} \cdot 24^{-1} (\mathrm{m^3/h}) \qquad (4.4)$$

unde:

$Q_{uz,max,zi}$– definit de relaţia (4.2);

24^{-1} – coeficient de transformare;

p – coeficient definit conform SR 1846 – 1:2006;

e) Debitul de recirculare a nămolului activat (recirculare externă):

$$Q_{nr} = Q_{re} = r_e \cdot Q_{uz,max,zi} \quad (4.5)$$

f) Debitul de recirculare internă, pentru alimentarea zonei anoxice (de denitrificare), din amontele zonei aerobe (de nitrificare):

$$Q_{ri} = r_i \cdot Q_{uz,max,zi} \quad (4.6)$$

(2) Debitul conform (4.3) reprezintă o valoare de dimensionare hidraulică a reţelei de canalizare şi nu va fi utilizat în calculul de bilanţ de volume zilnice, lunare sau anuale de ape uzate.

(3)Suma $\sum N_i \cdot q_i \cdot k_{zi,i} \cdot k_{or,i}$ din expresia (4.3) se referă la:

a) ape uzate menajere (nr. locuitori);
b) ape uzate publice (şcoli, spitale, servicii publice ş.a);
c) ape uzate de tip menajer provenite de la unităţi industriale;

(4) Debitele de calcul se determină independent pentru fiecare amplasament pe baza:

a) numărului de locuitori fizici existenţi şi în perspectiva de 25 – 30 ani;
b) numărul de persoane: din sistemul public: şcoli, spitale, funcţionari publici, alte utilităţi;
c) numărul de agenţi economici şi capacităţile acestora în producerea apelor uzate;
d) clima, amplasament geografic, obiceiurile locuitorilor;

(5) La calculul debitelor influente în staţia de epurare se vor lua în consideraţie şi debitele de ape parazite determinate conform § 4.2.4 din SR 1846 –1:2006.

Notă: În stabilirea debitelor de ape uzate influente în staţia de epurare se consideră principiul: ”debitele de ape uzate sunt identice debitelor necesarului de apă” din sistemul centralizat de alimentare cu apă (conform SR 1343 – 1:2006).

4.2 Debite de calcul şi verificare

Debitele de calcul şi verificare ale obiectelor tehnologice din staţia de epurare sunt prezentate în tabelul 4.1.

Tabelul 4.1. Debitele de calcul şi de verificare ale obiectelor tehnologice din staţia de epurare.

Nr. crt.	Obiectul sau elementul de legătură între obiecte	Procedeul de canalizare				Epurare
		Separativ (divizor)		Mixt (unitar)		
		Debit de dimensionare (Qc)	Debit de verificare (Qv)	Debit de dimensionare (Qc)	Debit de verificare (Qv)	
0	1	2	3	4	5	6
1	Deversorul din amontele staţiei de epurare	–	–	$Q_T - n \cdot Q_{uz,max,or}$	–	Mecanică
2	Canalul de legătură dintre deversor şi bazinul de retenţie şi de la acesta la emisar, sau dintre deversor şi emisar	$Q_{uz,max,or}$	–	$Q_T - n \cdot Q_{uz,max,or}$	–	
3	Canalul de acces la camera grătarelor	$Q_{uz,max,or}$	$Q_{uz,min,or}$	$n \cdot Q_{uz,max,or}$	$Q_{uz,min,or}$	
4	Grătare	$Q_{uz,max,or}$	$Q_{uz,min,or}$	$n \cdot Q_{uz,max,or}$	$Q_{uz,min,or}$	
5	Deznisipator – separator de grăsimi	$Q_{uz,max,or}$	$Q_{uz,min,or}$	$n \cdot Q_{uz,max,or}$	$Q_{uz,min,or}$	
6	Decantoare primare	$Q_{uz,max,or}$	$Q_{uz,min,or}$	$n \cdot Q_{uz,max,or}$	$Q_{uz,min,or}$	

7	Bazinul de retenţie al apelor meteorice	–	–	$Q_T - n \cdot Q_{uz,max,or}$	Q_T	
8	Deversor ape epurate mecanic	$Q_{uz,max,or} - Q_{uz,max,zi}$	–	$n \cdot Q_{uz,max,or} - Q_{uz,max,zi}$	$n \cdot Q_{uz,max,or}$	**Biologică**
9	Câmpuri de irigare şi de infiltrare, filtre de nisip şi iazuri (lagune) de stabilizare	$Q_{uz,max,zi}$	$Q_{uz,max,or}$	$Q_{uz,max,zi}$	$Q_{uz,max,or}$	
10	Deversorul din amontele treptei de epurare biologică şi canalul dintre acest deversor şi emisar	–	–	–	$n \cdot Q_{uz,max,or}$	
11	Filtre biologice percolatoare (clasice)	$Q_{uz,max,zi}$	$Q_{uz,max,or} + Q_{AR,max}$	$Q_{uz,max,zi}$	$Q_{uz,max,or} + Q_{AR,max}$	
12	Filtre biologice cu discuri sau alţi contactori biologici rotativi.	$Q_{uz,max,zi}$	$Q_{uz,max,or}$	$Q_{uz,max,zi}$	$Q_{uz,max,or}$	
13	Staţie de pompare şi conductă pentru apă epurată de recirculare din decantoarele secundare în amontele filtrelor biologice clasice.	$Q_{AR,max}$	$Q_{AR,min}$	$Q_{AR,max}$	$Q_{AR,min}$	
14	Canalele (sau conductele) dintre filtrele biologice şi decantoarele secundare, inclusiv camera de distribuţie a apei filtrate la decantoarele secundare.	$Q_{uz,max,or} + Q_{AR,max}$	$Q_{uz,min,or} + Q_{AR,min}$	$Q_{uz,max,or} + Q_{AR,max}$	$Q_{uz,min,or} + Q_{AR,min}$	

15	Bazine cu nămol activat	$Q_{uz,max,zi}$	$Q_{uz,max,or} + Q_{nr,max}$	$Q_{uz,max,zi}$	$Q_{uz,max,or} + Q_{nr,max}$
16	Canalele (sau conductele) dintre bazinele cu nămol activat şi decantoarele secundare, inclusiv camera de distribuţie a apei aerate la decantoarele secundare.	$Q_{uz,max,or} + Q_{nr,max}$	$Q_{uz,min,or} + Q_{nr,min}$	$Q_{uz,max,or} + Q_{nr,max}$	$Q_{uz,min,or} + Q_{nr,min}$
17	Decantoarele secundare după filtrele biologice	$Q_{uz,max,zi}$	$Q_{uz,max,or} + Q_{AR,max}$	$Q_{uz,max,zi}$	$Q_{uz,max,or} + Q_{AR,max}$
18	Decantoarele secundare după bazinele cu nămol activat.	$Q_{uz,max,zi}$	$Q_{uz,max,zi} + Q_{nr,max}$	$Q_{uz,max,zi}$	$Q_{uz,max,or} + Q_{nr,max}$
19	Canalele (sau conductele) de legătură dintre decantoarele secundare şi emisar.	$Q_{uz,max,or}$	$Q_{uz,min,or}$	$Q_{uz,max,or}$	$Q_{uz,min,or}$
20	Staţia de pompare pentru nămolul activat de recirculare.	$Q_{nr,max}$	$Q_{nr,min}$	$Q_{nr,max}$	$Q_{nr,min}$
21	Staţia 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	Staţia de pompare şi conductele pentru nămolul biologic reţinut în decantoarele secundare, în schemele cu filtre biologice de orice tip.	$Q_{nb,max}$	$Q_{nb,min}$	$Q_{nb,max}$	$Q_{nb,min}$

unde:

$Q_{uz,max,zi}$– debitul apelor uzate maxim zilnic, (m^3/zi);

$Q_{uz,max,or}$– debitul apelor uzate maxim orar, (m^3/h);

$Q_{uz,min,or}$– debitul apelor uzate minim orar, (m^3/h);

$Q_{AR,max}$/ $Q_{AR,min}$– debitul de apă epurată pentru recirculare (se determină la dimensionarea filtrelor biologice clasice), (m^3/zi) ;

$Q_{nr,max}$ / $Q_{nr,min}$ – debitul de nămol recirculat, (m^3/zi);

Q_{ne}/ $Q_{ne,min}$ – debitul de nămol în exces, (m^3/zi);

$Q_{nb,max}/Q_{nb,min}$ – debitul de nămol biologic, (m^3/zi);

Q_T – debitul total al amestecului de ape uzate cu apele meteorice, care intră în deversorul din amontele staţiei de epurare, (m^3/zi);

n – coeficientul de majorare a debitului orar maxim al apelor uzate necesar determinării debitului maxim admis pe timp de ploaie în staţia de epurare (conform SR 1846-1:2006), considerat de regulă n = 2; în cazuri speciale, cu justificarea corespunzătoare din partea proiectantului, se poate considera n = 3 …. 4;

4.3 Încărcări cu poluanţi ale apelor uzate influente în staţiile de epurare

4.3.1 Staţii de epurare noi

(1) Se vor adopta următoarele valori pentru încărcarea cu poluanţi dată de un locuitor echivalent (L.E.) pe zi[1]:

a) Consum biochimic de oxigen (CBO_5): 60 g O_2/ L.E.,zi;
b) Consum chimic de oxigen (CCO – Cr): 120 g O_2/L.E.,zi;
c) Materii totale în suspensie (MTS): 70 g /L.E.,zi;
d) Azot total Kjeldahl (NTK): 11 g / L.E.,zi;
e) Fosfor total (P_T): 4 g / L.E.,zi;

(2) Cantităţile de poluanţi influente în staţia de epurare se determină pentru fiecare indicator printr-o relaţie de tip:

$$K_{CBO_5} = 0{,}365 \cdot N_{LE} \cdot i_{CBO_5}(\text{kg/an}) \quad (4.7)$$

unde:

$\mathbf{N_{LE}}$– numărul de locuitori echivalenţi;

$\mathbf{i_{CBO5}}$ – încărcarea specifică pentru CBO_5, definită anterior, (g O_2/L.E.,zi);

(3) Pentru sistemele care preiau ape uzate de la operatorii economici (cu respectarea prevederilor NTPA 001-2002, NTPA 002-2002, NTPA 011-2002) se vor efectua:

a) analize şi determinări experimentale;
b) măsurători ale debitelor apelor uzate descărcate de agenţii economici;

(4) Cantităţile de poluanţi rezultate din produsul concentraţii (g/m^3) şi debite (m^3/zi) se vor adăuga încărcărilor provenite de la populaţie.

4.3.2 Staţii de epurare existente retehnologizate/ extinse

(1) Determinarea încărcărilor se va efectua:

a) prin analize şi determinări ”in situ” la apele uzate influente în staţia de epurare;
b) analiza datelor de exploatare pe minim 3 ani reprezentativi;
c) măsurători privind cantităţile de ape uzate influente în staţia de epurare;

(2) Prin analiza variaţiei concentraţiilor de poluanţi şi a cantităţilor de ape uzate se va estima creşterea valorii încărcărilor specifice cu poluanţi pentru o perioadă de 20 de ani.

(3) Valorile adoptate la proiectarea tehnologică a staţiilor de epurare se vor situa în domeniile următoare:

a) Consum biochimic de oxigen (CBO_5):
   - 50 – 70 g O_2/ L.E.,zi pentru sistemul separativ de canalizare;
   - 50 – 80 g O_2/ L.E.,zi pentru sistemul unitar de canalizare;
b) Consum chimic de oxigen (CCO – Cr):
   - 100 – 120 g O_2/ L.E.,zi;
c) Materii totale în suspensie (MTS):
   - 60 – 80 g / L.E.,zi pentru sistemul separativ de canalizare;
   - 70 – 90 g/ L.E.,zi pentru sistemul unitar de canalizare;

d) Azot total Kjedahl (NTK):
   - 10 – 15 g / L.E.,zi;
e) Fosfor total (P_T):
   - 2 – 6 g / L.E.,zi;

5 Alegerea schemei staţiei de epurare

5.1 Gradul de epurare necesar

(1) Gradul de epurare necesar reprezintă eficienţa, **E**, ce trebuie realizată obligatoriu de către staţia de epurare pentru reţinerea unui anumit poluant.

Se calculează:

$$E = \frac{K_i - K_e}{K_i} \cdot 100\ (\%) \qquad (5.1)$$

unde:

$\mathbf{K_i}$ – cantitatea de substanţă poluantă influentă în SE, (kg S.U./an);

$\mathbf{K_e}$– cantitatea de substanţă poluantă efluentă din SE, (kg S.U./an);

$\mathbf{K_i}$ se stabileşte pe baza volumului mediu anual de ape uzate (m^3/an) şi concentraţia medie a unui anumit poluant (g/m^3) stabilită pe baza studiilor hidrochimice şi conform § 4.4.

(2) Calculul gradului de epurare se va efectua şi pentru situaţiile:
a) încărcări maxime cu poluanţi ale apelor uzate influente în staţia de epurare;
b) debite de ape uzate maxime: $Q_{u,max,zi}$, $Q_{uz,max,or}$;

(3) Proiectantul va adopta soluţiile pentru procesele din ansamblul staţiei de epurare pentru respectarea gradului de epurare în toate situaţiile de debite şi încărcări maxime.

(4) Eficienţele (gradele de epurare) vor trebui să se încadreze în normele impuse de legislaţia în vigoare privind protecţia mediului în toate situaţiile de debite şi încărcări maxime.

(5) Pentru epurarea apelor uzate urbane, gradul de epurare necesar se determină pentru indicatorii: MTS, CBO5, oxigen dizolvat, N, P, substanţe toxice. Cunoscându-se concentraţiile substanţelor poluante la intrarea şi la ieşirea din staţia de epurare, gradul de epurare necesar se determină cu relaţia (5.1). În funcţie de valorile gradului de epurare necesar calculat pentru parametrii menţionaţi se aleg procesele din schema tehnologică de epurare.

(6) Gradul de epurare care trebuie realizat de orice staţie de epurare va lua în consideraţie valorile maxime ale concentraţiilor în poluanţi (CMA) conform NTPA 002-2002 şi valorile impuse efluentului conform NTPA 001-2002. Acestea sunt prezentate în tabelul 5.1.

Tabelul 5.1. Grade de epurare conform valorilor CMA impuse prin NTPA.

Nr. crt.	Indicator – parametru	U.M.	Valori CMA conform NTPA 002- 2002	Valori CMA conform NTPA 001-2002	Grad de epurare (%)
1	MTS	mg/l	350	60	82
				35	90
2	CBO_5	mg O_2/l	300	20	93
				25	91
3	CCO – Cr	mg O_2/l	500	125	75
				70	86
4	$N – NH_4$	mg/l	30	2	93
				3	90
6	P_T	mg/l	5	1	80
				2	60

5.1.1 Treapta de epurare mecanică

(1) Se adoptă în toate situaţiile şi trebuie să realizeze eficienţele următoare:

a) E = 40 ... 60 % – pentru MTS;
b) E = 20 ... 40 % – pentru CBO_5;
c) E = 20 ... 40% – pentru CCO; (5.2)
d) E = 10 ... 15 % – pentru $_{NT}$;
e) E = 5 ... 10 % – pentru P_T;
f) E = 25 ... 75 % – pentru bacterii coliforme totale.

(2) Pentru valori mai mari ale gradului de epurare necesar pentru unul sau mai mulţi poluanţi faţă de valorile din relaţiile (5.2) se impune completarea schemei de epurare cu treapta biologică cu /fără eliminarea pe cale biologică şi/ sau chimică a poluanţilor.

5.1.2 Epurarea mecano – biologică

(1) Gradul de epurare impus se stabileşte în funcţie de calitatea apelor uzate influente în staţia de epurare şi calitatea impusă pentru efluentul SE:

a) E = 91 – 93 % – pentru CBO_5 ;
b) E = 75 – 86 % – pentru CCO;
c) E = 20% – fosforul şi azotul organic;
d) E = 30% – pentru P_T şi N_T;
e) E = 90 % – pentru bacteriile coliforme totale;

(5.3)

(2) Valorile de mai sus sunt considerate limite maxime.

5.1.3 Epurarea mecano – biologică avansată

Gradele de epurare impuse:

a) E = 91 – 93 % – pentru CBO_5;
b) E = 75 – 86 % – pentru CCO;
c) E = 90 – 93 % – pentru azotul amoniacal ($N – NH_4$) funcţie de valorile admisibile din NTPA 001-2002 şi NTPA 002-2002;
d) E = 60 – 80 % – pentru P_T funcţie de valorile admisibile din NTPA 001-2002 şi NTPA 002-2002;
e) E = 90 % – pentru bacteriile coliforme totale.

5.1.4 Epurarea terţiară

(1) Pe baza avizelor şi autorizaţiilor de gospodărire a apelor, în funcţie de caracteristicile resursei de apă, de capacitatea de autoepurare, de bilanţul de poluanţi evacuaţi în aceeaşi resursă şi cerinţele utilizatorilor de apă din aval pentru substanţele refractare sau poluanţi speciali, se vor stabili gradele de epurare necesare adoptării schemei tehnologice pentru epurarea terţiară.

(2) Aceste valori pot fi modificate în condiţiile:
a) efectuării calculelor de bilanţ de masă pentru emisar;
b) necesarul obiectiv de calitate al apei pentru folosinţele din aval;
c) capacitate de autoepurare a sectorului de râu considerat.
(3) Modificările vor fi cerute de proiectant şi aprobate prin avizele şi autorizaţiile de gospodărire a apelor.

5.1.5 Elemente determinante la stabilirea gradului de epurare

a) Valorile maxime pentru poluanţi prevăzute în NTPA 002-2002;
b) Valorile maxime impuse efluenţilor epuraţi conform NTPA 001-2002 (tab.3.3 § 3.4);
c) Depăşirea valorilor maxime pentru unul sau mai mulţi poluanţi va conduce la valori ale gradului de epurare mai mari decât cele date anterior în relaţia (5.2);

d) Se vor respecta cu prioritate valorile concentraţiile maxim admsibile la descărcarea în emisari (conform tab. 1 – NTPA 001-2002);
e) La determinarea gradului de epurare necesar pentru indicatorii de mai sus se va ţine seama de capacitatea de autoepurare a emisarilor, de prevederile Legii Apelor nr.107/1996, cu modificările şi completările ulterioare, Ordonanaţei de Urgenţă a Guvernului nr.152/2005 privind prevenirea şi controlul integrat al poluării, cu modificările şi completările ulterioare, şi de NTPA 001-2002 şi NTPA 011-2002 aprobate prin Hotărârea Guvernului nr.188/2002, cu completările şi modificările ulterioare, şi de Ordinul ministrului mediului şi gospodăririi apelor nr.161/2006 pentru aprobarea Normativului privind clasificarea calităţii apelor de suprafaţă în vederea stabilirii stării ecologice a corpurilor de apă, precum şi de prevederile avizului ori autorizaţiei de gospodărire a apelor emise de autorităţile din domeniu.
d) valorile pot fi modificate prin avizele şi autorizaţiile de gospodărire a apelor de către emitentul acestora pe baza încărcării cu poluanţi existentă în resursa de apă în amonte de punctul de evacuare a apelor uzate şi ţinându-se seama de utilizatorii de apă din aval şi de capacitatea de autoepurare a resursei de apă.

5.2 Gradul de epurare necesar privind oxigenul dizolvat

(1) Autoepurarea cursurilor de apă se bazează pe fenomene biologice în mediul acvatic şi elementul esenţial îl reprezintă bilanţul conţinutului de oxigen.

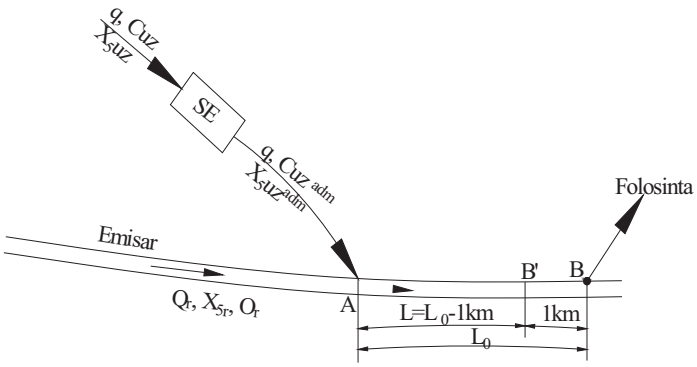
(2) Calculul valorii concentraţiei de oxigen dizolvat din apa râului se face într-o secţiune situată aval de punctul de evacuare al apelor uzate în emisar (O^R_{min}); aceasta trebuie să fie mai mare sau egală cu concentraţia minimă de oxigen dizolvat normată pentru categoria de calitate a emisarului respectiv (O^N_{min}), adică:

$$O^R_{min} > O^N_{min} \tag{5.4}$$

(3) Concentraţia minimă de oxigen dizolvat admisă în apa emisarului, funcţie de categoria de calitate a acestora, conform Normativului privind clasificarea calităţii apelor de suprafaţă în vederea stabilirii stării ecologice a corpurilor de apă, aprobat prin Ordinului nr.161/2006:

a) O^N_{min} = 9 mg O_2/l – emisari de categoria I;
b) O^N_{min} = 7 mg O_2/l – emisari de categoria II;
c) O^N_{min} = 5 mg O_2/l – emisari de categoria III;
d) O^N_{min} = 4 mg O_2/l – emisari de categoria IV;
e) O^N_{min}< 4 mg O_2/l – emisari de categoria V;

(4) În figura 5.1 se prezintă schema pentru determinarea concentraţiei O^R_{min} (mg O_2/l).



q (l/s) – debit influent/ efluent SE;

C_{uz} (mg/l) – concentraţia MTS influent;

$X_{5,uz}$ (mg/l) – concentraţia CBO_5 influent;

C^{adm}_{uz} (mg/l) – concentraţia MTS efluent;

X^{adm}_{5uz} (mg/l)– concentraţia CBO_5 efluent;

Q_r (l/s) – debit mediu lunar asig.95%;

X_{5r} (mg/l)) – concentraţia CBO_5 – râu amonte secţiunea A;

L, L_0 (km) – distanţe măsurate pe talveg.

Figura 5.1. Schemă pentru determinarea O^R_{min} (mg O_2/l).

(5) Calculul se efectuează în etape, determinându-se următorii parametrii:

a) CBO_5 al amestecului de apă uzată epurată cu apa emisarului, imediat aval de secţiunea de evacuare A, cu formula:

$$x_{5,am} = \frac{q \cdot x^{adm}_{5,uz} + Q_r \cdot x_{5r}}{q + Q_r} \ (mg\ CBO_5/l) \qquad (5.5)$$

unde: **q** – debitul efluent;

b) CBO_{20} al amestecului de apă uzată epurată cu apa emisarului, imediat aval de secţiunea de evacuare A, cu formula:

$$x_{am} = 1{,}45 \cdot x_{5,am} (\text{mg } CBO_5/\text{l}) \qquad (5.6)$$

unde: $\mathbf{x_{am}}$ – concentraţia CBO_{20} a amestecului apă râu – apă epurată, aval de secţiunea A;

$\mathbf{x_{5,am}}$ – concentraţia CBO_5 a amestecului apă râu – apă epurată;

c) Deficitul iniţial de oxigen din apa râului, D_a, amonte de secţiunea de evacuare, A, cu formula:

$$D_a = O_s - O_r (\text{mg } O_2/\text{l}) \qquad (5.7)$$

unde: $\mathbf{O_s}$– concentraţia oxigenului dizolvat de saturaţie ale cărei valori pentru temperaturi de la 0°C la 30°C şi la presiunea atmosferică de 760 mmHg, sunt indicate în tabelul 5.2;

$\mathbf{O_r}$ – concentraţia oxigenului dizolvat în apa râului (mg O_2/l);

Tabelul 5.2. Valori ale oxigenului dizolvat de saturaţie în funcţie de temperatura apei.

θ(°C)	Os (mg/l)	θ(°C)	Os (mg/l)	θ (°C)	Os (mg/l)
0	14,64	11	11,08	22	8,83
1	14,23	12	10,83	23	8,68
2	13,84	13	10,60	24	8,53
3	13,48	14	10,37	25	8,38
4	13,13	15	10,15	26	8,22
5	12,80	16	9,95	27	8,07
6	12,48	17	9,74	28	7,92
7	12,17	18	9,54	29	7,77
8	11,87	19	9,35	30	7,63

θ(°C)	Os (mg/l)	θ(°C)	Os (mg/l)	θ (°C)	Os (mg/l)
9	11,59	20	9,17	–	–
10	11,33	21	8,99	–	–

d) Timpul critic, la care se realizează deficitul maxim de oxigen în apa emisarului, se determină cu relaţia:

$$t_{cr} = \frac{lg\left\{\frac{k_2}{k_1}\cdot\left[1-\frac{D_a\cdot(k_2-k_1^r}{k_1^r\cdot x_{am}}\right]\right\}}{k_2-k_1^r}(zile) \qquad (5.8)$$

unde: k^r_1– constanta vitezei de consum a oxigenului pentru apele emisarului, amonte de secţiunea de evacuare (tab.5.3);

k_2 – constanta de reaerare a apelor râului (determinată experimental, cu formule empirice sau orientativ, admiţând valorile din tabelul 5.4);

Tabelul 5.3. Valori k^r_1.

Nr. crt.	Tipul emisarului	k^r_1 (zile^{-1})
1	Emisari cu debite şi adâncimi mari	0,1
2	Emisari cu debite mari şi cu impurificare puternică	0,15
3	Emisari cu debite medii	0,2 – 0,25
4	Emisari cu debite mici	0,3
5	Emisari cu debite mici şi viteze mari	0,6

Tabelul 5.4. Valorile constantei de reaerare k_2.

Nr. crt.	Caracteristicile emisarului	Valoarea k_2 (zile^{-1}) funcţie de temperatura apei					
		5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C
1	Emisari cu viteză foarte mică de curgere sau aproape staţionari	–	–	0,11	0,15	–	–
2	Emisari cu viteză mică de curgere	0,16	0,17	0,18	0,20	0,21	0,24
3	Emisari cu viteză mare de curgere	0,38	0,42	0,46	0,50	0,54	0,58
4	Emisari cu viteză foarte mare de curgere	–	0,68	0,74	0,80	0,86	0,92

e) Deficitul critic (maxim) de oxigen:

$$D_{cr} = \frac{k_1^r\cdot x_{am}}{k_2-k_1^r}\cdot\left(10^{-k_1^r\cdot t_{cr}}-10^{-k_2\cdot t_{cr}}\right)+\ D_a\ \cdot\ 10^{-k_2 t_{cr}}(\text{mg O}_2/\text{l}) \qquad (5.9)$$

f) Oxigenul dizolvat minim din apa râului (fig.5.2):

$$O^R_{min} = O_s - D_{cr}(\text{mg O}_2/\text{l}) \qquad (5.10)$$

g) Verificarea îndeplinirii condiţiei (5.4).

(6) Dacă relaţia (5.4) este îndeplinită, atunci concentraţia materiei organice biodegradabile exprimată în CBO_5 a efluentului epurat ($x^{adm}_{5,uz}$) se consideră corect adoptată; în caz contrar, se recalculează gradul de epurare necesar privind CBO_5, reducându-se valoarea ($x^{adm}_{5,uz}$) până când se va respecta condiţia (5.4).

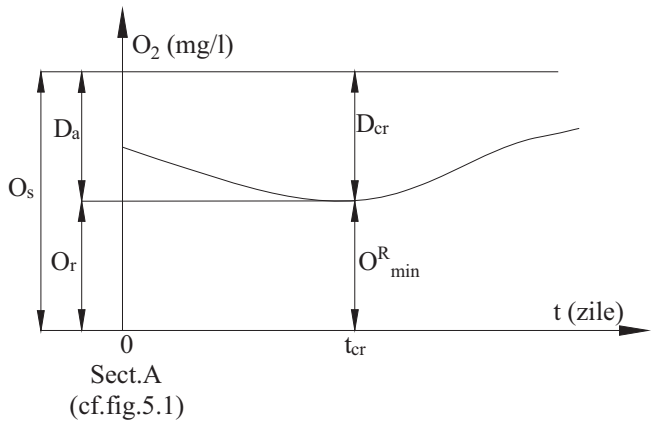


Figura 5.2. Variaţia oxigenului dizolvat în apa râului $O_r(t)$ aval de secţiunea de evacuare a apelor epurate.

(7) Lungimea critică va fi stabilită pe baza vitezei medii de curgere a apei râului, la debitul cu asigurare 95% şi a valorii t_{cr}.

(8) Pentru receptorii (emisarii) cu debite nepermanente (debitul cu asigurare 95% –nul) se vor adopta măsuri pentru dezinfecţia apelor uzate epurate astfel încât acestea să se încadreze în categoria corespunzătoare de apă la emisar.

6 Scheme tehnologice pentru staţii de epurare

6.1 Alegerea schemei staţiei de epurare

(1) Schema tehnologică generală a unei staţii de epurare reprezintă ansamblul obiectelor tehnologice prevăzute pentru îndepărtarea substanţelor poluante din apele uzate – prin procese fizice, chimice, biologice, biochimice şi microbiologice în vederea realizării gradului de epurare necesar, şi se compune din:

a) linia (fluxul) apei care poate cuprinde:
   i. treapta de epurare mecanică;
   ii. treapta de epurare biologică sau de epurare biologică avansată;
   iii. treapta de epurare terţiară;
b) linia (fluxul) de prelucrare a nămolului.

(2) Configuraţia schemei tehnologice a staţiei de epurare se stabileşte pe baza valorilor gradelor de epurare necesare calculate pentru tipurile de poluanţi care se găsesc în apele uzate influente.

(3) Schema tehnologică a staţiei de epurare se întocmeşte având în vedere următoarele:

a) prevederea pe linia apei a unor obiecte tehnologice care să asigure realizarea unor grade de epurare necesare cel puţin egale cu valorile impuse;
b) pentru un anumit obiect tehnologic se va propune tehnologia cea mai performantă tehnic şi economic care se poate adapta cel mai uşor condiţiilor locale de spaţiu, relief, posibilităţi de fundare, de execuţie; pentru SE care deservesc localităţi cu $N \geq 10.000$ L.E. se vor analiza tehnic şi economic minim 2 opţiuni pentru fiecare proces;
c) asigurarea posibilităţilor de extindere a staţiei de epurare atât pe linia apei cât şi pe linia nămolului;
d) utilajele şi echipamentele aferente obiectelor tehnologice vor trebui să fie performante tehnic şi energetic, fiabile, avantajoase din punct de vedere al investiţiei şi cheltuielilor de exploatare;

(4) Amplasarea obiectelor în profilul tehnologic al staţiei de epurare trebuie să asigure curgerea gravitaţională, cu pierderi de sarcină reduse şi la volume construite reduse şi terasamente minime.

(5) Dispoziţia în plan a staţiei de epurare trebuie să conducă la un grad de utilizare maxim a terenului avut la dispoziţie, la un flux tehnologic optim pe linia apei şi a nămolului pentru execuţie şi exploatare. Va fi luată în considerare posibilitatea extinderii viitoare.

(6) Pentru substanţele reţinute, instalaţiile de epurare mecano–biologică trebuie să asigure obţinerea de produse finite, igienice, valorificabile şi uşor de integrat în mediul natural. Treapta de prelucrare a nămolurilor va asigura prelucrarea nămolurilor primare şi biologice, până la un produs igienic, valorificabil şi uşor de integrat în mediul natural.

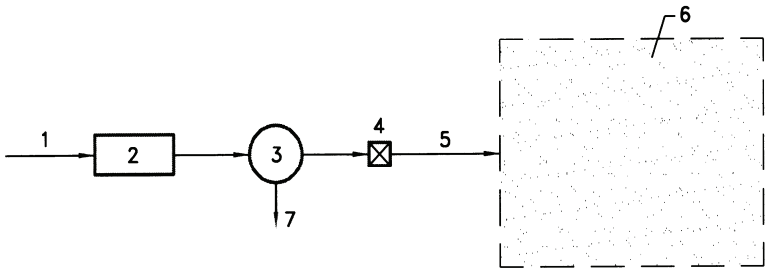
(7) Schema SE va asigura în operare efecte minime asupra mediului înconjurător referitor la emisii de gaze, pulberi, zgomot, poluare sol şi subsol.

(8) Amplasamentul SE va avea zonă de protecţie sanitară.

6.2 Tipuri de scheme de epurare

6.2.1 Epurarea mecano – biologică cu procedee extensive

(1) Schema generală se prezintă în figura 6.1.



1.influent;
2.degrosisare: grătare, deznisipatoare, separatoare de grăsimi;
3.decantor primar;
4. SP apă uzată epurată mecanic;
5. sistem de alimentare;
6.sistem epurare biologică extensivă;
7.evacuare nămol primar;

Figura 6.1. Schema de epurare mecano – biologică cu procedee extensive.

(2) Epurarea biologică (poz. 6 în schema din fig.6.1) poate cuprinde:

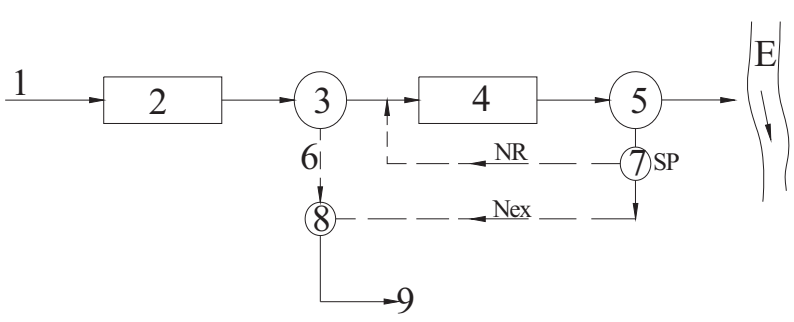
a) câmpuri de irigare – infiltrare; se aplică în condiţii favorabile de terenuri permeabile, în depresiuni cu scurgere asigurată natural, şi ape uzate care nu conţin compuşi refractari; un bazin de acumulare ape uzate epurate mecanic va fi adoptat în funcţie de programul de utilizare al sistemului de irigare, infiltrare;
b) filtre de nisip; incinte excavate umplute cu nisip şi/sau pietriş; sunt prevăzute cu sisteme de distribuţie şi drenuri de colectare;
c) iazuri (lagune) de stabilizare; două sau mai multe iazuri legate în serie sau paralel în care se realizează fenomenul natural de autoepurare;

(3) Epurarea biologică cu procedee extensive se aplică în cazul unor:

a) debite reduse (N < 5.000 L.E);
b) condiţii de amplasament favorabile în apropierea comunităţilor rurale;

6.2.2 Epurarea mecano – biologică artificială (intensivă)

6.2.2.1 Schema generală



1 – Q_{uz} – influent;
2 – Degrosisare (grătare, deznisipatoare – separatoare de grăsimi);
3 – Decantor primar;
4 – Proces biologic artificial;
5 – Decantor secundar;
6 – Nămol primar;
7 – SP nămol;
NR – nămol de recirculare;
Nex – nămol în exces;
8 – Bazin amestec nămol;
9 – Prelucrarea nămolului;
E – emisar;

Figura 6.2.. Schema generală de epurare artificială.

6.2.2.2 Tehnologii aplicate pentru treapta biologică artificială

A. Filtre biologice FB

(1) Aceste tipuri de instalaţii realizează epurarea biologică a apelor uzate pe principiul peliculei de biomasă fixată:

a) impun o SP pentru pomparea apei uzate epurate mecanic;

b) recircularea apelor epurate (după DS) în amonte de filtru;

c) nu se realizează recircularea nămolului biologic;

(2) FB cu discuri sau alţi contactori biologici

Schemă caracteristică debitelor mici şi foarte mici.

Elemente caracteristice:

a) nu se recirculă nămolul biologic sau apa epurată;

b) prin soluţii adecvate SP apă epurată mecanic poate fi eliminată;

B. BNA – bazine cu nămol activat (schemă convenţională)

(1) În BNA au loc procese biochimice de eliminare a materiilor organice pe bază de carbon la eficienţe E_{CBO_5}> 90%;

(2) Elemente caracteristice:

a) recircularea nămolului activ reţinut în decantoarele secundare;

b) prin calcul tehnico–economic se poate admite soluţia eliminării decantoarelor primare: încărcarea în materii organice (CBO_5< 150 mg O_2/l), lipsa particulelor discrete şi MTS redus în influent;

c) BNA poate realiza şi aerare prelungită (extinsă ca durată şi aprovizionare cu oxigen) de 12 – 24 h; se poate realiza în acelaşi bazin stabilizarea aerobă a nămolului.

C. BNA cu nitrificare / denitrificare (epurare avansată)

(1) Realizează în treapta biologică: eliminarea substanţelor organice pe bază de carbon, azot şi fosfor prin creearea condiţiilor de nitrificare/ denitrificare şi eliminare biologică a fosforului.

(2) Schema se caracterizează prin:

a) realizarea de zone anoxice în bazinele de nitrificare;

b) realizarea de zone aerobe (intens aerate) în bazinele de nitrificare;

c) recircularea nămolului activat reţinut în decantoarele secundare în amonte de bazinele de nitrificare – denitrificare (recirculare externă);

d) recircularea amestecului aerat cu un conţinut mare de azotaţi în amonte de bazinul de denitrificare (recirculare internă);

e) trimiterea nămolului în exces în amestec cu nămolul primar sau independent la treapta de prelucrare a nămolurilor din staţia de epurare;

f) pentru debite reduse se poate realiza în BNA procedeul de aerare prelungită pentru stabilizarea aerobă a nămolului;

6.2.2.3 Treapta de epurare terţiară

(1) Treapta de epurare terţiară se va prevedea când se cere eliminarea din apele uzate a poluanţilor neconvenţionali şi speciali. Termenul ”neconvenţional” se aplică tuturor constituenţilor ce pot fi înlăturaţi sau reduşi folosind procesele de epurare avansată înainte ca apa epurată să fie reutilizată. În categoria poluanţilor neconvenţionali se găsesc:

a) compuşi organici volatili;

b) materii organice refractare:

c) materii totale dizolvate;

d) detergenţi;

(2) Termenul „poluant special” este utilizat pentru acele clase de poluanţi care sunt măsuraţi în micro – sau nanograme/ litru. Aceşti poluanţi nu pot fi reduşi în mod eficient, chiar dacă este utilizat un proces de epurare avansată. Îndepărtarea acestora se realizează atât în procesul convenţional de epurare cât şi în cel avansat, însă nivelul de reducere al fiecărui constituent nu este suficient. În categoria poluanţilor speciali se numără:

a) medicamente sau compuşii acestora;

b) detergenţi speciali;

c) antibiotice veterinare şi umane;

d) produse industriale;

e) alte substanţe; compuşi biologici şi bacteriologici;

6.2.2.4 Schema tehnologică de epurare pentru eliminarea fosforului

6.2.2.4.1 Eliminarea fosforului pe cale biologică

(1) Schema SE cuprinde reactoare biologice (de tip epurare avansată) unde se pot realiza condiţiile îndepărtării biologice a fosforului prin expunerea microorganismelor la condiţii alternativ anaerob – aerobe. Aceasta se poate realiza pe linia apei sau a nămolului.

(2) O schemă tehnologică adecvată se prezintă în figura 6.3.

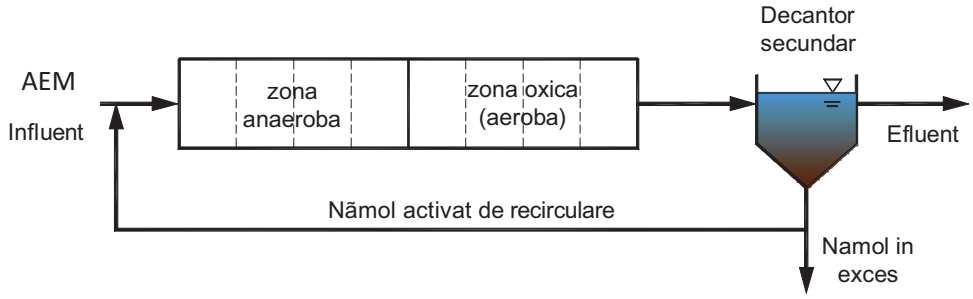


Figura 6.3. Schemă tehnologică de reţinere pe cale biologică a fosforului.

AEM – apă epurată mecanic.

(3) Caracteristicile tehnologiei sunt:

a) sistemul asigură îndepărtarea fosforului concomitent cu oxidarea substanţelor organice pe bază de carbon;
b) combină zone succesive anaerobe – aerobe;
c) nămolul activat se recirculă în zona amonte a bioreactorului;

d) tehnologia poate funcţiona optim la valori ale raportului $CBO_5/P > 10$ pentru influentul treptei biologice;

6.2.2.4.2 Eliminarea fosforului prin precipitare chimică

(1) Se utilizează: sulfat de aluminiu sau clorură ferică;
Injecţia soluţiei de reactiv de precipitare a fosforului se poate face:

a) în amonte de decantorul primar (pre– precipitare);

b) în amonte şi/sau după bioreactor (co– precipitare);

c) în mai multe secţiuni ale procesului (dozare multipunctuală);

(2) Alegerea uneia din metode depinde de:
a) concentraţia de fosfor din influentul staţiei de epurare;
b) tipul de tehnologie adoptat referitor la concentraţia nămolului în bioreactor, decantor secundar şi gradul de recirculare;
c) pH-ul la care se desfăşoară reacţiile chimice (pH > 7);
d) variaţia momentană a parametrilor de calitate apă uzată: MTS, CBO_5, CCO–Cr, NTK.

7 Proiectarea obiectelor tehnologice din treapta de epurare mecanică

7.1 Deversorul amonte de staţia de epurare

(1) Construcţie care se prevede în cazul localităţilor canalizate în procedeele unitar şi mixt şi are rolul de a limita debitul de apă uzată admis în staţia de epurare pe timp de ploaie.

(2) Debitul maxim de apă care ajunge pe timp de ploaie de la reţeaua de canalizare a localităţii la deversor este:

$$Q_T = Q_{uz,max,or} + Q_m \quad (\mathrm{l/s}) \tag{7.1}$$

unde:

Q_T – debitul total pe timp de ploaie al apelor de canalizare care intră în camera deversorului (efluentul localităţii), (l/s) ;

$Q_{uz,max,or}$ – debitul apelor uzate, maxim orar, pe timp uscat, (l/s);

Q_m – debitul de ape meteorice , calculat conform Normativului pentru proiectarea reţelelor de canalizare (cap. 2 § 2.2.1) şi conform prevederilor SR 1846–2:2006, aferent ultimului tronson al colectorului principal (de la ieşirea din localitate, la deversor).

Debitul maxim de ape uzate admis în staţia de epurare pe timp de ploaie este:

$$Q_{SE} = n \cdot Q_{uz,max,or} (\mathrm{l/s}) \tag{7.2}$$

unde:

n = 2 - coeficientul de majorare a debitului admis în staţia de epurare pe timp de ploaie; conform SR 1846–1:2006, acest coeficient poate lua valori mai mari (n = 3…4), în cazuri justificate tehnico-economic pe baza efectelor apelor meteorice asupra emisarului şi folosinţelor de apa din aval (§ 5.2).

7.1.1 Debitul de calcul al deversorului

(1) Debitul la care se dimensionează deversorul este dat de relaţia:

$$Q_d = Q_T - Q_{SE} (\mathrm{l/s}) \tag{7.3}$$

unde:

Q_T – este calculat cu relaţia (7.1), (l/s);

Q_{SE} – este calculat cu relaţia (7.2), (l/s);

Pentru situaţiile curente, când n = 2, relaţia (7.3) devine:

$$Q_d = Q_T - 2 \cdot Q_{uz,max,or} (\mathrm{l/s}) \tag{7.4}$$

(2) În situaţii justificate, deversorul va trebui să permită prin manevra corespunzătoare a unor stavile, devierea integrală a debitului Q_T spre un bazin de retenţie sau spre emisar (cu respectarea prevederilor NTPA 001-2002, cu modificările şi completările ulterioare), în scopul ocolirii staţiei de epurare; în această situaţie debitul de verificare al deversorului şi al canalului de ocolire este:

$$Q_v = Q_T = Q_m + Q_{uz,max,or} (\mathrm{l/s}) \tag{7.5}$$

(3) Înălţimea pragului deversor **p** se consideră egală cu adâncimea apei în canalul de legătură dintre deversor şi camera grătarelor (H_2), determinată pentru debitul $Q_{SE} = 2 \cdot Q_{u\,or\,max}$ şi pentru un grad de umplere $a = \frac{H_2}{H_{c2}}$ de maximum 0,70, în care H_{c2} reprezintă înălţimea totală a canalului dintre deversor şi camera grătarelor.

(4) Lungimea pragului deversor, considerat ca deversor lateral cu funcţionare neînecată, în ipoteza unei lame deversante triunghiulare pe lungimea deversorului, se determină din relaţia:

$$Q_d = k \cdot m \cdot L_d \cdot \varepsilon \cdot \sigma_n \cdot \sqrt{2g} \cdot h_m^{3/2} \ (\mathrm{m^3/s}) \tag{7.6}$$

unde:

Q_d – debitul deversat este calculat cu relaţia (7.3), (m^3/s);

k – coeficient de majorare a lungimii deversorului, pentru a ţine seama de asimetriile şi distorsiunile care apar la deversoarele laterale, k = 1,05 … 1,10;

m – coeficient de debit, m=0,42;

L_d– lungimea pragului deversor asimilat ca deversor lateral, (m);

ε – coeficient de contracţie laterală;

σ_n– coeficient de înecare;

g –acceleraţia gravitaţională , g =9,81m/s^2;

σ_n – coeficientul de înecare se consider σ_n = 1,00 deoarece deversorul trebuie să funcţioneze neînecat. În acest scop, camera şi colectorul de evacuare a debitului deversat Q_d spre bazinul de retenţie sau spre emisar se vor dimensiona 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 contracţie laterală ε are expresia:

$$\varepsilon = 1 - 0{,}1 \cdot n \cdot \zeta \cdot \frac{L_d}{h_m} \tag{7.7}$$

unde:

n – numărul de contracţii laterale ale lamei în dreptul pilelor şi culeilor;

ζ – coeficient de formă al pilei sau culeii, considerat în mod acoperitor 0,7…1,0;

h_m – înălţimea medie a lamei deversante (considerată cu variaţie triunghiulară pe lungimea L_d) se determină cu relaţia:

$$h_m = \frac{H_1 - H_2}{2}(m) \tag{7.8}$$

unde:

H_1 – înălţimea apei în canalul din amontele deversorului, dimensionat “la plin” (gradul de umplere a =$H_1/H_{c1}\approx$ 1,0) pentru debitul $Q_T$dat de relaţia (7.1); în relaţia gradului de umplere, H_{c1} reprezintă înălţimea totală a canalului amonte;

(6) Orientativ, la dimensionarea deversorului se va urmări ca debitul specific deversat să se încadreze în domeniul:

$$q_d = \frac{Q_d}{L'_d} = 0{,}20 \ldots 0{,}80\ (m^3/s, m) \tag{7.9}$$

unde:

Q_d – debitul deversat determinat cu relaţia (7.4), iar L'_d este lungimea deversorului frontal, având expresia:

$$L'_d = \frac{L_d}{k}(m) \tag{7.10}$$

unde:

L_d şi **k** sunt definiţi mai sus;

a) Dacă lungimea deversorului lateral $L_d \leq 10$ m se va prevedea prag deversor cu o singură lamă deversantă (deversare pe o singură parte);
b) Dacă $L_d \geq 10\ m$, se prevede deversor cu două lame deversante (deversare pe două laturi), astfel încât lungimea camerei deversoare va fi:

$$L_{cd} = \frac{L_d}{2}(m) \tag{7.11}$$

7.2 Bazinul de retenţie

(1) Bazinul de retenţie se amplasează, după deversorul din amonte de staţia de epurare pe/sau adiacent canalului care evacuează apele deversate spre emisar.Rolul bazinelor de retenţie este diferit, în funcţie de scopul pentru care sunt utilizate. Bazinele de retenţie pot fi prevăzute pentru:

a) înmagazinarea cantităţii de apă uzată pe o anumită perioadă de timp, când nu este posibilă descărcarea gravitaţională a acestora în emisar, datorită nivelelor ridicate ale apei emisarului;
b) înmagazinarea pe timp de ploaie a cantităţii de apă de canalizare (amestec între apa uzată şi apa de ploaie) ce reprezintă diferenţa dintre debitul deversat Q_d definit de relaţia (7.4) şi debitul amestecului admis a se descărca în emisar fără epurare (Q_{dr});
c) înmagazinarea pe timp de ploaie a amestecului dintre apa uzată şi apa de ploaie materializat prin debitul deversat Q_d , în vederea epurării ulterioare a cantităţii de apă ce reprezintă diferenţa dintre debitele de ape uzate sosite în staţie (Q_{uz}) şi capacitatea maximă de epurare a acesteia pe timp de ploaie ($Q_{SE} = 2Q_{uz,max,or}$);
d) înmagazinarea cantităţilor de ape uzate a căror evacuare în emisar nu se poate face decât prin pompare, în scopul reducerii cheltuielilor de investiţie şi exploatare a staţiei de pompare;
e) înmagazinarea cantităţilor de apă poluate accidental care nu sunt admise în SE;

(2) Bazinele de retenţie de tipul a) şi d) se prevăd în cazul localităţilor canalizate în procedeul divizor.Pentru staţiile de epurare aferente localităţilor mici, canalizate, de regulă, în procedeul separativ, este recomandabilă prevederea unui bazin de uniformizare şi omogenizare a cantităţii şi calităţii apei uzate ce se va trata în treapta biologică.

(3) Bazinele de retenţie de tipul b) şi c) se prevăd în cazul localităţilor canalizate în procedeele unitar sau mixt.Debitul de calcul al bazinelor de retenţie de tipul b. şi c., cazurile cele mai frecvent întâlnite, este dat de relaţia:

$$Q_b = Q_d - Q_{dr}(\mathrm{m^3/s}) \tag{7.12}$$

unde:

Q_b – debitul de calcul al bazinului de retenţie, ($\mathrm{m^3/s}$) ;

Q_d – debitul amestecului de ape uzate cu ape de ploaie, definit de relaţia (7.4);

$\mathbf{Q_{dr}}$ – debitul amestecului de ape uzate cu ape de ploaie ce poate fi evacuat în emisar fără epurare;

(4) Regimul hidraulic al emisarului şi categoria de calitate a acestuia pot impune capacităţi mari pentru înmagazinarea apelor de canalizare care nu pot fi evacuate (în anumite perioade) neepurate şi gravitaţional în emisar; în acest caz, soluţia cu bazin de retenţie se va studia comparativ, tehnic şi economic, cu soluţia mixtă ”bazin de retenţie – staţie de pompare” pentru introducerea apelor reţinute din bazinul de retenţie în fluxul tehnologic al staţiei de epurare.

(5) În cadrul proiectului aferent bazinelor de retenţie se va preciza modul de curăţire, spălare şi evacuare a sedimentelor reţinute în aceste bazine în funcţie de tipul adoptat.

(6) În scopul evitării acumulării sedimentelor pe radierul bazinelor de retenţie se va propune o formă geometrică adecvată şi echiparea cu mixere.

(7) Se impune şi analiza descărcării bazinului de retenţie la debite şi nivele mari pe emisar.

7.3 Grătare rare şi dese

(1) Grătarele sunt obiecte tehnologice care au rolul de a reţine din apele de canalizare suspensiile şi corpurile mari, grosiere.

(2) În funcţie de cota colectorului pentru apele uzate influente în SE:

a) grătarele se vor amplasa în amonte de staţia de pompare în situaţiile când cota radier colector influent nu depăşeşte 3,0 m;
b) pentru adâncimi mari ale colectorului influent (> 4 m) grătarele se vor amplasa în aval de staţia de pompare cu măsuri pentru reţinerea suspensiilor grosiere în chesonul staţiei de pompare şi prevederea de pompe cu tocător;
c) pentru staţii de pompare cu transportoare hidraulice, grătarele se pot amplasa în aval de acestea;

(3) La staţiile de epurare aferente localităţilor sub 5.000 locuitori se prevăd de regulă grătare fine (b = 0,5 … 6 mm, uzual 2 … 3 mm) având curăţare mecanică şi automatizată, fără personal de deservire. Pentru localităţi cu mai mult de 5.000 locuitori, se prevăd ambele tipuri de grătare, grătarele rare (b = 50 … 100 mm) fiind amplasate în amontele grătarelor dese (curăţate manual, b = 30 … 40 mm – de evitat; curăţate mecanic, b = 10 … 20 mm).

(4) Pentru staţiile de epurare medii şi mari grătarele dese se prevăd numai cu curăţare mecanică.

(5) La staţiile mici de epurare, pentru localităţi sub 10.000 locuitori, complet automatizate, se poate prevedea numai grătar fin curăţat mecanic.

7.3.1 Debite de dimensionare şi verificare ale grătarelor

Debitele de calcul şi de verificare ale grătarelor corespund celor din tabelul 4.1 § 4.2:

a) în procedeul de canalizare separativ:
   - $Q_c = Q_{uz,max,or}$;
   - $Q_v = Q_{uz,min,or}$;
b) în procedeul de canalizare unitar şi mixt:
   - $Q_c = nQ_{uz,max,or}$;
   - $Q_v = Q_{uz,min,or}$;

7.3.2 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 amontele grătarului;
b) 1,0 – 1,4 m/s în spaţiul dintre barele grătarului;

(2) Pentru debitul de verificare ($Q_{uz,min,or}$), viteza medie a apei în canalul din amontele grătarului trebuie să fie de minim 0,4 m/s în scopul evitării depunerilor.

(3) Secţiunea transversală a canalului pe care este amplasat grătarul va avea formă dreptunghiulară.

(4) Dispozitivele de curăţare mecanică a reţinerilor de pe grătare vor fi automatizate în funcţie 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 şi prin relee de timp.

(5) Umiditatea reţinerilor după presare se consideră, în medie, de 70 - 80%, iar greutatea specifică de 0,75 – 0,95 tf/m^3.

(6) În calculul cantităţilor de reţineri pe grătare se va ţine seama de valorile medii specifice indicate în tabelul 7.1 şi de faptul că aceste cantităţi sunt variabile. În acest sens, se va considera un coeficient de variaţie zilnică K = 2 … 5.

(7) Volumul zilnic de substanţe reţinute pe grătare cu umiditate w = 80% este:

$$V_r = \frac{a \cdot N_L \cdot K}{1000 \cdot 365} \ (m^3/zi) \qquad (7.13)$$

unde:

a – este cantitatea de reţineri specifică, indicată în tabelul 7.1, (l/om, an);

$\mathbf{N_L}$– numărul de locuitori;

K – 2 … 5 coeficient de variaţie zilnică.

Tabelul 7.1. Cantităţi specifice de substanţe reţinute pe grătare.

Nr. crt.	Distanţa (interspaţiul) dintre barele grătarului (mm)	Cantitatea de reţineri specifică "a" (l/om, an)	
		La curăţare manuală	La curăţare 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 reţineri pe grătare se calculează cu formula:

$$G_r = \gamma_r \cdot V_r \left(\frac{\text{kgf}}{\text{zi}}\right) \quad (7.14)$$

unde:

$\gamma_r = 750 \ldots 950$ $\text{kg f}/\text{m}^3$ – greutatea specifică a reţinerilor cu umiditatea

w = 70 – 80%.

(9) Volumul zilnic de substanţă uscată (umiditate w′ = 0) din reţineri este:

$$V_{ru} = V_r \cdot \frac{100 - w}{100} \ (m^3/zi) \quad (7.15)$$

unde:

w = 80% – este umiditatea reţinerilor.

(10) Cantitatea zilnică de substanţă uscată din reţineri rezultă:

$$G_{ru} = \gamma_r \cdot V_{ru} \left(\frac{\text{kgf}}{\text{zi}}\right) \tag{7.16}$$

unde:

$\gamma_{ru} = 1600 \ldots 2000 \quad \text{kgf}/\text{m}^3$ – greutatea specifică a substanţelor reţinute, în stareuscată.

(11) Numărul minim de grătare active va fi n = 2, fără grătare de rezervă. La staţiile de epurare mici, se poate proiecta un singur grătar, prevăzându-se canal de ocolire.

(12) Camerele grătarelor se vor prevedea cu stăvilare şi batardouri amonte şi aval, în scopul izolării fiecărui grătar în parte în caz de reparaţii, revizii, etc.

(13) Pentru curăţarea grătarelor şi manevrarea stăvilarelor şi batardourilor, sunt necesare pasarele, a căror lăţime variază între 80 … 150 cm.

(14) Pentru prevenirea depunerilor, canalele pe care sunt amplasate grătarele (de obicei de secţiune transversală dreptunghiulară) vor fi construite cu o pantă de minim 1%. În porţiunea amonte a camerei grătarelor, de formă divergentă, se va realiza 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 cu10 …15 cm.

(15) Pierderea de sarcină prin grătar se determină cu relaţia:

$$h_w = \zeta_g \cdot \frac{v^2}{2g} (m) \tag{7.17}$$

unde:

ζ_g – este coeficientul de rezistenţă locală al grătarului, calculat cu formula lui O. Kirschmer:

$$\zeta_g = \beta \cdot \left(\frac{S}{b}\right)^{4/3} \cdot sin\alpha \tag{7.18}$$

unde:

v – viteza medie pe secţiune în canalul din amontele grătarului, m/s;

g – acceleraţia gravitaţională, m/s^2 ;

β – coeficient de formă al barei, cu valoarea 2,42 pentru bare cu secţiunea transversală dreptunghiulară;

s – grosimea barei, mm;

b – distanţa (interspaţiul) dintre barele grătarului, mm;

α= 60°… 70° - unghiul de înclinare al grătarului faţă de orizontală;

(16) Formula (7.15) poate fi aplicată numai dacă este îndeplinită condiţia:

$$R_e = \frac{v_g \cdot b}{\nu} > 10^4 \qquad (7.19)$$

unde:

Re – este numărul Reynolds la mişcarea apei printre barele grătarului;

$\mathbf{v_g}$ – viteza medie a apei printre barele grătarului la debitul de calcul, (cm/s);

$\boldsymbol{\nu}$ – coeficientul cinematic de vâscozitate la temperatura medie anuală a apelor uzate,(cm^2/s), (fig. 7.1).

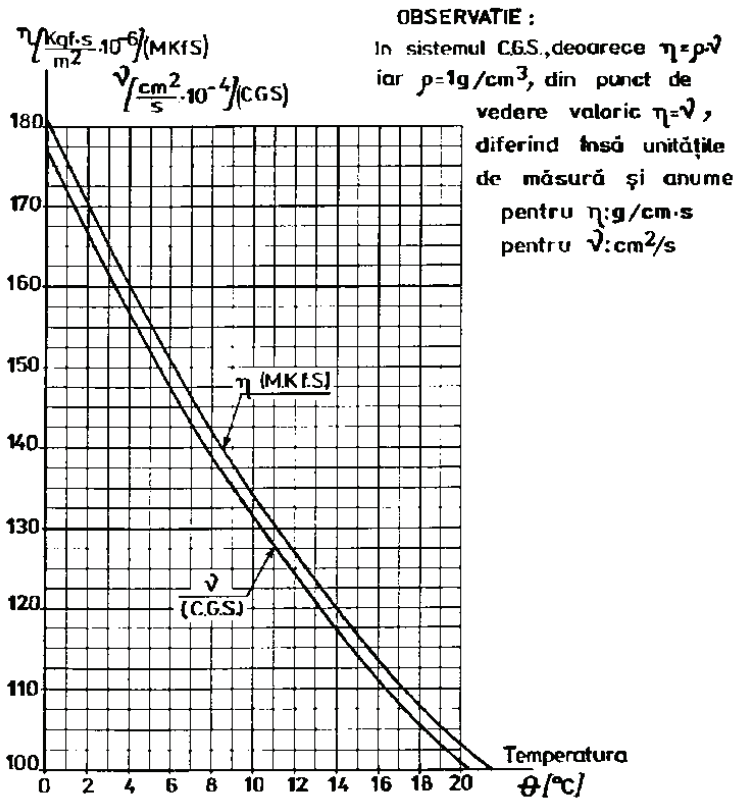


Figura 7.1. Variaţia coeficientului cinematic (ν) şi a coeficientului dinamic de vâscozitate (η) în funcţie de emperatură (θ°C).

(17) Pentru a se ţine seama de înfundarea parţială a grătarului, se majorează de trei ori pierderea de sarcină teoretică determinată cu relaţia (7.17), astfel încât în practică se consideră pierderea de sarcină conform relaţiei (7.20), dar minimum 10 cm; la grătarele cilindrice fine, pierderea de sarcină minimă poate fi considerată $h_r = 7$ cm.

$$h_r = 3 \cdot h_w \ \text{(m)} \tag{7.20}$$

(18) Substanţele reţinute pe grătare :

a) sunt evacuate spre a fi depozitate, fermentate, compostate, incinerate sau, sunt tocate ori fărâmiţate cu ajutorul unor dispozitive speciale în curent (griductoare, comminutoare, dilaceratoare) sau în afara curentului (tocătoare, dezintegratoare) şi reintroduse în apă în aval sau în amonte de grătar;
b) pentru micşorarea volumului de reţineri la grătare, se recomandă ca o dată scoase din apă, reţinerile să fie presate în instalaţii speciale (ca parte a grătarului propriu-zis sau fiind independente de grătar) sau presate şi spălate;umiditatea reţinerilor presate scade până la 55 – 60%; în acest fel cheltuielile de manipulare, transport şi depozitare a reţinerilor de pe grătare vor fi diminuate;
c) pasarelele de acces la dispozitivele de tocare a reţinerilor sau la batardouri şi stăvilare vor fi amplasate cu min. 50 cm deasupra nivelului maxim al apelor din canalul grătarelor. Se va lăsa un spaţiu de minim 70 cm pentru circulaţie în jurul dispozitivelor de curăţare şi tocare;
d) pentru evitarea accidentelor în toate locurile unde există pericol de cădere se vor prevedea parapete de minimum 80 cm înălţime, realizate din ţevi metalice (orizontale) cu diametrul ϕ = 20…25 mm, aşezate la 40 cm distanţă pe verticală şi din stâlpi amplasaţi la max. 1,5m distanţă între ei;

(19) Grătarele se amplasează în construcţii închise. Pentru staţiile de epurare izolate amplasate la ≥ 1 km de zone de locuit se pot amplasa în construcţii deschise.

(20) Realizarea unei eficienţe ridicate în reţinerea materiilor în suspensie şi materiilor grosiere conduce la randamente sporite pentru construcţiile şi instalaţiile de epurare a apei din aval de grătare, precum şi pentru construcţiile de prelucrare a nămolurilor.În acest scop sunt de preferat grătarele sau sitele fixe sau mobile, prevăzute cu şnec înclinat cu funcţionare continuă şi automatizată care efectuează practic patru operaţiuni importante:

a) reţin corpurile grosiere;
b) extrag din apă reţinerile de pe grătar şi le spală de substanţele fine de natură organică;
c) presează reţinerile micşorându-le volumul şi umiditatea;
d) le transportă la suprafaţă, în containere;

7.4 Măsurarea debitelor de apă uzată în staţia de epurare

(1) Măsurarea debitelor în staţiile de epurare este necesară pentru evidenţa cantităţilor de apă ce se tratează la un moment dat sau într-un anumit interval de timp, precum şi pentru a conduce corespunzător procesele tehnologice.

(2) Măsurarea debitului se poate efectua atât global, pentru întreaga staţie , cât şi parţial, 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 uşor pentru degajare în zonele posibile de împotmoliri, depuneri, obturări, etc. La amplasarea şi montarea debitmetrului se va ţine seama de recomandările furnizorului de echipament (aliniamente obligatorii amonte şi aval, funcţionare înecată la debitmetre electromagnetice şi neînecată la cele Khafagi – Venturi).

(4) Calitatea apei al cărui debit urmează a fi măsurat, din cauza conţinutului mare de impurităţi, impune utilizarea numai acelor tipuri de debitmetre care nu au de suferit de pe urma depunerilor în secţiunea de măsurare. Aceste tipuri de debitmetre sunt:

a) canale de măsură cu îngustarea secţiunii de curgere de tip Venturi;
b) deversoare proporţionale sau cu caracteristică liniară;
c) debitmetre electromagnetice sau cu ultrasunete;

(5) Dispozitivele de măsurare alese trebuie să conducă la pierderi de sarcină reduse şi să nu permită erori mai mari de 2 – 3% în indicarea debitelor.

7.4.1 Debite de dimensionare

(1) Dimensionarea canalelor de măsurare se face la debitul maxim ce trebuie măsurat:

a) în procedeul de canalizare separativ:
   $Q_c = Q_{uz,max,or}$;
b) în procedeul de canalizare unitar şi mixt:
   $Q_c = 2Q_{uz,max,or}$.

(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 $\mathbf{h_m}$ ce se pot realiza în canalul respectiv pentru $\mathbf{Q_{max}}$, respectiv $\mathbf{Q_{min}}$.

(3) Necesitatea măsurării continue a debitului, a înregistrării, transmiterii la distanţă şi eventual a contorizării lui, este o problemă care asigură operarea corectă şi modernă a staţiei de epurare.

(4) În schema staţiilor de epurare funcţie de mărimea şi importanţa acestora, amplasarea debitmetrelor se poate face:

a) în aval de deznispatoare;
b) pe canalul (conducta) de evacuare a apelor epurate;
c) în alte secţiuni de pe linia apei, a nămolului sau biogazului unde tehnologia de epurare impune cunoaşterea permanentă a debitelor respective;

7.5 Deznisipatoare

(1) Deznisipatoarele sunt construcţii descoperite care reţin particulele grosiere din apele uzate, în special nisipul, cu diametrul granulelor mai mare decât 0,20…0,25 mm.

(2) Amplasarea deznisipatoarelor se face în mod curent după grătare şi înaintea separatoarelor de grăsimi. În cazul existenţei unei staţii de pompare echipată cu transportoare hidraulice, deznisipatoarele pot fi amplasate şi în avalul acesteia.

(3) Deznisipatoarele se clasifică în:
a) deznisipatoare orizontale longitudinale;
b) deznisipatoare tangenţiale;
c) deznisipatoare cu insuflare de aer;
d) deznisipatoare – separatoare de grăsimi cu insuflare de aer;

(4) Alegerea tipului de deznisipator se face printr-un calcul tehnico – economic, luând în consideraţie mărimea debitului, natura terenului de fundare şi spaţiul disponibil; procedeul de canalizare; se va adopta soluţia având costuri reduse şi care asigură şi performanţele tehnologice cerute.

7.5.1 Debite de dimensionare şi verificare

Debitele de dimensionare şi de verificare ale deznisipatoarelor:

a) în procedeul de canalizare separativ:
   - $Q_c = Q_{uz,max,or}$;
   - $Q_v = Q_{uz,min,or}$;
b) în procedeul de canalizare unitar şi mixt:
   - $Q_c = 2Q_{uz,max,or}$;
   - $Q_v = Q_{uz,min,or}$;

7.5.2 Parametrii de dimensionare

(1) Numărul minim de compartimente este n = 2; se poate adopta un singur compartiment, la staţiile de epurare de capacitate redusă ($Q_{uz,max,zi} < 50$l/s) completat cu un canal de ocolire;

(2) Mărimea hidraulică (**u_0**) a particulelor de nisip şi viteza de sedimentare în curent (**u**), pentru particule de nisip cu $\gamma = 2{,}65\,\mathrm{tf/m^3}$, viteza orizontală $v_o = 0{,}3\,\mathrm{m/s}$ şi diverse diametre ale granulelor (**d**) se consideră ca în tab. 7.2;

u_0 - viteza de sedimentare a unei particule solide într-un fluid aflat în repaos sau în regim de curgere laminar;
u - valoarea vitezei la care particula de nisip sedimentează (chiar în condiţiile unui regim de curgere turbulent);

Tabelul 7.2. Valori ale mărimii hidraulice şi ale vitezei de sedimentare în curent pentru particule de nisip cu

$\gamma = 2{,}65$ tf/m^3

d (mm)	**0,20**	**0,25**	**0,30**	**0,40**
u_o **(mm/s)**	23	32	40	56
u (mm/s)	16	23	30	45

(3) Viteza orizontală medie a apei în deznisipator trebuie să se situeze în domeniul: $v_0 = 0{,}1 \ldots 0{,}30$ m/s; la intrarea şi ieşirea din compartimentele deznisipatoarelor se vor prevedea stavile de închidere în scopul izolării fiecărui compartiment în caz de revizii, avarii sau reparaţii; pentru manevrarea acestora se vor realiza pasarele de acces cu lăţimea de 0,80 … 1,20 m, prevăzute cu balustrade;

(4) Încărcarea superficială, $\mathbf{u_s}$, va trebui să respecte condiţia:

$$u_s = \frac{Q_c}{A_0} \leq u \ \ (mm/s) \tag{7.21}$$

unde:
Ao – suprafaţa orizontală a oglinzii apei la debitul de calcul, (m^2);

7.5.3 Deznisipator orizontal longitudinal cu secţiune transversală parabolică

(1) Parametrii de proiectare pentru deznisipatorul orizontal longitudinal cu secţiune transversală parabolică sunt:

a) Timpul mediu de trecere a apei prin bazin: t = 30 …65 s;
b) Adâncimea apei în deznisipator se recomandă: H = 0,4 … 1,5 m;
c) Lăţimea compartimentelor va respecta dimensiunile recomandate pentru utilajul de evacuare a nisipului (podul curăţitor);
d) Cantitatea specifică de nisip ce trebuie evacuată se va considera:
   – în procedeu separativ:
      - C = 4 …6 m^3 nisip/ 100.000 m^3 apă uzată, zi;
   – în procedeu unitar şi mixt:
      - C = 8 … 12 m^3 nisip/ 100.000 m^3 apă uzată,zi;
e) Rigola longitudinală de colectare a nisipului va avea o secţiune transversală cu dimensiuni de minim 0,40 m lăţime şi 0,25 m adâncime;

(2) Debitul la care se raportează cantităţile specifice de nisip este $Q_{u,zi,max}$.

7.5.4 Deznisipator orizontal tangenţial

(1) Este alcătuit dintr-o cuvă circulară în care accesul apei se face tangenţial printr-o fereastră laterală prevăzută în perete. Mişcarea circulară care se realizează este menţinută şi la debite mici cu

ajutorul unor palete fixate rigid de un tub mobil care este acţionat într-o mişcare de rotaţie de un grup electromotor – reductor de turaţie .

(2) Mişcarea circulară imprimată apei admisă tangenţial, este menţinută la o viteză periferică de 0,30 m/s, aceasta fiind controlată prin accelerarea sau încetinirea rotaţiei 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 şi amplasate simetric

(5)În figura 7.2 este prezentată schiţa unui deznisipator orizontal – tangenţial.

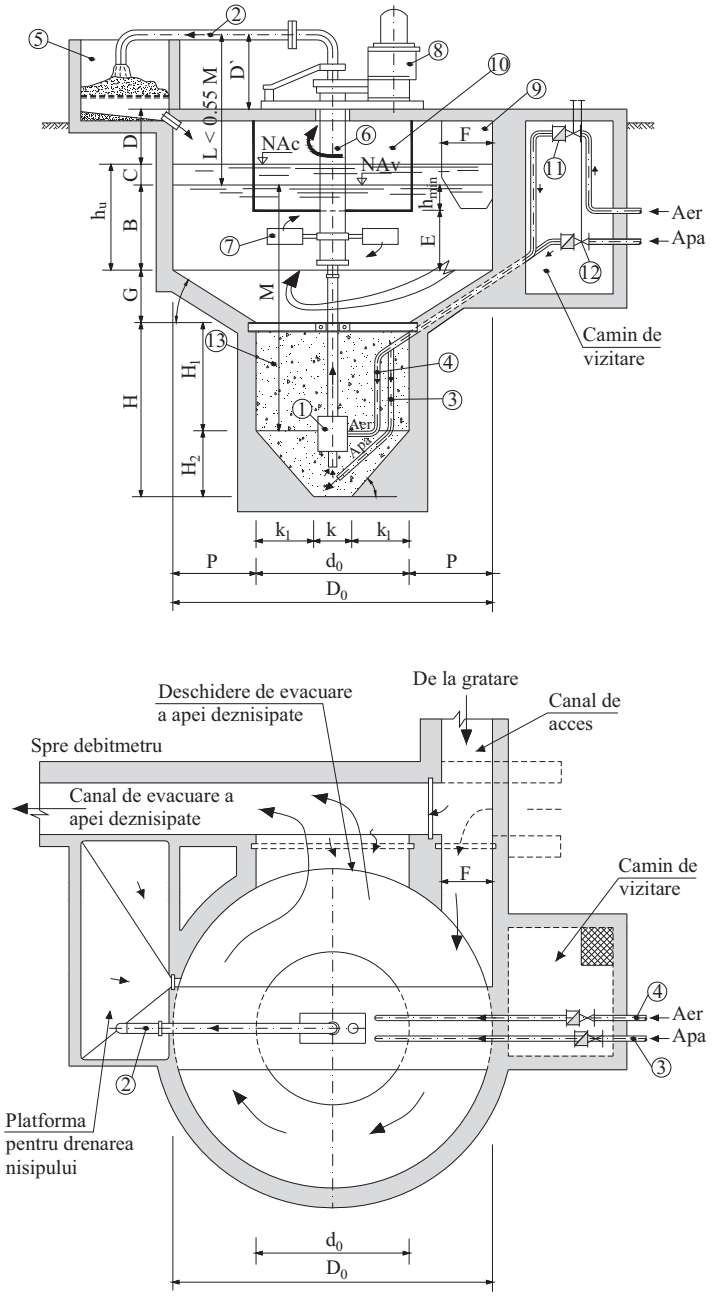


Figura 7.2. Deznisipator orizontal tangenţial.Secţiune transversală şi plan.

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 de reţinere;
12-vană;
13-spaţiu pentru colectarea nisipului.

7.5.5 Deznisipator cu insuflare de aer

(1) Denumit şi 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 secţiunea transversală, în apropierea unuia dintre pereţii bazinului.Mişcarea apei în bazin este de tip elicoidal, nisipul conţinut 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 reţinut într-o rigolă longitudinală al cărui ax este amplasat la 1/3 din lăţimea compartimentului (măsurată de la peretele lângă care se insuflă aerul); insuflarea aerului se face pe toată lungimea bazinului.

(2) Parametrii de proiectare recomandaţi pentru acest tip de deznisipator sunt:

a) Încărcarea superficială; pentru separarea nisipului cu d ≥ 0,25 mm la o eficienţă de peste 85% se va considera :

- pentru debitul de calcul: $u_s = \frac{Q_c}{A_o} \leq 19 \dots 20\ (\mathrm{mm/s})$ (7.22)
- pentru debitul zilnic maxim: $u_s{}' = \frac{Q_{u,zi,max}}{A_o} \leq 9 \dots 9{,}5\ (\mathrm{mm/s})$ (7.23)

În cazul deznisipatoarelor aerate,**$u_s \leq u$,** a unei particule de diametru **d** care sedimentează chiar în condiţiile turbulenţei existente în bazin.

b) Viteza medie orizontală:

$$V_o = \frac{Q_c}{n \cdot B_1 \cdot H} \leq 0{,}1 \dots 0{,}2 \ \ (\mathrm{m/s}) \qquad (7.24)$$

unde:

n – numărul de compartimente;

B_1 – lăţimea unui compartiment;

H – adâncimea utilă, măsurată între nivelul apei şi cota superioară a dispozitivului de insuflare a aerului;

c) Raportul dintre lăţime şi adâncime: $\frac{B_1}{H} = 1{,}2$ (7.25)

d) Suprafaţa secţiunii transversale: $S_1 = B_1 \cdot H < 15\ (\mathrm{m^2})$ (7.26)

e) Raportul dintre lungimea şi lăţimea deznisipatorului: $m = \frac{L}{B_1} = 10 \dots 15$ (7.27)

f) Viteza de curgere a aerului prin conductele sistemului de aerare se va considera 15 ... 20 m/s;

g) Timpul mediu de staţionare a apei în bazin:
   - pentru $Q_c = 2Q_{uz,max,or}$: t = 1 … 3 min.
   - pentru $Q_c = Q_{uz,max,or}$: t = 5 … 10 min.

h) Debitul specific de aer: q_{aer} = 0,5 … 1,5 m^3 aer/h,m^3 volum util;

i) Viteza periferică ”de rulare” a apei, de 0,3 m/s, necesară antrenării nisipului depus spre canalul de colectare, va fi menţinută prin reglarea debitului de aer insuflat funcţie de debitul de apă vehiculat prin bazin, respectându-se relaţia:

$$\frac{Q_{aer}}{Q_c} = 0{,}025 \ldots 0{,}1 \tag{7.28}$$

j) Lăţimea unui compartiment se alege funcţie de deschiderea podului curăţitor;
k) Aerul necesar se va asigura de la o staţie de suflante;

7.5.6 Deznisipator – separator de grăsimi cu insuflare de aer

(1) Aceasta construcţie reuneşte 2 obiecte tehnologice distincte: deznisipatorul şi separatorul de grăsimi. Avantajele rezultate:

a) economie de investiţie şi de spaţiu ocupat;
b) reducerea cheltuielilor de exploatare;
c) reducerea volumelor de lucrări de construcţii;

(2) Deznisipatorul aerat este identic cu cel descris în § 7.5.5, 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:

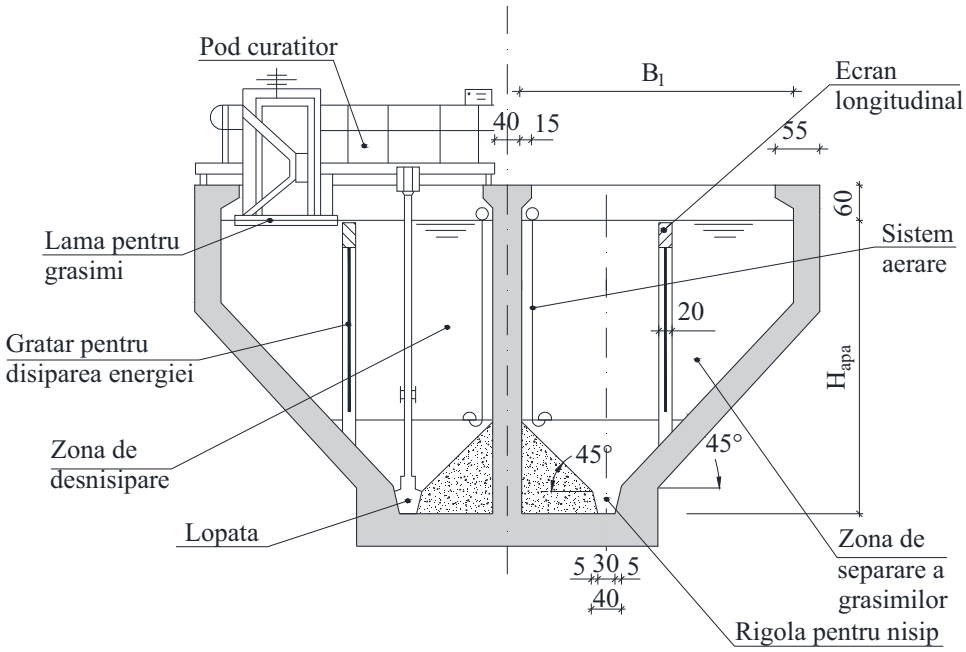
a) Debitele de calcul şi de verificare:
   – în procedeul de canalizare separativ:
     - $Q_c = Q_{uz,max,or}$;
     - $Q_v = Q_{uz,min,or}$;
   – în procedeul de canalizare unitar şi mixt:
     - $Q_c = 2Q_{uz,max,or}$;
     - $Q_v = Q_{uz,min,or}$;
b) Încărcarea superficială recomandată:
   – $u \leq 6 \ldots 7$ mm/s, pentru Q_c;
   – $u_s \leq 6 \ldots 7$ mm/s, pentru Q_v;
c) Timpul mediu de staţionare în bazin:
   – pentru Q_c: t = 2 …5 min.
   – pentru Q_v: t = 10 … 15 min.
d) Debitul specific de aer: q_{aer} = 0,5 … 1,5 m^3 aer/h, m^3 volum util;
e) Raportul debitelor de aer şi de apă:

$$\frac{Q_{aer}}{Q_c} = 0{,}1 \ldots 0{,}22 \tag{7.29}$$

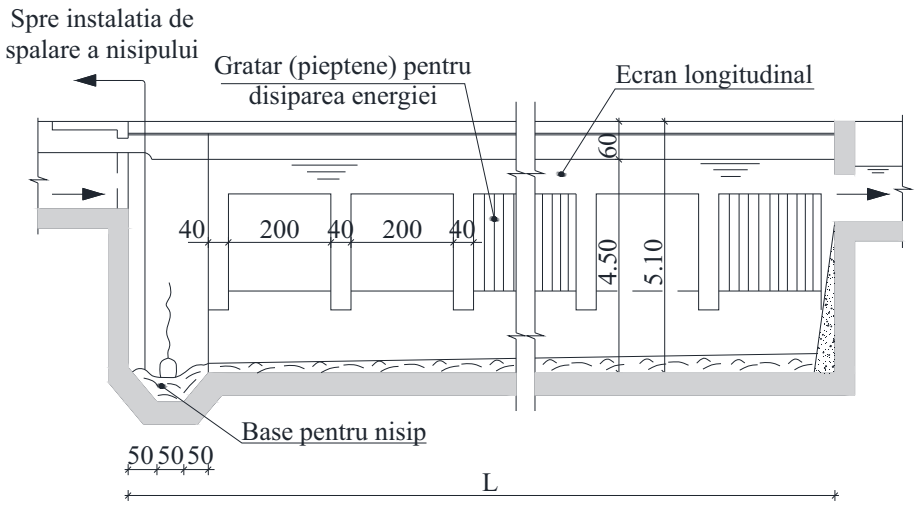
$$\frac{Q_{aer}}{Q_v} = 0{,}2 \ldots 0{,}5 \tag{7.30}$$

(4) Grăsimile separate din apă se colectează într –un compartiment situat în zona aval de unde sunt evacuate gravitaţional sau prin pompare într-un cămin de colectare a grăsimilor, în bazinul de aspiraţie al staţiei de pompare a nămolului sau direct la fermentare, dacă sunt biodegradabile; insuflarea aerului nu se va realiza pe 20% din L in avalul deznisipatorului.

(5) Schema a deznisipatorului – separator de grăsimi cu insuflare de aer este dată în figura 7.3.



Sectiune transversală



Sectiune longitudinală

Figura 7.3. Deznisipator – separator de grăsimi cu insuflare de aer.

7.6 Separatoare de grăsimi

(1) Separatoarele de grăsimi sunt construcţii descoperite care utilizează principiul fizic al flotaţiei naturale/artificiale pentru separarea din apă a grăsimilor, uleiurilor, produselor petroliere şi a altor substanţe nemiscibile şi mai uşoare decât apa.

(2) Aceste tipuri de separatoare reţin 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 $d_p > 50\ \mu m$).

(3) Prevederea separatoarelor de grăsimi în staţiile de epurare a apelor uzate orăşeneşti este obligatorie în următoarele cazuri:

a) când concentraţia grăsimilor din apa uzată exprimată prin substanţele extractibile în eter de petrol, este $\geq 20\ mg/dm^3$ (se vor avea în vedere şocurile de încărcare cu grăsimi, previzibile sau accidentale ale influentului staţiei de epurare);
b) când schema tehnologică a staţiei de epurare cuprinde treaptă biologică artificială sau naturală;

(4) În schema tehnologică a staţiei de epurare, separatorul de grăsimi se amplasează între deznisipatoare şi decantoarele primare; deznisiparea apelor uzate în amonte de separatoarele de grăsimi este obligatorie.

(5) La staţiile de epurare medii ($Q_{uz,max,zi}$= 50 … 250 l/s) şi mari ($Q_{uz,max,zi}$ > 250 l/s) se recomandă utilizarea deznisipatorului – separator de grăsimi cu insuflare de aer.

(6) În staţiile de epurare a apelor uzate orăşeneşti se utilizează frecvent următoarele tipuri de separatoare de grăsimi:
a) deznisipatoare-separatoare de grăsimi cu insuflare de aer (§ 7.5.6);
b) separatoare de grăsimi cu insuflare de aer la joasă presiune (0,5 ÷ 0,7 at.);
c) separatoare de grăsimi cu plăci paralele sau cu tuburi înclinate;

7.6.1 Debite de dimensionare şi verificare

a) Debitul de calcul al separatoarelor de grăsimi este pentru toate procedeele de canalizare: $Q_c = Q_{uz,max,zi}$;
b) Debitul de verificare:
   - în procedeu separativ: $Q_v = Q_{uz,max,or}$;
   - în procedeu unitar şi mixt: $Q_v = 2Q_{uz,max,or}$;

7.6.2 Parametrii de proiectare

(1) Separatoarele de grăsimi trebuie prevăzute cu minimum două compartimente în funcţiune. 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 va ţine seama de prevederile STAS 12264-91.

(2) Parametrii de proiectare recomandaţi pentru separatoarele de grăsimi cu insuflare de aer de joasă presiune sunt:

a) Viteza de ridicare a particulelor de grăsime v_r = 8 … 15 m/h;
b) Încărcarea superficială:

$$u_s = \frac{Q_c}{A_o} = \frac{Q_c}{n \cdot B_1 \cdot L} \leq v_r(\text{mm/s}) \qquad (7.31)$$

unde:

n – numărul de compartimente în funcţiune;

B_1 – lăţimea unui compartiment, B_1 = 2,0 … 4,5 m;

L – lungimea utilă, (m);

Ao – aria suprafeţei orizontale, (m^2);

c) Se recomandă raportul $\frac{L}{B_1} \geq 2{,}5$;
d) Timpul mediu de trecere al apei prin separator:

$$t = \frac{V}{Q_c} = \frac{n \cdot S_1 \cdot L}{Q_c} = \frac{L}{v_L} \geq 5 \ldots 12 \text{ min} \qquad (7.32)$$

unde:

V – volumul util al separatorului de grăsimi, (m^3);
n – numărul de compartimente în funcţiune;
S_1 – aria secţiunii transversale a unui compartiment :

$$S_1 = \frac{B_1 + b}{2} \cdot H(\text{m}^2) \qquad (7.33)$$

H – adâncimea apei în separator, H = 1,2 … 3,0 m;

L – lungimea utilă, (m);

v_L – viteza longitudinală de curgere a apei prin separator (valoarea medie pe secţiune) se calculează cu relaţia:

$$v_L = \frac{Q_c}{n \cdot S_1} = \frac{L}{t}(\text{cm/s}) \qquad (7.34)$$

e) Viteza longitudinală de curgere trebuie să îndeplinească condiţia:

$$v_L \leq 15 \cdot u_s \qquad (7.35)$$

f) Supraînălţarea **h_v** a pereţilor deversori ai jghiaburilor de colectare a grăsimilor peste nivelul apei aferent debitului de calcul, se determină din condiţia ca la debitul de verificare, apa să nu depăşească creasta acestor pereţi deversori iar timpul mediu de trecere a apei prin separator să respecte condiţia:

$$t_v = \frac{V_v}{Q_v} = \frac{V + n \cdot B_1 \cdot L \cdot h_v}{Q_v} \geq 4 \ldots 5 \text{ min} \quad (7.36)$$

g) Cantitatea de aer insuflat este funcţie de debitul de apă care se epurează la un moment dat, astfel încât pentru obţinerea unei eficienţe ridicate, estenecesară reglarea debitului de aer insuflat funcţie de mărimea debitului de apă tratat; se vor prevedea în acest sens dispozitive de reglare automată;

h) Debitul specific de aer ce trebuie insuflat se va considera (raportarea se face la $Q_{uz,max,zi}$):
   - q_{aer} = 0,3 m^3 aer/m^3 apă uzată în cazul insuflării aerului sub formă de bule fine şi medii prin materiale poroase sau prin dispozitive cu membrană elastică perforată;
   - q_{aer} = 0,6 m^3 aer /m^3 apă uzată în cazul insuflării aerului prin conducte perforate;

(3) Utilajul de producere a aerului comprimat (suflante) se adoptă pentru o presiune relativă de 0,5 – 0,7 at. şi pentru un debit de aer:

$$Q_{aer} = q_{aer} \cdot Q_c \ (\text{m}^3/\text{h}) \quad (7.37)$$

7.7 Decantorul primar

(1) Decantoarele primare sunt construcţii descoperite care au rolul să reţină substanţele în suspensie sedimentabile gravimetric care au trecut de deznisipatoare şi separatoare de grăsimi.

(2) Decantoarele primare sunt amplasate în aval de separatoarele de grăsimi sau de treapta de degrosisare atunci când separatoarele lipsesc din schema de epurare; în cazul staţiilor de epurare ce deservesc o canalizare în procedeu unitar sau mixt decantoarele vor fi precedate obligatoriu de deznisipatoare, lucru ce se impune şi în procedeul separativ pentru debite ce depăşesc 3.000 m^3/zi .

(3) Substanţele reţinute poartă denumirea de nămoluri primare; umiditatea acestor nămoluri este w_P = 95 … 96%; în aceste nămoluri sunt conţinute şi o parte din substanţele organice din apele uzate, astfel încât decantoarele primare reţin odată cu materiile în suspensie şi substanţe organice.

(4) Eficienţele reţinerii prin decantare primară a substanţelor în suspensie (MTS) şi a substanţelor organice exprimate prin consumul biochimic de oxigen la 5 zile (CBO_5) sunt prezentate în § 5.1.1.

(5) În cazuri justificate tehnic şi economic, pe baza încărcării organice a apelor uzate şi tehnologia adoptată pentru treapta de epurare biologică, decantoarele primare pot lipsi din schema tehnologică a staţiei de epurare în următoarele condiţii:

a) când epurarea se realizează în instalaţii biologice compacte de capacitate mică (soluţie cu bazine de aerare);
b) când apele uzate ce urmează a fi epurate au provenienţă exclusiv menajeră şi debite $Q_{uz,max,zi}$ până la 200 l/s, iar epurarea biologică se realizează în soluţia cu bazine de aerare;
c) când eficienţa decantării primare în reţinerea MTS prin sedimentare gravimetrică este sub 40%;

(6) Alegerea tipului de decantor, a numărului de compartimente şi a dimensiunilor acestora se face pe baza calculului tehnico-economic comparativ, a cantităţii şi calităţii apei brute şi a parametrilor de proiectare recomandaţi pentru fiecare caz în parte.

7.7.1 Debite de dimensionare şi verificare

Debitele de calcul şi verificare ale decantoarelor primare sunt:

a) Debitul de calcul:
   – Pentru procedeu separativ: $Q_c = Q_{uz,max,or}$;
   – Pentru procedeu unitar şi mixt: $Q_c = 2Q_{uz,max,or}$;
b) Debitul de verificare:
   – Pentru procedeu separativ: $Q_v = Q_{uz,min,or}$;
   – Pentru procedeu unitar sau mixt: $Q_v = Q_{uz,min,or}$;

7.7.2 Parametrii de dimensionare ai decantoarelor primare

(1) Numărul de decantoare va fi de minim 2 unităţi, ambele utile, fiecare putând funcţiona independent.

(2) Pentru funcţionarea corectă a unităţilor de decantare se impune distribuţia egală a debitelor între unităţile respective; aceasta se realizează prin prevederea în amonte de decantoare a unei camere de distribuţie a debitelor (distribuitor); camera de distribuţie trebuie să asigure echirepartiţia debitelor prin realizarea unei deversări neînecate şi a unei alcătuiri constructive care să conducă la evitarea depunerilor în compartimentele camerei respective; ansamblul instalaţiei de decantare va fi prevăzut cu un canal de ocolire care să asigure scoaterea din funcţiune, în caz de necesitate, a fiecărei unităţi de decantare şi să asigure preaplinul de siguranţă.

(3) Parametrii de dimensionare ai decantoarelor primare sunt:

a) Debitul apelor uzate (§ 7.7.1);
b) Viteza de sedimentare a particulelor (u); în lipsa unor date experimentale, **u**, se va stabili în funcţie de eficienţa impusă în reţinerea suspensiilor (e_s) şi de concentraţia iniţială în suspensii a apelor uzate (c_{uz}), conform tabelului 7.3; pentru apele uzate industriale cu caracteristici diferite de cele urbane, parametrii de dimensionare se vor stabili pe bază de studii ”in situ”.

Tabelul 7.3. Valori ale vitezei de sedimentare.

Nr. crt.	**Eficienţa reţinerii suspensiilor în decantor e_s (%)**	**Concentraţia iniţială a suspensiilor (c_{uz})**		
		c_{uz} **< 200 mg/l**	**200 mg/l** $\leq c_{uz}$ **< 300 mg/l**	c_{uz} **≥ 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 ($\mathbf{u}_s$) trebuie să respecte condiţia:

$$u_s = \frac{Q_c}{A_o} \leq u \qquad (7.38)$$

unde:

Ao – suprafaţa orizontală a luciului de apă din decantor, (m^2);

u – viteza de sedimentare stabilită conform tab.7.3;

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 de calcul (t_C) şi de verificare (t_V).
   - La debitul de calcul: t_c = 1,5 h;
   - La debitul de verificare:
     - dacă staţia 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_v = 0,5 h;
     - daca procedeul de canalizare este separativ: t_v = 1h;
     - dacă decantoarele primare sunt urmate de filtre biologice: t_v = 1h;

(4) Accesul şi evacuarea apei din decantor sunt definitorii pentru eficienţa procesului de sedimentare. Pentru acces se recomandă prevederea de deflectoare, ecrane semi-scufundate sau orificii în peretele frontal amonte care să permită repartiţia uniformă a firelor de curent pe întreaga secţiune transversală de curgere; determinarea numărului de deflectoare se face pe baza debitului aferent unui deflector $\mathbf{q_d}$ = 4 … 7 l/s şi a distanţei dintre ele **a** = 0,75 … 1,00 m, atât pe verticală cât şi pe orizontală.

(5) Evacuarea apei se face de obicei prin deversare peste unul sau ambii pereţi 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 înălţimea 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-scufundat cu muchia inferioară la 0,25 m sub nivelul minim al apei şi muchia superioară la cel puţin 0,20 m deasupra nivelului maxim al apei.

(7) Evacuarea apei decantate se poate realiza şi printr-un colector alcătuit din conductă submersată, cu fante (orificii), care are avantajul de a elimina influenţa vântului şi peretele (ecranul) semi-scufundat şi de a reduce substanţial abaterile de la orizontalitate a sistemului de colectare. Curgerea în conductă trebuie să fie cu nivel liber.

(8) Lungimea deversoarelor trebuie să fie stabilită astfel încât debitul specific de apă pentru **1 m** lungime de deversor să nu depăşească valorile următoare:

- $q_d^c \leq$ 60 m^3/h.m, la Q_c;
- $q_d^v \leq$ 180 m^3/h.m, la Q_v;

(9) Când valorile de mai sus sunt depăşite, se recomandă creşterea lungimii de deversare prin realizarea de rigole paralele sau, la decantoarele radiale şi verticale, prin prevederea de rigole radiale suplimentare. Înălţimea de siguranţă (garda hidraulică) a pereţilor decantorului deasupra nivelului maxim al apei va fi de minim 0,3m.

7.7.3 Decantoare orizontale longitudinale

(1) Sunt bazine din beton armat, de regulă descoperite, cu secţiune transversală dreptunghiulară, având lăţimea unui compartiment b_1, adâncimea utilă h_u şi lungimea L (fig. 7.4).

a) Admisia apei în decantor se face prin deflectoare sau orificii practicate în peretele despărţitor dintre camera de intrare şi compartimentul decantor, sau prin deversare uniformă pe toată lăţimea decantorului peste peretele rigolei de aducţiune a apei.

(2) În partea amonte a bazinului este prevăzută o pâlnie (başă) pentru colectarea nămolului din care acesta este evacuat hidraulic, prin sifonare sau pompare, continuu sau intermitent, spre construcţiile de prelucrare a nămolului; intervalul de timp dintre două evacuări se stabileşte funcţie de tehnologia de epurare adoptată şi de caracteristicile nămolului, recomandându-se să nu se depăşească 4 ÷ 6 ore, în scopul evitării intrării în fermentare a nămolului.

(3) Îndepărtarea nămolului din pâlnie se face prin conducte cu diametrul de minim 200 mm, viteza minimă admiţându-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 va adopta 2 … 5 cm/s, astfel încât ciclul tur – retur să nu depăşească 45 minute şi deplasarea podului raclor să nu repună în stare de suspensie nămolul depus pe radier. Curăţarea nămolului de pe radier şi transportul acestuia spre pâlnia colectoare amonte poate fi realizată şi de racloare submersate de tip lanţ fără sfârşit (lanţ cu racleţi), lamele racloare sunt aşezate la distanţa de 2,0 m, iar viteza de mişcare a lanţului este de 1,5 … 4,0 cm/s. Pot fi adoptate şi alte tipuri de racloare.

(4) Pentru lăţimi ale compartimentelor de decantare $b_1 > 6$ m se vor realiza două pâlnii de colectare a nămolului; lăţimea unui compartiment nu va depăşi 9 m.

(5) Pentru evitarea antrenării spumei şi uneori a plutitorilor colectaţi de pe suprafaţa apei (frunze etc.) odată cu apa decantată, în avalul decantoarelor se prevăd pereţi semi-scufundaţi amplasaţi la 0,30 ÷ 0,50 m în faţa deversoarelor şi la 0,25 ÷ 0,30 m sub nivelul minim al apei; muchia superioară a acestor pereţi se plasează cu minim 0,20 m deasupra nivelului maxim al apei din decantor.

(6) Materiile plutitoare sunt împinse de lame de suprafaţă prinse de podul raclor sau de lanţul fără sfârşit şi colectate într-un jgheab, aşezat 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.

7.7.3.1 Dimensionarea decantoarelor orizontale longitudinale

(1) Dimensionarea decantoarelor orizontale longitudinale se face utilizându-se următoarele relaţii de calcul:

a) Volumul decantorului:

– dimensionare: $V_d = Q_c \cdot t_c (\mathrm{m}^3)$ (7.39)

– verificare: $V_v = Q_v \cdot t_v (\mathrm{m}^3)$ (7.40)

unde: Q_c, Q_v, t_c, t_v sunt definiţi în paragrafele anterioare;

b) Secţiunea orizontală a decantorului:

$$A_o = \frac{Q_c}{u_s}(\mathrm{m}^2) \tag{7.41}$$

$$A_o = n \cdot b_1 \cdot L \ \ (\mathrm{m}^2) \tag{7.42}$$

unde:
u_s – definită în paragraful anterior (tab.7.3);
n – numărul de compartimente de decantare;
L, b_1 – conform fig. 7.4;

c) Secţiunea transversală a decantorului:

$$S = \frac{Q_c}{v_o}(\mathrm{m}^2) \tag{7.43}$$

$$S = \frac{V_d}{L}(\mathrm{m}^2) \tag{7.44}$$

$$S = n \cdot b_1 \cdot h_u(\mathrm{m}^2) \tag{7.45}$$

unde:

v_o – viteza orizontală a apei definită în paragraful anterior;

L, b_1, h_u – conform fig. 7.4;

d) Lungimea decantorului:

$$L = v_o \cdot t_c(\mathrm{m}) \tag{7.46}$$

e) Lăţimea decantorului (valori recomandate: 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0m):

$$b_1 = \frac{A_o}{n \cdot L}(\mathrm{m}) \tag{7.47}$$

f) Raportul :

$$4 \ \leq \frac{L}{b_1} \leq \ 10 \tag{7.48}$$

g) Adâncimea utilă a spaţiului de decantare:

$$h_u = u \cdot t_c \ (\mathrm{m}) \tag{7.49}$$

$$\frac{L}{25} \leq \ \ h_u \ \leq \frac{L}{10} \tag{7.50}$$

h) Debitul specific al deversorului (evacuare apă decantată):

$$q_d^c \ = \frac{Q_c}{n \cdot b_1} \leq 60 \quad (\mathrm{m}^3/\mathrm{h}, \mathrm{m}) \tag{7.51}$$

$$q_d^v \ = \frac{Q_v}{n \cdot b_1} \leq 180 \quad (\mathrm{m}^3/\mathrm{h}, \mathrm{m}) \tag{7.52}$$

Dacă aceste condiţii nu sunt respectate, se vor prevedea lungimi de deversare suplimentare.

i) Cantitatea zilnică de materii solide, exprimată în substanţă uscată, în greutate, din nămolul primar este:

$$N_p = e_s \cdot c_{uz} \cdot Q_c(\mathrm{kg/zi}) \tag{7.53}$$

unde: **e_s, c_{uz}** – definite în tab.7.3; **Q_c** – debitul de calcul definit în § 7.7.1.

j) Volumul de nămol primar:

$$V_{np} = \frac{N_p}{\gamma_n} \cdot \frac{100}{100 - w_p} \quad (\mathrm{m^3/\ zi}) \qquad (7.54)$$

unde:

$\boldsymbol{\gamma_n} = 1008 \ldots 1200\ (\mathrm{kgf/m^3})$ - greutatea specifică a nămolului;

$\mathbf{w_p} = 95 \ldots 96\ \%$;

(2) Volumele de nămol reţinute în decantorul primar trebuie mărite în schemele de epurare în care se foloseşte coagulant sau când se trimite în decantor nămol biologic din decantoarele secundare.

(3) Volumul pâlniilor de nămol se stabileşteastfel încât volumul geometric care se realizează (V_{pg}) să fie mai mare sau cel puţin egal cu volumul de nămol dintre două evacuări; evacuarea poate fi realizată continuu dacă nămolul rezultă în cantităţi mari, sau intermitent, la maxim **4 ÷ 6h** spre a se evita intrarea în fermentare a nămolului.

(4) Notând cu t_{ev} (h) timpul dintre două evacuări, rezultă numărul de evacuări (şarje):

$$n_{ev} = \frac{24}{t_{ev}} \qquad (7.55)$$

(5) Volumul de nămol dintre 2 evacuări aferent unui compartiment de decantare:

$$V_{ev} = \frac{V_{np}}{n_{ev} \cdot n}\ (\mathrm{m^3/\ evacuare}) \qquad (7.56)$$

unde: $\mathbf{V_{np}}$, $\mathbf{n_{ev}}$ – definiţi anterior; n – numărul de compartimente de decantare;

(6) Se verifică dacă: $V_{pg} \geq V_{ev}$ (7.57)

(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 va majora corespunzător.

(8) Adâncimea totală a decantorului, măsurată în secţiunea mijlocie (la distanţa L/2 de intrarea apei în decantor) este:

$$H = h_s + h_u + h_n + h_d \qquad (\mathrm{m}) \qquad (7.58)$$

unde:

$\mathbf{h_s}$– este înălţimea zonei de siguranţă care se adoptă 0,30 ÷ 1,00 m, în funcţie de înălţimea lamei racloare, în cazul în care aceasta, în cursa pasivă, este deasupra nivelului apei şi de influenţa valurilor funcţie de intensitatea vânturilor, conform reglementărilor tehnice specifice din construcţii, aplicabile, în vigoare;

$\mathbf{h_u}$ – adâncimea utilă a decantorului stabilită cu relaţia (7.49);

$\mathbf{h_n}$– înălţimea stratului neutru, care desparte spaţiul de sedimentare de cel de depunere a nămolului şi care se ia de obicei de 0,30 m;

$\mathbf{h_d}$ – înălţimea stratului de depunere, considerat în calcule de 0,20 … 0,30 m;

(9) Rigolele de colectare a apei limpezite se vor dimensiona la debitul de verificare Q_v astfel încât în secţiunea 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 neînnecat. În tabelul 7.4 şi în figura 7.4 sunt prezentate dimensiunile recomandate pentru proiectarea decantoarelor longitudinale orizontale.

Tabelul 7.4. Dimensiuni caracteristice ale decantoarelor orizontale longitudinale.

Nr. crt.	**b_1 (m)**	**L (m)**	**A_{01}*=b_1L (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)**	**Ec (m)**	**S=b_1h (m^2)**	**V_u=A_{01}*hu (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

*A_{01} – aria orizontală utilă a unui compartiment de decantare;

Notă: Semnificaţii notaţii tabel vezi fig. 7.4.

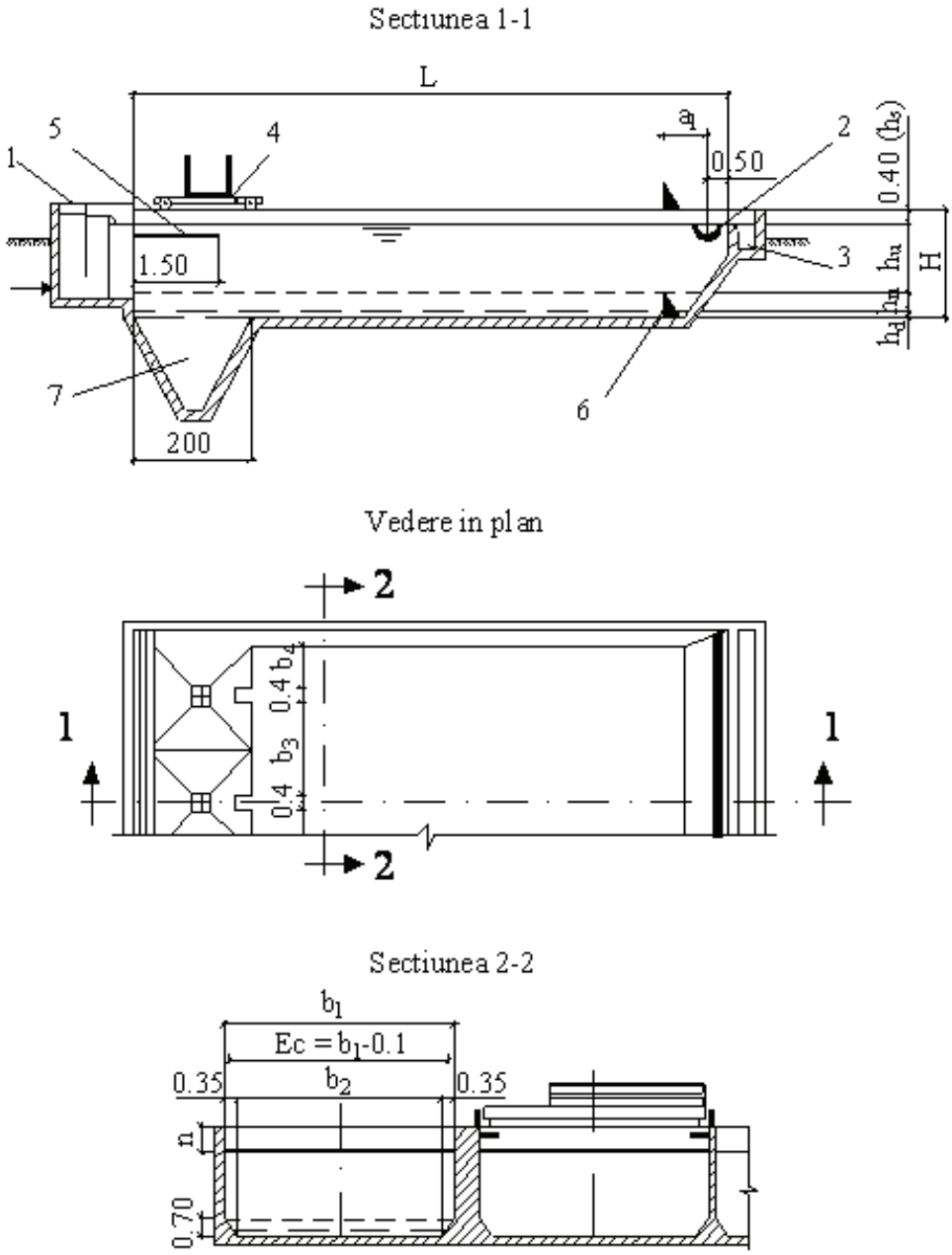


Figura 7.4. Decantor orizontal – longitudinal.

1 – sistem de distribuţie 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.

7.7.4 Decantoare orizontale radiale

(1) Bazine cu forma circulară în plan, în care apa este admisă central prin intermediul unei conducte prevăzută la debuşare cu o pâlnie (difuzor) a cărei muchie superioară este situată la 20 ÷ 30 cm sub planul de apă. Apa limpezită este evacuată printr-o rigolă perimetrală (fig. 7.5) sau prin conductă submersată cu fante.

(2) Curgerea apei se face orizontal după direcţie 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 înălţimea zonei de sedimentare $\mathbf{h_u}$. 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. Distribuţia uniformă a apei de la centru spre periferie se poate realiza şi prin intermediul unui dispozitiv de tip lalea Coandă.

(3) Cilindrul central, al cărui diametru este de 10÷20% din diametrul decantorului, sprijină pe radierul bazinului prin intermediul unor stâlpi.

(4) La partea superioară a cilindrului central se prevede o structură de rezistenţă capabilă să preia forţele generate de podul raclor al cărui pivot este amplasat pe structura de rezistenţă respectivă.Celălalt capăt al podului raclor sprijină pe peretele exterior al bazinului prin intermediul unor roţi.

(5) Podul raclor de suprafaţă este alcătuit dintr-o grindă cu montanţi articulaţi prevăzuţi la partea inferioară cu lame racloare. Acestea curăţă nămolul de pe radier şi îl conduc către conul central care constituie pâlnia de colectare a nămolului. De aici, nămolul este evacuat prin diferenţă de presiune hidrostatică, prin sifonare sau prin pompare, spre treapta de prelucrare ulterioară a nămolului; de podul raclor este prins un braţ metalic prevăzut cu o lamă racloare de suprafaţă care împinge grăsimile şi spuma de la suprafaţa apei spre periferie, către un cămin sau alt dispozitiv de colectare a acestora.

(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 dinţi triunghiulari, reglabile pe verticală. În faţa acestor deversoare, la cca. 30 ÷ 50 cm distanţă se prevede un perete semiscufundat, de formă circulară în plan, a cărui muchie inferioară este la minim 25 ÷ 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 şi grăsimile de la suprafaţa apei. Apa decantată trece pe sub rigolă şi deversează peste peretele circular exterior al rigolei, prevăzut şi el cu plăcuţe metalice cu deversori triunghiulari reglabili pe verticală.

(8) Colectarea în rigolă a apei limpezite se face prin deversare neînnecată. Colectarea apei limpezite se poate face şi prin conductă submersată cu fante(curgerea apei se face cu nivel liber).

(9) Radierul decantorului are o pantă de 6 ÷ 8 % spre centru, iar radierul pâlniei de nămol o pantă de 2 : 1. Diametrul decantoarelor radiale este cuprins între 16 şi 50 m, iar adâncimea utilă h_u între 1,2 şi 4,0 m.Viteza periferică a podului raclor variază între 10 şi 60 mm/s, realizând 1 ÷ 3 rotaţii complete pe oră.

(10) Evacuarea nămolului se poate face continuu în cazul unor volume mari de nămol, sau la intervale de maxim 4 ÷ 6 h, prin conducte cu Dn 200 mm prin care viteza nămolului să fie minim 0,7 m/s.

7.7.4.1 Dimensionarea decantoarelor orizontale radiale

(1) Dimensionarea decantoarelor orizontale radiale se face utilizând următoarele relaţii de calcul:

a) Volumul decantorului:

$$V_d = Q_c \cdot t_c(\mathrm{m}^3) \tag{7.59}$$

$$V_d = Q_v \cdot t_v(\mathrm{m}^3) \tag{7.60}$$

unde: Q_c, Q_v, t_c, t_v sunt definiţi în § 7.7.2;

Se adoptă valoarea cea mai mare rezultată din relaţiile (7.59) şi (7.60);

b) Secţiunea orizontală a oglinzii apei:

$$A_0 = \frac{Q_c}{u_s}(\mathrm{m}^2) \tag{7.61}$$

c) Adâncimea utilă a spaţiului de decantare:

$$h_u = u \cdot t_c(\mathrm{m}) \tag{7.62}$$

(2) Cu aceste elemente se intră în tabelul 7.5, prezentat în continuare şi se stabilesc dimensiunile geometrice efective: D, d_3, h_u, A_0, V_d.

Tabelul 7.5. Dimensiuni caracteristice ale decantoarelor orizontale radiale.

Nr. crt.	D (m)	D_2 (m)	d_1 (m)	A_{01}*=0,785(D^2_2–d^2_1) (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

*A_{01} – aria orizontală utilă a unui compartiment de decantare;

Observaţie:

Pentru diametre D > 45m, se impun întocmite studii prealabile privind regimul de curgere şi sistemele de colectare.

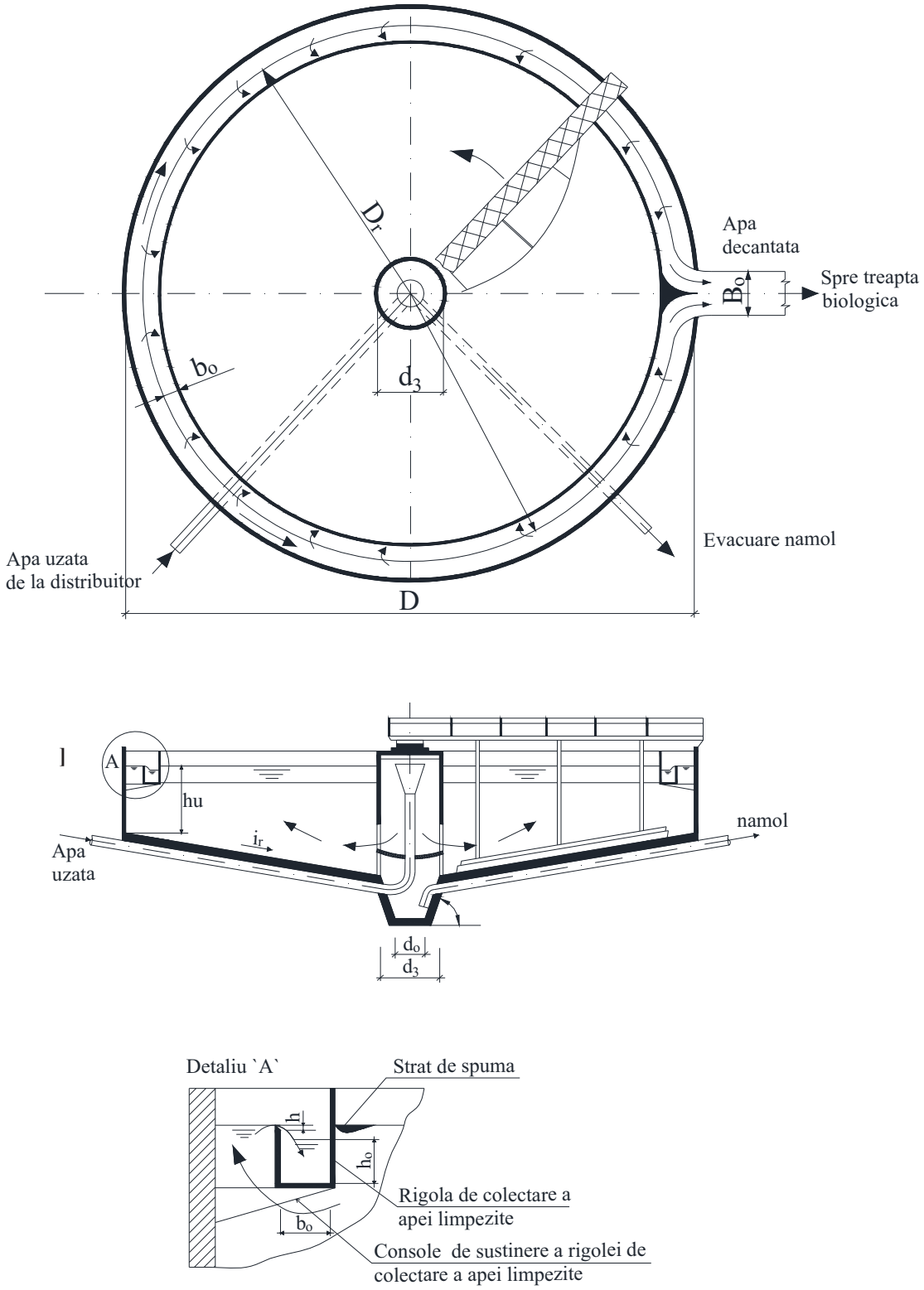


Figura 7.5. Decantor orizontal radial.Vedere în plan şi secţiuni caracteristice.

(2) După stabilirea dimensiunilor geometrice se verifică respectarea condiţiilor următoare:

a) Pentru decantoare cu D = 16 – 30 m:

$$10 \leq \frac{D}{h_u} \leq 15 \tag{7.63}$$

b) Pentru decantoare cu D = 30 – 50 m:

$$15 \leq \frac{D}{h_u} \leq 20 \tag{7.64}$$

c) Debitul specific deversat trebuie să îndeplinească condiţiile (7.65) şi (7.66):

$$q_d^c = \frac{Q_c}{\pi \cdot D_r} \leq 60\ (\mathrm{m^3\ /\ h, m}) \tag{7.65}$$

$$q_d^v = \frac{Q_v}{\pi \cdot D_r} \leq 180\ (\mathrm{m^3\ /\ h, m}) \tag{7.66}$$

unde: $\mathbf{D_r}$ – diametrul corespunzător peretelui deversor al rigolei;

d) Adâncimea decantorului la perete (H_p) şi la centru (H_c):

$$H_p = h_s + h_u (\mathrm{m}) \tag{7.67}$$

$$H_c = h_s + h_u + h_p + h_n (\mathrm{m}) \tag{7.68}$$

unde:

$\mathbf{h_s}$ – înălţimea de siguranţă, (m);

$\mathbf{h_u}$ – înălţimea utilă, (m);

$\mathbf{h_p}$ – diferenţa de înălţime datorită pantei, (m);

$\mathbf{h_n}$ – înălţimea pâlniei de nămol (2 … 3 m);

(3) Volumul zilnic de nămol primar se determină conform relaţiei (7.54) din § 7.7.3.1 şi apoi se stabilesc durata dintre 2 evacuări, dimensiunile necesare pentru pâlnia de nămol, conductele şi modul de evacuare a nămolului (prin diferenţă de presiune hidrostatică, pompare).

7.7.5 Decantoare verticale

(1) Sunt construcţii cu forma în plan circulară sau pătrată, în care mişcarea apei se face pe verticală, în sens ascendent. Se utilizează pentru debite zilnice maxime sub 5.000 m^3/zi şi sunt recomandate în special ca decantoare secundare după bazinele cu nămol activat sau filtrele biologice datorită avantajului prezentat de stratul gros de flocoane care măreşte eficienţa decantării.

(2) Se construiesc pentru diametre până la 10 m iar utilizarea lor este limitată din cauza dificultăţilor de execuţie.

(3) Apa este introdusă într – un tub central (fig. 7.6) prin care curge în sens descendent cu o viteză $V_t \leq$ 0,10 m/s. În camera exterioară tubului central , apa se ridică spre suprafaţă unde este colectată într-o rigolă perimetrală sau în rigole radiale care debuşează în cea perimetrală în cazul în care debitul specific deversat este depăşit sau când diametrul decantorului este > 7 – 8 m.

(4) Nămolul se depune în partea inferioară a bazinului, amenajată sub forma unui trunchi de con cu pereţii înclinaţi faţă de orizontală cu mai mult de 45°.

(5) Din pâlnia de nămol, acesta este evacuat prin diferenţă de presiune hidrostatică, prin sifonare sau pompare spre instalaţiile de prelucrare ulterioară.

(6) În scopul reţinerii grăsimilor, spumei şi a altor substanţe plutitoare se prevăd pereţi semiscufundaţi în faţa rigolelor de colectare a apei decantate.

(7) Dimensionarea decantoarelor verticale se face utilizând următoarele relaţii de calcul:

a) Volumul decantorului se calculează cu relaţiile (7.69) şi (7.70) considerându-se valoarea cea mai mare rezultată din cele două relaţii:

$$V_d = Q_c \cdot t_c (m^3) \tag{7.69}$$

$$V_d = Q_v \cdot t_v (m^3) \tag{7.70}$$

unde:

Q_c – debitul de calcul,(m^3/zi);

Q_v – debitul de verificare,(m^3/zi);

t_c – timpul de decantare la Q_c, (h);

t_v – timpul de decantare la Q_v, (h);

b) Suprafaţa orizontală şi adâncimea utilă a decantorului se calculează cu relaţiile (7.71):

$$A_o = \frac{Q_c}{u_s} (\mathrm{m}^2) \tag{7.71}$$

unde:

u_s – este încărcarea superficială considerată egală cu viteza de sedimentare stabilită experimental sau, în lipsa datelor experimentale, conform tabelului 7.3 funcţie de eficienţa dorită e_s şi de concentraţia iniţială în materii în suspensie a apelor uzate ^{c}uz ;

Secţiunea tubului central: se adoptă 5% din suprafaţa de limpezire.

Se propune un număr de unităţi de decantare şi se urmăreşte ca diametrul fiecărei unităţi să fie sub 10 m. Se verifică apoi relaţia:

$$\frac{h_u}{D-d} \geq 0{,}80 \tag{7.72}$$

unde:

D – diametrul decantorului;

d – diametrul tubului central;

În cazul în care relaţia (7.72) nu este verificată se va mări adâncimeah_u.

c) Înălţimea tubului central:

$$H_t = 0{,}8 \cdot h_u(\text{m}) \tag{7.73}$$

unde: $\mathbf{h_u}$ se adoptă din condiţia:

$$h_u = u_s \cdot T_d \leq 4 \ (\text{m}) \tag{7.74}$$

$\mathbf{T_d} \geq 1{,}5$ h;

d) Adâncimea totală a decantorului:

$$H = h_s + h_u + h_n + h_d(\text{m}) \tag{7.75}$$

unde:

$\mathbf{h_s}$ – înăltimea de siguranţă, (0,3 ÷ 0,5 m);

$\mathbf{h_u}$ – adâncimea utilă, (m);

$\mathbf{h_n}$ – înălţimea zonei neutre (0,4 … 0,6 m);

$\mathbf{h_d}$ – înălţimea depunerilor (a trunchiului de con), (m);

Înălţimea pâlniei de nămol h_d se stabileşte funcţie de debitul de calcul ($Q_{uz,zi,max}$), de concentraţia în materii în suspensie a apelor uzate la intrarea în staţia de epurare (c_{uz}) , de eficienţa reţinerii materiilor în suspensie prin decantare (e_s) şi de modul de evacuare continuu sau intermitent a nămolului.

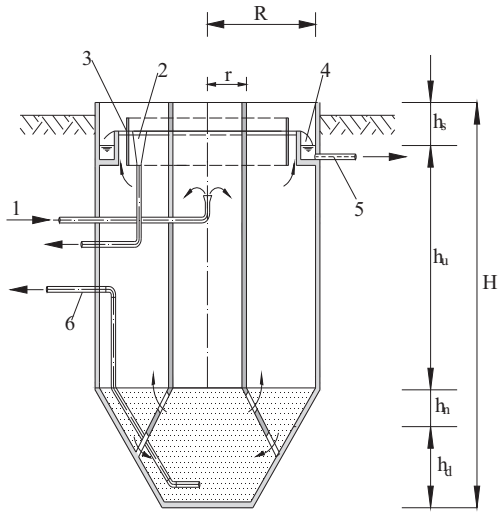


Figura 7.6. Decantor vertical. Secţiune transvesală.
1-admisia apei; 2-pâlnie colectare materii plutitoare;
3-perete semiînecat; 4-rigolă colectare apă decantată;
5-conductă evacuare apă decantată;6-conductă evacuare nămol.

(8) Dimensiunile geometrice ale pâlniei de nămol se stabilesc funcţie de volumul zilnic de nămol primar, de durata şi volumul de nămol dintre două evacuări, aferent unei unităţi de decantare; Se recomandă evacuarea prin pompare a nămolului cu o pompă submersibilă montată la partea inferioară a başei de nămol.

(9) Rigola de evacuare a apei limpezite se calculează din condiţia respectării vitezei de minim 0,7 m/s la debitul de verificare în secţiunea cea mai solicitată.

(10) În lipsa unor date experimentale viteza ascensională a apei în spaţiul de decantare inelar, se va adopta maxim 0,7 mm/s (2,52 m/h).

(11) Diametrul bazei mici a pâlniei tronconice pentru colectarea nămolului se va adopta 0,3 … 1,0 m, pentru a permite o evacuare eficientă a nămolului.

7.7.6 Decantoare cu etaj

(1) Sunt utilizate pentru colectivităţi sub 10.000 locuitori sau debite $Q_{uz,max,zi} < 15 – 20$ dm^3/s, în soluţia cu epurare extensivă precedată de epurare primară.

(2) Decantoarele cu etaj sunt construcţii cu forma în plan circulară sau patrată care au rolul de decantare a apei şi de fermentare a nămolului reţinut.

(3) Decantarea se realizează în jgheaburi longitudinale (asimilate decantoarelor orizontale – longitudinale) cu secţiunea transversală de forma indicată în figura 7.7.

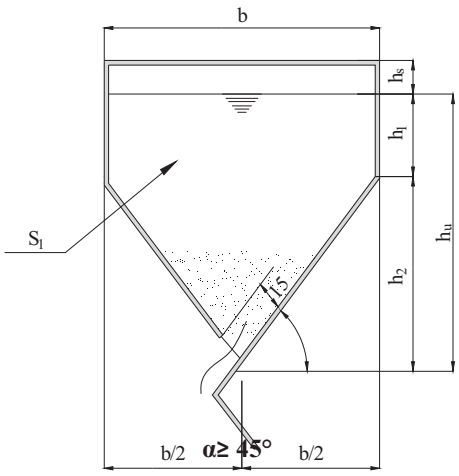


Figura 7.7. Secţiune transversală prin jgheabul de decantare al apei.

(4) Fermentarea se realizează la partea inferioară a jgheaburilor, fermentarea este de tip anaerob în regim criofil (la temperatura mediului ambiant).

(5) Dimensiunile recomandate pentru jgheaburi sunt:

b = 1,0 … 2,5 m pentru h_u =2,0 … 2,5m

Înclinarea faţă de orizontală a pereţilor jgheabului: $\alpha \geq 45°$;

Dimensionarea jgheaburilor se face după metodologia şi parametrii recomandaţi la decantoarele orizontale longitudinale (conform cap. 7 §7.7.3.1).

(6) Diametrul unei unităţi de decantare D depinde de:

a) cantitatea de nămol necesar a fi acumulată şi supusă unui timp determinat de fermentare (criofilă);
b) realizarea parametrilor (încărcarea hidraulică şi timpul de decantare) pentru jgheabul cu L = D amplasat deasupra spaţiului de colectare a nămolului;

(7) Suprafaţa luciului de apă neocupată de jgheaburi (aria liberă A_1) trebuie să fie mai mare de 20% din suprafaţa orizontală totală a unităţii de decantare.

(8) În cazul staţiilor de epurare din localităţi rurale, prevăzute cu decantoare cu etaj, prin închiderea cu planşee a zonelor neocupate de jgheaburi, se poate capta şi colecta gazul de fermentare (biogazul).

(9) La partea inferioară a jgheaburilor, se lasă prin construcţie o fantă longitudinală de 15 ... 25 cm lăţime, pereţii fiind petrecuţi pe o distanţă de 15 cm. Nămolul depus în jgheaburi curge prin această fantă în zona inferioară de colectare şi fermentare.

(10) Admisia şi evacuarea apei în şi din jgheaburi se realizează prin pereţii frontali prevăzuţi cu deversori metalici triunghiulari, reglabili pe verticală în scopul uniformizării curgerii.

(11) Adâncimea totală a decantorului nu va depăşi 6 – 7 m. Funcţie de natura terenului de fundaţie şi de prezenţa apei subterane decantoarele cu etaj pot fi construite sub formă de cuvă sau cheson, utilizându-se betonul armat.

(12) Proiectarea decantoarelor cu etaj:

a) Se determină volumul spaţiului de fermentare:

$$V_F = \frac{m \cdot N}{1000} (\text{m}^3) \qquad (7.76)$$

unde:
m – capacitatea specifică de fermentare conf. tab 7.6, (dm^3/loc.,an);
N – numărul de locuitori;

Tabelul 7.6. Capacitatea specifică şi durata de fermentare funcţie de temperatura medie anuală a aerului.

Nr. crt.	Temperatura medie anuală a aerului (°C)	Capacitatea specifică m (l/loc)	Timpul de fermentare T_f (zile)
0	1	2	3
1	7	75	150
2	8	65	120
3	10	50	90

b) Se adoptă dimensiunile decantorului cu etaj pentru acumularea volumului de fermentare în 1,2 sau 4 unităţi de decantare cu etaj; Înălţimea (adâncimea) de acumulare a nămolului nu va depăşi $h_n \leq 3…4$ m;

c) Pe baza diametrului ales se va adopta lăţimea jgheabului şi se va verifica relaţia:

$$u_s = \frac{Q_c}{n \cdot b_j \cdot L_j} \leq u \qquad (7.77)$$

unde:
u_s – încărcarea specifică , (m/h);
Q_c – debitul de calcul, $Q_{uz,zi,max}$, (m^3/zi);
b_j – lăţimea jgheabului, (m);
L_j– lăţimea jgheabului, (m);
u – viteza de sedimentare conform tab. 7.3 § 7.7.2 ;

d) Se adoptă dimensiunile jgheabului după verticală h_1,h_2,h_u; h_u se va adopta 2,0…2,5m;

e) Se verifică viteza orizontală efectivă:

$$v_o = \frac{Q_c}{n_j \cdot S_j} \leq v_o = 10 \quad (\text{mm/s}) \qquad (7.78)$$

f) Se determină timpii de decantare la debitul de calcul şi de verificare conform cu expresia:

$$T = \frac{V_{jgheab}}{Q} = \frac{n_j \cdot S_j \cdot L_j}{Q} (\text{h}) \qquad (7.79)$$

i. T > 1,5 h pentru Q_c;
ii. T > 0,5 h pentru Q_v;

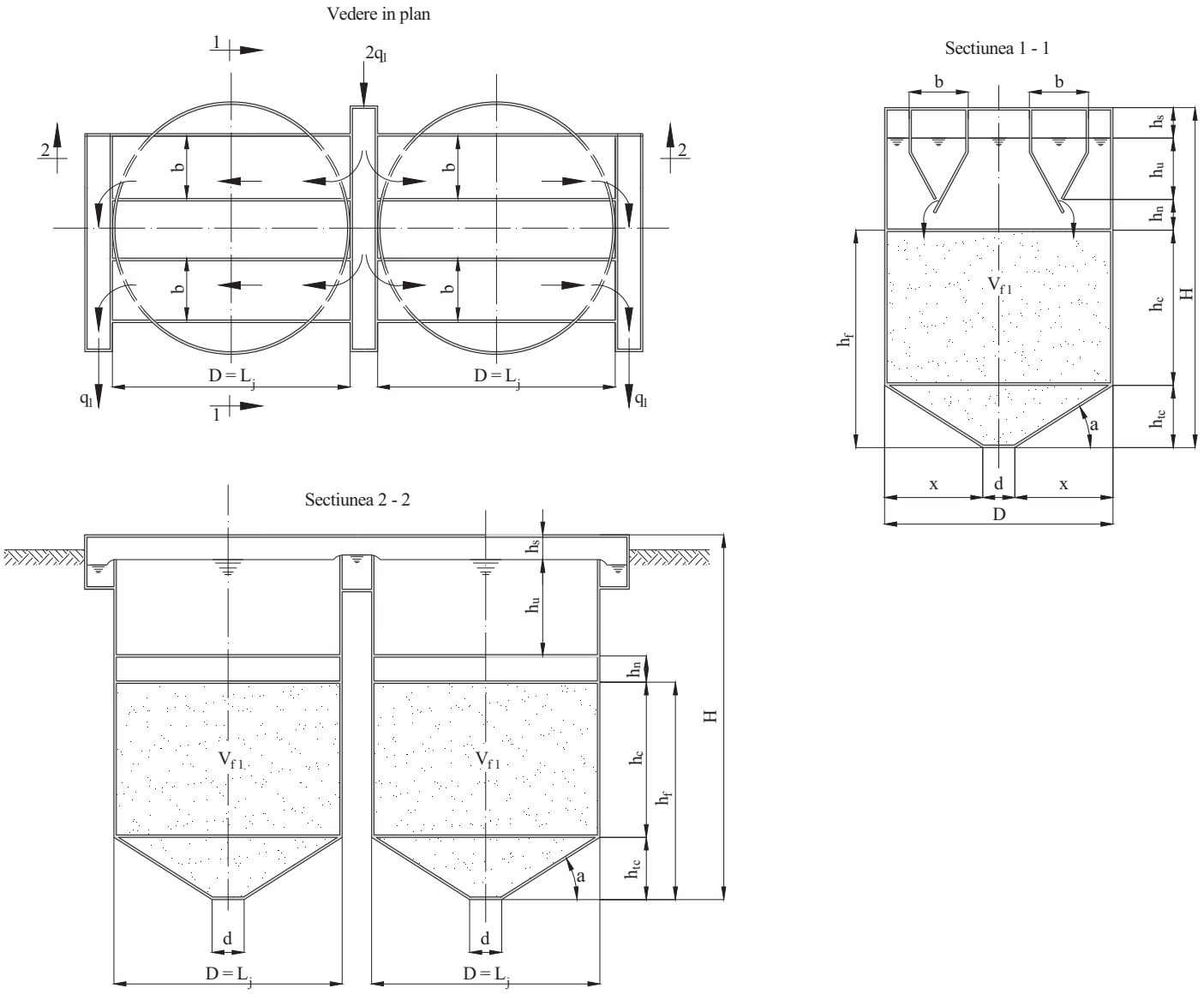


Figura 7.8. Decantoare cu etaj. Dispoziţie în plan şi secţiuni caracteristice.

(13) Evacuarea nămolului din zona de fermentare a decantoarelor cu etaj se va realiza prin pompare; se va dota fiecare cuvă cu o electropompă submersibilă montată în partea de jos a zonei de fermentare (fig.7.9).

(14) Vor fi adoptate 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.

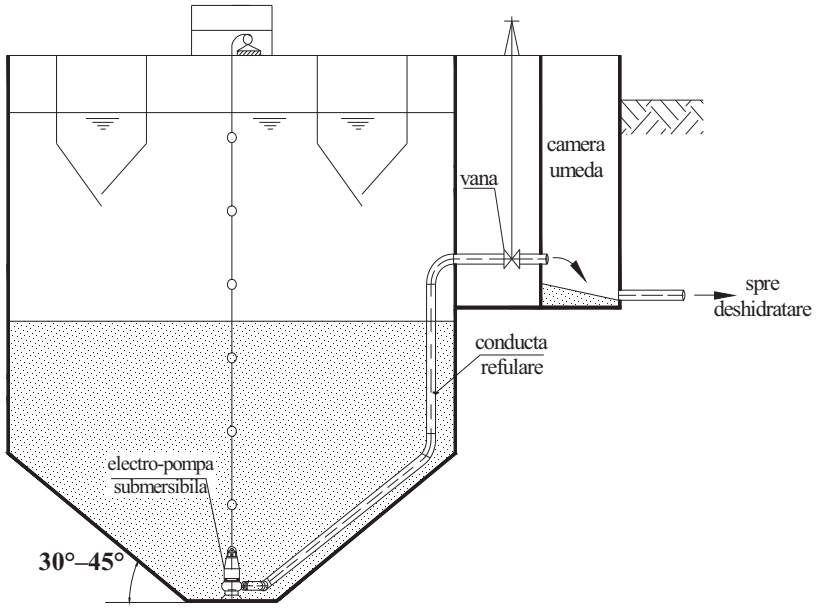


Figura 7.9. Decantor cu etaj - Sistem de evacuare nămol.

7.8 Staţii de pompare apă uzată

(1) Staţiile de pompare se folosesc în staţiile 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 situaţiile când datorită fluxului tehnologic al staţiei de epurare sau variaţiei nivelurilor de apă în emisar nu se dispune în permanenţă de diferenţa de nivel necesară pentru asigurarea curgerii gravitaţionale.

(2) Prescripţiile prezentului normativ se aplică pentru staţiile de pompare echipate cu pompe cu ax orizontal, cu pompe cu ax vertical, cu pompe submersibile şi cu transportoare hidraulice (şnecuri).

(3) Pentru necesitatea staţiei de pompare influent în staţia de epurare se va întocmi o evaluare tehnico – economică în care se va lua în consideraţie:

a) amplasarea primelor obiecte din staţia de epurare la cote joase fără staţie de pompare influent;
b) staţie de pompare influent cu ridicarea obiectelor din staţia de epurare;

Analiza se va efectua integral pentru linia apei astfel încât să se asigure un flux gravitaţional în staţia de epurare cu maxim, o singură staţie de pompare.

(4) Elementele componente care alcătuiesc staţiile de pompare sunt:
a) echipamente hidromecanice de bază, constituite din grupuri de pompa şi motor electric de acţionare a pompei;
b) instalaţie hidraulică alcătuită din conducte de aspiraţie şi conducte de refulare aferente staţiei şi grupurilor de pompare, armături destinate manevrelor de închidere-deschidere şi de reglare a sensului de curgere al apei, dispozitive de atenuare a loviturii de berbec, instalaţii, instalaţii de golire şi epuismente;
c) echipamente de măsurare a parametrilor hidroenergetici ai staţiei de pompare;
d) echipamente electrice compuse din: circuite de forţă, circuite de iluminat, instalaţii de protecţie, instalaţii de măsurare, control şi comandă;

e) instalaţii şi dispozitive de ridicat destinate manevrării pieselor grele în perioada efectuării operaţiilor de mentenanţă;
f) instalaţii de ventilare, instalaţii de încălzire şi instalaţii sanitare;
g) instalaţii de telecomunicaţii şi dispecerizare;
h) clădirea staţiei de pompare care adăposteşte echipamentele şi instalaţiile;
i) zona de protecţie sanitară;

7.8.1 Amplasarea staţiilor de pompare

(1) Amplasarea staţiei de pompare pentru ape uzate în cadrul unei staţii de epurare:

a) se poate face la intrarea în staţie, în fluxul tehnologic;
b) la ieşirea din staţie, înainte de evacuarea apelor epurate în emisar;
c) amplasamentul optim se definitivează în urma unui calcul tehnico-economic comparativ;
d) în interiorul staţiilor de epurare mijlocii şi mari se recomandă cel mult o pompare a apelor uzate, exceptând staţiile de epurare mici şi foarte mici unde pot exista soluţii optime şi cu mai multe pompări pe linia apei;

(2) Când staţia de pompare este impusă de nivelurile ridicate ale apei emisarului, ea trebuie concepută astfel încât să permită evacuarea gravitaţională a apei epurate ori de câte ori nivelurile apei din emisar permit acest lucru; în general varianta optimă este ca staţia de pompare la ieşirea din staţia de epurare să funcţioneze nepermanent, numai la nivele mari în emisar.

(3) Dacă staţia de pompare este amplasată la intrarea în staţia de epurare şi este echipată cu pompe cu ax orizontal, cu pompe cu ax vertical sau cu pompe submersibile, ea trebuie precedată de grătare, deznisipatoare şi dacă tehnic şi economic se dovedeşte avantajos, şi de separatoare de grăsimi. Dacă staţia de pompare este echipată cu transportoare hidraulice, ea poate fi amplasată şi în amonte de grătare.

(4) Proiectarea staţiilor de pompare pentru apele uzate din cadrul staţiei de epurare se va face cu respectarea prevederilor SR EN 752: 2008. Se vor respecta şi cerinţele din Normativul: „Proiectarea sistemelor de alimentare cu apă" capitolul 7: Staţii de pompare.

7.8.2 Parametrii de proiectare

(1) Parametri principali de proiectare tehnologică a staţiei de pompare sunt:

a) debitul pompat Q_p, (m^3/h);
b) înălţimea de pompare, H_p ,reprezentând suma dintre înălţimea geodezică, pierderile de sarcină pe conductele de aspiraţie şi refulare şi diferenţa dintre înălţimile cinetice la ieşirea şi intrarea în pompă, (m);
c) calitatea apei pompate (temperatura, conţinutul în materii în suspensie, vâscozitatea);

(2) Programul de funcţionare automată a staţiei de pompare va urmări realizarea unui grafic de funcţionare a pompelor propuse cât mai apropiat de graficul de variaţie a debitului influent, astfel încât volumul util al bazinului de recepţie să rezulte minim.

(3) Intervalul de timp dintre două porniri ale aceleiaşi pompe trebuie să fie de minim 10 minute. Micşorarea acestui interval se va face numai dacă furnizorul pompei garantează prin fişa utilajului, acest lucru.

(4) Timpul de acumulare a apelor uzate corespunzător $Q_{uz,max,or}$ în bazinul de recepţie în cazul în care nu se cunoaşte graficul de variaţie a debitului influent, se va considera după cum urmează:

a) 2 … 10 min. la staţiile de pompare automatizate;
b) 0,5 … 1,0 h la staţiile de pompare neautomatizate;

(5) Se recomandă ca staţiile de pompare neautomatizate să fie prevăzute pe cât posibil numai în cazuri izolate.

(6) Numărul agregatelor de rezervă se va considera astfel:

a) până la 3 pompe în funcţiune, 1 pompă de rezervă;
b) de la 4 la 7 pompe în funcţiune, două pompe de rezervă;
c) peste 7 pompe în funcţiune, trei pompe de rezervă;

(7) În cazul pompelor submersibile glisând pe tije verticale, în funcţie de greutatea pompelor, a importanţei procesului tehnologic, etc., pompa de rezervă poate fi montată în staţia de pompare, sau păstrată ca "rezervă rece" în magazie.

(8) Alegerea pompelor se face în funcţie de debitul necesar a fi pompat, de înălţimea de pompare necesară, de domeniul de utilizare a pompelor recomandat de furnizorul acestora, de caracteristicile pompelor şi de caracteristica conductei de refulare, de eventualele extinderi, etc.

(9) La staţiile de pompare echipate cu transportoare hidraulice, alegerea acestora se face din catalogul firmelor producătoare în funcţie de debitul necesar a fi pompat şi de înălţimea de pompare necesară.

(10) Staţiile de pompare echipate cu pompe cu ax orizontal, cu ax vertical sau submersibile sunt, de regulă, construcţii închise, cu excepţia bazinului de recepţie care poate fi în unele cazuri o construcţie deschisă.

(11) La pompele submersibile sau la cele cu ax vertical, se va respecta înecarea minimă prescrisă de furnizorul pompelor respective.

(12) În lipsa acestei indicaţii, se recomandă ca întreg corpul pompei să fie sub nivelul minim al apei din bazinul de recepţie.

(13) În cazul pompelor cu ax orizontal, cota axului pompei se va stabili sub nivelul minim al apei din bazinul de recepţie.

(14) Amplasarea agregatelor în interiorul construcţiei staţiei de pompare se face cu respectarea distanţelor minime dintre agregate, între acestea şi pereţi sau tablourile electrice şi cu asigurarea unor spaţii de circulaţie în interiorul staţiei (tabelul 7.6).

(15) Aceste distanţe permit proiectantului stabilirea gabaritelor necesare pentru clădirea staţiei de pompare.

(16) În acelaşi scop, se va ţine seama şi de spaţiile necesare realizării instalaţiei hidraulice pe aspiraţia şi refularea pompelor.

Tabelul 7.7. Distanţe minime recomandate referitoare la amplasarea echipamentelor în staţiile de pompare apă uzată

Nr. crt.	**Distanţa**	**Pompă cu ax orizontal**	**Pompă cu ax vertical**	**Pompă submersibilă**
		Distanţa minimă (m)		
0	1	2	3	4
1	Între perete şi părţile proeminente ale agregatelor de pompare	0,8	0,8	0,8
2	Între perete şi postamentul agregatului de pompare	1,0	-	-
3	Între postamentele agregatelor de pompare aşezate paralel	Lăţimea postamentului agregatului de pompare, dar min. 1 m	-	-
4	Între agregatul de pompare şi tabloul electric, în cazul alimentării: - pe tensiune de 380 V - pe tensiune de 6 kV	 1,5 2,0	 1,5 2,0	 - -
5	Lăţimea spaţiului de circulaţie la staţiile de pompare cu debite: - sub 1 m^3/s - peste 1 m^3/s	 1,5 2,5	 1,5 2,5	 - -

(17) La proiectarea construcţiei staţiilor de pompare se vor prevedea golurile necesare în planşee şi pereţi având laturile cu cel puţin 20 cm mai mari decât dimensiunile agregatului sau subansamblului care se introduce sau se scoate din staţie în scop de montaj, reparaţii sau înlocuire.

(18) Dacă staţia de pompare este prevăzută cu instalaţii de ridicat, înălţimea sălii pompelor sau sălii motoarelor se va determina astfel încât între piesa ridicată şi celelalte agregate să existe în timpul transportului sau manevrării o distanţă de siguranţă de minim 0,50 m.

(19) Înălţimea sălii pompelor sau sălii motoarelor de la staţiile de pompare echipate cu pompe cu ax orizontal sau ax vertical, unde nu există instalaţii de ridicat, va fi de minimum 3,0 m.

(20) La staţiile de pompare echipate cu pompe submersibile, suprastructura (sala pompelor sau sala motoarelor) poate lipsi.

(21) În cazurile în care greutatea G a celui mai greu agregat sau subansamblu component depăşeşte 0,1 t, instalaţiile de ridicat se vor prevedea după cum urmează:

a) dispozitiv mobil demontabil, pentru $0,1\ t < G \leq 0,3\ t$;
b) monoşină cu palan manual, pentru $0,3\ t < G \leq 2,0\ t$;
c) grindă rulantă cu cărucior şi palan manual, pentru $G > 2,0\ t$;

(22) Distanţele instalaţiilor de ridicat faţă de pereţi, planşeu şi agregatele de pompare trebuie să respecte actele normative si reglementările specifice, aplicabile, în vigoare.

(23) Postamentul pompelor cu ax orizontal va trebui să aibă înălţimea de min. 25 cm peste pardoseală, în scopul protecţiei motorului electric de eventualele scurgeri de apă datorate neetanşeităţii îmbinărilor sau trecerilor conductelor prin pereţi.

(24) Pentru colectarea pierderilor de apă din instalaţii, pardoseala va fi amenajată cu pantele şi rigolele de scurgere necesare. Apa va fi condusă spre o başă de unde, o pompă de epuisment va refula apa în bazinul de recepţie, în conducta de preaplin sau în conducta de golire a bazinului de recepţie în caz de avarii.

(25) La proiectarea instalaţiilor hidraulice aferente staţiilor de pompare trebuie avute în vedere următoarele:

a) conductele de aspiraţie şi refulare trebuie rezemate sau susţinute corespunzător pentru a nu produce solicitări mecanice în flanşele de racordare a agregatelor de pompare;
b) instalaţia hidraulică să fie astfel concepută încât în timpul exploatării să se permită un acces uşor la pompe, să se poată demonta un agregat fără a demonta conductele şi fără a opri funcţionarea celorlalte agregate;
c) pentru a înlesni demontarea pompelor se va prevedea cel puţin un compensator de montaj pe conducta generală de refulare. Pe refularea fiecărei pompe se va monta obligatoriu, în sensul refulării, robinet de reţinere (clapetă) şi robinet de închidere (vană de izolare); în cazul pompelor cu funcţionare independentă (având conducte de refulare individuale de înălţime şi lungime redusă), robinetul de reţinere şi robinetul de închidere, pot lipsi;
d) lungimea conductelor de aspiraţie să fie cât mai scurtă, în scopul reducerii la minimum a pierderilor de sarcină pe aspiraţie (se recomandă ca acestea să nu depăşească 1,0 m);

e) conductele de aspiraţie se vor realiza în pantă de cel puţin $5^{o}/_{oo}$ spre pompe, racordarea cu pompele cu ax orizontal sau cu ax vertical amplasate în cameră uscată făcându-se cu reducţii asimetrice în scopul evitării formării pungilor de aer;
f) pozarea conductelor de aspiraţie şi 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;

(26) Dimensiunile interioare ale acestor canale cu lăţimea B şi adâncimea H se stabilesc funcţie 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;

(27) La montarea mai multor conducte în paralel, în acelaşi canal, distanţa dintre pereţii conductelor va fi:

a) la îmbinarea cu flanşe:

– minim 500 mm pentru $D_n \leq 400$ mm,
– minim 700 mm pentru $D_n > 400$ mm.

b) la îmbinarea prin sudură:

– minim 600 mm pentru $D_n \leq 400$ mm,
– minim 700 mm pentru $D_n > 400$ mm.

(28) Dimensionarea hidraulică a conductelor instalaţiei de pompare se va face pentru următoarele valori ale vitezei apei prin conducte:

Tabelul 7.8. Viteze recomandate pe conductele de aspiraţie şi pe conductele de refulare.

Nr. crt.	**Diametrul conductei (mm)**	**Viteza apei (m/s)**	
		Conducte de aspiraţie	**Conducte de refulare**
0	1	2	3
1	< 250	0,7 … 0,8	1,0 … 1,1
2	≥ 250	0,9 … 1,0	1,2 … 1,3

(29) Pentru evitarea îngheţării apei în conductele instalaţiei de pompare în perioadele de întrerupere a funcţionării staţiei, se va prevedea posibilitatea de golire a tuturor conductelor.

(30) Alimentarea cu energie electrică a staţiilor de pompare pentru ape uzate se face din sistemul energetic naţional prin linii electrice şi posturi de transformare comune şi pentru celelalte obiecte tehnologice ale staţiei de epurare. Alimentarea cu energie este esenţială în funcţionarea staţiei de pompare; când este cazul se va asigura sursă de rezervă.

(31) Instalaţiile electrice aferente bazinelor de aspiraţie se proiectează conform reglementărilor tehnice specifice în vigoare privind protecţia antiexplozivă şi antideflagrantă. În spaţiile cu umiditate ridicată, instalaţiile electrice de iluminat se vor realiza pentru tensiune nepericuloasă (12 ... 24 V).

(32) Necesitatea şi gradul de automatizare a fiecărei staţii de pompare se analizează pentru fiecare caz în parte, urmărindu-se aspectul calitativ al supravegherii şi al conducerii procesului tehnologic, precum şi cel de eficienţă.

(33) În cazul prevederii automatizării funcţionării agregatelor de pompare, trebuie să se aibă în vedere corelarea regimului tehnologic de funcţionare a staţiei de pompare cu regimul de funcţionare pentru care sunt construite motoarele de antrenare a pompelor, astfel încât acestea să nu fie suprasolicitate în cazul pornirii lor la intervale scurte.

(34) Sala pompelor se prevede, în general, fără instalaţii de încălzire; acestea se prevăd numai în situaţii speciale precizate în reglementările tehnice specifice după care se face şi 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.

(35) În cazul staţiilor de pompare care au încăperi anexe (atelier de întreţinere, grup sanitar, încăperi separate pentru instalaţii electrice) trebuie asigurate prin încălzire temperaturile normate.

(36) Staţiile de pompare, cu excepţia celor echipate cu transportoare hidraulice, se prevăd cu instalaţii de ventilaţie mecanică separate pentru sala pompelor şi pentru bazinul de aspiraţie.

a) Instalaţia de ventilaţie la sala pompelor trebuie să asigure 20 ... 25 schimburi de aer pe oră, în perioada în care personalul de exploatare lucrează în staţie.

b) Pentru evitarea accidentelor în situaţiile ocazionale în care personalul de întreţinere şi exploatare trebuie să intervină în interiorul bazinului de aspiraţie deschis sau închis (acoperit), trebuie prevăzută o instalaţie de ventilaţie mobilă pentru introducere de aer proaspăt la locul de intervenţie şi posibilitatea de evacuare a aerului viciat în atmosferă.

(37) Pentru bazinele de aspiraţie închise, pot fi prevăzute suplimentar şi instalaţii de exhaustare fixe, în afara instalaţiei de ventilaţie naturală şi a instalaţiilor de ventilaţie mobile. Ventilatoarele pentru exhaustare se amplasează numai în exterior.

(38) Proiectarea instalaţiilor de ventilaţie se face cu respectarea prevederilor reglementărilor tehnice specifice privind protecţia antiexplozivă şi antideflagrantă.

(39) La staţiile de pompare din cadrul staţiilor de epurare nu se prevăd spaţii pentru depozitare şi reparaţii, acestea prevăzându-se în cadrul depozitului şi atelierului pentru întreaga staţie de epurare.

(40) Proiectul de execuţie al staţiei de pompare trebuie să conţină măsurile necesare pentru protecţia muncii ca:

a) balustrade;
b) legarea la pământ a părţilor metalice care ar putea intra accidental sub tensiune;
c) instalaţii de iluminat la tensiune nepericuloasă;
d) instalaţii de ventilaţie mecanică;
e) prevederile din reglementările specifice de protecţie a muncii pe care executantul şi beneficiarul trebuie să le respecte în timpul execuţiei şi exploatării;

(41) Exploatarea staţiilor de pompare se face conform instrucţiunilor de exploatare, care trebuie să conţină şi măsurile de protecţia muncii, indicându-se, în detaliu, toate operaţiile pe care personalul trebuie să le efectueze în acest sens.

(42) Pentru evidenţa continuă a debitelor de ape uzate sau epurate pompate şi pentru indicarea nivelului apei în bazinul de recepţie, se vor prevedea aparate de măsură şi control corespunzătoare.

7.9 Elemente tehnologice de legătură între obiectele treptei de epurare mecanică

(1) Elementele tehnologice de legătură între obiectele treptei de epurare mecanică cuprind:
a) canale (jgheaburi) şi conducte de apă, nămol, aer, gaze de fermentare;
b) camere de distribuţie egală sau inegală a debitelor de apă şi de nămol;
c) cămine de vane pe canalele şi conductele de apă uzată şi nămol;
d) cămine de vizitare pe conductele de apă uzată şi nămol;

(2) Jgheaburile (canalele) servesc la curgerea apelor uzate, a nămolului precum şi 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 şi lucrează sub presiune.

(4) Jgheaburile sau canalele deschise se construiesc din beton armat, monolit sau prefabricat, având secţiunea dreptunghiulară; la staţiile de epurare cu debite mici canalele pot avea radierul de formă circulară fie din construcţie, fie prin prelucrarea ulterioară cu beton de umplutură. La proiectarea canalelor deschise sau a jgheaburilor de ape uzate brute sau nămol, în funcţie de dimensiunile acestora, se vor alege astfel pantele încât să se asigure o viteză minimă de autocurăţire de 0,7 m/s.

a) Pe jgheaburi sau canale deschise, în punctele de ramificaţie sau în zonele de acces în obiecte, se vor prevedea stavile de închidere, dimensionate corespunzător, care vor asigura curgerea apelor şi a nămolurilor conform nevoilor proceselor tehnologice, precum şi posibilitatea de curăţire şi revizuire a diferitelor obiecte ale staţiei de epurare.

(5) Când adâncimea jgheaburilor (canalelor) este mai mare de 80 cm lăţimea liberă între pereţii laterali trebuie să fie minimum 60 cm pentru a rămâne vizitabile.

(6) Când obiectele staţiei de epurare sunt supraterane, conductele şi canalele vor fi sprijinite pe stâlpi sau diafragme cu fundaţii izolate amplasate în teren sănătos.

(7) La schimbările de direcţie ale jgheaburilor sau canalelor deschise, se vor prevedea curbe executate monolit, care vor avea o rază de curbură de minimum 3….5 ori lăţimea acestora.

(8) Conductele de legătură, pentru apă şi nămol, se pot executa din tuburi de beton armat, mase plastice şi numai în cazuri speciale din oţel sau fontă.

(9) La ramificaţii sau la tronsoane mai lungi de 200 m ale conductelor de nămol precum şi la curbele la 90^o pe conducte de diametre mici (D_n 100 … D_n 200 mm) se prevăd piese de curăţire amplasate într-un cămin de vizitare.

(10) Camerele de distribuţie sunt construcţii, de preferinţă circulare, care se amplasează pe canalele şi conductele de legătură din incinta staţiilor de epurare în scopul repartizării egale sau inegale a apei sau nămolului spre diferite obiecte ale staţiei de epurare.

(11) Camerele de distribuţie se prevăd cu dispozitive de închidere care pot fi de tipul stavilelor plane (în cazul canalelor deschise) sau de tipul vanelor (în cazul conductelor).

(12) La dimensionarea camerelor de distribuţie se va considera deversarea neînecată peste pereţi de lungime egală (sau inegală, după caz).

(13) Amplasarea camerelor de distribuţie 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.

(14) Se recomandă ca la staţiile mari de epurare, camerele de distribuţie să fie definitivate în urma unor încercări pe model.

(15) Funcţie de amplasarea lor pe verticală, camerele de distribuţie trebuie prevăzute cu balustrade de protecţie în scopul evitării accidentelor.

8 Proiectarea obiectelor tehnologice din treapta de epurare biologică

În conformitate cu art. 5 alin (1) din Hotărârea Guvernului nr.188/2002 pentru aprobarea unor norme privind condiţiile de descărcare în mediul acvatic a apelor uzate, cu modificările şi completările ulterioare, se stabileşte că ”pentru toate aglomerările umane cu un număr mai mare de 10.000 de locuitori echivalenţi trebuie să se asigure infrastructura necesară în domeniul epurării apelor uzate, care să permită epurarea avansată a apelor uzate urbane”. Se reglementează astfel necesitatea introducerii treptei de epurare avansată (îndepărtarea azotului şi fosforului din apa uzată înainte de evacuarea în emisar) în funcţie de mărimea colectivităţii: pentru staţiile de epurare aferente colectivităţilor cu 2.000 – 10.000 L.E se consideră suficientă epurarea biologică convenţională a apelor uzate, urmând ca toate colectivităţile cu peste 10.000 L.E. să fie prevăzute cu staţii de epurare avansată a apelor uzate.

8.1 Epurarea biologică în staţii de epurare urbane mici şi medii cu o capacitate între 2.000 şi 10.000 L.E.

8.1.1 Epurarea biologică naturală

(1) Epurarea biologică naturală reprezintă totalitatea fenomenelor biochimice ce decurg din metabolismul microorganismelor existente în apele uzate şi are ca scop reţinerea din aceste ape a substanţelor organice coloidale sau dizolvate. Această tehnologie de epurare se bazează pe capacitatea naturală de autoepurare a solului şi a apelor şi se realizează pe câmpuri de irigare, câmpuri de infiltrare, filtre de nisip şi iazuri biologice (de stabilizare).

(2) Datorită eficienţei ridicate pe care o asigură (95 – 99 %), epurarea biologică naturală este recomandată acolo unde emisarul impune evacuarea unei ape curate, sau în acele cazuri în care această metodă se dovedeşte avantajoasă din punct de vedere tehnico – economic.

(3) Tehnologiile de epurare biologică naturală includ:
a) Câmpuri de irigare şi infiltrare;
b) Iazuri biologice (de stabilizare);

8.1.1.1 Câmpuri de irigare şi infiltrare

(1) Câmpurile de irigare şi infiltrare sunt suprafeţe de teren folosite fie pentru epurare şi 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 strâns al recoltei, în perioadele de îngheţ.

(2) Tehnologia este aplicabilă în următoarele situaţii:

a) existenţa unor zone cu precipitaţii reduse, sub 400 – 500 mm/an;
b) ape uzate provenite de la localităţi ce nu depăşesc 10.000 locuitori;
c) ape uzate cu un conţinut de substanţe fertile (azot, fosfor, potasiu) cel puţin egal cu valorile indicate în tabelul 8.1.

Tabelul 8.1. Conţinutul apelor uzate şi nămolurilor în substanţe fertilizante.

Nr. crt.	Tipul apei sau nămolului	Tip substanţă (g/loc·zi)			
		Azot	Fosfat (P_2O_5)	Potasiu (K_2O)	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 şi a terenurilor irigate, concentraţia de materii în suspensie trebuie să fie minimă; în acest scop se vor utiliza 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 şi solul sunt favorabile. Această caracteristică a solului depinde de: panta terenului natural, textura şi permeabilitatea solului, nivelul apelor freatice, intensitatea salinizării.

(5) Pentru cunoaşterea evoluţiei calităţii solului în perioada utilizării apelor uzate ca ape de irigaţii, este necesară urmărirea în timp a modificărilor fizico-chimice produse asupra solului.

(6) În perioadele ploioase apele uzate vor fi trimise pe câmpurile de infiltrare sau reţinute în bazine de stocare.

(7) În timpul iernii, pentru epurarea apelor uzate folosind procedeul cu câmpuri de infiltrare, se recomandă următoarele soluţii:

a) inundarea câmpurilor şi îngheţarea apei pe suprafaţa parcelelor; această apă se va infiltra lent în sol în zilele călduroase de primăvară;
b) irigarea sub gheaţă a câmpurilor mari de irigare pe 70 – 80% din suprafaţa 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 gheaţă de 20–30 cm grosime sub care se desfăşoară irigarea în mod normal pe toată perioada rece;

(8) Câmpurile de irigare (terenuri agricole destinate irigării) se împart în parcele, având suprafeţe cu lungimi de 1000 – 2000 m şi lăţimi 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 şi 3 ‰ pentru terenuri nisipoase, iar panta transversală va avea valori 2 ‰ – 5 ‰.

(9) La proiectarea câmpurilor de irigare şi infiltrare se va ţine seama de următoarele studii preliminare:

a) studiu de calitate pentru caracterizarea apelor uzate în vederea folosirii lor ca apă de irigaţie: stabilirea eventualului pericol de colmatare, de sărăturare, de alcalinizare, de acumulare substanţe toxice, de infectare a solului ;
b) analiza tehnico – economică a aplicării irigaţiilor cu ape uzate pentru compensarea deficitului de umiditate;
c) stabilirea compatibilităţii terenului agricol la împrăştierea apelor uzate în câmp;
d) stabilirea culturilor şi asolamentelor capabile să utilizeze apele uzate;
e) studiu hidrogeologic şi hidrochimic pentru stabilirea nivelului pânzei freatice şi a capacităţii de epurare a solului ;
f) studiu topografic pentru cunoaşterea terenului disponibil ;
g) studiu pedoclimatic pentru alegerea asolamentelor şi efectuarea investiţiilor pedoameliorative ale solului ;
h) stabilirea parametrilor tehnico-economici ai amenajării pentru evaluarea fezabilităţii proiectului şi alegerea variantei optime;

8.1.1.2 Parametrii de proiectare pentru dimensionarea câmpurilor de irigare şi infiltrare

(1) Calitatea apei utilizate la irigaţii se va stabili prin studii agro – pedologice;

(2) Necesarul de apă specific:

$$D = E_p - 10 \cdot P - F - R_i + R_f (\mathrm{m^3/lună, ha}) \quad (8.1)$$

unde:

D – necesarul de apă specific (deficit), (m^3/lună,ha);
E_p – evapotranspiraţia potenţială, (m^3/lună,ha);
P – înălţimea precipitaţiilor utile care pot fi reţinute în sol, (mm/lună);
F – aportul de apă freatică, (m^3/lună,ha);
R_i – rezerva de apă din sol, la începutul lunii, (m^3/ha);
R_f – rezerva de apă din sol la sfârşitul lunii, (m^3/ha);

Dacă în relaţia (8.1) se obţin valori negative ale necesarului specific de apă, acestea se vor considera zero.

(3) Hidromodulul (debitul de irigare):

$$q = \frac{D_c}{T} (\mathrm{dm^3/s, ha}) \quad (8.2)$$

unde:

D_c – debitul lunar de calcul,(dm^3/ha);
T – durata de distribuire a apei pe parcursul unei luni, (s);

În lipsa datelor necesare pentru determinarea bilanţului apei în sol, dimensionarea câmpurilor de irigare şi infiltrare , precum şi a instalaţiilor de alimentare cu apă si de desecare, se va face pe baza normelor de irigare , a normelor de udare şi a normelor de infiltrare (tab. 8.3).

(4) Suprafaţa câmpurilor de irigare:

$$A_{ig} = \frac{Q_{uz,med,zi}}{N_{ig}} (\mathrm{ha}) \quad (8.3)$$

unde:

$Q_{uz,med,zi}$– debitul uzat zilnic mediu epurat mecanic ,(m^3/zi);
N_{ig} – norma de irigare, (m^3/ha,zi) ;

Valorile normelor de irigare sunt prezentate în tabelul următor.

Tabelul 8.2. Norme de udare şi de irigare cu ape uzate orientative în funcţie de culturi.

Genul culturii	**Cultura**	**Norma de udare (m^3/ha)**		**Norma de irigare (m^3/ha,zi)***
		de la	**până la**	
0	1	2	3	4
Culturi principale	Cereale – toamnă	200	300	300
	Cereale – primăvară	200	450	450
	Rapiţă – toamnă	250	500	1500

Genul culturii	Cultura	Norma de udare (m^3/ha)		Norma de irigare (m^3/ha,zi)*
		de la	până la	
0	1	2	3	4
	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
	Fâneţe	500	750	4000
	Păşuni	500	750	7000
Culturi intercalate	Secară – nutreţ	200	400	1000
	Porumb – nutreţ	400	600	1500
	Trifoi	400	600	1500

*se vor stabili prin determinări ”in situ” valorile exacte pe baza regimului precipitaţiilor.

(5) Suprafaţa câmpurilor de infiltrare:

$$A_{if} = \alpha \cdot \frac{Q_{uz,med,zi}}{N_{if}} = \alpha \cdot \frac{A_{ig} \cdot N_{ig}}{N_{if}} (\text{ha}) \quad (8.4)$$

unde:

α – coeficient care exprimă partea din debitul uzat zilnic mediu care se distribuie pe câmpurile de infiltrare;

$\mathbf{Q_{uz,med,zi}}$– debitul uzat zilnic mediu epurat mecanic ,(m^3/zi);

$\mathbf{N_{ig}}$ – norma de irigare, (m^3/ha,zi) ;

$\mathbf{N_{if}}$ – norma de infiltrare, (m^3/ha,zi) ;

$\mathbf{A_{ig}}$, $\mathbf{A_{if}}$– definite la 6);

(6)Suprafaţa necesară construcţiilor auxiliare:

$$A_d = k \cdot (A_{ig} + A_{if}) (\text{ha}) \quad (8.5)$$

unde:

k – coeficient care ţine seama de suplimentarea suprafeţelor de teren, datorită amenajărilor de lucrări auxiliare; orientativ k = 0,15 – 0,25, dar poate să ajungă şi la 0,50 în cazul unui relief accidentat ;

$\mathbf{A_{ig}}$ – suprafaţa câmpurilor de irigare, (ha);

$\mathbf{A_{if}}$ – suprafaţa câmpurilor de infiltrare, (ha);

(7)Suprafaţa totală necesară amenajării câmpurilor de irigare şi infiltrare:

$$A_t = A_{ig} + A_{if} + A_d (\text{ha}) \quad (8.6)$$

unde: $\mathbf{A_{ig}}$, $\mathbf{A_{if}}$, $\mathbf{A_d}$ definite anterior;

(8)Grosimea stratului de gheaţă care se formează pe timpul iernii:

$$h_g = \frac{\beta \cdot Q_{uz,med,zi} \cdot T_{\hat{i}ng}}{\gamma \cdot A_{\hat{i}ng}} + h_0 (\text{m}) \quad (8.7)$$

unde:

β – coeficient de infiltrare şi evaporare iarna:

- 0,30 – 0,40 pentru soluri argiloase ;
- 0,60 – 0,75 pentru soluri nisipoase;

$T_{îng}$ – durata perioadei de îngheţ, (zile);

γ – greutatea specifică a gheţii, (≈ 0,9 t/m^3);

$A_{îng}$ – suprafaţa pe care se continuă irigarea pe timpul iernii, (≈ 0,75A_{ig}), (m^2);

h_0 – grosimea stratului de zăpadă ce se depune pe suprafaţa gheţii, (0,10 m);

$Q_{uz,med,zi}$– debitul uzat zilnic mediu epurat mecanic, (m^3/zi);

Înălţimea stratului de gheaţă va trebui să nu depăşească 0,70 – 0,80 m, pentru a nu rezulta înălţimi mari necesare digurilor. Dacă această condiţie nu este respectată se va aplica procedeul de infiltraţie sub gheaţă.

(9) Debitul de calcul al canalului principal de distribuţie a apei uzate:

$$Q_c = Q_{uz,max,or}(\mathrm{dm}^3/\mathrm{s}) \tag{8.8}$$

unde:

$Q_{uz,max,or}$– debitul uzat orar maxim epurat mecanic, (dm^3/s) ;

(10) Debitul de calcul ce revine unei parcele de 1ha, valoare pentru care se dimensionează canalele de distribuţie şi irigaţie a apei pe parcele:

$$q_{ig} = \frac{1000 \cdot N_{ig} \cdot t}{3600 \cdot t_u}(\mathrm{dm}^3/\mathrm{s,ha}) \tag{8.9}$$

unde:

q_{ig} – debitul de irigare (hidromodulul), (dm^3/s,ha);

N_{ig} – norma de irigare (m^3/ha,zi) ;

t – perioada dintre două udări succesive; (≈ 5 zile);

t_u – timpul de udare; (≈1 h pentru 1 ha de parcelă udată);

1000, 3600 – coeficienţi de transformare;

Dacă debitul calculat cu relaţia (8.9) rezultă mai mare decât $Q_{uz,max,or}$, în calcule se va lua în consideraţie ultimul.

(11) Debitul apelor evacuate de pe parcela cu suprafaţa de 1 ha:

$$q_{des} = \frac{1000 \cdot \alpha \cdot N_{ig} \cdot t \cdot n}{86400 \cdot t_{des}} \ (\mathrm{dm}^3/\mathrm{s,ha}) \tag{8.10}$$

unde:

q_{des} – debitul de desecare colectat de pe suprafaţa unui ha de parcelă (modulul de scurgere) , (dm^3/s,ha);

α – coeficient de infiltraţie în sol; (≈ 0,5) ;

N_{ig} – norma de irigare (m^3/ha · zi) ;

t – perioada dintre două udări succesive; (≈ 5 zile);

n – coeficient care ţine seama de pătrunderea neuniformă a apei în reţeaua de drenaj; are valoarea 1,5;

t_{des} – timpul în care trebuie să se producă desecarea; are valori: (0,4 – 0,5) · t (zile);

1000, 86400 – coeficienţi de transformare;

(12) Debitul de calcul al unui dren:

$$Q_{dren} = q_{des} \cdot A_{des}(\mathrm{dm^3/s}) \quad (8.11)$$

unde:

q_{des} – definit de (8.10);

A_{des} – suprafaţa deservită de un singur dren (ha) :

$$A_{des} = \frac{L \cdot b}{10000} \quad (\mathrm{ha}) \quad (8.12)$$

unde:

L – lungimea drenului (≤ 120 m); **b** – distanţa între drenuri definită de (8.13),(m);

(13) Distanţa dintre drenurile sau şanţurile de desecare:

$$b = 632 \cdot (H - h) \cdot \sqrt{\frac{k}{q_{des}}}(\mathrm{m}) \quad (8.13)$$

unde:

H – adâncimea la care se aşează drenurile:

i. 1,20 – 1,50 m pentru drenajul închis;

ii. 1,50 – 2,0 m pentru canalele de desecare;

h – adâncimea de drenare:

i. 0,60 m pentru fâneaţă;

ii. 1,00 m pentru legume;

k – coeficientul de permeabilitate:

i. 1,0 – 0,1 cm/s pentru nisip;

ii. 0,004 – 0,001 cm/s pentru soluri argilo-nisipoase;

q_{des} – definit de relaţia (8.10);

Distanţa dintre drenuri, pentru diferite soluri şi adâncimi de aşezare poate fi adoptată orientativ din tabelul 8.4.

Tabelul 8.3..Distanţa dintre drenuri pentru diferite soluri şi adâncimi.

Natura solului	**Distanţa dintre drenuri *b*, (m), la adâncimi de aşezare a lor de:**	
	1,25 m	**1,50 m**
Argilă obişnuită	6,5	8,0
Argilă nisipoasă grea	8,0	10,0
Argilă nisipoasă obişnuită	9,5	12,0
Argilă nisipoasă măruntă	12,0	15,0
Sol nisipos	16,0	26,0

8.1.1.3 Iazurile de stabilizare (biologice)

(1) Iazurile de stabilizare sunt bazine naturale sau excavate în pământ, amenajate de cele mai multe ori în depresiuni naturale, având adâncimi de apă de 0,6 – 1,2 m şi obiectiv epurarea apelor uzate brute sau epurate parţial.

(2) Procesele de epurare care se desfăşoară în iazurile biologice sunt de tip aerob sau/şi anaerob, acestea bazându-se pe factori naturali.

(3) Iazurile biologice pot fi folosite atât pentru epurarea apelor uzate menajere, cât şi pentru cele orăşeneşti şi industriale, cu condiţia ca acestea să nu conţină substanţe toxice.

(4) Adâncimea iazurilor biologice poate să ajungă la 2,0 – 3,0 m şi chiar mai mult, în zonele unde variaţiile sezoniere de temperatură sunt mari (cazul ţării noastre), iar apele uzate sunt în prealabil epurate mecanic, caz în care sunt cunoscute mai mult sub denumirea de lagune.

(5) La iazurile biologice cu adâncimi mai mari de 1,0 m, fermentarea nămolului depus pe fund se face în condiţii anaerobe, ceea ce poate conduce la emanaţii de gaze cu mirosuri neplăcute. Acest fenomen se produce atunci când cantitatea de nămol depusă pe fundul iazului este mare şi, de asemenea, adâncimea este mare (peste 1,0 m) .

(6) 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.

(7) Soluţia frecvent aplicată este cu compartimente legate în serie întrucât, în acest mod, se obţine un grad ridicat de epurare ; primul compartiment este împărţit în două, cu funcţionare alternativă, pentru a permite curăţarea lor periodică (la intervale de 2 – 3 ani), iar ultimele compartimente sunt populate cu peşte (aici cantitatea de oxigen trebuie să fie în permanenţă de peste 3 mg O_2/l).

(8) La proiectarea iazurilor biologice sunt necesare următoarele date preliminare:

a) studii calitative şi cantitative asupra apelor uzate;
b) studii hidrologice şi meteorologice efectuate în zona de amplasare a iazurilor, din care să rezulte: temperatura medie a aerului, direcţia vânturilor predominante, gradul de acoperire a cerului, luminozitatea, evaporaţia, precipitaţiile;
c) studii topografice şi geotehnice din care să rezulte: adâncimea la care se află pânza freatică, structura, alternanţa şi duritatea rocilor, porozitatea solului;
d) condiţiile de evacuare, posibilităţile de reutilizare a apei epurate, combaterea mirosurilor, a muştelor, rozătoarelor;
e) posibilităţi 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 suprafaţa iazului;
f) protecţia sanitară;

8.1.1.4 Parametrii de proiectare pentru dimensionarea iazurilor biologice

(1) Timpul de retenţie al apei în iaz:

$$T = \frac{V}{Q_{uz,med,zi}} \text{(zile)} \quad (8.14)$$

unde:

V – volumul util al iazului, (m^3);

$Q_{uz,med,zi}$– debitul uzat mediu zilnic, (m^3/zi);

(2) Suprafaţa necesară a iazului biologic:

$$A_{iaz} = \frac{V}{h_{impus}} = \frac{T \cdot Q_{uz,med,zi}}{h_{impus}} = \frac{F_i}{I_{OA}} \text{(ha)} \quad (8.15)$$

unde:

h_{impus} – adâncimea impusă a iazului, (m);

I_{OA} – încărcarea organică pe suprafaţă, (kg CBO_5/ha,zi);

F_i – cantitatea de substanţă organică admisă în iaz (factorul de încărcare organică al iazului), (kg CBO_5/zi);

T,V, $Q_{uz,med,zi}$– definiţi anterior;

(3) Calitatea apei uzate efluente din iazul biologic:

$$x_{5,uz}^{ef} = \frac{x_{5,uz}^{b}}{K_T \cdot T+1} \text{(mg } O_2\text{/l)} \quad (8.16)$$

unde:

$x_{5,uz}^{ef}$ –concentraţia în substanţe organice exprimate în CBO_5 a efluentului iazului biologic, (mg O_2/l);

$x_{5,uz}^{b}$ –concentraţia în substanţe organice exprimate în CBO_5 influente în iazul biologic, (mg O_2/l);

K_T – constantă de viteză la temperatura t°C conform diagramei din fig. 8.1, (zile $^{-1}$)

T – timpul de retenţie , (zile).

(4) Volumul iazului biologic:

$$V = 35 \cdot Q_c \cdot x_{5,uz}^{b} \cdot 1{,}08^{(35-t°C)} \quad (m^3) \quad (8.17)$$

unde: **Q_c**, **$x_{5,uz}^{b}$**, t°C definite anterior;

Parametrii de dimensionare sunt prezentaţi în tabelul 8.5.

Tabelul 8.4. Parametrii de dimensionare ai iazurilor biologice

Tipul iazului	**Adâncimea iazului (m)**	**Încărcarea în locuitori echivalenţi (loc./ha)**	**Încărcarea organică pe suprafaţă (g CBO_5/m^2,zi)**	**Timp de retenţie**	**Eficienţa epurării (%)**
1	2	3	4	5	6
Anaerob	2,0 – 3,0	-	35 – 60	6 – 60 zile	10 – 50
Facultativ aerob	1,2 – 1,8	250	0,6 – 1,0	luni	75 – 80
Aerob	0,6 – 1,2	1000	5,5	30 zile	80 – 95
	< 0,6	2000	11 (iarna)	2 – 10 zile	80 – 95
		5000	25 (vara)		90 – 95

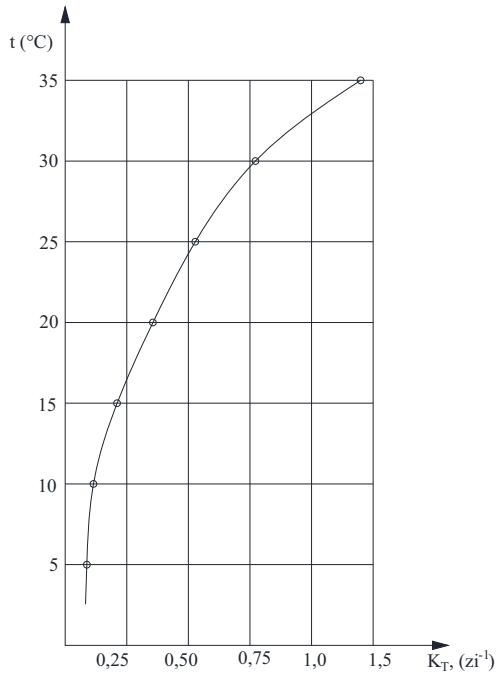


Figura 8.1. Valorile constantei de viteză funcţie de temperatura t^0C

8.1.2 Epurarea biologică artificială

(1) Epurarea biologică artificială reproduce în mod intensiv în bazine controlate fenomenele de autoepurare a solurilor şi apelor de suprafaţă, realizând condiţiile necesare (masă biologică, temperatură, pH, timp de contact, hrană, tip bacterii) dezvoltării masei bacteriene cu ajutorul căreia se mineralizează şi se reţin substanţele organice biodegradabile aflate în stare coloidală sau dizolvată în apele uzate efluente din treapta de epurare mecanică.

(2) Fenomenul de epurare biologică se bazează pe reacţiile metabolice ale unor populaţii mixte de bacterii, ciuperci şi alte microorganisme inferioare, în special protozoare. În practica epurării aceste biocenoze poartă denumirea de **biomasă.**

(3) Substanţele organice din apă pot fi îndepărtate de către microorganisme care le utilizează ca hrană, respectiv drept sursă de carbon. Ele constituie aşa numitul substrat organic.

(4) O parte din materiile organice utilizate de către microorganisme servesc la producerea energiei necesare pentru mişcare sau pentru desfăşurarea altor reacţii consumatoare de energie cum ar fi sinteza de materie vie, respectiv reproducerea (înmulţirea) microorganismelor.

(5) Materialul celular nou creat se grupează pe un suport solid, dacă acesta există, realizând în jurul său o peliculă denumită membrană biologică, sau se grupează în flocoane (fulgi) care sunt imersaţi în masa de apă.

(6) În funcţie de procedeele de epurare predominante, epurarea mecano – biologică convenţională se poate clasifica:

a) epurare biologică cu biomasă sau peliculă fixată, realizată în filtre biologice clasice ori echipate cu biodiscuri;
b) epurare biologică cu biomasă în suspensie realizată în bazine cu nămol activat, şanţuri de oxidare;
c) epurare biologică mixtă realizată în instalaţii de tip special;

8.1.2.1 Epurare biologică artificială cu biomasă fixată – filtre biologice

(1) Filtrele biologice se amplasează după decantoarele primare; au rolul de a asigura mineralizarea (oxidarea) substanţelor organice biodegradabile cu ajutorul microorganismelor aerobe care se dezvoltă pe pelicula (membrana) biologică fixată pe materialul de umplutură din care este alcătuit filtrul.

(2) Toate tipurile de filtre necesită în prealabil decantare primară, în principal pentru evitarea colmatării premature a materialului filtrant. Filtrele biologice sunt utilizate pentru debite de ape uzate cu $Q_{uz,max,zi} < 250$ dm^3/s şi pentru încărcări reduse cu materii în suspensie şi materii organice biodegradabile.

(3) Debitele de dimensionare şi verificare ale filtrelor biologice:

- dimensionare:
  i. filtre biologice clasice: $Q_c = Q_{uz,max,zi}$;
  ii. filtre biologice cu discuri: $Q_c = Q_{uz,max,zi}$;
- verificare:
  i. filtre biologice clasice: $Q_v = Q_{uz,max,or} + Q_{AR,max}$;
  ii. filtre biologice cu discuri: $Q_v = Q_{uz,max,or}$;

  unde:

  $\mathbf{Q_{uz,max,zi}}$– debitul apelor uzate maxim zilnic, (m^3/zi);
  $\mathbf{Q_{uz,max,or}}$– debitul apelor uzate maxim orar, (m^3/h);
  $\mathbf{Q_{AR,max}}$– debitul de recirculare a apei epurate, (m^3/zi);

(4) Fenomenele de epurare şi microorganismele mineralizatoare sunt de tip aerob, caracterizându-se prin prezenţa oxigenului şi prin procesele de oxidare, care sunt predominante.

(5) La toate tipurile de filtre se dezvoltă pe suprafaţa de contact (suprafaţa suport) o peliculă care, în mod continuu sau intermitent se desprinde şi este antrenată de apă în decantoarele secundare unde este reţinută sub formă de nămol biologic.

(6) Decantoarele secundare nu pot lipsi din schemele de epurare cu filtre biologice, deoarece ele trebuie să reţină pelicula biologică produsă şi evacuată din filtre.

(7) Cu excepţia filtrelor biologice cu contactori rotativi (ex. filtre biologice cu discuri) este necesară pomparea apei decantate primar în filtre, deoarece în majoritatea cazurilor acestea sunt construcţii supraterane.

(8) Nămolul biologic reţinut 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 scăderea încărcării organice volumetrice a filtrului biologic.

(9) Contactul dintre apa uzată şi materialul filtrant sau de contact (la filtrele biologice cu discuri) trebuie să fie intermitent, pentru a se permite aprovizionarea cu oxigen a microorganismelor mineralizatoare.

(10) Pentru dezvoltarea materialului celular viu şi desfăşurarea activităţii de mineralizare a substratului organic, este necesar ca în apa uzată să se găsească substanţe fertilizante cum ar fi azotul şi fosforul, substanţe care să se afle într-un anumit raport faţă de carbon.

(11) De obicei, în apele uzate menajere şi orăşeneşti, trebuie asigurate cerinţele cantitative minime şi anume: CBO_5 : N: P =100: 5: 1.

(12) La apele uzate sărace în azot şi fosfor, se adaugă artificial substanţe ce conţin azot şi fosfor (fertilizare), astfel încât cerinţele minime de mai sus să fie îndeplinite.

(13) În reţinerea substanţelor organice coloidale şi dizolvate de către microorganismele care trăiesc şi se dezvoltă în pelicula biologică ataşată de granulele materialului filtrant, fenomenele predominante sunt cele de interfaţă (la suprafaţa de separaţie dintre apă şi granule) cum ar fi adsorbţie şi de decantare în spaţiul dintre granule.

(14) Filtrele biologice pot fi clasificate în funcţie de mai multe criterii:

a) După modul de funcţionare şi alcătuirea constructivă:
   - de contact;
   - percolatoare (cu picurare), denumite şi „clasice” ;
   - cu contactori biologici rotativi;
b) După încărcarea organică şi hidraulică:
   - de mică încărcare;
   - de medie încărcare;
   - de încărcare normală;
   - de mare încărcare;
c) După forma în plan:
   - circulare;
   - rectangulare;
d) După sistemul de distribuţie al apei pe suprafaţa materialului filtrant:
   - cu sistem de distribuţie fix şi vas de dozare;
   - cu sistem de distribuţie mobil şi vas de dozare (la filtrele biologice cu forma în plan dreptunghiulară);
   - cu sistem de distribuţie rotativ (la filtrele biologice cu forma în plan circulară);
e) Din punct de vedere al ventilaţiei:

– cu ventilaţie naturală;
– cu ventilaţie artificială;

f) Din punct de vedere al contactului cu atmosfera:
– filtre biologice deschise (majoritatea aplicaţiilor);
– filtre biologice închise (în cazuri rare).

8.1.2.2 Filtre biologice percolatoare (cu picurare) de înălţime redusă

(1) Sunt construcţii în care apa uzată decantată primar este distribuită intermitent pe suprafaţa filtrului şi străbate în sens descendent un strat de material filtrant în care are loc epurarea biologică a apelor uzate.

(2) Filtrele biologice percolatoare joase, sunt alcătuite din următoarele elemente constructive principale (fig. 8.2):

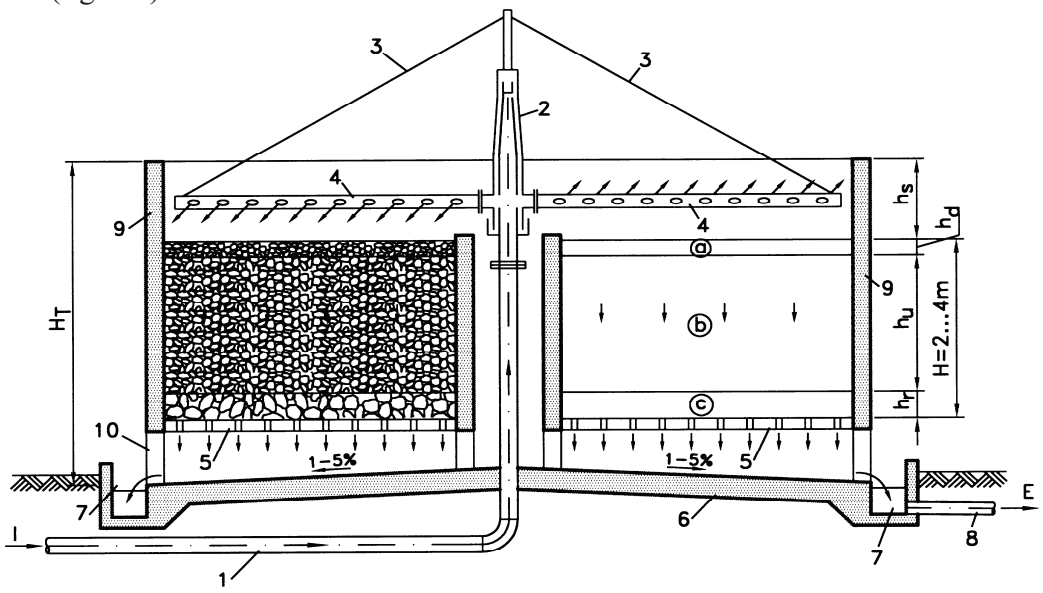


Figura 8.2. Filtru biologic percolator de înălţime redusă (”jos”)
I-influent; E- efluent; 1-conductă de alimentare cu apă decantată a filtrului;2-cap rotativ; 3-tiranţi; 4-conductă de distribuţie perforată;5-radier drenant; 6-radier compact; 7-rigolă perimetrală de colectare a apei filtrate; 8-conductă de transport a apei filtrate spre decantoare;9-pereţi exteriori; 10-ferestre de acces a aerului; a-strat de repartiţie;b-strat util (”de lucru”); c-strat suport (de susţinere sau de rezistenţă).

(3) Parametrii de proiectare ai filtrelor biologice percolatoare

a) Debitele de dimensionare şi verificare :
– dimensionare: $Q_c = Q_{uz,max,zi}$;
– verificare: $Q_v = Q_{uz,max,or} + Q_{AR,max}$;
unde:

$\mathbf{Q_{uz,max,zi}}$– debitul apelor uzate maxim zilnic, (m^3/zi);

$\mathbf{Q_{uz,max,or}}$– debitul apelor uzate maxim orar, (m^3/h);

$\mathbf{Q_{AR,max}}$– debitul de recirculare a apei epurate, (m^3/zi);

b) Debitul apei epurate de recirculare se calculează cu relaţia:

$$Q_{AR} = R \cdot Q_c \ (\mathrm{m}^3/\mathrm{zi}) \tag{8.17}$$

unde:

R – coeficient de recirculare : $R = \frac{Q_{AR}}{Q_C}$ (8.18)

Coeficientul de recirculare se determină dintr-o ecuaţie de bilanţ de substanţe scrisă la intrarea în filtrul biologic:

$$x_{5,uz}^{dp} \cdot Q_c + x_{5,uz}^{adm} \cdot Q_{AR} = x_{5,uz}^{b} \cdot (Q_c + Q_{AR}) \tag{8.19}$$

unde: $\mathbf{x_{5,uz}^{dp}}$ – concentraţia în CBO_5 a apelor decantate primar, (mg/l);

$\mathbf{Q_c}$– debitul de calcul, (m^3/zi);

$\mathbf{Q_{AR}}$ – debitul de recirculare, (m^3/zi);

$\mathbf{x_{5,uz}^{adm}}$ – concentraţia în CBO_5 a efluentului, impusă de NTPA 001-2002, (mg/l);

$\mathbf{x_{5,uz}^{b}}$ – concentraţia în CBO_5 a influentului în treapta biologică de epurare, (mg/l); se limitează la 150 mg/l pentru filtre de mică încărcare şi la 300 mg/l pentru celelalte tipuri de filtre;

se limitează la 150 mg/l pentru filtre de mică încărcare şi la 300 mg/l pentru celelalte tipuri de filtre;

Din relaţiile (8.17) şi (8.18) rezultă:

$$R = \frac{x_{5,uz}^{dp} - x_{5,uz}^{b}}{x_{5,uz}^{b} - x_{5,uz}^{adm}} \tag{8.20}$$

Concentraţia în CBO_5 a apelor decantate primar X_{5uz}^{dp} se determină cu relaţia:

$$x_{5,uz}^{dp} = (1 - e_{xd}) \cdot (1 - e_x) \cdot x_{5,uz}(\mathrm{mg/l}) \tag{8.21}$$

unde: $\mathbf{x_{5,uz}^{dp}}$ – concentraţia în CBO_5 a apelor decantate primar, (mg/l);

$\mathbf{e_{xd}}$ – eficienţa treptei de degrosisare privind reţinerea materiei organice biodegradabile, (%);

$\mathbf{e_x}$ – eficienţa decantorului primar privind reţinerea CBO_5, (%);

$\mathbf{x_{5,uz}}$ – concentraţia în CBO5 a apelor uzate influente în staţia de epurare, (mg/l);

Cu valorile de mai sus, se determină coeficientul de recirculare **R** aplicând relaţia (8.20).

Factorul hidraulic al recirculării reprezintă raportul dintre debitul de apă uzată introdus în filtru pe timpul recirculării şi debitul de calcul:

$$F_h = \frac{Q_c + Q_{AR}}{Q_c} = 1 + R \tag{8.22}$$

$$F_b = \frac{F_h}{[1+(1-f)\cdot R]^2} \tag{8.23}$$

unde:

$\mathbf{F_b}$ – factorul biologic al recirculării;

f – proporţia de materie organică (exprimată în CBO_5) îndepărtată la fiecare trecere a apei prin filtru; se consideră de obicei f = 0,90;

Tabelul 8.5. Valori ale F_h şi F_b în funcţie de R (f=0,9).

Nr. crt.	**Valori ale factorilor de recirculare**								
1	**R**	0,5	1	2	3	4	5	8	15
2	**Fh= 1+R**	1,5	2	3	4	5	6	9	16
3	$\mathbf{F_b} = \frac{\mathbf{F_h}}{(\mathbf{1+0,1R})^2}$	1,36	1,65	2,08	2,36	2,55	2,67	2,78	2,56

Deoarece factorul biologic al recirculării nu mai creşte în mod sensibil pentru valori ale coeficientului de recirculare R > 3,0 se recomandă pentru R valori cuprinse între 0,5 şi 3,0.

c) Încărcarea organicăa filtrului biologic reprezintă raportul dintre cantitatea de substanţă organică (exprimată în CBO_5)şi volumul de material filtrant; Se determină cu relaţia:

$$I_o = \frac{C_b}{V_{mf}} (\text{g CBO}_5/\text{m}^3, \text{zi}) \tag{8.24}$$

unde:

C_b – cantitatea de substanţă organică exprimată în CBO_5 influentă în treapta biologică, (kg CBO_5/zi);

V_{mf} – volumul de material filtrant, (m^3): $V_{mf} = \frac{C_b}{I_o} (\text{m}^3)$ (8.25)

d) Încărcarea hidraulică a filtrului biologic se determină ca raport al debitului apelor uzate admis în filtru şi suprafaţa orizontală a filtrului:

$$I_h = \frac{Q_c + Q_{AR}}{A_o} (\text{m}^3/\text{m}^2, \text{h}) \tag{8.26}$$

unde:

A_o – aria orizontală a filtrului, (m^2): $A_o = \frac{Q_c + Q_{AR}}{I_h} (m^2)$ (8.27)

Valorile I_o şi I_h se adoptă conform tabelului 8.7.

Tabelul 8.6. Parametrii de proiectare ai filtrelor biologice.

Nr. crt	Parametrii	U.M.	Tipul filtrului biologic			
			Încărcare mică	Încărcare medie	Încărcare normală	Încărcare mare
0	1	2	3	4	5	6
1	$\mathbf{I^o}$	g CBO^5/m^3,zi	≤ 200	200-450	450-750	750-1100
2	$\mathbf{I^h}$	m^3/m^2,h	< 0,2	0,4-0,8	0,6-1,2	0,7-1,5
3	$\mathbf{d^{xb}}$	%	> 85% (medie 92%)	> 80% (medie 88%)	> 75% (medie 83%)	> 70% (medie 77%)
4	$\mathbf{x_{5,uz}^{adm}}$	mg/l	≤ 20	≤ 25	≤ 30	≤ 45

unde:

$\mathbf{I_o}$ – încărcarea organică a filtrului, (g CBO_5/m^3,zi);
$\mathbf{I_h}$ – încărcarea hidraulică a filtrului,(m^3/m^2,h);
$\mathbf{d_{xb}}$ – gradul de epurare necesar pentru CBO5, din treapta de epurare biologică, (%);
$\mathbf{x_{5,uz}^{adm}}$ – concentraţia în CBO_5 a efluentului, impusă de NTPA 001- 2002, (mg/l);

e) Înălţimea totală a stratului de material filtrant H , va avea valori cuprinse între 2,0 şi 4,0 m:

$$H = \frac{V_{mf}}{A_o} = x_{5,uz}^{b} \cdot \frac{I_h}{I_o} \text{ (m)} \quad (8.28)$$

f) Eficienţa ansamblului filtru biologic-decantor secundar se poate calcula pentru schema cu o singură treaptă de epurare biologică, cu formula:

$$E = \frac{1}{1+0,014 \cdot \sqrt{\frac{I_O}{F_h}}} \quad (8.29)$$

unde: $\mathbf{I_o}$ şi $\mathbf{I_h}$ – definite anterior;

Trebuie îndeplinită condiţia:

$$E \geq d_{xb} \quad (8.30)$$

(4) În cazul când există treaptă dublă de epurare cu filtre biologice , eficienţa celei de-a doua trepte se calculează cu relaţia (8.29) în care se introduce încărcarea organică considerată pentru treapta a doua.

(5) Soluţia optimă privind eficienţa de epurare, gradul de recirculare, încărcarea hidraulică şi înălţimea stratului de material filtrant, se alege în urma unor calcule tehnico-economice comparative.

(6) Forma constructivă în plan a filtrului biologic depinde de sistemul de distribuţie a apei pe filtru; se adoptă circulară pentru distribuitoarele rotative şi dreptunghiulară pentru distribuţia cu sprinklere, conducte şi jgeaburi perforate sau distribuitoare cu deplasare longitudinală (tip „du-te vino”). Numărul minim al cuvelor de filtrare este n = 2; dacă se adoptă o singură cuvă, atunci se va prevedea posibilitatea de ocolire (by-pass) a cuvei.

8.1.2.3 Filtre biologice (percolatoare) turn

(1) Sunt instalaţii de epurare biologică care se desfăşoară pe înălţime, având formă circulară în plan şi raportul dintre înălţime şi diametru (H/D) = (6 / 1) ÷ (8 / 1). Filtrele biologice turn sunt utilizate pentru ape uzate puternic încărcate cu substanţe organice (fabrici de conserve, sanatorii, clinici veterinare) şi pentru epurarea biologică a apelor uzate provenite de la localităţi cu până la 10.000 locuitori echivalenţi.

(2) Filtrul este alcătuit din mai multe straturi filtrante de 2,0 ... 4,50 m înălţime dispuse pe verticală şi separate între ele prin spaţii de 0,40 ... 0,50 m înălţime, care servesc pentru realizarea unui tiraj corespunzător unei intense aerări a materialului filtrant.

(3) Se recomandă să se adopte înălţimi de turn de până la 10 m pentru epurarea apelor uzate cu o concentraţie în CBO_5 la intrarea în filtru $x^b_{5\ uz}$= 200 mg/dm^3 şi de până la 15 m pentru ape uzate cu $x^b_{5\ uz}$= 300 mg/dm^3.

(5) Admisia apei în filtru se face prin pompare la partea superioară a acestuia, iar distribuţia apei pe suprafaţa de filtrare se face continuu, de obicei cu sprinklere.

(5)Încărcarea organică a materialului filtrant $\mathbf{I_o}$= 500 ... 1800 g CBO_5/m^3 material filtrant.

(6) Încărcarea hidraulică $\mathbf{I_h}$ poate fi considerată până la 120 m^3 apă uzată/ m^2,zi (5m^3 apă uzată/m^2,h).

(7) La acest tip de filtre, recircularea apei epurate este rar utilizată. La partea inferioară a fiecărei trepte de filtrare se vor prevedea ferestre pentru asigurarea ventilării şi tirajului. De asemenea, se vor prevedea, pentru fiecare treaptă, deschideri care să permită încărcarea, respectiv evacuarea materialului filtrant.

8.1.2.4 Contactori biologici rotativi

(1) Contactorii biologici rotativi (cunoscuţi sub denumirea Rotating Biological Contactors – RBC) sunt instalaţii 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.) Sunt cunoscute şi sub denumirea de Filtre Biologice cu Discuri **(FBD),** iar discurile constituente se mai numesc **biodiscuri**. (fig.8.3).

(2) Filtrele biologice cu discuri au rolul de a asigura mineralizarea şi eliminarea substanţelor organice biodegradabile aflate în stare coloidală sau dizolvată din apele uzate decantate primar. Pot fi utilizate şi în scheme de epurare prin care se urmăreşte nitrificarea, denitrificarea şi reţinerea fosforului din apele uzate.

(3) Filtrele biologice cu discuri se amplasează în fluxul tehnologic după decantoarele primare şi în amontele decantoarelor secundare.Decantorul primar şi decantorul secundar **nu pot lipsi** din schema de epurare care conţine filtre biologice cu discuri.

(4) În schemele de epurare cu filtre biologice cu discuri nu se recirculă, nici apa epurată, nici nămolul biologic.

(5) Instalaţia de biodiscuri necesită un consum redus de energie, zgomotul în timpul funcţionării este neglijabil şi procesul de epurare poate fi complet automatizat funcţie de cantitatea şi calitatea apei

tratate. Discurile au diametrul cuprins între 0,60 şi 3,0 m şi sunt realizate din materiale uşoare de tip lupolen sau styropor (materiale asemănătoare polistirenului expandat) dar mult mai dense (compacte) şi cu muchiile rezistente şi stabile. Ele au grosimea d = 10 ... 15 mm şi se asamblează pe un ax, în pachete, distanţa optimă dintre discuri considerându-se, w = 20 mm.Distanţa dintre biodiscuri şi radierul bazinului este importantă.

(6) Utilizarea filtrelor biologice cu discuri este avantajoasă în cazul unor debite reduse de ape uzate provenite de la mici colectivităţi (5 – 500 locuitori), unităţi militare, campinguri, mici unităţi din industria alimentară. Ele pot fi realizate sub forma unor instalaţii monobloc modulate pentru anumite valori ale debitului de ape uzate.

(7) Valorile principalilor parametrii de proiectare ai filtrelor biologice cu discuri sunt prezentaţi în tabelul 8.8.

Tabelul 8.7. Valorile parametrilor de proiectare ai FBD

Nr. crt.	**Parametru**	**Simbol**	**U.M.**	**Tipul epurării**		
				Convenţională	**Cu nitrificare simultană**	**Cu nitrificare în bazine separate**
0	1	2	3	4	5	6
1	Încărcarea hidraulică	I_h	m^3/m^2,zi	0,08 – 0,16	0,03 – 0,08	0,04 – 0,10
2	Încărcarea organică specifică[1)]	$SCBO_5$[2)] $TCBO_5$[3)]	g/m^2,zi g/m^2,zi	3,7 – 10,0 10,0 – 17,0	2,5 – 7,3 7,3 – 15,0	0,5 – 1,5 1,0 – 3,0
3	Încărcarea organică specifică maximă din prima treaptă[1)]	$SCBO_5$[2)] $TCBO_5$[3)]	g/m^2,zi g/m^2,zi	20 – 30 40 – 60	20 – 30 40 – 60	– –
4	Încărcarea specifică în NH_3		g/m^2,zi	–	0,73 – 1,5	1,0 – 2,0
5	Timpul de retenţie	t	h	0,7 – 1,5	1,5 – 4,0	1,2 – 2,9
6	Concentraţia în CBO_5 a efluentului	X^{adm}_{5uz}	mg/dm^3	15 – 30	7 – 15	7 – 15
7	Concentraţia în NH_3 a efluentului	C^{adm}_{NH3}	mg/dm^3	–	< 2	1 – 2

1) Temperatura apei uzate > 13 °C;
2) $SCBO_5$ – consum biochimic de oxigen solubil;
3) $TSCBO_5$ – consum biochimic de oxigen total;

Notă: Încărcarea hidraulică, organică specifică în NH_3 se raportează la aria biodiscurilor:
$A = \Sigma \cdot n \cdot 0{,}785 \cdot D^2 \quad (m^2)$;
n – numărul de biodiscuri; D – diametru biodiscuri, (m);

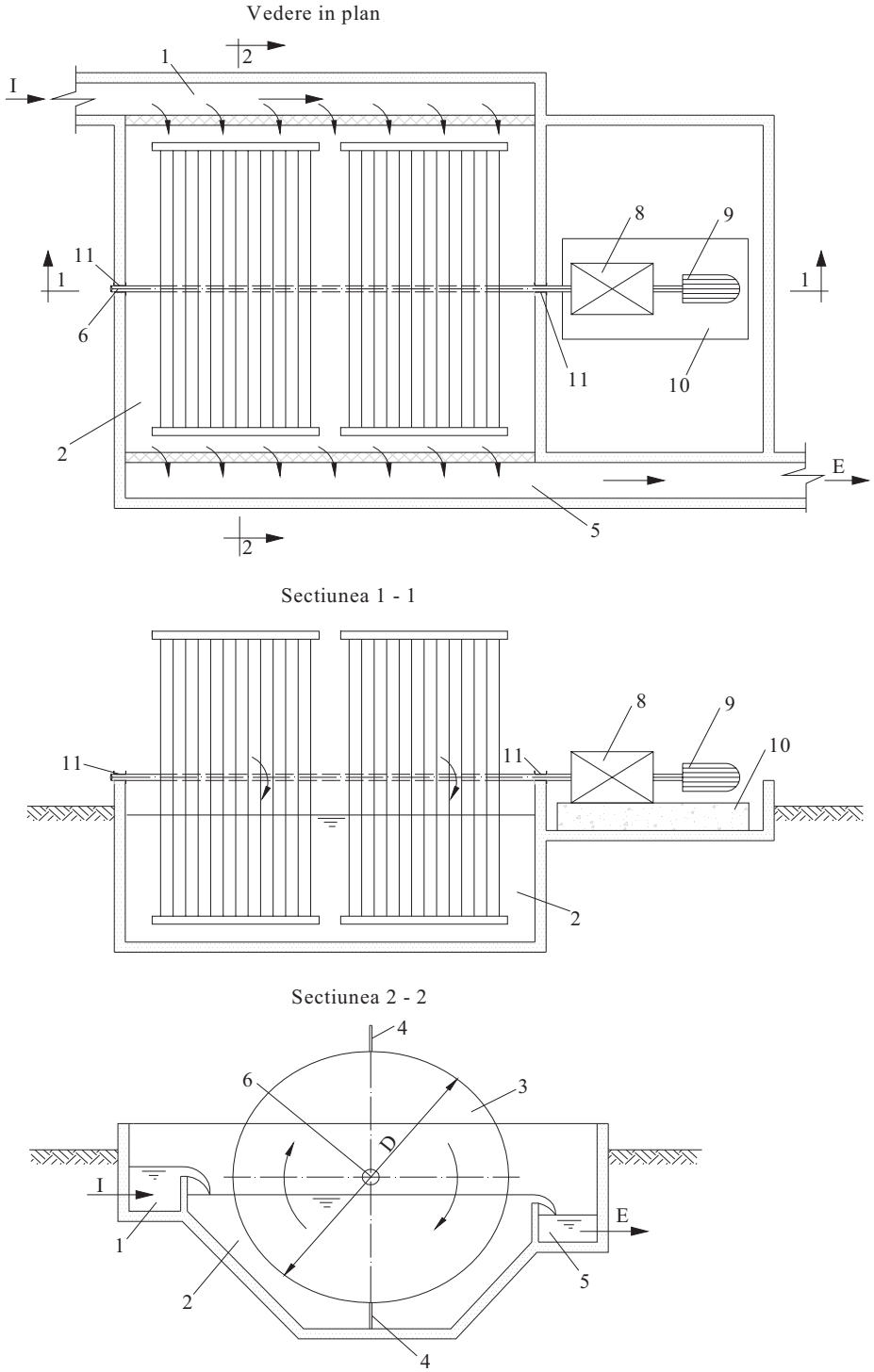


Figura 8.3. Filtru biologic cu discuri.

I – influent; E – efluent; 1 – rigolă de admisie a apei decantate primar în instalaţia 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.

8.1.2.5 Bazine cu nămol activat – epurare biologică cu biomasă în suspensie

(1) Bazinele cu nămol activat (BNA), denumite şi bazine de aerare, sunt construcţii în care se realizează procesul de epurare biologică a apelor uzate în prezenţa oxigenului introdus artificial prin aerare şi a nămolului activat de recirculare (fig. 8.4). Fenomenul este analog celuide autoepurare a cursurilor de apă, dar mult intensificat prin aerare artificială şi prin recircularea nămolului activat.

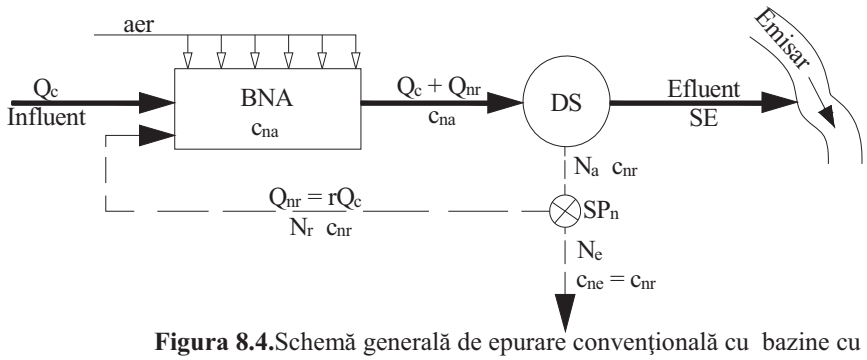


Figura 8.4. Schemă generală de epurare convenţională cu bazine cu nămol activat

Q_c – debitul de calcul; Q_{nr} – debitul de nămol recirculat; c_{na} – concentraţia nămolului activat; c_{nr} – concentraţia nămolului de recirculare; N_a – cantitatea de nămol activat; N_r – cantitatea de nămol recirculat; N_e – cantitatea de nămol în exces;

(2) Bazinele cu nămol activat realizează amestecul :

a) apei uzate, conţinând substanţe organice care constituie hrana bacteriilor mineralizatoare (aşa numitul substrat organic);
b) aerul, care conţine oxigen şi care este furnizat prin procedee mecanice, pneumatice,
c) mixte sau cu jet ;
d) nămolul activat de recirculare, care conţine materialul celular viu necesar menţinerii unei anumite concentraţii a nămolului activat în bazinul de aerare, corespunzătoare unui anumit grad de epurare necesar.

(3) Amestecul celor 3 elemente trebuie să se facă astfel încât, indiferent de procesul de aerare să fie îndeplinite condiţiile esenţiale:

a) să se introducă oxigenul necesar desfăşurării proceselor bio-chimice din bazinul de aerare;
b) să se realizeze o bună omogenizare a celor trei elemente (apa uzată, aerul şi nămolul activat de recirculare);
c) să fie evitată depunerea flocoanelor de nămol în orice punct din bazinul de aerare;

(4) Bacteriile participante în proces sunt de tip aerob; se găsesc totdeauna în apa uzată decantată primar şi se pot adapta sau nu la condiţiile aerobe din bazin. În bazinul cu nămol activat sunt create în mod artificial condiţii de dezvoltare şi de înmulţire intensivă a microorganismelor care, în procesul lor de viaţă, transformă substanţele organice biodegradabile pe bază de carbon aflate în apa uzată sub formă coloidală sau dizolvată, în material celular viu. Acesta se reuneşte în flocoane şi este reţinut în decantoarele secundare prevăzute în aval şi poartă denumirea de „nămol activat”.

(5) Procesele biochimice care au loc în bazinele de aerare se află în stadiul II de dezvoltare a masei bacteriene, stadiu denumit „ de creştere logaritmică".Aceste procese sunt consumatoare de oxigen, element chimic care se asigură prin diverse procedee de aerare a apei.La consumuri de energie necesare pentru aerarea apei reduse, în condiţiile asigurării unui grad de epurare dat, procedeele de aerare devin avantajoase.

(6) Eficienţa de îndepărtare (reducere sau eliminare) a substanţelor organice prin procedeele cu nămol activat, variază între 60 şi 98 % în funcţie de tipul de epurare adoptat, de procedeele de aerare aplicate, de natura apelor uzate.

(7) Bazinele de aerare se prevăd:

a) cu 2, 3 sau 4 compartimente pentru staţii cu $Q_{uz,max,zi} < 250$ dm^3/s;
b) cu 1 compartiment, pentru staţii cu $Q_{uz,max,zi} < 25$ l/s (cu dotare by-pass);

(8) În schemele staţiilor de epurare unde **nusunt prevăzute** decantoare primare, se va avea în vedere ca la debitul de verificare (Q_v), concentraţia de oxigen dizolvat în bazin să nu scadă sub 0,50 mg O_2/l, iar durata de aerare să fie mai mare de 2h.

(9) Clasificarea bazinelor cu nămol activatse face după mai multe criterii:

a) După procedeul de aerare:
   i. cu aerare pneumatică;
   ii. cu aerare mecanică;
   iii. cu aerare mixtă.
   iv. cu jet;
b) După variaţia concentraţieinămolului activat din bazinul de aerare:
   i. omogene (cu amestec complet);
   ii. neomogene (tip piston) - concentraţia nămolului activat descreşte spre aval în lungul bazinului;
c) După modul de distribuţie (repartiţie) a apei uzate şi nămolului de recirculare,bazinele de aerare neomogene pot fi:
   i. cu apa şi nămolul activat de recirculare introduse concentrat în capătul amonte al bazinului (aerare convenţională);
   ii. cu distribuţia fracţionată a apei în lungul bazinului (step-feed);
   iii. cu distribuţia fracţionată a nămolului de recirculare în lungul bazinului ;
   iv. cu distribuţia fracţionată a apei şi a nămolului de recirculare în lungul bazinului;
   v. cu regenerarea nămolului de recirculare (stabilizare de contact) ;
   vi. cu aerare prelungită;
d) După numărul treptelor de epurare biologică, pot exista bazine cu nămol activat:
   i. într-o singură treaptă;
   ii. în două trepte;
e) După încărcarea organică a nămolului I_{on} (kg CBO_5/kg s.u,zi), BNA pot fi:
   i. cu aerare prelungită: $I_{on} < 0,1$ kg CBO_5/kg s.u,zi;
   ii. de încărcare mică: 0,1 kg CBO_5/kg s.u,zi ≤ $I_{on} < 0,3$ kg CBO_5/kg s.u,zi;
   iii. de încărcare medie: 0,3 kg CBO_5/kg s.u,zi ≤ $I_{on} < 0,6$ kg CBO_5/kg s.u,zi;

iv. de încărcare mare: 0,6 kg CBO_5/kg s.u,zi ≤ I_{on}< 1,5 kg CBO_5/kg s.u,zi;
v. cu aerare modificată: I_{on}≥ 1,5 kg CBO_5/kg s.u,zi;

f) După natura procesului de aerare, BNA pot fi:
i. convenţionale (tip piston);
ii. cu amestec complet;
iii. cu aerare descrescătoare (tip con);
iv. cu alimentare fracţionată (step – feed);
v. cu aerare modificată;
vi. cu stabilizare de contact sau cu regenerarea nămolului;
vii. cu aerare prelungită;
viii. cu aerare de mare încărcare (high – rate aeration);
ix. cu utilizarea procedeului Kraus;
x. cu insuflare de oxigen pur;
xi. şanţuri de oxidare;
xii. cu aerare în foraj de adâncime;

(10) Bazinele cu nămol activat sunt în general neacoperite, cu excepţia cazului în care se aplică procedeul de insuflare a oxigenului pur şi a unor situaţii speciale impuse de protecţia sanitară a mediului înconjurător (staţii de epurare subterane, în clădiri, în zone intens locuite).

(11) Forma în plan a bazinelor cu nămol activat poate fi rectangulară, circulară, inelară (şanţurile de oxidare de exemplu) şi mixtă (dreptungiulară şi cu capetele de forma unui semicerc).

(12) Din punct de vedere al amplasării faţă de cota terenului amenajat, bazinele de aerare pot fi îngropate, semi-îngropate sau supraterane, în funcţie de cerinţele profilului tehnologic şi de criteriile tehnico-economice ale soluţiei adoptate. Ele trebuie fundate pe teren sănătos şi la adâncimi ≥ h îngheţ.

(13) Bazinele de aerare pot fi realizate din beton armat sau metal; la staţii de epurare mici modulele de epurare pot fi realizate în uzină sau direct pe amplasament, din materiale plastice, oţel inox sau metal protejat împotriva coroziunii.

(14) Principalele componente ale bazinelor cu nămol activat (fig.8.5) sunt:

a) bazinul (sau cuva) în care are loc procesul;
b) conductele de transport şi distribuţie a aerului şi dispozitivele de insuflare a aerului (difuzoare, panouri, tuburi, furtunuri) ;
c) pasarelele de susţinere a sistemelor de aerare şi de acces la acestea, la armăturile de reglaj situate pe conductele de aer sau apă uzată, la aparatura de măsură şi control;
d) aparatura de măsură, control, şi automatizare.
e) canale sau conducte de acces şi de evacuare a apei uzate şi a nămolului de recirculare în/din bazinele de aerare, precum şi stavilele aferente;

(15) Decantoarele primare pot lipsi din schema staţiei de epurare în situaţiile:

a) când apele uzate ce urmează a fi epurate au provenienţă exclusiv menajeră şi debite $Q_{uz,max,or}$ < 200 dm^3/s;

b) când eficienţa decantării prin sedimentare gravimetrică (reţinerea materiilor în suspensie) este sub 40%;
c) când conţinutul în substanţă organică este redus (CBO_5< 150 g O_2/m^3);
d) când epurarea se realizează în instalaţii biologice compacte de capacitate redusă;

(16) Valorile parametrilor de proiectare ai bazinelor de nămol activat sunt prezentate în tabelul următor.

Tabelul 8.8. Valorile parametrilor de dimensionare pentru bazinele cu nămol activat.

Nr. crt.	**Tipul epurării**	**T_N (zile)**	**I_{on} (kg CBO_5/ kg s.u,zi)**	**I_{ob} (kg CBO_5/ m^3,zi)**	**c_{na} (mg/ dm^3)**	**t_a (h)**	**r (%)**
0	1	2	3	4	5	6	7
1	Aerare de mare încărcare	0,5 – 2	1,5 – 2	1,2 – 2,4	200 – 1000	1,5 – 3	100 – 150
2	Stabilizare de contact	5 – 10	0,2 – 0,6	1,0 – 1,3	1000 – 3000[a] 6000 – 10000[b]	0,5 – 1[a] 2 – 4[b]	50 – 150
3	Aerare cu introducere de oxigen pur	1 – 4	0,5 – 1	1,3 – 3,2	2000 – 5000	1 – 3	25– 50
4	Curgere „tip piston” convenţională	3 – 15	0,2 – 0,4	0,3 – 0,7	1000 – 3000	4 – 8	25 – 75[d]
5	Alimentare fracţionată	3 – 15	0,2 – 0,4	0,7 – 1,0	1500 – 4000	3 – 5	25 – 75
6	Amestec complet	3 – 15	0,2 – 0,6	0,3 – 1,6	1500 – 3000	4 – 8	25 – 75[d]
7	Aerare prelungită	20 – 40	0,04 – 0,1	0,1 – 0,3	2000 – 5000	20 – 30	50 – 150
8	Şanţuri de oxidare	15 – 30	0,04 – 0,1	0,1 – 0,3	3000 – 5000	15 – 30	75 – 150
9	Procese de aerare şi decantare grupate în acelaşi bazin	15 – 25	0,04 – 0,1	0,1 – 0,3	2000 – 5000[c]	20 – 40	NA
10	Bazine cu funcţionare secvenţială	10 – 30	0,04 – 0,1	0,1 – 0,3	2000 – 5000	15 – 40[c]	NA
11	Aerare distribuită	10 – 30	0,04 – 0,1	0,1 – 0,3	2000 – 4000	15 – 40	25 – 75[d]

a) Concentraţia nămolului activat şi timpul de retenţie în bazinul de contact;
b) Concentraţia nămolului activat şi timpul de retenţie în bazinul de stabilizare;
c) Utilizată şi la vârste ale nămolului intermediare;
d) Pentru nitrificare, ratele pot fi crescute cu 25 – 50 %;
NA – neaplicabil.

unde:

T_N – vârsta nămolului, (zile);
I_{on} – încărcarea organică a nămolului, (kg CBO_5/ kg s.u,zi);
I_{ob} – încărcare organică a bazinului,(kg CBO_5/ m^3,zi);
c_{na}– concentraţia nămolului activat, (mg/dm^3);
t_a = V/Q_c – timpul de retenţie la debitul de calcul, (h);
V – volumul bazinului, (m^3);
r = Q_{nr}/Q_c – rata de recirculare a nămolului, (%);
Q_{nr} – debitul de recirculare, (m^3/zi);

Q_c – debitul de calcul, (m^3/zi);

8.1.2.6 Parametrii de dimensionare ai bazinelor de aerare (BNA)

(1) Debitele de dimensionare şi verificare:

- dimensionare: $Q_c = Q_{uz,max,zi}$;
- verificare: $Q_v = Q_{uz,max,or} + Q_{nr,max}$;

(2) Concentraţia substanţei organice biodegradabile exprimată în CBO_5:

$$x_{5,uz}^{b} = (1 - e_{xd}) \cdot (1 - e_x) \cdot x_{5,uz}(\text{mg/l}) \qquad (8.31)$$

unde:

$x_{5,uz}^{b}$ – concentraţia în CBO_5 pentru influentul treptei biologice (mg O_2/l);

e_{xd} – eficienţa treptei de degrosisare privind reţinerea CBO_5, (%);

e_x – eficienţa decantorului primar privind reţinerea CBO_5, (%);

$x_{5,uz}$ – concentraţia în CBO_5 a apelor uzate influente în staţia de epurare, (mg O_2/l);

(3) Cantitatea de substanţă organic biodegradabilă influentă în BNA:

$$C_b = x_{5\,uz}^{b} \cdot Q_c(\text{kg CBO}_5/\text{zi}) \qquad (8.32)$$

unde:

$x_{5,uz}^{b}$, Q_c – definite anterior.

(4) Cantitatea de substanţă organică eliminată în treapta biologică:

$$C_b' = C_b - C_{ev}(\text{kg CBO}_5/\text{zi}) \qquad (8.33)$$

unde:

C_b – definit la pct.3 cf. relaţiei (8.32);

C_{ev} – cantitatea de substanţă evacuată zilnic în emisar:

$$C_{ev} = x_{5\,uz}^{adm} \cdot Q_c(\text{kg CBO}_5/\text{zi}) \qquad (8.34)$$

unde:

$x_{5\,uz}^{adm}$- concentraţia substanţei organice impusă la evacuarea în emisar, (mg O_2/l);

(6) Încărcarea organică a bazinului:

$$I_{ob} = \frac{C_b}{V}\ (\text{kg CBO}_5/\text{m}^3\ \text{b.a.}, \text{zi}) \qquad (8.35)$$

unde:

C_b – definit la pct. 3) cf. relaţiei (8.32);

V – volumul util al bazinului de aerare, (m^3);

(7) Încărcarea organică a nămolului:

$$I_{on} = \frac{C_b}{N_a}(\text{kg CBO}_5/\text{kg s.u.}, \text{zi}) \qquad (8.36)$$

unde:

C_b – definit la pct. 3), conform relaţiei (8.32);

N_a – cantitatea de biomasă existentă în bazinul de aerare, (kg s.u);

(8) Încărcarea hidraulică a bazinului:

$$I_h = \frac{Q_c}{V} (\mathrm{m^3\ a.uz/m^3 b.a., zi}) \quad (8.37)$$

unde:

Q_c, V – definite anterior;

(9) Concentraţia nămolului activ din bazinul de aerare (valori orientative tab.8.10):

$$c_{na} = \frac{N_a}{V} = \frac{I_{ob}}{I_{on}} (\mathrm{kg/m^3}) \quad (8.38)$$

unde:

N_a, V, I_{ob}, I_{on} – definite anterior;

Tabelul 8.9. Valori ale concentraţiei nămolului activat.

Tipul epurării	**Concentraţia în substanţă uscată c_{na} (kg/m^3)**	
	cu decantare primară	**fără decantare primară**
0	1	2
Fără nitrificare	2,5 – 3,5	3,5 – 4,5
Cu nitrificare şi 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

(10) Indicele volumetric al nămolului (Indexul lui Mohlmann) exprimă volumul de nămol care revine unui gram de substanţă uscată după o sedimentare de 30 de minute a probei de nămol şi se exprimă în cm^3/g; reprezintă raportul dintre volumul de nămol separat într-un con Imhoff de 1 dm^3, umplut până la reper, după o sedimentare de 30 de minute şi cantitatea de substanţă uscată aferentă acestui volum după etuvare.

a) Valori ale indicelui de nămol I_{VN} = 50 … 150 cm^3/g indică o bună sedimentare în decantoarele secundare; pentru valori I_{VN}> 200 cm^3/g, procesul de sedimentare este necorespunzător, obţinându-se un nămol înfoiat, cu proprietăţi de decantare extrem de reduse şi care poate conduce la flotarea acestui nămol în decantorul secundar.

b) Indicele nămolului poate fi exprimat în ml/l (cm^3/dm^3), caz în care poartă denumirea de sediment sau indice comparativ al nămolului şi reprezintă raportul dintre volumul de nămol separat într-un con Imhoff de 1dm^3, umplut până la reper, după o sedimentare de 30 de minute şi volumul iniţial al probei de nămol;

   i. pentru $I_{on} \leq$ 0,3 kg CBO_5/ kg s.u,zi→ I_{VN} = 100 cm^3/g;

   ii. pentru I_{on}> 0,3 kg CBO_5/ kg s.u,zi→ I_{VN} = 150 cm^3/g;

(11) Concentraţia nămolului de recirculare (concentraţia nămolului în exces):

$$c_{nr} = c_{ne} = \frac{1.000}{I_{VN}} = c_{na} \cdot \frac{r + 100}{r} (\mathrm{kg/m^3}) \quad (8.39)$$

unde: **I_{VN}** – definit anterior;

r – coeficientul de recirculare al nămolului:

$$r = \frac{Q_{nr}}{Q_c} \cdot 100 = \frac{c_{na}}{c_{nr} - c_{na}} \cdot 100 = \frac{c_{na} \cdot I_{VN}}{1.000 - c_{na} \cdot I_{VN}} (\%) \quad (8.40)$$

unde:

$\mathbf{Q_c}$ – debitul de calcul, definit anterior;
$\mathbf{c_{na}}$, $\mathbf{c_{nr}}$, $\mathbf{I_{VN}}$ – definiţi anterior;
$\mathbf{Q_{nr}}$ – debitul de nămol recirculat, (m^3/zi);

(12) Debitul de nămol în exces:

$$Q_{ne} = \frac{c_{na} \cdot V - T_N \cdot Q_c \cdot c_{uz}^{adm}}{T_N \cdot (c_{ne} - c_{uz}^{adm})} (\mathrm{m^3/zi}) \qquad (8.41)$$

unde:
$\mathbf{c_{na}}$, $\mathbf{c_{ne}}$, $\mathbf{V}$, $\mathbf{Q_c}$ – definite anterior;
$\mathbf{c_{uz}^{adm}}$ – concentraţia în MTS impusă la evacuarea în emisar, (mg/l);
$\mathbf{T_N}$ – vârsta nămolului, definită de relaţia (8.43);

(13) Cantitatea specifică de nămol, n_{es}, se alege în funcţie de tipul epurării (tab.8.11):

$$n_{es} = \frac{N_e}{C_b'} (\text{kg s. u./kg } CBO_5 \text{ redus}) \qquad (8.42)$$

unde:
$\mathbf{N_e} = Q_{ne} \cdot c_{ne}$ – cantitatea de substanţă uscată corespunzătoare volumului în exces, (kg s.u/zi);
$\mathbf{C_b'}$ – definit cu relaţia (8.33);

Tabelul 8.10. Valori ale cantităţii specifice de nămol.

n_{es} (kg s.u/ kg CBO_5 redus)			
Tipul epurării biologice			
Epurare convenţională		Epurare cu nitrificare	Aerare prelungită
$X_{5uz}^{adm} \leq 20$ mg/l	$X_{5uz}^{adm} \leq 30$ mg/l		
0,6 – 0,8	0,7 – 0,9	0,5 – 0,7	0,35 – 0,5

(14) Umiditatea nămolului
Umiditatea nămolului în exces se va considera în calcule 99 – 99,2 %.

(15) Vârsta nămolului se defineşte ca raportul dintre cantitatea de materii solide în suspensie existentă în BNA şi cantitatea de materii solide în suspensie eliminată din sistemul bazin – decantor secundar:

$$T_N = \frac{c_{na} \cdot V}{(Q_c - Q_{ne}) \cdot c_{uz}^{adm} + Q_{ne} \cdot c_{ne}} (\text{zile}) \qquad (8.43)$$

unde:
$\mathbf{c_{na}}$, $\mathbf{c_{ne}}$, $\mathbf{V}$, $\mathbf{Q_c}$, $\mathbf{Q_{ne}}$, $\mathbf{c_{uz}^{adm}}$ – definiţi anterior;
Vârsta nămolului este un parametru important în epurarea biologică şi epurarea avansată a apelor uzate; valorile recomandate depind de tipul epurării (tab.8.12).

Tabelul 8.11. Valori recomandate pentru vârsta nămolului.

Nr. crt.	Tipul epurării	Mărimea staţiei de epurare			
		C_b< 1.200 kg CBO_5/zi		C_b> 6.000 kg CBO_5/zi	
		Temperatura de dimensionare			
		10 ^{0} C	12 ^{0} C	10 ^{0} C	12 ^{0} C
0	1	2		3	
1	Fără nitrificare	5,0 zile		4,0 zile	
2	Cu nitrificare	10 zile	8,2 zile	8 zile	6,6 zile
3	Cu nitrificare–denitrificare $V_D/V = 0,20$	12,5 zile	10,3 zile	10 zile	8,3 zile
4	$V_D/V = 0,30$	14,3 zile	11,7 zile	11,4 zile	9,4 zile
5	$V_D/V = 0,40$	16,7 zile	13,7 zile	13,1 zile	11,0 zile
6	$V_D/V = 0,50$	20,0 zile	16,4 zile	16,0 zile	13,2 zile
7	Cu stabilizarea aerobă a nămolului, inclusiv eliminarea azotului	25 zile		Recomandabil peste 20 zile	

unde:

$\mathbf{C_b}$ – definit de relaţia (8.32), (kg/zi):

$\mathbf{x^b_{5,uz}}$ – concentraţia CBO_5 influentă în reactorul biologic, (mg/l);

$\mathbf{Q_c}$ – debitul de calcul, conform § 8.1.1;

$\mathbf{V_D}$ – volumul zonei de denitrificare, (m^3);

V – volumul total al bioreactorului, (m^3);

(16) Cantitatea de oxigen necesară se determină cu relaţia:

$$O_n = O_{ns} \cdot V (\text{kg } O_2/\text{zi}) \qquad (8.44)$$

unde:

$\mathbf{O_{ns}}$ – oxigenul necesar specific, (kg O_2/ m^3 b.a.,zi);

V – volumul bazinului, (m^3);

Valorile oxigenului necesar specific, după tipul de epurare biologică sunt prezentate în tabelul 8.13.

Tabelul 8.12. Valori ale O_{ns} după tipul de epurare biologică.

O_{ns} (kg O_2/ m^3 b.a.,zi)			
Tipul epurării biologice			
Epurare convenţională		Epurare cu nitrificare	Aerare prelungită
$X_{5uz}^{adm} \leq 20$ mg/l	$X_{5uz}^{adm} \leq 30$ mg/l		
1,12	1,44	0,79	0,47

(17) Capacitatea de oxigenare necesară:

$$CO_{h,nec} = \frac{1}{24} \cdot O_n \cdot \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{c_s}{c_{SA} - c_B} \cdot \left(\frac{K_{10}}{K_T}\right)^{1/2} \cdot \frac{760}{p} (\text{kg } O_2/\text{h}) \qquad (8.45)$$

unde:

O_n– cantitatea de oxigen necesară, (kg O_2/zi);

α – raportul dintre capacitatea de transfer a oxigenului în apa uzată şi capacitatea de transfer a oxigenului în apa curată; se consideră α = 0,7 … 0,9;

c_{SA} – concentraţia de saturaţie a oxigenului dizolvat în apă curată, în condiţii standard (760 mm col. Hg);

c_S – concentraţia de saturaţie a oxigenului dizolvat din bazinul de aerare la temperatura de lucru T; valorile **c_S** sunt indicate în tabelul 8.14.

Tabelul 8.13. Valorile c_S şi c_{SA} pentru diferite temperaturi ale apei uzate.

T (° C)	0	5	10	15	20	25	30
c_S (mg O_2/l)	11,6	12,8	11,3	10,2	9,2	8,4	7,6
c_{SA} (mg O_2/l)	11,3	10,0	9,0	8,1	7,4	6,4	6,1

c_B – concentraţia efectivă a oxigenului dizolvat din bazinul de aerare la temperatura T, (1 .. 3mg O_2/l);

K_{10} – coeficient de transfer al oxigenului în apă la T = 10 °C;

K_T – coeficient de transfer al oxigenului în apă la T°C (tab.8.15);

Tabelul 8.14. Valorile $\left(\frac{K_{10}}{K_T}\right)^{1/2}$ pentru diferite temperaturi ale apei uzate.

T°C	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
$\left(\frac{K_{10}}{K_T}\right)^{1/2}$	1,019	1,0	0,982	0,964	0,946	0,982	0,911	0,885	0,878	0,861	0,845	0,83	0,815	0,799	0,784	0,77

p – presiunea barometrică medie anuală a aerului din localitatea respectivă;

(18) Debitul de aer necesar a fi insuflat:

$$Q_N = \frac{CO_{h,nec}}{c'_o \cdot H_i} (\text{N m}^3 \text{ aer/ h}) \qquad (8.46)$$

unde:

$CO_{h,nec}$ – definit de relaţia (8.44);

c'_o – capacitatea specifică nominală de oxigenare în apa uzată se determină:

$$c'_o = 280 \cdot \eta_m (\text{g } O_2/\text{ m}^3 \text{ aer, m ad. insuflare}) \qquad (8.47)$$

unde:

280 – cantitatea de oxigen existentă într-un m^3 de aer în condiţii normale, (g O_2);

η_m – randamentul specific de oxigenare, (%/ m ad. insuflare); valori curente: 6 ...10 %/ m ad. insuflare;

H_i – adâncimea de insuflare (fig. 8.5): $H_i = H - a$ (m);

a – distanţa dintre faţa superioară a dispozitivului de insuflare a aerului în apă şi faţă superioară a radierului, a = 5 ... 60 cm (fig. 8.5);

Parametrii de proiectare ai BNA sunt prezentaţi în tabelul 8.9 iar o schemă generală a bazinelor de aerare este prezentată în figura 8.5.

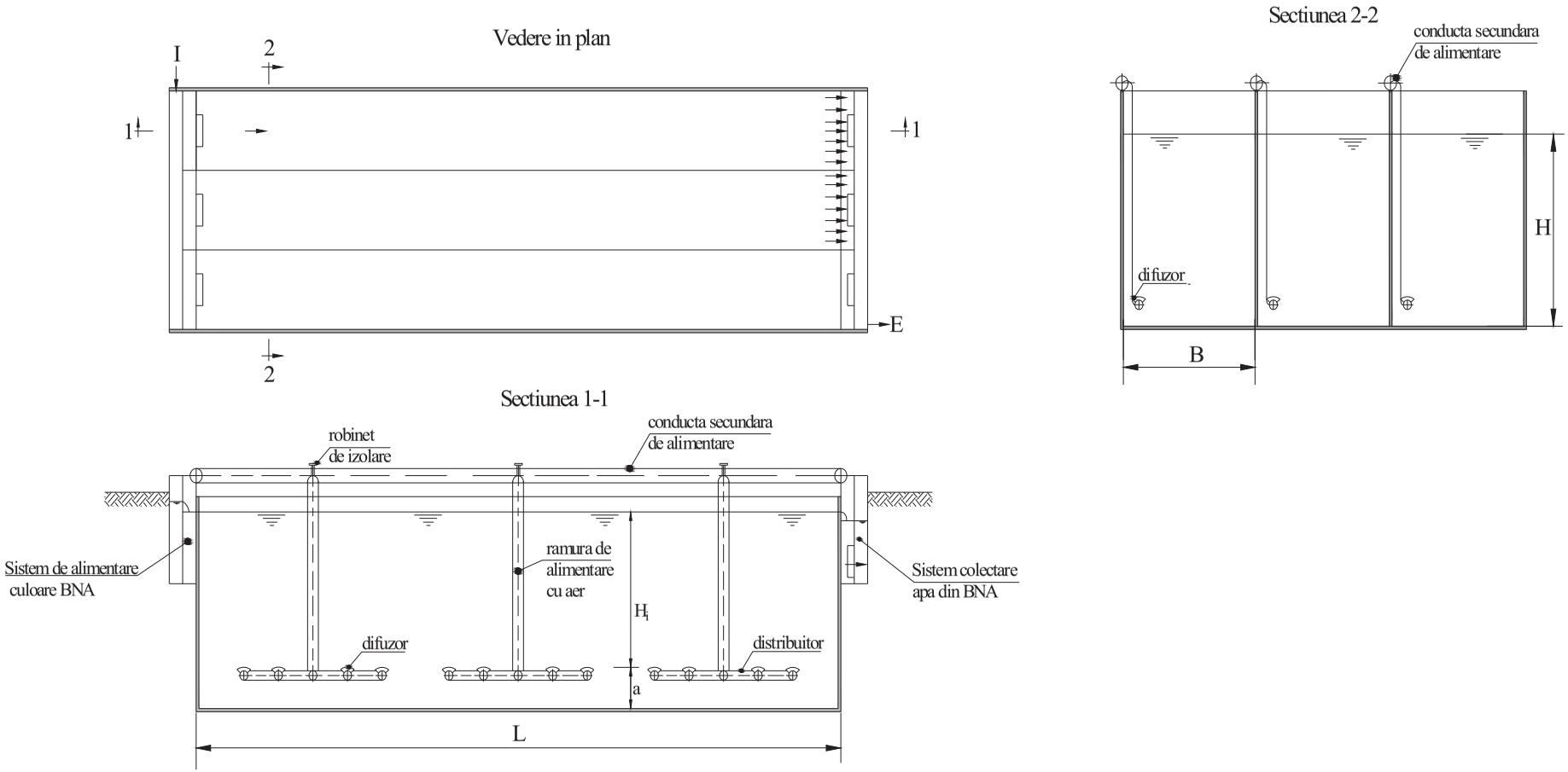


Figura 8.5. Bazin cu nămol activat.

I – influent; E – efluent;

8.1.2.6.1 Prevederi generale privind geometria bazinelor cu nămol activat

(1) Pentru majoritatea bazinelor cu nămol activat, curgerea apei este de tip piston, apa uzată şi nămolul activat fiind introduse în capătul amonte al bazinelor.

(2) Numărul minim al compartimentelor aferente unui bazin de aerare va fi două linii care vor funcţiona independent. Un compartiment poate fi alcătuit din unul sau mai multe culoare de aerare.

(3) La bazinele cu nămol activat cu insuflarea asimetrică a aerului (lângă unul din pereţi) sunt valabile relaţiile:

$$\frac{B}{H} = 1{,}5 \qquad (8.48)$$

$$\frac{L}{B} = 10 \dots 15 \qquad (8.49)$$

$$H = 3{,}0 \dots 6{,}0 \quad (\text{m}) \qquad (8.50)$$

unde:

B– lăţimea unui culoar (fig. 8.5), (m);

L – lungimea culoarului şi a bazinului (fig.8.5), (m);

H – adâncimea utilă a apei în bazin (fig.8.5), (m);

Dacă insuflarea se face uniform pe tot radierul bazinelor, relaţiile de mai sus nu mai sunt obligatorii.

(4) Alegerea adâncimii utile a apei în BNA depinde de:

a) procedeul de aerare: mecanic, pneumatic;
b) mărimea bulelor de aer realizate în masa de apă astfel:
   – bule fine: $d_b \leq 3$ mm;
   – bule medii: $d_b = 4 – 6$ mm;
   – bule mari: $d_b > 6$ mm;
c) tipul dispozitivelor de aerare;

(3) Funcţie de aceşti parametrii pentru bazinele de aerare cu nămol activ se adoptă adâncimea utilă H = 3… 6 (m).

Volumul bazinelor de aerare se determină cu relaţia:

$$V = \frac{C_b}{I_{ob}} (\text{m}^3) \qquad (8.51)$$

unde:

C_b – definită de relaţia (8.32)

Q_c – debitul de calcul, (m^3/zi);

$x^b_{5,uz}$ – definit de relaţia (8.31), (kg/m^3);

I_{ob}– încărcarea organică a bazinului de aerare; se adoptă conform tab. 8.13, (kg CBO_5/m^3 b.a,zi);

(4) Lungimea bazinelor de aerare se determină cu relaţia:

$$L = \frac{V}{n_b \cdot n_c \cdot B \cdot H} (\text{m}) \qquad (8.52)$$

unde:

V – volumul util al bazinelor de aerare rezultat conform relaţiei (8.51) , (m^3);

n_b – numărul de compartimente ;

n_c– numărul de culoare / compartiment ;

B ,**H**, au fost definite anterior, (m);

(7) Alegerea dimensiunilor geometrice ale bazinelor cu nămol activat va lua în consideraţie spaţiul disponibil în incinta staţiei de epurare şi legăturile tehnologice cu celelalte obiecte existente sau proiectate (decantor primar, decantor secundar, staţii de pompare a nămolului).

8.1.2.6.2 Dispozitive de insuflare a aerului

(1) Alegerea dispozitivelor de insuflare a aerului se va realiza pe baza unui studiu de opţiuni luând în consideraţie:

a) costul unitar/m^2 de bazin al dispozitivelor de insuflare;
b) indicele energetic (kg O_2/ kWh) şi energia specifică medie consumată/ m^3 de apă uzată;

(2) Se recomandă alegerea dispozitivelor cu un indice energetic ≥ 3 kg O_2/ kWh.

(3) Difuzoare cu discuri sau domuri de aerare - Se realizează sub forma unor difuzoare cu diametrul de 18 ... 30 cm care se montează prin înşurubare sau prin lipire cu adezivi speciali pe o reţea din conducte amplasată în apropierea sau chiar pe radierului bazinului.

(4) Parametrii de dimensionare:

a) debitul specific de aer are valori q_d = 2 ... 10 N m^3 aer/h,difuzor;
b) densitatea de amplasare pe radier a difuzoarelor este între 1 şi 6 difuzoare/ m^2;
c) capacitatea specifică nominală de oxigenare în apa uzată $\mathbf{c'_o}$; valoarea va fi indicată de către furnizorul dispozitivului de aerare.

(5) Tuburi poroase şi tuburi cu membrană elastică perforată- Sunt dispozitive formate din mai multe tuburi asamblate într-un „bloc de aerare” sau „modul de aerare”; tuburile pot fi din material poros sau din material plastic înfăşurat într-o membrană elastică perforată. Porii membranei au dimensiuni de ordinul a 0,1 ... 0,2 mm;

Lungimea tuburilor situate de o parte şi de alta a unui distribuitor (tronson de conductă servind pentru distribuţia aerului în tuburile de aerare) variază de la 0,50 m la 1,25 m;

Debitul specific de aer (pentru un metru liniar de tub): q_l = 2 ... 8 Nm^3 aer/ h,m tub;

(6) Furtune de aerare din membrană elastică perforată
Parametrii de proiectare:

a) debit specific de aer : q_d = 2 ... 6 N m^3aer/ h,m furtun;
b) distanţa dintre furtunuri: d_o = 150, 300, 600, şi 900 mm;
c) numărul de furtunuri pentru un panou: n_{tp} = 2 ... 6 furtunuri;

d) indicele energetic: i_E (kg O_2/ kWh):

$$i_E = \frac{CO_{h,ef}}{P_c} (\text{kg } O_2/\text{ kWh}) \quad (8.53)$$

unde:

$CO_{h,ef}$– capacitatea de oxigenare orară efectivă, care poate fi asigurată de sursele de aer alese, (kg O_2/h);

P_c – puterea consumată a utilajelor de insuflare, (kW);

8.1.2.7 Bazine cu nămol activat – tehnologii speciale

A. Instalaţia de epurare biologică mixtă este caracterizată de ansamblul funcţional bazin – aerator realizat sub forma unui tambur rotativ, scufundat 75% din diametru în apa uzata din bazin.

(1) Cu ajutorul aeratorului se realizează o epurare biologică mixtă care presupune desfăşurarea în acelaşi bazin, în condiţii aerobe, a procedeelor de epurare cu peliculă fixată şi cu biomasă în suspensie. Instalaţia se amplasează aval de obiectele tehnologice ce compun treapta de epurare mecanică.

(2) Folosirea sistemului mixt se aplică pentru următoarele tipuri de epurare biologică:

a) epurarea biologică fără nitrificarea apelor uzate (convenţională);
b) epurarea biologică cu nitrificarea apelor uzate;
c) epurarea biologică cu nitrificarea – denitrificarea apelor uzate;
d) epurarea biologică cu stabilizarea nămolului;
e) epurarea biologică cu nitrificare – denitrificare şi stabilizarea nămolului;
f) instalaţii ce realizează suplimentar şi eliminarea fosforului;

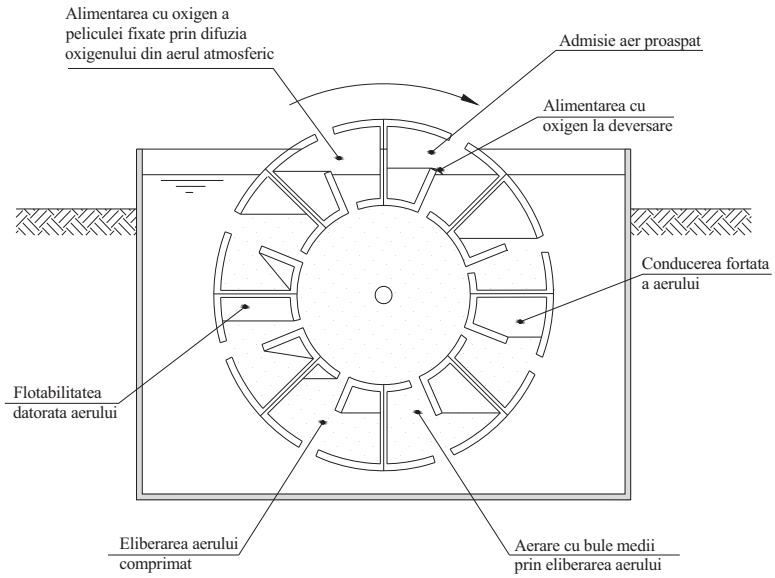


Figura 8.6. Aerator cu funcţionare mixtă : peliculă fixată şi biomasă în suspensie.

(3) Aeratorul este alcătuit din elemente de forma unor segmente de cerc care formează între ele celule pe pereţii cărora se dezvoltă pelicula biologică (fig. 8.6). Prin rotirea aeratorului se produce aerarea apei din bazin, alimentând astfel cu oxigen microorganismele ce trăiesc în acest mediu. Când interspaţiile celulare sunt deasupra nivelului apei, apa din interiorul celulelor se scurge în bazin iar locul acesteia este luat de aerul atmosferic. La intrarea aeratorului în apă, aerul din interspaţii este comprimat şi pe măsură ce interspaţiile ajung, datorită rotirii, la partea inferioară a bazinului, se produce dizolvarea aerului în apă şi eliberarea bulelor de aer prin fante special prevăzute în pachetele de discuri sau segmente. Bulele medii sunt antrenate spre suprafaţa apei, producându-se alimentarea cu oxigen a microorganismelor mineralizatoare.

(4) Suportul solid oferă suprafaţa de contact necesară pentru epurarea biologică cu peliculă fixată. La trecerea biodiscurilor prin atmosferă se realizează alimentarea cu oxigen a peliculei biologice ce se dezvoltă pe suprafaţa discurilor.

(5) Parametrii de proiectare ai bazinelor de epurare biologică mixtă sunt prezentaţi în tabelul următor.

Tabelul 8.15. Valorile recomandate pentru parametrii de dimensionare ai bazinelor de epurare biologică mixtă.

Nr. crt.	Parametru de proiectare	Simbol	U.M.	Tipul procesului de epurare biologică convenţională	
				scheme cu decantor primar	scheme fără decantor primar
0	1	2	3	4	5
1	Încărcarea organică a nămolului	$\mathbf{I_{on}}$	kg CBO_5/ kg s.u,zi	0,3	
2	Încărcarea organică a bazinuui	$\mathbf{I_{ob}}$	kg CBO_5/ m^3b.a,zi	0,75 – 1,20	
3	Indicele volumetric al nămolului	$\mathbf{I_{VN}}$	cm^3/g	40 – 100	
4	Concentraţia nămolului activ	$\mathbf{c_{na}}$	kg/m^3	4 – 6	4,5 – 7
5	Cantitatea specifică de nămol în exces	$\mathbf{n_{es}}$	kg s.u/kg CBO_5 redus	0,6 – 0,8	
6	Reducerea specifică a substanţei organice	$\mathbf{r_s}$	g CBO_5/m^2,zi	10 – 18	
7	Capacitatea de nitrificare a peliculei fixate		g N/m^2,zi	4 – 8	

B. Bazine cu nămol activat cu funcţionare secvenţială

(1) Procesele din bazinele cu funcţionare secvenţială sunt identice cu cele din bazinele cu nămol activat, cu deosebirea că şi aerarea şi decantarea au loc în acelaşi bazin. Dacă în bazinele cu nămol activat procesul de aerare şi decantare au loc în acelaşi timp, în bazinele cu funcţionare secvenţială acestea au loc secvenţial.

(2) Procesul care se desfăşoară într-un bazin cu funcţionare secvenţială este alcătuit din următoarele 5 etape (vezi fig. 8.7):

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 sfârşitul etapei de stand-by) la 100%;
   iii. durata etapei este circa 25% din durata unui ciclu;
b) **reacţie (aerarea apei)**
   i. obiectiv: completarea reacţiilor biochimice care au fost iniţiate în timpul etapei de umplere;
   ii. durata etapei este ≈ 35% din durata unui ciclu;
c) **decantare**:
   i. obiectiv: separarea solidelor din apă, pentru limpezirea acesteia;
   ii. durata etapei este ≈ 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÷2,0h), cu o valoare uzuală de 0,75h;
e) **evacuare nămol (stand-by)**
   i. obiectiv: permite celei de-a doua unităţi să realizeze etapa de umplere;
   ii. evacuarea nămolului în exces se realizează la sfârşitul fiecărui ciclu;
   iii. durata etapei de evacuare este ≈ 5% din durata unui ciclu;

(3) Procesul de epurare biologică din bazinele cu funcţiune secvenţială nu necesită recircularea nămolului.

(4) Epurarea biologică din bazinele cu funcţionare secvenţială se poate realiza în următoarele cazuri:

a) epurare biologică convenţională ;
b) epurare biologică cu nitrificare/denitrificare ;
c) epurare biologică cu nitrificare şi stabilizarea aerobă a nămolului;

(5) Numărul minim de unităţi (bazine) cu funcţionare secvenţială este n = 2.

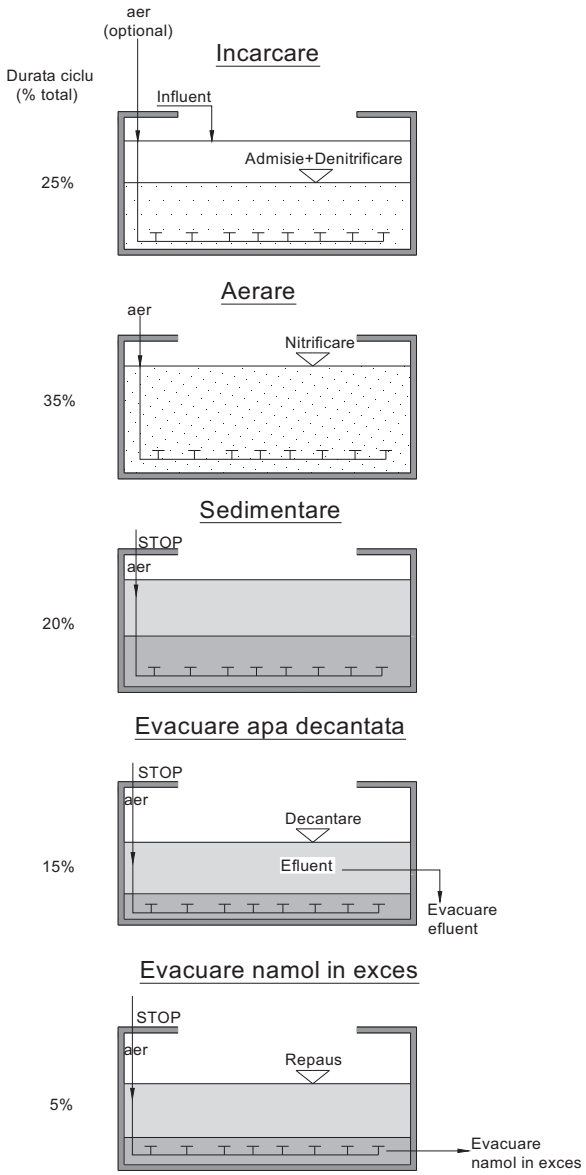


Figura 8.7. Etapele de operare pentru bazinele cu funcţionare secvenţială.

8.1.2.8 Pomparea nămolurilor în staţiile de epurare

(1) Pomparea nămolurilor rezultate din epurarea apelor uzate este determinată de realizarea proceselor tehnologice şi/sau de diferenţa cotelor geodezice din teren. Pentru situaţiile în care curgerea nu poate fi realizată gravitaţional, transportul nămolurilor se face prin pompare.

(2) Deoarece nămolurile pompate sunt amestecuri polifazice (sisteme apoase până la paste şi materiale păstoase), pompele folosite sunt de diferite tipuri, iar pentru alegerea lor trebuie să se ţină seama atât de caracteristicile pompelor cât şi de cele ale nămolurilor pompate.

(3) Tipurile de nămoluri pompate, întâlnite în cadrul proceselor tehnologice din staţiile de epurare ape uzate sunt: nămol primar, nămol activat de recirculare şi 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 acelaşi tip de pompe, caracteristicile nămolurilor şi capabilitatea pompelor impun utilizarea a diverse pompe funcţie de cerinţele proceselor tehnologice. Existenţa unei game variate de pompe cu rotoare având o hidraulică adecvată caracteristicilor diferite ale nămolurilor, permit proiectanţilor alegerea unor pompe optime atât din punct de vedere tehnologic cât şi economic.

8.1.2.8.1 Staţiile de pompare a nămolurilor

(1) Destinate să vehiculeze nămolurile rezultate în urma epurării apelor uzate, staţiile de pompare sunt alcătuite din sala pompelor, conductele şi grupurile de pompare propriu-zise, precum şi facilităţile pentru întreţinere şi exploatare pentru personalul de operare.

(2) Sala pompelor adăposteşte echipamentele hidromecanice, instalaţiile hidraulice, instalaţiile auxiliare electrice precum şi aparatura de măsură şi control. Sala pompelor se construieşte cu o înălţime minimă de 3 m, iar amplasarea grupurilor de pompare va fi realizată astfel încât distanţa între grupuri să fie de minimum 0,7 m iar între perete şi grupurile de pompare să fie minimum 1 m, pentru a permite accesul personalului de exploatare şi întreţinere al staţiei.

(3) Proiectarea staţiei de pompare implică dimensionarea structurii care să corespundă din punct de vedere arhitectural şi 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 funcţionarea staţiilor de pompare presupune alimentarea continuă cu energie electrică; la proiectarea acestora trebuie prevăzută şi o a doua sursă altenativă 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 staţiile de pompare sunt o mare problemă mai ales în cazul în care staţia de pompare este poziţionată 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 şi a gazelor emanate, trebuie să fie unele din facilităţile cu care se pot echipa sistemele minimizându-se astfel impactul negativ asupra mediului.

(6) Staţiile de pompare pot fi clasificate după poziţionarea echipamentului de pompare ca fiind staţii de pompare cu cameră umedă sau staţii de pompare cu cameră uscată. În staţiile de pompare cu cameră uscată, pompele sunt localizate într-un spaţiu închis, separat de camera de aspiraţie, aşa cum e indicat în figura 8.8. Selectarea staţiei de pompare cu cameră uscată sau a celei cu cameră umedă se bazează de obicei pe condiţiile specifice aplicaţiei şi pe alegerea echipamentului de pompare. De exemplu, pompele

submersibile şi cele verticale necesită o structură cu cameră umedă, în timp ce pompele orizontale necesită o structură cu cameră uscată.

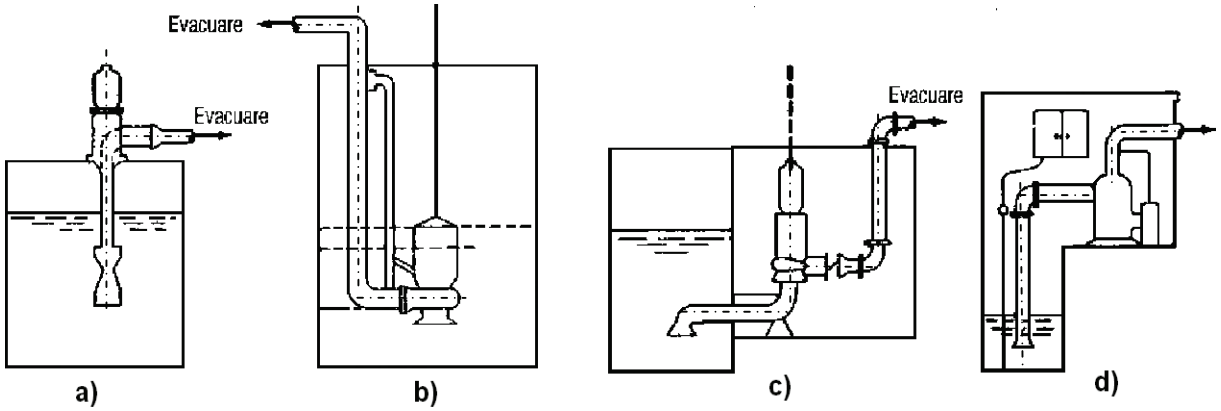


Figura 8.8. Tipuri de pompe şi staţii de pompare:

a) pompă verticală poziţionată în cameră umedă;
b) pompă submersibilă poziţionată în cameră umedă;
c) pompă centrifugă poziţionată în cameră uscată;
d) pompă poziţionată în cameră uscată;

8.1.2.8.2 Elemente de proiectare a instalaţiilor de pompare

(1) Alegerea pompelor pentru echiparea staţiei de pompare nămol presupune cunoaşterea următoarelor elemente:

a) caracteristicile nămolului: tipul de nămol, proveniența acestuia, consistența, vâscozitatea;
b) debitele vehiculate;
c) înălţimile de pompare, calculate ţinând seama de diferenţele de nivel între bazinele de aspiraţie şi refulare şi pierderile de sarcină pe conducte;

(2) Numărul pompelor instalate în staţia de pompare se stabileşte funcţie de numărul de pompe necesar în funcţionare plus pompele de rezervă. Numărul pompelor de rezervă se ia orientativ, la trei pompe în funcţiune se ia una de rezervă. Numărul minim de pompe instalate în staţia de pompare este de cel puţin două pompe, una în funcţiune şi una de rezervă.

(3) Dimensiunile şi numărul de unităţi de pompare pentru marile staţii trebuiesc selectate astfel încât variaţiile debitului influent să nu ducă la opriri şi porniri frecvente ale pompelor, dar să se şi evite prevederea unor capacităţi mari de depozitare.

(4) Conductele de nămol, de regulă, au pierderi de sarcină cu 50 ÷ 100 % mai mari decât conductele ce transportă apă uzată. Riscul de subevaluare a pierderilor de sarcină creşte odată cu creşterea lungimii de pompare şi cu creşterea concentraţiei în materii solide.

(5) În staţiile 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. Vitezele mari duc la creşterea pierderilor de sarcină, iar vitezele mici la depuneri şi colmatări.

(7) Conductele de nămol trebuie prevăzute cu posibilitatea de spălare pentru a se curăţa blocajele de pe conducte. Grăsimile au tendinţa de a se lipi pe conductele de transport a nămolului sau a grăsimilor iar efectul care apare este reducerea diametrului şi deci creşterea presiunii pe conductă.

8.1.2.8.3 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 şnec, pompele cu lobi, pompele cu tocător şi pompele peristaltice.

(2) În tabelul 8.17 sunt prezentate avantajele şi dezavantajele utilizării diverselor tipuri de pompe.

Tabelul 8.16. Alegere tipuri de pompe pentru nămoluri.

Nr. crt.	Tipul pompei	Tipul de nămol	Avantaje	Dezavantaje
0	1	2	3	4
1	Pompe centrifuge	-Namol activat de recirculare, -Nămol primar în concentraţie redusă, -Nămol biologic	-Pompe larg răspândite, -Eficienţă sporită mai ales la pompele cu debite mari(η>75%); -Prezintă o construcţie robustă, -Întreţinere relativ uşoară -Acoperă întreaga gamă de debite	Necesită funcţionare înnecată Nerecomandate pentru nămoluri concentrate
2	Pompe cu piston	- Nămoluri cu concentraţii mari în materii solide (>15%)	-Destinate obţinerii presiunilor ridicate (100...750 bari) la valori relativ reduse ale debitului vehiculat (6...60 mc/h).	-Eficienţă redusă, -Necesită întreţinere sporită dacă funcţionează continuu, -Debit pulsatoriu
3	Pompe cu rotor elicoidal	-Nămol activat de recirculare şi 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 acţioneze ca un clapet de reţinere, impiedicând curgerea inversă prin pompă	-Necesită protecţie împotriva funcţionării în uscat -Pompele mici necesită echipament de mărunţire pentru prevenirea colmatării -Costuri energetice ridicate în cazul vehiculării unui nămol mai concentrat -Necesită etanşări şi etanşare împotriva apei
4	Pompe cu diafragmă sau membrană	-Nămol activat de recirculare şi în exces -Nămol concentrat, -Nămol fermentat -Nămoluri încărcate cu	-Sunt pompe autoamorsante - Acţiunea pulsatorie poate ajuta la concentrarea nămolului în başele din amonte de pompe şi repun în suspensie materiile	-Depind de procesele aval, debitul pulsatoriu poate să nu fie acceptat. -Necesită o sursă de aer comprimat.

Nr. crt.	Tipul pompei	Tipul de nămol	Avantaje	Dezavantaje
		particule solide de granulaţie maximă 10 mm	solide în conducte când se pompează la viteze mici -Exploatare simplă	-În timpul funcţionării produc mult zgomot. -Înălţimi de pompare şi eficienţe scăzute
5	Pompe centrifuge cu cupla	-Nămol primar	-Au un volum mare şi o eficienţă excelentă pentru aplicaţiile de la sistemele pompare nămol activ. -Costuri relativ mici.	-Nu sunt recomandate pentru pomparea altor nămoluri deoarece se pot colmata cu cârpe şi particule grosiere.
6	Pompe air-lift	-Nămol activat recirculat	-Utilizate pentru vehicularea unor cantităţi însemnate de nămol şi înălţimi mici de pompare -Construcţia simplă a pompei, nu are părţi mobile	-Debitul pompat dependent de variaţia debitului de aer comprimat introdus; -randament scăzut;
7	Pompe cu şnec	-Nămol activat recirculat	-Autoreglare debitului funcţie de adâncimea apei din camera de admisie	-Necesită spaţiu mare pentru montaj şi amplasare -Pierderi de sarcină mari -Întreţinere judicioasă a lagărelor şi şnecului
8	Pompe cu lobi	-Nămol primar -Nămol concentrat -Nămol fermentat	-Asigură un debit constant -Nu necesită clapet de sens pe refulare -Viteze mici şi nu necesită întreţineri frecvente	-Datorită unei toleranţe mici între lobii rotativi, nisipul va cauza o uzură mare, aceasta făcând ca eficienţa 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 mărunţirea obiectelor solide care ajung în pompă -reducerea posibilităţilor de colmatare	-Eficienţă relativ scăzută ce variază între 40 şi 60%. -Necesită întreţinere periodică
10	Pompe peristaltice	-Nămol primar	-Pompe simple de exploatat, întreţinut şi reparat -Autoamorsante -Debite cuprinse între 36 şi 1250 l/min şi o înălţime de pompare de până la 152 m.	-Debit pulsatoriu -Funcţionare alternativă, prin comprimarea urmată de decomprimarea unui furtun -Folosirea unui lubriafiant pentru a se reduce încălzirea şi uzarea furtunului

(3) Alte echipamente folosite pentru vehicularea nămolurilor într-o staţie de epurare, folosite mai ales pentru transportul nămolurilor a căror concentraţie este mare şi nu pot fi pompate sunt transportoarele. Acestea pot fi transportoare cu bandă,transportoare pneumatice, elevatoare cu cupe, transportoare cu şnec.

(4) În figurile următoare sunt prezentate tipurile de pompe utilizate pentru pomparea nămolurilor.

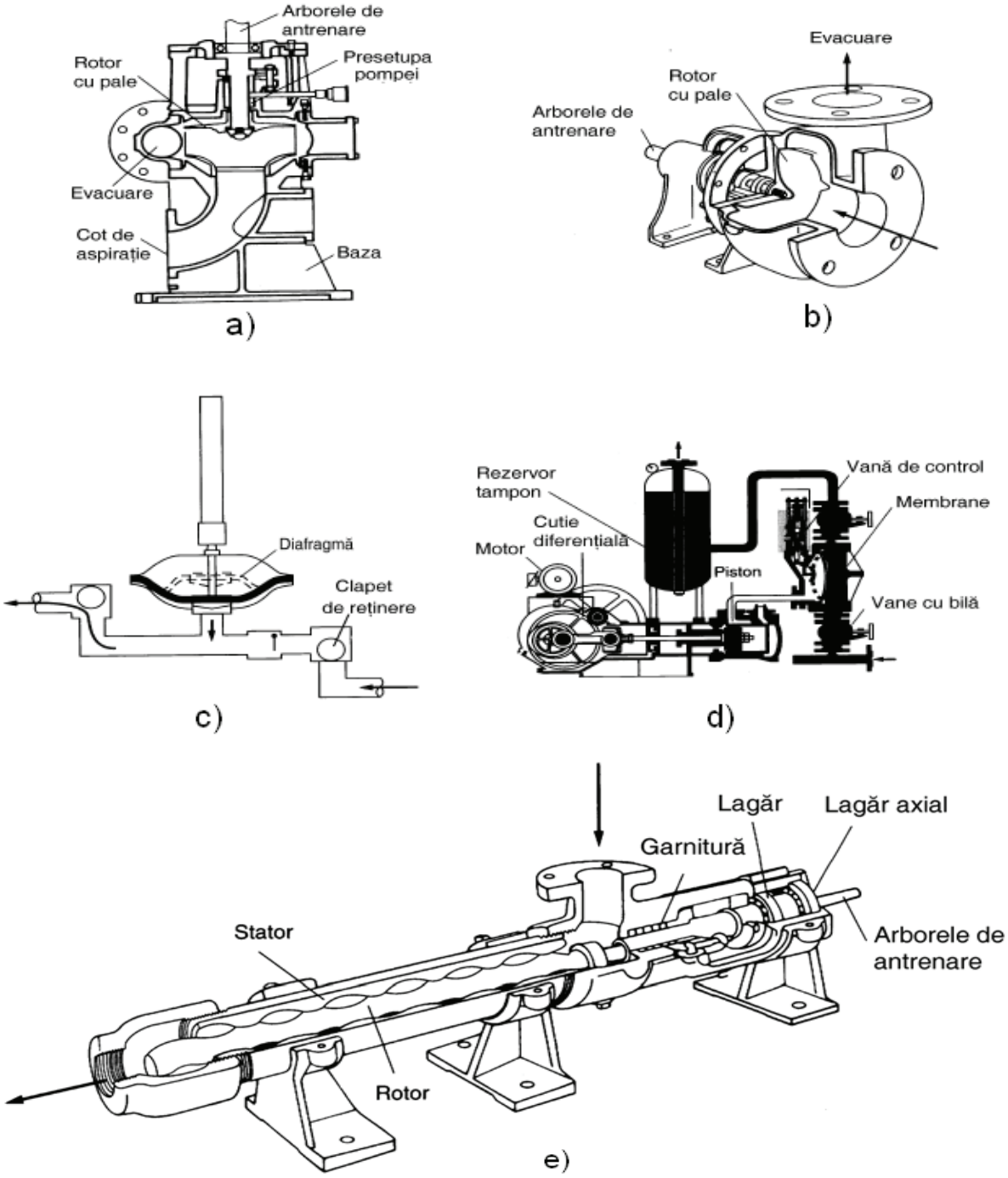


Figura 8.9. Tipuri de pompe utilizate pentru pomparea nămolului. a)pompă centrifugă; b) pompă centrifugă cu cuplă; c) pompă centrifugă cu diafragmă;d) pompă cu piston de înaltă presiune; e) pompă cu rotor elicoidal

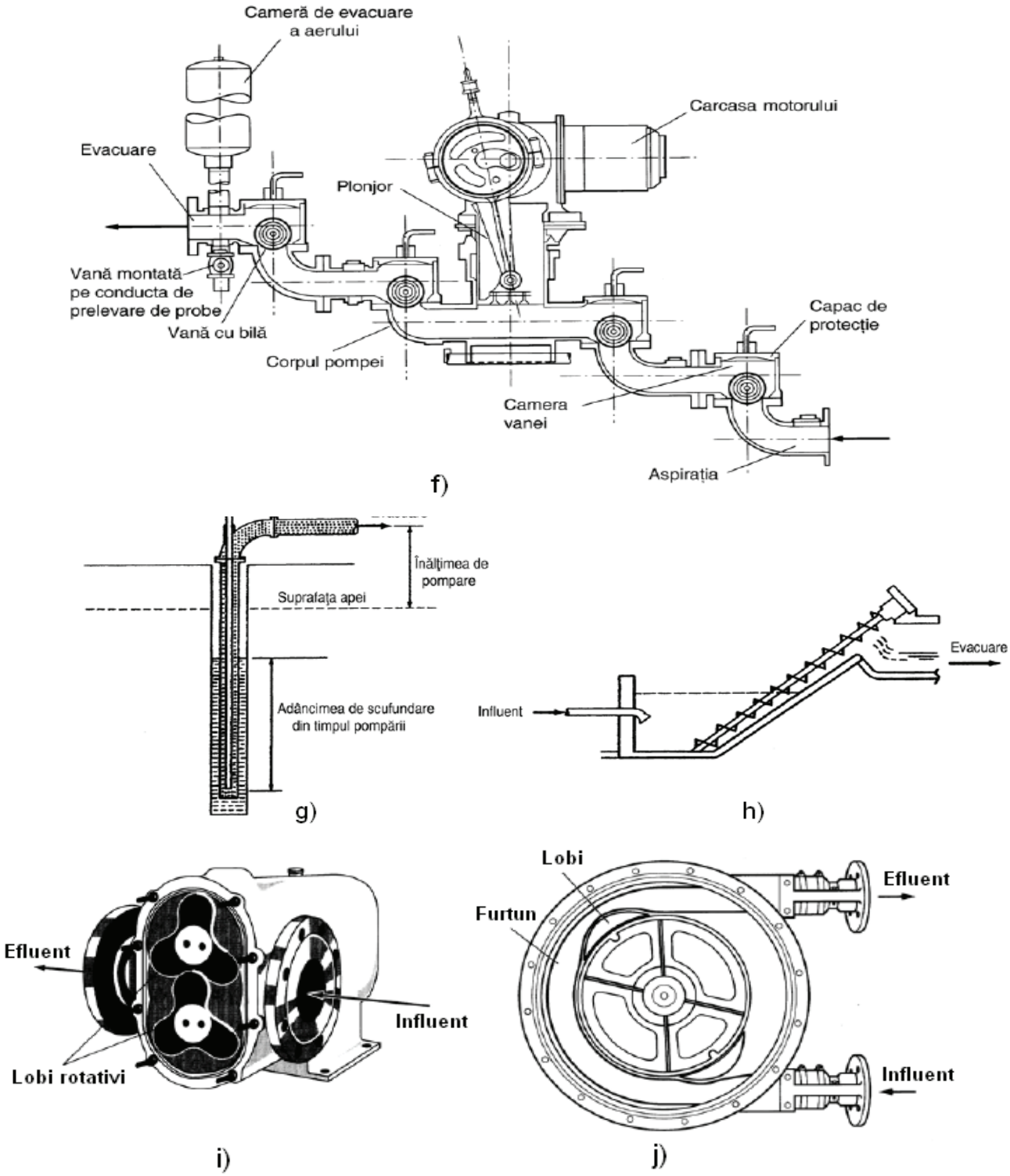


Figura 8.10. Tipuri de pompe utilizate pentru pomparea nămolului.
f) pompă cu piston plonjor; g) pompă air-lift; h) pompă cu șurub;
i) pompă cu lobi rotativi; j) pompă cu furtun.

8.2 Epurarea biologică în staţii de epurare urbane/rurale cu capacitate de peste 10.000 LE (epurare avansată)

8.2.1 Generalităţi

(1) Prevederile se aplică la proiectarea staţiilor de epurare a apelor uzate a căror capacitate depăşeşte 10.000 L.E. şi care deversează efluentul în zone sensibile supuse eutrofizării.

(2) Îndepărtarea azotului şi fosforului din apele uzate se realizează frecvent, în aceleaşi bazine în care se elimină substanţele organice biodegradabile. La instalaţiile 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 avansată trebuie să cuprindă următoarele instalaţii tehnologice de bază:

a) în cazul în care este necesară numai nitrificarea:
   i. bazin biologic (se elimină substanţele pe bază de carbon şi se transformă azotul amoniacal în azotaţi);
   ii. decantor secundar (reţine biomasa creată în bazinul biologic);
   iii. instalaţii de recirculare a nămolului activat şi de evacuare a nămolului în exces;
b) în cazul în care este necesară îndepărtarea azotului:
   i. bazin biologic (se elimină substanţele pe bază de carbon şi se realizează nitrificare şi denitrificare);
   ii. decantor secundar;
   iii. instalaţii pentru nămolul activat de recirculare (recirculare externă) şi de evacuare a nămolului în exces; instalaţii de recirculare internă pentru aprovizionarea cu azotaţi a zonei de denitrificare;
   iv. un bazin selector aerob amplasat în amontele bazinului biologic, în scopul evitării bacteriilor filamentoase;
   v. o sursă externă de carbon organic (dacă este necesară);
c) în cazul în care este necesară îndepărtarea substanţelor organice biodegradabile, a azotului şi fosforului:
   i. bazin anaerob în amontele bazinului biologic pentru eliminarea fosforului; poate juca rol de selector;
   ii. bazin biologic în care se realizează îndepărtarea substanţelor organice biodegradabile, nitrificarea şi denitrificarea;
   iii. decantor secundar;
   iv. instalaţii pentru nămolul activat de recirculare (recirculare externă) şi de evacuare a nămolului în exces; instalaţii de recirculare internă pentru aprovizionarea cu azotaţi a zonei de denitrificare;
   v. o sursă externă de carbon organic (dacă este necesară);

(4) În calculele de dimensionare se va ţine seama că volumul total al bazinului biologic (V) nu va cuprinde volumul bazinului anaerob (V_{AN}) sau volumul selectorului aerob (V_{sel}).

(5) Vârsta nămolului (T_N) reprezintă un parametru important pentru dimensionarea bazinului biologic. Aceasta poate fi definită ca durata medie de retenţie a flocoanelor de nămol activat din bazinul

biologic. Tehnic vârsta nămolului reprezintă raportul dintre cantitatea de materii solide în suspensie existentă în bazinul biologic şi cantitatea de materii solide în suspensie (ca ”substanţă uscată”) care părăseşte zilnic sistemul bazin biologic – decantor secundar.

(6) Dacă bazinul biologic conţine atât zonă anoxică pentru denitrificare, cât şi zonă aerobă pentru eliminarea substanţelor organice biodegradabile şi nitrificare, vârsta nămolului pentru zona aerobă se determină cu relaţia:

$$T_{Naerob} = \frac{c_{na} \cdot V_N}{(Q_c - Q_{ne}) \cdot c_{uz}^{adm} + Q_{ne} \cdot c_{ne}} \text{(zile)} \qquad (8.54)$$

unde:

$\mathbf{c_{na}}$ – concentraţia în materii solide în suspensie din zona aerobă, (kg/m^3);

$\mathbf{V_N} = V - V_D$,volumul zonei aerobe, (m^3);

$\mathbf{V_D}$ – volumul zonei anoxice pentru denitrificare, (m^3);

$\mathbf{Q_c} = Q_{uz,max,zi}$ – debitul de calcul al bazinului biologic, (m^3/zi);

$\mathbf{c_{uz}^{adm}}$ = concentraţia în MTS din efluentul epurat, (kg/m^3);

$\mathbf{Q_{ne}}$ – debitul nămolului de recirculare, (m^3/zi);

$\mathbf{c_{ne}}$– concentraţia în MTS din nămolul în exces, (kg/m^3);

(7) La proiectarea bioreactorului se vor urmări şi respecta următoarele cerinţe:

a) realizarea unei concentraţii suficiente a nămolului activat din bioreactor (c_{na}), corespunzătoare gradului de epurare dorit;
b) un transfer de oxigen care să asigure desfăşurarea proceselor biologice de nitrificare şi de îndepărtare a substanţelor organice biodegradabile, precum şi preluarea unor şocuri de încărcare cu poluanţii respectivi;
c) o circulaţie corespunzătoare a lichidului în bazin pentru omogenizare şi 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 uşoare şi de minimum 0,30 m/s pentru nămolurile mai dense (vâscoase);
d) procesul de epurare să nu producă mirosuri neplăcute, zgomot, aerosoli şi vibraţii;

(8) În zona aerobă, în care are loc şi nitrificarea este necesară măsurarea şi monitorizarea concentraţiei de oxigen dizolvat pentru conducerea automată şi eficientă a procesului de aerare.În procesul de nitrificare-denitrificare se elimină şi o parte din fosfor pe cale biologică. În scopul eliminării fosforului în exces, este necesară prevederea unui bazin anaerob în amontele bioreactorului.

(9) La proiectarea decantoarelor secundare se iau în considerare următoarele:

a) separarea eficientă a nămolului;
b) îngroşarea şi evacuarea nămolului depus pe radier;
c) posibilitatea acumulării surplusului de nămol generat pe timp de ploaie;

(10) Procesul de decantare este influenţat de:

a) flocularea realizată în zona de admisie a apei în decantor;
b) condiţile hidraulice din decantor (modul de repartiţie al apei la admisie şi modul de colectare la evacuare, curenţii de densitate)
c) debitul nămolului de recirculare, modul şi ritmicitatea de evacuare a nămolului;

(11) Nămolul reţinut este îngroşat în stratul depus pe radier, fenomen dependent de indicele volumetric al nămolului (I_{VN}), de grosimea stratului de nămol, de timpul de îngroşare şi de tipul sistemului de evacuare a nămolului de pe radier.

(12) Debitele de calcul ale apelor uzate influente în treapta de epurare biologică sunt determinate conform tabelului 4.1 din § 4.2.

(13) Debitul de verificare este funcţie de schema tehnologică de epurare (cu nitrificare, cu nitrificare-denitrificare, cu sau fără bazin anaerob pentru eliminarea pe cale biologică a fosforului), de poziţia din schemă a zonei anoxice (amonte, în bioreactor, în avalul acestuia), de punctul de injecţie al debitului nămolului de recirculare externă sau/şi al debitului de recirculare internă.

(14) Valoarea debitelor de verificare trebuie corect apreciată deoarece, pe de o parte, trebuie respectaţi parametrii tehnologici (timpi de retenţie, încărcări superficiale), iar pe de altă parte garda hidraulică(diferenţa dintre cota coronamentului şi nivelul maxim al apeidin obiectul tehnologic) trebuie să fie suficientă pentru a evita realizarea unor niveluri de apă care să depăşească coronamentul construcţiei.

8.2.2 Cantităţi şi concentraţii de poluanţi în apa uzată

(1) Calculele de dimensionare necesită cunoaşterea indicatorilor de calitate pentru influentul şi efluentul staţiei de epurare şi al treptei biologice.

(2) Modul de determinare a principalilor indicatori de calitate din influent a fost indicat la § 3.2. Aprecierea corectă a acestor indicatori (CBO_5, CCO, MS, Nt, Pt şi compuşii lor) prezintă o importanţă deosebită deoarece atât schema de epurare aleasă, cât şi costul de investiţie şi exploatare depind în mod determinant de aceşti indicatori.

(3) Indicatorii de calitate pentru efluentul staţiei de epurare, determinaţi la § 3.1.2 permit calculul gradului de epurare necesar şi impun alcătuirea schemei de epurare astfel încât poluanţii consideraţi să fie îndepărtaţi în condiţii economice confom gradului de epurare impus de normele de protecţie a mediului şi a sănătăţii oamenilor.

(4) Pentru dimensionarea bioreactorului trebuie cunoscute:

a) schema de epurare cuprinzând obiectele componente de pe linia apei şi linia nămolului;
b) concentraţiile în poluanţi din influentul bioreactorului;
c) concentraţiile în poluanţi din efluentul staţiei de epurare;
d) temperatura apei uzate (minimă şi maximă);
e) temperatura maximă a aerului din zona de amplasare a staţiei de epurare;

(5) Datele iniţiale sunt necesare pentru determinarea încărcărilor cu substanţa organică, fosfor, azot, a bioreactorului, pentru calculul volumelor de nitrificare, denitrificare ori de îndepărtare pe cale biologică a fosforului, a cantităţi de oxigen necesară proceselor de epurare, a producţiei de nămol în exces, a debitelor de recirculare internă şi externă.

8.2.2.1 Concentraţii ale substanţelor poluante influente în reactorul biologic

(1) Concentraţia materiilor totale în suspensie:

$$c_{uz}^{b} = (1 - e_s) \cdot c_{uz}(\text{mg/l}) \tag{8.55}$$

unde:

e_s – eficienţa decantării primare în reţinerea MTS, (%);

c_{uz}– concentraţia MTS influentă în staţia de epurare, (mg/l);

(2) Concentraţia materiilor organice biodegradabile:

$$x_{5,uz}^{b} = (1 - e_x) \cdot x_{5,uz}(\text{mg } O_2\text{/l}) \tag{8.56}$$

unde:

e_x – eficienţa decantării primare în reţinerea CBO_5, (%);

$x_{5,uz}$– concentraţia CBO_5 în apa influentă în staţia de epurare, (mg O_2/l);

(3) Concentraţia în azot total:

$$c_N^{b} = (1 - e_N) \cdot c_N(\text{mg/l}) \tag{8.57}$$

unde:

e_N – eficienţa decantării primare în reţinerea azotului total, (%);

c_N– concentraţia de azot total în apa influentă în staţia de epurare, (mg/l);

(4) Concentraţia în fosfor total:

$$c_P^{b} = (1 - e_P) \cdot c_P(\text{mg/l}) \tag{8.58}$$

unde:

e_P – eficienţa decantării primare în reţinerea fosforului total, (%);

$\mathbf{c_P}$– concentraţia de fosfor în apa influentă în staţia de epurare, (mg/l);

(5) Dacă schema de epurare nu cuprinde decantor primar atunci eficienţele e_s,e_x,e_P,e_N, vor fi nule iar concentraţiile influente în bioreactor vor fi egale cu cele influente în staţia de epurare.

(6) Concentraţiile substanţelor poluante din efluentul staţiei de epurare sunt cunoscute deoarece sunt impuse de normele şi normativele de protecţie a apelor şi definitivate prin acordurile sau autorizaţiile de gospodărirea apelor şi de mediu.

8.2.2.2 Cantităţi de substanţă influente în bioreactor

(1) Pentru MTS:

$$N_b = c_{uz}^b \cdot Q_c(\text{kg s. u/zi}) \tag{8.59}$$

unde:
$\mathbf{c_{uz}^b}$ –definit la paragraful anterior;
$\mathbf{Q_c}$ – debitul de calcul, (m^3/zi);

(2) Pentru CBO_5:

$$C_b = x_{5,uz}^b \cdot Q_c(\text{kg s. u/zi}) \tag{8.60}$$

unde:
$\mathbf{x_{5,uz}^b}$ definit la paragraful anterior;
$\mathbf{Q_c}$ – debitul de calcul, (m^3/zi);

(3) Pentru NTK:

$$K_N^b = c_N^b \cdot Q_c(\text{kg s. u/zi}) \tag{8.61}$$

unde: $\mathbf{c_N^b}$ – definit la paragraful anterior;
$\mathbf{Q_c}$ – debitul de calcul, (m^3/zi);

(4) Pentru P_T:

$$K_P^b = c_P^b \cdot Q_c(\text{kg s. u/zi}) \tag{8.62}$$

unde:
$\mathbf{c_P^b}$ – definit la paragraful anterior;
$\mathbf{Q_c}$ – debitul de calcul, (m^3/zi);

8.2.2.3 Cantităţi de substanţă din efluentul staţiei de epurare

(1) Pentru MTS:

$$N_{ev} = c_{uz}^{adm} \cdot Q_c(\text{kg s. u/zi}) \tag{8.63}$$

unde:
$\mathbf{c_{uz}^{adm}}$– concentraţia în MTS din efluentul staţiei de epurare, (mg/l);
$\mathbf{Q_c}$ – debitul de calcul, (m^3/zi);

(2) Pentru CBO_5:

$$C_{ev} = x_{5,uz}^{adm} \cdot Q_c(\text{kg s. u/zi}) \quad (8.64)$$

unde:

$\mathbf{x_{5,uz}^{adm}}$ – concentraţia în CBO_5 din efluentul staţiei de epurare, (mg/l);

$\mathbf{Q_c}$ – debitul de calcul, (m^3/zi);

(3) Pentru NTK:

$$K_N^{ev} = c_N^{adm} \cdot Q_c(\text{kg s. u/zi}) \quad (8.65)$$

unde:

$\mathbf{c_N^{adm}}$ – concentraţia în NTK din efluentul staţiei de epurare, (mg/l);

$\mathbf{Q_c}$ – debitul de calcul, (m^3/zi);

(4) Pentru P_T:

$$K_P^{ev} = c_P^b \cdot Q_c(\text{kg s. u/zi}) \quad (8.66)$$

unde:

$\mathbf{c_P^b}$ – concentraţia în P_T din efluentul staţiei de epurare, (mg/l)

$\mathbf{Q_c}$ – debitul de calcul, (m^3/zi);

8.2.2.4 Cantităţi de substanţă eliminate din sistemul bazin biologic – decantor

(1) Pentru MTS:

$$N_b' = N_b - N_{ev}(\text{kg s. u/zi}) \quad (8.67)$$

unde: $\mathbf{N_b}$, $\mathbf{N_{ev}}$ – definite la § 8.2.2.2 şi la § 8.2.2.3;

(2) Pentru CBO_5:

$$C_b' = C_b - C_{ev}(\text{kg s. u/zi}) \quad (8.68)$$

unde: $\mathbf{C_b}$, $\mathbf{C_{ev}}$ – definite la § 8.2.2.2 şi la §8.2.2.3;

(3) Pentru NTK:

$$K_N' = K_N^b - K_{ev}^N(\text{kg s. u/zi}) \quad (8.69)$$

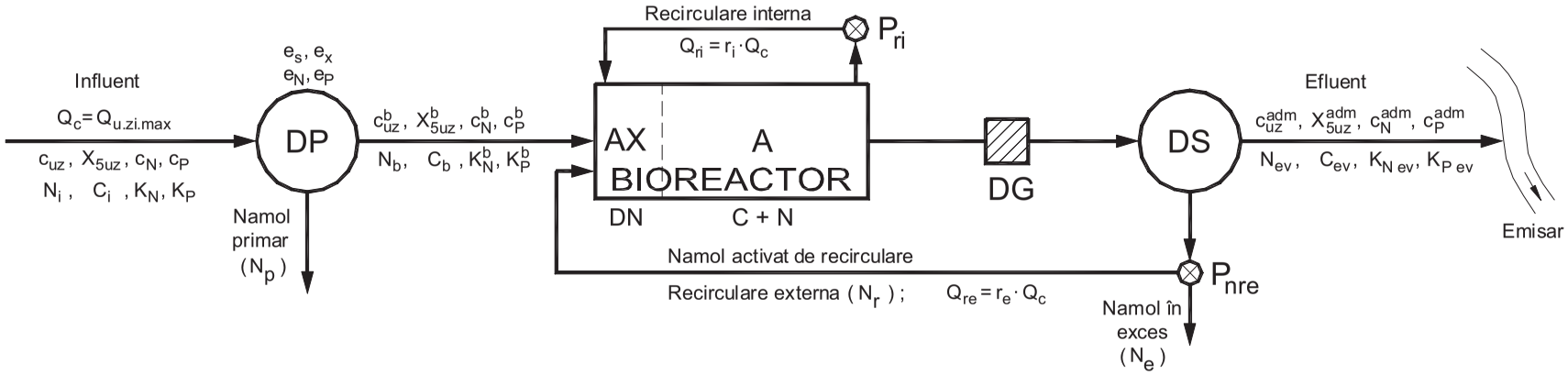
unde: $\mathbf{K_b^N}$, $\mathbf{K_{ev}}$ – definite la § 8.2.2.2 şi la § 8.2.2.3;

(4) Pentru P_T:

$$K_P' = K_P^b - K_{ev}^P(\text{kg s. u/zi}) \quad (8.70)$$

unde: $\mathbf{K_b^P}$, $\mathbf{K_{ev}}$– definite la § 8.2.2.2 şi la § 8.2.2.3;

Schema balanţei cantităţilor de substanţă se prezintă în figura 8.11.



Concentratii în influentul statiei de epurare:

c_{uz} (mg/l)
X_{5uz} (mg/l)
c_N (mg/l)
c_P (mg/l)

Concentratii în influentul bioreactorului:

$c^b_{uz} = (1-e_s)\cdot c_{uz}$ (mg/l)
$X^b_{5uz} = (1-e_x)\cdot X_{5uz}$ (mg/l)
$c^b_N = (1-e_N)\cdot c_N$ (mg/l)
$c^b_P = (1-e_P)\cdot c_P$ (mg/l)

Eficiente ale decantorului primar:

e_s = 40 - 60 % - pentru MSS
e_x = 20 - 40 % - pentru CBO_5
e_N = 10 - 15 % - pentru azot
e_P = 5 - 10 % - pentru fosfor

Concentratii în efluentul statiei de epurare:

$c^{adm}_{uz} = (1-d_s)\cdot c_{uz}$ (mg/l)
$X^{adm}_{5uz} = (1-d_x)\cdot X_{5uz}$ (mg/l)
$c^{adm}_N = (1-d_N)\cdot c_N$ (mg/l)
$c^{adm}_P = (1-d_P)\cdot c_P$ (mg/l)

Cantitati de substanta în influentul statiei de epurare:

$N_i = c_{uz}\cdot Q_c$ (kg/zi)
$C_i = X_{5uz}\cdot Q_c$ (kg/zi)
$K_N = c_N \cdot Q_c$ (kg/zi)
$K_P = c_P \cdot Q_c$ (kg/zi)

Cantitati de substanta în influentul bioreactorului:

$N_b = c^b_{uz}\cdot Q_c$ (kg/zi)
$C_b = X^b_{5uz}\cdot Q_c$ (kg/zi)
$K^b_N = c^b_N \cdot Q_c$ (kg/zi)
$K^b_P = c^b_P \cdot Q_c$ (kg/zi)

Gradele de epurare necesare:

$$d_s = \frac{c_{uz} - c^{adm}_{uz}}{c_{uz}} \cdot 100 \quad (\%)$$

$$d_x = \frac{X_{5uz} - X^{adm}_{5uz}}{X_{5uz}} \cdot 100 \quad (\%)$$

$$d_N = \frac{c_N - c^{adm}_N}{c_N} \cdot 100 \quad (\%)$$

$$d_P = \frac{c_P - c^{adm}_P}{c_P} \cdot 100 \quad (\%)$$

Cantitati de substanta în efluentul statiei de epurare:

$N_{ev} = c^{adm}_{uz}\cdot Q_c$ (kg/zi)
$C_{ev} = X^{adm}_{5uz}\cdot Q_c$ (kg/zi)
$K_{N\,ev} = c^{adm}_N \cdot Q_c$ (kg/zi)
$K_{P\,ev} = c^{adm}_P \cdot Q_c$ (kg/zi)

NOTA: În schemele de epurare fara decantor primar, $e_s = e_x = e_N = e_P = 0$ si deci
$c_{uz} = c^b_{uz}$; $X_{5uz} = X^b_{5uz}$; $c_N = c^b_N$; $c_P = c^b_P$

Figura 8.11. Schema generală de calcul: epurare biologică avansată.

8.2.3 Dimensionarea reactoarelor biologice

8.2.3.1 Debite de dimensionare şi verificare

Debitele de dimensionare şi de verificare pentru reactorul biologic sunt:

a) debitul de calcul: $Q_c = Q_{uz,max,zi}$;
b) debitul de verificare: $Q_v = Q_{uz,max,or} + Q_{nr,max}$;
unde:

$Q_{uz,max,zi}$– debitul apelor uzate maxim zilnic, (m^3/zi);

$Q_{uz,max,or}$– debitul apelor uzate maxim orar, (m^3/h);

$Q_{nr,max}$ – debitul de nămol recirculat, (m^3/zi);

8.2.3.2 Vârsta nămolului

(1) Vârsta nămolului (tab.8.18) este un parametru de proiectare al instalaţiilor de epurare avansată şi depinde de:

a) tipul tehnologiei epurării biologice;
b) temperatura minimă a apei uzate brute (10 – 12 °C);
c) mărimea staţiei de epurare (exprimată în cantitatea de substanţă organică influentă).

Tabelul 8.17. Recomandări privind vârsta nămolului (T_N).

Nr. crt.	Tipul epurării	Mărimea staţiei de epurare			
		C_b< 1.200 kg CBO_5/zi		**C_b> 6.000 kg CBO_5/zi**	
		Temperatura de dimensionare			
		10 ^{0} C	**12 ^{0} C**	**10 ^{0} C**	**12 ^{0} C**
0	1	2		3	
1	Fără nitrificare	5,0 zile		4,0 zile	
2	Cu nitrificare	10 zile	8,2 zile	8 zile	6,6 zile
3	Cu nitrificare–denitrificare $V_D/V = 0,20$	12,5 zile	10,3 zile	10 zile	8,3 zile
4	$V_D/V = 0,30$	14,3 zile	11,7 zile	11,4 zile	9,4 zile
5	$V_D/V = 0,40$	16,7 zile	13,7 zile	13,1 zile	11,0 zile
6	$V_D/V = 0,50$	20,0 zile	16,4 zile	16,0 zile	13,2 zile
7	Cu stabilizarea aerobă a nămolului, inclusiv eliminarea azotului	25 zile		Recomandabil peste 20 zile	

unde:

C_b – cantitatea de substanţă organică influentă în reactorul biologic, § 8..2.2.2 (kg/zi);

$x^b_{5,uz}$ – concentraţia CBO_5 influentă în reactorul biologic, (mg/l);

Q_c – debitul de calcul, conform § 8.2.3.1;

V_D – volumul zonei de denitrificare, (m^3);

V – volumul total al bioreactorului, (m^3);

(2) Vârsta nămolului, pentru staţii cu nitrificare – denitrificare, se defineşte:

$$T_{N,dim} = \frac{T_{N,aerob}}{1 - \frac{V_D}{V}} (zile) \qquad (8.71)$$

unde:

$$T_{N,aerob} = FS \cdot 3{,}4 \cdot 1{,}103^{(15-T)} (\text{zile}) \qquad (8.72)$$

(3) **FS** – factor de siguranţă ce ia în calcul:

a) variaţia încărcărilor cu poluanţi din bioreactor;
b) variaţia pe termen scurt a temperaturii apei uzate;
c) modificarea pH – ului;

(4) FS se adoptă în funcţie de mărimea staţiei de epurare:

a) FS = 1,8 pentru staţii de epurare cu C_b = 1.200 kg/zi (< 20.000 L.E.);
b) FS = 1,45 pentru staţii de epurare cu Cb ≥ 6.000 kg/zi (> 100.000 L.E.);
c) Chiar şi în cazul prevederii unui bazin de egalizare pentru echilibrarea încărcărilor zilnice, FS nu se va adopta mai mic de 1,45;

3,4 – coeficient obţinut din înmulţirea ratei maxime de creştere a bacteriilor care oxidează azotul amoniacal (nitrosomonas) la 15^0C (**2,13 zile**) cu factorul **1,6**; acesta este luat în considerare pentru a asigura un transfer suficient al oxigenului şi pentru eliminarea influenţei altor factori negativi astfel încât să aibă loc o dezvoltare suficientă a bacteriilor nitrificatoare şi menţinerea acestora în nămolul activat;

T – temperatura de dimensionare; la valori ale temperaturii sub 8 – 10 °C, nitrificarea nu se mai produce şi astfel pot creşte concentraţiile de amoniu în efluentul reactorului biologic;

(5) Raportul V_D/V se va determina conform § 8.2.3.3; deoarece trebuie ţinut seama că în timpul iernii temperatura efluentului bazinului biologic poate scădea sub temperatura limită (T_{lim}) la care sunt respectate condiţiile de calitate pentru amoniu (sau amoniac), în relaţia (8.72) se va considera temperatura de dimensionare $T_{dim} = T_{lim} = 12°C$.

(6) Aplicând relaţia (8.72) pentru T_{dim} = 10°C şi FS = 1,45(1,8) rezultă că la dimensionare se vor alege pentru vârsta nămolului din zona aerobă valorile minime:

a) $T_{N,aerob,dim}$ = 8 zile pentru C_b< 1.200 kg CBO_5/zi;
b) $T_{N,aerob,dim}$ = 10 zile, pentru C_b> 6.000 kg CBO_5/zi.

Pentru alte valori ale încărcării C_b (kg CBO_5/zi), valorile de dimensionare ale vârstei nămolului se obţin prin interpolare.

8.2.3.3 Determinarea volumului zonei de denitrificare

(1) Pentru determinarea volumului zonei de denitrificare (V_D), care poate reprezenta 20÷50% din volumul total al bioreactorului (V), este necesară calcularea mai întâi a concentraţiei medii zilnice de azot din azotatul care trebuie denitrificat. Acesta poate fi determinat din ecuaţia de bilanţ pentru azot indicată mai jos:

$$c^{D}_{N-NO_3} = c^{b}_{N} - c^{efl}_{N_{org}} - c^{efl}_{N-NH_4} - c^{efl}_{N-NO_3} - c^{BM}_{N_{org}} \ (\text{mg N} - \text{NO}_3/\text{l}) \qquad (8.73)$$

unde:

$\mathbf{c^{D}_{N-NO_3}}$ – concentraţia medie zilnică de azot din azotatul care trebuie denitrificat, (mg N- NO_3^- /l);

$\mathbf{c^{b}_{N}}$ –concentraţia în azot total din influentul bioreactorului, (mg N/l);

$\mathbf{c^{efl}_{N_{org}}}$ – concentraţia în azot organic din efluentul staţiei de epurare admisă la dimensionare, (mg N_{org}/l);

$\mathbf{c^{efl}_{N-NH_4}}$ – concentraţia în azot din NH_4^+ din efluentul staţiei de epurare admisă la dimensionare, (mg N- NH_4^+ /l);

$\mathbf{c^{efl}_{N-NO_3}}$ – concentraţia în azot din NO_3^- din efluentul staţiei de epurare admisă la dimensionare, (mg N- NO_3^- /l);

$\mathbf{c^{BM}_{N_{org}}}$ – concentraţia în azot organic încorporat în biomasă care părăseşte sistemul bioreactor-decantor secundar prin nămolul în exces, ($\text{mg N}_{org}/\text{l}$);

(2) În valoarea concentraţiei medii zilnice de azot total ($\mathbf{c_N}$) din influentul staţiei de epurare se neglijează azotul din azotaţi şi azotiţi, care în general nu depăşeşte 5% din $\mathbf{c_N}$; în cazul infiltrării în reţeaua de canalizare a unor ape subterane cu un conţinut ridicat în azotaţi, sau în cazul amestecului apelor uzate urbane cu ape uzate industriale care conţin azotaţi, se va introduce în $\mathbf{c_N}$valoarea azotului aferentă acestor azotaţi.

(3) Concentraţia în azot se determină din concentraţia în azotaţi, cu relaţia (9.5), cunoscându-se că la 1 mg de azot total corespund 4,427 mg NO^-_3 :

$$c_{N-NO_3} = \frac{c_{NO_3}}{4{,}427} (\text{mg N} - \text{NO}_3/\text{l}) \qquad (8.74)$$

(4) În cazul staţiilor de epurare care cuprind fermentare anaerobă a nămolului precum şi concentrare şi deshidratare mecanică a acestuia, azotul din supernatant trebuie inclus în concentraţia de azot din influentul staţiei de epurare (c_N), cu excepţia cazului în care există tratare separată a supernatantului.

(5)Concentraţia în azot organic din efluentul staţiei de epurare admisă la dimensionare se consideră c^{efl}_{Norg}= 2 mg N_{org}/l, valoare sub limita admisă de normativele şi normele de protecţia apelor din ţara noastră (tabelul 3.3 § 3.4), care se determină cu relaţia

$$c^{adm}_{N_{org}} = c^{adm}_{N} - c^{adm}_{N_{anorg}} \ (\text{mg N}_{\text{org}}/\text{l}) \qquad (8.75)$$

unde:

$$c^{adm}_{N_{anorg}} = c^{adm}_{N-NH_4} + c^{adm}_{N-NO_2} + c^{adm}_{N-NO_3} (\text{mg N}_{\text{anorg}}/\text{l}) \qquad (8.76)$$

a) Concentraţia limită de azot anorganic din efluentul staţiei de epurare rezultă:

$$c^{adm}_{N_{anorg}} = 2 + \frac{1}{4{,}427} + \frac{25}{4{,}427} = 7{,}5 \ (\text{mgN}_{\text{anorg}}/\text{l}) \qquad (8.77)$$

b) Concentraţia limită maximă admisă pentru azotul organic din efluentul staţiei de epurare va fi:

$$c^{adm}_{N_{org}} = c^{adm}_{N} - c^{adm}_{N_{anorg}} = 10 - 7{,}5 = 2{,}5 \ (\text{mg N}_{\text{org}}/\text{l}) \qquad (8.78)$$

c) Valoarea din relaţia (8.78) este mai mare decât $c^{efl}_{Norg} = 2$ mg N_{org}/l propusă pentru dimensionare.
Pentru a avea siguranţa că în efluentul staţiei de epurare nu se va depăşi concentraţia limită de amoniac de 2,0 mg N – NH^{+}_{4} /l, în calculele de dimensionare se va considera $c^{efl}_{N-NH_4} = 0$.

d) Azotul încorporat în biomasă, reprezintă 4 ... 5% din cantitatea de CBO_5 influentă în bioreactor, astfel încât la dimensionare se va considera:

$$c^{BM}_{N_{org}} = (0{,}04 \ldots 0{,}05) \cdot x^{b}_{5,uz} \ (\text{mg N}_{\text{org}}/\text{l}) \qquad (8.79)$$

$$c^{BM}_{N_{org}} = (0{,}02 \ldots 0{,}025) \cdot x^{b}_{CCO} \ (\text{mg N}_{\text{org}}/\text{l}) \qquad (8.80)$$

unde:

$\mathbf{x^{b}_{CCO}}$ – reprezintă concentraţia în CCO din influentul bioreactorului, (mg CCO/l);

a) Pentru calculul concentraţiei de azot din NO^{-}_{3} din efluentul staţiei de epurare admisă la dimensionare ($c^{efl}_{N-NO_3}$), trebuie determinată mai întâi concentraţia limită (maximă) admisă de normativele şi normele de protecţia apelor (tabelul 3.3, § 3.4) pentru azotul anorganic; această concentraţie se determină cu relaţia (8.76).

La dimensionare se va considera pentru $c^{efl}_{N-NO_3}$ o valoare calculată cu relaţia:

$$c_{N-NO_3}^{efl} = (0{,}60 \ldots 0{,}80) \cdot c_{N_{anorg}}^{adm} (\text{mg N} - \text{NO}_3/\text{l}) \qquad (8.81)$$

Valorile mai mici obţinute din relaţia de mai sus vor fi luate în considerare pentru staţiile de epurare cu variaţii mari ale încărcărilor influente (în general staţiile de epurare mici şi foarte mici).

(6) Capacitatea de denitrificare poate fi apreciată prin raportul $\mathbf{c^D_{N-NO_3}/\ x^b_{5,uz}}$. Pentru staţiile de epurare prevăzute cu procese de denitrificare intermitentă sau simultană, raportul $\mathbf{V_D/V}$ se poate determina din relaţia:

$$\frac{c_{N-NO_3}^{D}}{x_{5,uz}^{b}} = \frac{0{,}75 \cdot CSO_5}{2{,}9} \cdot \frac{V_D}{V} (\text{mg N} - \text{NO}_3/\text{mg CBO}_5) \qquad (8.82)$$

unde:

CSO_c– consumul specific de oxigen pentru îndepărtarea substanţelor organice pe bază de carbon, (kg O_2/kg CBO_5);

(7) Pentru scheme de epurare cu zonă preanoxică de denitrificare, raportul V_D/V se determină din relaţia (8.83) în care se ţine seama şi de aportul de oxigen furnizat de procesul de denitrificare prin preluarea oxigenului din azotaţi:

$$\frac{c_{N-NO_3}^{D}}{x_{5,uz}^{b}} = \frac{0{,}75 \cdot CSO_C}{2{,}9} \cdot \left(\frac{V_D}{V}\right)^{0{,}75} - \frac{Q_{ri} \cdot c_0}{2{,}9 \cdot C_b} \qquad (8.83)$$

unde:

$\mathbf{c^D_{N-NO_3}}$ – concentraţia de azot din azotatul care trebuie denitrificat, (mg N- NO_3^-/l);

$\mathbf{x^b_{5,uz}}$ – concentraţia în CBO_5 din influentul bioreactorului, (mg CBO_5/l);

$\mathbf{Q_{ri} = r_i \cdot Q_c}$– este debitul de recirculare internă, (m^3/zi);

$\mathbf{C_b = x^b_{5,uz} \cdot Q_c}$– cantitatea de CBO_5 din influentul bioreactorului, (kg CBO_5/zi);

$\mathbf{Q_c}$ – debit de calcul, (m^3/zi);

$\mathbf{r_i}$ – coeficient de recirculare internă;

$\mathbf{c_o}$ – concentraţia în oxigen dizolvat în efluentul bioreactorului, 2,0 mg O_2/l;

Factorul 0,75 indică un randament de transfer al oxigenului din azotaţi la apă (care are loc în zona de denitrificare) mai scăzut decât randamentul de transfer de la oxigenul dizolvat la apă (care are loc în zona aerată, de nitrificare); consumul specific de oxigen pentru îndepărtarea substanţelor organice pe bază de carbon CSO_c (kg O_2/kg CBO_5), se poate considera în calculele preliminare, funcţie de temperatura apelor uzate şi de vârsta nămolului (T_N) ca în tabelul 8.19.

Tabelul 8.18. Consumul specific de oxigen pentru ape uzate cu un raport $CCO_{infl}/CBO_{5infl} \leq 2,2$.

Nr. crt.	T (°C)	CSOc (kg O_2/kg CBO_5)					
		T_N= 4 zile	T_N = 8 zile	T_N = 10 zile	T_N = 15 zile	T_N = 20 zile	T_N = 25 zile
0	1	2	3	4	5	6	7
1	10	0,85	0,99	1,04	1,13	1,18	1,22
2	12	0,87	1,02	1,07	1,15	1,21	1,24
3	15	1,92	1,07	1,12	1,19	1,24	1,27
4	18	0,96	1,11	1,16	1,23	1,27	1,30
5	20	0,99	1,14	1,18	1,25	1,29	1,30

(8) Raportul ($c^{D}_{N-NO_3} / x^{b}_{5,uz}$) este denumit „ capacitatea de denitrificare ” a instalaţiei de epurare avansată; valorile acestui raport sunt prezentate în tabelul următor:

Tabelul 8.19. Valori standard ale $c^{D}_{N-NO_3}$ pentru dimensionarea zonei de denitrificare (T =10 – 12 °C).

Nr. crt.	V_D / V	$c^{D}_{N-NO_3} / x^{b}_{5,uz}$	
		Zona pre-anoxică de denitrificare şi procese comparabile	Denitrificare intermitentă şi simultană
0	1	2	3
1	0,2	0,11	0,06
2	0,3	0,13	0,09
3	0,4	0,14	0,12
4	0,5	0,15	0,15

Valorile din tabelul 8.20 pot fi utilizate atât pentru schemele cu denitrificare intermitentă sau simultană, cât şi pentru schemele cu pre – denitrificare. În calculul ”capacităţii de denitrificare” se impune ca în zona de denitrificare concentraţia de oxigen dizolvat să fie sub 2 mg O_2/l. Pentru schema cu denitrificare alternantă, ”capacitatea de denitrificare” se consideră media între valorile aferente schemelor cu pre – denitrificare şi denitrificare intermitentă.

(9) În cazul în care temperatura apei uzate depăşeşte 12°C, capacitatea de denitrificare se poate mări cu aproximativ 1% pentru fiecare 1°C peste 12°C.

(10) Dacă din calcule rezultă $V_D/V < 0,1$, atunci pentru dimensionare se va considera $(c^{D}_{N-NO_3}/ x^{b}_{5,uz}) = 0$. Dacă este necesar un raport $(c^{D}_{N-NO_3}/ x^{b}_{5,uz}) > 0,15$, fapt ce presupune un aport organic mai redus pentru microorganismele heterotrofe anoxice (care realizează denitrificarea), nu se va mări raportul V_D /V, ci se vor adopta următoarele măsuri:

a) ocolirea parţială a decantorului primar;
b) tratare separată a nămolului;
c) adaos (sursă) de carbon extern;

(11) În cazul adoptării soluţiei cu sursă externă de carbon, se calculează surplusul de azot din azotatul care trebuie denitrificat (pentru care trebuie asigurată hrana suplimentară); concentraţia de CCO suplimentară se determină:

$$c_(CCO, ext) = 5 \cdot \Delta c_(N - \ [\![NO]\!] \ _3)\^D \ (\text{mg/l}) \qquad (8.84)$$

unde:

$\mathbf{c_{CCO,ext}}$ – concentraţia de CCO suplimentară, (mg CCO/l);

$\mathbf{\Delta c^{D}_{N-NO_3}}$ – surplusul de azot din azotatul care trebuie denitrificat, (mg N–NO_3 /l);

(12) Ca surse externe de carbon, pot fi utilizate următoarele substanţe: metanol, etanol şi acetaţi. În tabelul 8.21 sunt prezentate caracteristicile acestor surse externe de carbon.

Tabelul 8.20. Caracteristicile surselor externe de carbon.

Nr. crt.	Parametrul	U.M.	Metanol	Etanol	Acid acetic
0	1	2	3	4	5
1	Densitate	kg / m^3	790	780	1060
2	CCO	kg / kg	1,50	2,09	1,07
3	CCO	kg / l	1,185	1,630	1,135

(13) Dintre aceste surse, acetaţii şi metanolul sunt recomandaţi atât ca eficienţă în ceea ce priveşte rata de dezvoltare a bacteriilor denitrificatoare cât şi ca preţ.

8.2.3.4 Eliminarea fosforului din apele uzate urbane

(1) Îndepartarea fosforului se poate realiza prin:

a) procese biologice;
b) precipitare chimică;
c) procese biologice completate cu precipitarea chimică (pre-precipitare sau post- precipitare);

(2) Eliminarea biologică a fosforului se realizează în bazine de amestec anaerobe amplasate, de regulă, în amontele bioreactorului (fig. 6.3 § 6.2.2.4.1); bazinele se dimensionează:

a) pentru un timp minim de contact t = 0,5.....0,75 h ;
b) pentru debitul: $Q_{uz,max,or} + Q_{re}(\mathrm{m^3/zi})$;

(3) Eficienţa eliminării biologice a fosforului depinde de timpul de contact şi de mărimea raportului dintre concentraţia de substanţă organică uşor biodegradabilă şi concentraţia de fosfor.

(4) Dacă în timpul iernii volumul anaerob (V_{AN}) este folosit pentru denitrificare, atunci pentru această perioadă se va stabili o eliminare mai scăzută a fosforului biologic în exces.

(5) Determinarea concentraţiei de fosfor care trebuie eliminată prin precipitare simultană se face din ecuaţia de bilanţ a fosforului :

$$c_{P,prec} = c_P - c_{P,efl} - c_{P,BM} - c_{P,bio,ex}(\mathrm{mg\ P/l}) \qquad (8.85)$$

unde:

$\mathbf{c_{P,prec}}$– concentraţia de fosfor total care trebuie eliminată prin precipitare simultană, (mg P/l);

$\mathbf{c_P}$– concentraţia de fosfor total din influentul bazinului anaerob, (mg P/l);

$\mathbf{c_{P,efl}}$– concentraţia de fosfor total din efluentul staţiei de epurare, (mg P/l);

$\mathbf{c_{P,BM}}$– concentraţia de fosfor total necesar pentru dezvoltarea biomasei heterotrofe (fosforul înglobat în biomasă), (mg P/l);

$\mathbf{c_{P,bio,ex}}$– concentraţia de fosfor biologic în exces, (mg P/l);

(6) Dacă concentraţia $c_{P,prec} > 0$, este nevoie, pe lângă eliminarea pe cale biologică a fosforului şi de precipitare chimică.

(7) Dacă $c_{P,prec} < 0$ nu este nevoie de precipitare chimică; pentru valori negative ale concentraţiei $c_{P,prec}$ apropiate de zero (–1,0 mg/l..... –1,5 mg/l) se vor prevedea, totuşi, la proiectare, posibilitatea şi spaţiile necesare în viitor pentru tratarea chimică necesară.

(8) Concentraţia de fosfor total din efluentul staţiei de epurare $c_{P,efl}$ se va considera, la dimensionare, cca. 60-70% din concentraţia admisibilă de fosfor total din efluent:

$$c_{P,efl} = (0{,}6 \ldots 0{,}7) \cdot c_P^{adm}\ (\mathrm{mg\ P/l}) \qquad (8.86)$$

unde:

c_P^{adm} =1,0(2,0) mg P/l (v. tab. 3.3 § 3.4);

(9) Concentraţia de fosfor încorporat în biomasă se consideră, de regulă, 1% din concentraţia de CBO_5 influentă în bazinul anaerob:

$$c_{P,BM} = 0{,}01 \cdot x_{5,uz}\ (\text{mg P/l}) \qquad (8.87)$$

$$c_{P,BM} = 0{,}005 \cdot x_{cco}\ \ (\text{mg P/l}) \qquad (8.88)$$

unde:

$x_{5,uz}$ – concentraţia în CBO_5 din influentul reactorului biologic, (mg O_2/l);

x_{cco} – concentraţia în CCO din influentul reactorului biologic, (mg O_2/l);

(10) Dacă bazinul anaerob este situat în amonte de bioreactor:

a) Concentraţia de fosfor biologic în exces:

$$c_{P,bio,ex} = (0{,}01 \dots 0{,}015) \cdot x_{5,uz}(\text{mg P/l}) \qquad (8.89)$$

$$c_{P,bio,ex} = (0{,}005 \dots 0{,}007) \cdot x_{CCO}(\text{mg P/l}) \qquad (8.90)$$

b) Pentru temperaturi scăzute ale apei uzate, concentraţia în azotaţi din efluentul staţiei de epurare $c_{N-NO_3}^{efl} \geq 15\ \text{mg N} - \text{NO}_3/\text{l}$:

$$c_{P,bio,ex} = (0{,}005 \dots 0{,}01) \cdot x_{5,uz}\ (\text{mg P/l}) \qquad (8.91)$$

$$c_{P,bio,ex} = (0{,}025 \dots 0{,}005) \cdot x_{CCO}\ (\text{mg P/l}) \qquad (8.92)$$

c) Dacă schema de epurare este cu predenitrificare sau cu denitrificare cu alimentare fracţionată , dar nu cuprinde bazine anaerobe, eliminarea biologică a fosforului:

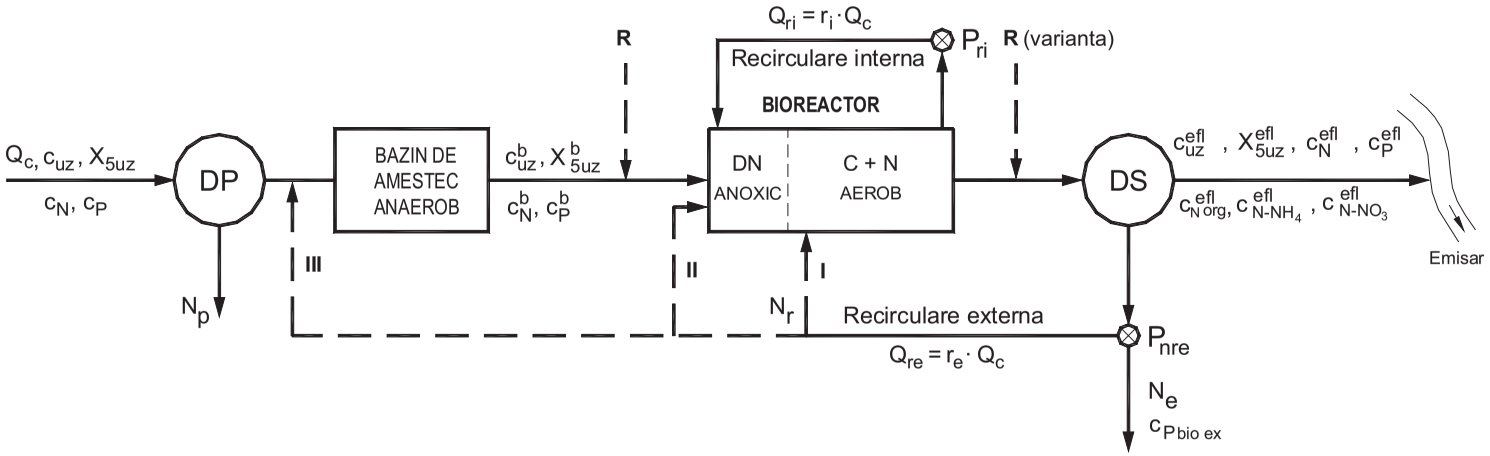
$$c_{P,bio,ex} \leq 0{,}005 \cdot x_{5,uz}(\text{mg P/l}) \qquad (8.93)$$

$$c_{P,bio,ex} \leq 0{,}002 \cdot x_{CCO}(\text{mg P/l}) \qquad (8.94)$$

(11) Dacă este nevoie de precipitare chimică, necesarul mediu de reactiv (sare metalică) poate fi calculat considerând 1,5 mol Me^{3+}/ mol $c_{P,bio,ex}$. Efectuând conversia, se obţin următoarele doze de reactiv:

a) precipitare cu fier : 2,7 kg Fe/kg P_{prec};
b) precipitare cu aluminiu : 1,3 kg Al/kg P_{prec};

(12) În soluţia cu precipitare simultană, adaosul de var în influentul decantorului secundar conduce la creşterea pH-ului şi la mărirea eficienţei fenomenului de precipitare; necesarul de var depinde de alcalinitatea procesului din bioreactor. În figura 8.12. se prezintă schema de epurare avansată cu BNA şi eliminar fosfor.



Concentratia de azot din azotatul ce trebuie denitrificat:

$$c^D_{N\text{-}NO_3} = c^b_N - c^{efl}_{N\,org} - c^{efl}_{N\text{-}NH_4} - c^{efl}_{N\text{-}NO_3} - c^{BM}_{N\,org} \quad (mg\ N\text{-}NO_3/l)$$

Concentratia de fosfor total care trebuie eliminata prin precipitare simultana :

$$c_{P,prec} = c_P - c_{P,efl} - c_{P,BM} - c_{P,bio\,ex} \quad (mg\ P/l)$$

R - reactiv pentru precipitare (saruri, Fe^{3+}, Al^{3+}, polimeri)

I , II ,III - variante

$$c^{efl}_{uz} \leq c^{adm}_{uz}$$
$$X^{efl}_{5uz} \leq X^{adm}_{5uz}$$
$$c^{efl}_N \leq c^{adm}_N$$
$$c^{efl}_P \leq c^{adm}_P$$

Figura 8.12. Schema de calcul: epurare biologică avansată cu BNA şi eliminarea fosforului.

8.2.3.5 Calculul cantităţii de nămol în exces

(1) În staţia de epurare se reţine şi se produce nămol în următoarele obiecte tehnologice:

a) decantoarele primare reţin materiile solide în suspensie care trec de treapta de degrosisare şi pot sedimenta gravitaţional în anumite condiţii de timp şi încărcare superficială; poartă denumirea de nămoluri primare. În aceste nămoluri este reţinut şi azot, în proporţie e_N = 10 … 15% şi fosfor în proporţie de e_P = 5…10%;
b) bazinele anaerobe şi bioreactoarele unde se desfăşoară procesele de nitrificare-denitrificare; se produce nămol suplimentar alcătuit din biomasa rezultată din îndepărtarea substanţelor organice biodegradabile şi din eliminarea fosforului;
c) decantoarele secundare reţin biomasa creată în bioreactoare, precum şi materiile solide în suspensie care au trecut de treapta de epurare mecanică, complex de substanţe care poartă denumirea de nămol activat;

(2) Nămolul primar este dirijat spre treapta de prelucrare a nămolului. Nămolul activat din decantoarele secundare este dirijat către bioreactor în zona anoxică, aerobă sau în bazinul anaerob, după caz, ca nămol de recirculare în scopul menţinerii unei anumite concentraţii de biomasă în reactorul biologic (recirculare externă).

(3) Surplusul (excedentul) de nămol activat este denumit nămol în exces şi este dirijat spre treapta de prelucrare a nămolului; cea mai mare parte a biomasei din decantorul secundar este recirculată continuu în sistemul biologic. Nămolul în exces conţine 10% azot şi 15 % fosfor, cantităţi care ajung în treapta de prelucrare a nămolului.

(4) Producţia de nămol în exces reprezintă suma dintre nămolul rezultat din eliminarea substanţelor organice pe bază de carbon şi nămolul provenit din îndepărtarea fosforului:

$$N_e = N_{eC} + N_{eP} (\text{kg s. u./zi}) \qquad (8.95)$$

unde:

Ne – cantitatea de materii solide, exprimată în substanţă uscată din nămolul în exces, (kg s.u./zi);

N_{eC} – cantitatea de materii solide ,exprimată în substanţa uscată din nămolul în exces provenită din eliminarea carbonului,(kg s.u./zi);

N_{eP} – cantitatea de materii solide, exprimată în substanţă uscată, din nămolul în exces provenit din eliminarea fosforului, (kg s.u./zi);

(5) Cantitatea de nămol în exces depinde de vârsta nămolului:

a) Cantitatea de nămol provenită din eliminarea compuşilor pe bază de carbon:

$$N_{eC} = C_b \cdot \left(0{,}75 + 0{,}6 \cdot \frac{c_{uz}^b}{x_{5,uz}^b} - \frac{0{,}102 \cdot T_N \cdot F_T}{1 + 0{,}17 \cdot T_N \cdot F_T}\right) (\text{kg s. u/zi}) \qquad (8.96)$$

unde:

C_b – cantitatea de materie organică influentă în staţia de epurare, (kg CBO_5/zi);

$\mathbf{c_{uz}^b}$ – concentraţia în MTS în influentul reactorului biologic, (mg/l);
$\mathbf{x_{5,uz}^b}$ – concentraţia în CBO_5 în influentul bioreactorului, (mg/l);
$\mathbf{T_N}$ – vârsta nămolului, (zile);
$\mathbf{F_T} = 1{,}072^{(T-15)}$ – factorul de temperatură pentru respiraţia endogenă;
T = 10 …12° C;
0,75; 0,6; 0,102; 0,17 – coeficienţi Hartwing;

În tabelul 8.22 sunt prezentate valorile producţiei specifice de nămol (N_{eC}^s) din îndepărtarea carbonului în funcţie de temperatură, vârsta nămolului şi de raportul ($c_{uz}^b / x_{5,uz}^b$).

Tabelul 8.21. Productia specifica de namol

$N_{eC}^s =$ N(kg s.u./kg CBO_5) pentru T = 10 – 12^{0}C.

Nr. Crt.	$c_{uz}^b / x_{5,uz}^b$	Vârsta nămolului T_N					
		4 zile	8 zile	10 zile	15 zile	20 zile	25 zile
0	2	2	3	4	5	6	7
1	0,4	0,79	0,69	0,65	0,59	0,56	0,53
2	0,6	0,91	0,81	0,77	0,71	0,68	0,65
3	0,8	1,03	0,93	0,89	0,83	0,80	0,77
4	1,0	1,15	1,05	1,01	0,95	0,92	0,89
5	1,2	1,27	1,17	1,13	1,07	1,04	1,01

b) Cantitatea de nămol provenită din eliminarea compuşilor pe bază de fosfor.

Cantitatea de nămol în exces din eliminarea fosforului cuprinde materia solidă rezultată din îndepărtarea fosforului biologic în exces şi din cea obţinută din precipitarea simultană; la eliminarea fosforului biologic în exces, se admit 3 g s.u/1 g de fosfor eliminat biologic.

Materiile solide rezultate din precipitarea simultană sunt funcţie de tipul de coagulant şi de cantitatea dozată.

În calcule se consideră o producţie specifică de nămol de :

i.2,5 kg s.u./kg Fe dozat;
ii.4,0 kg s.u./1 kg Al dozat.

Cantitatea de nămol în exces din eliminarea fosforului:

$$N_{eP} = \frac{Q_c}{1000} \cdot \left(3 \cdot c_{P,bio,ex} + 6{,}8 \cdot c_{P,prec.Fe} + 5{,}3 \cdot c_{P,prec.Al}\right)(\text{kg s.u/zi}) \quad (8.97)$$

unde:
$\mathbf{Q_c}$ – debitul de calcul, (m^3/zi);

$c_{P,bio,ex}$ – concentraţia de fosfor biologic în exces, (mg P/l);

$c_{P,preo,Fe}$ – concentraţia de fosfor precipitat cu Fe, (mg P/l);

$c_{P,preo,Al}$ – concentraţia de fosfor precipitat cu Al, (mg P/l);

Producţia de nămol este dependentă de vârsta nămolului:

$$T_N = \frac{N_a}{N_e} = \frac{c_{na} \cdot V}{N_e} \text{(zile)} \qquad (8.98)$$

unde:

$\mathbf{N_a}$ – cantitatea totală de biomasă, (kg s.u/zi);

$\mathbf{N_e}$ – cantitatea de biomasă în exces, definită anterior, (kg s.u/zi);

$\mathbf{c_{na}}$ – concentraţia biomasei, (kg/m^3);

V – volumul reactorului biologic, (m^3);

(6) În cazul utilizării varului pentru precipitare, producţia specifică de nămol este de 1 g/1g Ca $(OH)_2$.

(7) Indicele volumetric al nămolului sau indexul lui Mohlmann este un parametru ce caracterizează procesul de sedimentare a nămolului activat în decantorul secundar. Indiferent de tipul epurării, se recomandă ca indicele volumetric să nu depăşească 180 … 200 cm^3/g . Când influentul în reactor conţine cantităţi mari de substanţă organică biodegradabilă, nămolul activat va avea un indice volumetric mare (> 200 cm^3/g) cu proprietăţi de sedimentare slabe.

(8) Pentru calculele de dimensionare ale treptei de epurare biologică avansată se recomandă valorile din tabelul următor.

Tabelul 8.22. Valori recomandate pentru I_{VN}.

Nr. crt.	Tipul epurării	I_{VN} (cm^3/g)	
		Influenţa apelor uzate industriale	
		Favorabilă	Nefavorabilă
0	1	2	3
1	Fără nitrificare	100 – 150	120 – 180
2	Cu nitrificare + denitrificare	100 – 150	120 – 180
3	Cu stabilizarea nămolului	75 – 120	120 - 150

(9) Valorile mai scăzute se consideră în cazurile:

a) când schema nu cuprinde decantor primar;
b) când schema cuprinde în amonte de bazinul biologic un bazin selector aerob sau un bazin de amestec anaerob;
c) când bazinul biologic este prevăzut cu alimentare tip "piston";

8.2.3.6 Determinarea volumului reactoarelor biologice

(1) Volumul bioreactorului depinde de indicatorii de calitate ai influentului şi efluentului treptei de epurare biologice, de tipul epurării, de încărcare organică a bazinului (I_{ob}) şi a nămolului (I_{on}), de calitatea nămolului de recirculare prelevat din decantorul secundar, de vârsta nămolului, de concentraţia în materii solide în suspensie din bioreactor.

(2) Volumul bioreactorului se poate determina cu relaţiile:

$$V = \frac{C_b}{I_{ob}} = \frac{N_a}{c_{na}} = \frac{C_b}{c_{na} \cdot I_{on}} (\mathrm{m}^3) \qquad (8.99)$$

unde:

C_b – cantitatea de materie organică influentă în staţia de epurare, (kg CBO_5/zi);

I_{ob} – încărcarea organică a bazinului, (kg CBO_5/m^3 b.a,zi);

I_{on} – încărcarea organică a nămolului, (kg CBO_5/ kg s.u,zi);

N_a – cantitatea de biomasă activă din bioreactor, (kg s.u/zi);

c_{na}– concentraţia nămolului activ din bioreactor, (kg/m^3);

(3) În funcţie de tipul epurării (convenţională fără nitrificare, cu nitrificare, cu nitrificare – denitrificare şi stabilizarea nămolului), se adoptă valorile pentru I_{ob}, I_{on}, c_{na} şi se determină volumul bioreactorului cu una din relaţiile (8.99).

(4) Acest volum cuprinde atât volumul zonei de denitrificare (V_D) cât şi volumul zonei de nitrificare (V_N) în care are loc eliminarea compuşilor pe bază de carbon organic concomitent cu nitrificarea amoniului.

$$V = V_D + V_N (m^3) \tag{8.100}$$

(5) În schemele de denitrificare cu alimentare fracţionată (step – feed), concentraţia nămolului din bioreactor se înlocuieşte cu $c_{na,step}$: $c_{na,step} > c_{na}$.

(6) Calculul coeficienţilor de recirculare:

a) Recircularea externă se referă la debitul de nămol activat prelevat din decantorul secundar şi dirijat în funcţie de soluţia propusă, în amonte de bazinul anaerob, în amonte de bazinul de denitrificare sau în amonte de zona aerobă.
Dimensionarea se face pentru un coeficient de recirculare externă r_e = 100%.
Debitul de nămol recirculat va fi:

$$Q_{re} = r_e \cdot Q_c (\mathrm{m^3/zi}) \tag{8.101}$$

unde: $\mathbf{Q_c}$ – debitul de calcul al bioreactorului, (m^3/zi);

b) Recircularea internă constă în prelevarea din avalul zonei de nitrificare al amestecului nămol – apă uzată (bogată în azotaţi) şi dirijarea acestuia în secţiunea amonte a zonei de denitrificare. Coeficientul de recirculare internă se determină cu relaţia:

$$r_i = \frac{c^{D}_{N-NO_3}}{c^{efl}_{N-NO_3}} - r_e \tag{8.102}$$

unde:

$\mathbf{c^{D}_{N-NO_3}}$ – concentraţia de azot din azotatul ce trebuie denitrificat, (mg N – NO_3^- /l);

$\mathbf{c^{efl}_{N-NO_3}}$ – concentraţia de azot din azotatul din efluentul staţiei de epurare, (mg N – NO_3^- /l);

$\mathbf{r_e}$ – coeficientul de recirculare externă;

$\mathbf{r_e}$ – coeficientul de recirculare externă;

c) Coeficientul total de recirculare:

$$r_T = r_e + r_i = \frac{Q_{re}}{Q_c} + \frac{Q_{ri}}{Q_c} \tag{8.103}$$

unde: $\mathbf{Q_c}$,$\mathbf{Q_{re}}$ – definiţi anterior; $\mathbf{Q_{ri}}$ – debitul de recirculare internă, (m^3/zi);

d) Eficienţa maximă a denitrificării:

$$\eta_D = 1 - \frac{1}{1 + r_T} \tag{8.104}$$

e) Durata totală a unui ciclu, dacă procesul de denitrificare este intermitent:

$$t_T = t_N + t_D(\text{h}) \tag{8.105}$$

Se poate calcula cu relaţia:

$$t_T = t_r \cdot \frac{c_{N-NO_3}^{efl}}{c_{N-NO_3}^{D}}(\text{h}) \tag{8.106}$$

unde:

$$t_r = \frac{V}{Q_{uz,max,or}} \geq 2 \qquad (\text{h}) \tag{8.107}$$

8.2.3.7 Calculul capacităţii de oxigenare

(1) Capacitatea de oxigenare reprezintă cantitatea de oxigen necesară proceselor biochimice din bioreactor pentru: eliminarea carbonului organic(inclusiv respiraţia endogenă), pentru nitrificare, determinarea economiei de oxigen furnizat în procesul de denitrificare prin preluarea oxigenului necesar dezvoltării biomasei din azotaţi.

a) Consumul specific de oxigen pentru îndepărtarea carbonului organic CSO_c (kg O_2/kg CBO_5) se determină cu relaţia:

$$CSO_c = \frac{\overline{CO_c}}{C_b} = 0{,}56 + \frac{0{,}15 \cdot T_N \cdot F_T}{1 + 0{,}17 \cdot T_N \cdot F_T}(kg\ O_2/kg\ CBO_5) \tag{8.108}$$

unde:

$\mathbf{C_b}$ – cantitatea de materie organică influentă în bioreactor, (kg CBO_5/zi);

$\mathbf{T_N}$ – vârsta nămolului, (zile);

$\mathbf{F_T} = 1{,}072^{T-15}$ –factor de temperatură pentru perioada de vară;

$\overline{\mathbf{CO_c}} = C_b \cdot CSO_c(\text{kg } O_2/\text{zi})$ – capacitatea de oxigenare necesară pentru eliminarea carbonului organic;

Notă:

Relaţia (8.108) se aplică pentru raportul x^b_{CCO} / $x^b_{5,uz}$ $\leq 2{,}2$. Pentru rapoarte mai mari decât această valoare, calculul capacităţii de oxigenare se va face cu valorile concentraţiilor exprimate în consum chimic de oxigen (CCO-Cr).

b) Capacitatea de oxigenare necesară pentru nitrificare:

$$\overline{CO_N} = \frac{4{,}3 \cdot Q_c}{1000} \cdot \left(c^D_{N-NO_3} - c^{infl}_{N-NO_3} + c^{efl}_{N-NO_3}\right)(\text{kg } O_2/\text{zi}) \qquad (8.109)$$

unde:

4,3 – consumul specific de oxigen, (kg O_2/kg azot oxidat);

$\mathbf{Q_c}$ – debitul influent în bioreactor, (m^3/zi);

$\mathbf{c^D_{N-NO_3}}$ – concentraţia de azot din azotatul ce trebuie denitrificat, (mg N – NO_3^- /l);

$\mathbf{c^{infl}_{N-NO_3}}$ – concentraţia de azot din azotatul influent în bioreactor, (mg N – NO_3^- /l);

$\mathbf{c^{efl}_{N-NO_3}}$ – concentraţia de azot din azotatul din efluentul bioreactorului, (mg N–NO_3^-/l);

c) Capacitatea de oxigenare necesară pentru denitrificare:

$$\overline{CO_D} = \frac{-2{,}9 \cdot Q_c}{1000} \cdot c^D_{N-NO_3}(kg\ O_2/zi) \qquad (8.110)$$

unde:

2,9 – consumul specific de oxigen, (kg O_2/ kg de azot denitrificat);

$\mathbf{Q_c}$ – debitul influent în bioreactor, (m^3/zi);

$\mathbf{c^D_{N-NO_3}}$ – concentraţia de azot din azotatul ce trebuie denitrificat, (mg N – NO_3^- /l);

Semnul minus (” – ”)semnifică oxigenul ce se recuperează prin denitrificare şi nu se consumă.

(2) Capacitatea de oxigenare necesară pentru eliminarea carbonului organic şi pentru nitrificarea amoniului se poate calcula în ipotezele:

a) când se ţine seama de aportul de oxgen din procesul de denitrificare;
b) când se neglijează aportul de oxigen din procesul de denitrificare.

Ipoteza care conferă siguranţă este ipoteza b, pentru care capacitatea necesară este maximă. Se va ţine seama de variaţia în decursul zilei a încărcării organice şi a încărcării cu azot. Pentru calculul valorilor orare de vârf ale capacităţii de oxigenare necesare se introduc termenii f_C – factorul de vârf al încărcării organiceşi f_N – factorul de vârf al încărcării cu azot.

(3) Relaţiile de calcul pentru determinarea capacităţii de oxigenare orare necesare sunt:

a) În ipoteza luării în considerare a oxigenului furnizat prin denitrificare:

$$CO_{h,nec} = \frac{f_c \cdot (\overline{CO_c} - \overline{CO_D}) + f_N \cdot \overline{CO_N}}{24}(\text{kg } O_2/\text{h}) \qquad (8.111)$$

unde: toţi termenii au fost definiţi anterior;

b) În ipoteza în care se neglijează aportul de oxigen din procesul de denitrificare:

$$CO_{h,nec} = \frac{f_c \cdot \overline{CO_c} + f_N \cdot \overline{CO_N}}{24} (\text{kg } O_2/\text{h}) \qquad (8.112)$$

c) Factorul de vârf f_C reprezintă raportul dintre cantitatea de oxigen necesară pentru eliminarea carbonului în 2 ore de vârf şi cantitatea de oxigen medie zilnică necesară.

Factorul de vârf f_N se determină ca raport între încărcarea cu TKN în 2 ore de vârf şi încărcarea în TKN medie pe 24 ore.

Deoarece valoarea de vârf a necesarului de oxigen pentru nitrificare se produce înainte de apariţia necesarului de vârf pentru eliminarea carbonului, calculul capacităţii de oxigenare orare necesare ($\overline{CO}_{h.nec}$) se face în două ipoteze:

i. Ipoteza 1: f_C =1 şi o valoare admisă (apreciată) pentru f_N;
ii. Ipoteza 2: f_C cu o valoare admisă (apreciată) şi f_N=1;

Dintre cele două ipoteze se va considera cea pentru care se obţine ($\overline{CO}_{h.nec}$) maxim.

Tabelul 8.23. Valori pentru f_C şi f_N

Factor de vârf	Vârsta nămolului T_N					
	4 zile	**8 zile**	**10 zile**	**15 zile**	**20 zile**	**25 zile**
0	1	2	3	4	5	6
f_C	1,3	1,25	1,2	1,2	1,15	1,11
f_N pentru SE cu 1.200 kg/zi	–	–	–	2,5	2,0	1,5
f_N pentru SE > 6.000 kg/zi	–	–	2,0	1,8	1,5	–

(4) Pentru staţii de epurare mici şi medii, capacitatea de oxigenare orară necesară se verifică, cu relaţia (8.113), caz în care factorii de vârf f_c =1 şi $f_N = 1$.

$$\overline{CO}_{h,nec} = \frac{\overline{CO}_{nec}}{\delta} (\text{kg } O_2/\text{h}) \qquad (8.113)$$

unde:

a) δ= 15 pentru $Q_{uz,\,max,\,zi} \leq 50$ l/s;
b) δ= 20 pentru 50 l/s < $Q_{uz,\,max,zi} \leq 250$ l/s;
c) δ= 24 pentru $Q_{uz,max,\,zi} > 250$ l/s;

În calculele de dimensionare se va considera ipoteza pentru care se obţine valoarea maximă pentru $\overline{CO}_{h.nec}$ determinată cu una din relaţiile (8.111), (8.112) şi (8.113).

(5) Raportul V_D/V necesar pentru definitivarea volumului zonei anoxice (V_D) se determină din relaţia (8.83).

Cunoaşterea raportului V_D/V permite determinarea volumului zonei de denitrificare (anoxice), deoarece volumul total al bioreactorului (V) este cunoscut.

Volumul V cuprinde volumul zonei de denitrificare şi volumul zonei de nitrificare V_N, conform relaţiei (8.100).

(6) Determinarea debitului de aer necesar în condiţii reale în scopul asigurarării capacităţii de oxigenare orare necesare, ţine seama de:

a) temperatura apei uzate;
b) randamentul transferului de oxigen de la aer la apă;
c) temperatura maximă a aerului din zona de amplasare a staţiei de epurare;
d) adâncimea de insuflare din bioreactor;
e) performanţele dispozitivelor de insuflare a aerului în apă;

(7) Capacitatea de oxigenare orară necesară $\overline{CO}_{h,nec}$ (kg O_2/h) a fost determinată pentru situaţia reală, când fenomenul se desfăşoară în amestecul lichid din bioreactor. În literatura de specialitate străină acest parametru este notat AOR (**A**ctual **O**xygen **R**equirement):

$$AOR = \overline{CO}_{h,nec}(\text{kg } O_2/\text{h}) \tag{8.114}$$

(8) Legătura dintre capacitatea de oxigenare orară necesară în condiţii reale AOR şi capacitatea de oxigenare orară necesară în condiţii standard sau normale SOR (**S**tandard **O**xygen **R**equirement) este dată de relaţia:

$$AOR = SOR \cdot \frac{\theta^{T-20} \cdot \alpha \cdot (\beta \cdot c_{SA} - c_B)}{c^*_{S20}}(\text{kg } O_2/\text{h}) \tag{8.115}$$

unde:

θ = 1,024 – coeficient din relaţia de tip Arhenius, ce evidenţiază efectul temperaturii asupra transferului de oxigen;

α – coeficient care ţine seama de capacitatea de transfer a oxigenului de la apa curată la apa uzată:

i. α = 0,65 pentru T = 10°C;
ii. α = 0,60 pentru T = 27°C;

β = 0,95 – factor de corecţie al transferului de oxigen care ţine seama de diferenţele de solubilitate a oxigenului în apă datorită salinităţii acesteia (conţinutului de săruri), tensiunii superficiale;

T – temperatura apelor uzate care se va considera iarna 10ºC şi vara, după caz, 25º...27ºC.

c_B – concentraţia O_2 dizolvat din bioreactor, pentru dimensionare se adoptă 2mg/l;

c^*_{S20} – este concentraţia medie de saturaţie în apă curată a oxigenului dizolvat la 20ºC; depinde de adâncimea de insuflare a aerului (H_i) şi se determină:

$$c^*_{S20} = c_{S20} \cdot (1 + 0{,}035 \cdot H_i)(\text{mg } O_2/\text{l}) \quad (8.116)$$

unde:

c_{S20} – concentraţia de saturaţie a oxigenului în apa curată, în condiţii standard sau normale, (mg O_2/l);

H_i – adâncimea de insuflare a aerului, măsurată între suprafaţa lichidului şi faţa superioară a dispozitivului de insuflare a aerului în amestecul lichid din bioreactor, (m);

c_{SA} – concentraţia medie de saturaţie a oxigenului dizolvat în apa curată la temperatura de dimensionare T, (mg O_2/l), şi la adâncimea de insuflare H_i determinată cu relaţia:

$$c_{SA} = c^T_{SA} \cdot (1 + 0{,}035 \cdot H_i)(\text{mg } O_2/\text{l}) \quad (8.117)$$

unde:

c_{SA}^T – concentraţia de saturaţie a oxigenului în apa curată la temperatura T (°C), (mgO_2/l):

i. c_{SA}^T =11,33 mg O_2/l, pentru T=10°C (conform tab. 8.14. § 8.1.2.6);
ii. c_{SA}^T =9,17 mg O_2/l, pentru T=20°C (conform tab. 8.14. § 8.1.2.6);

Din relaţiile (8.114) şi (8.115) se determină SOR; Calculele se efectuează şi pentru perioada de iarnă (T=10°C) şi pentru perioada de vară (T =25º – 27ºC). Pentru dimensionare se alege valoarea SOR maxim rezultată.

(9) Debitul de aer necesar în condiţii standard (normale) se determină cu relaţia:

$$Q_{N,aer} = \frac{SOR}{SOTE} \cdot \frac{1}{\gamma_{aer}} \cdot \frac{1}{c_{SO}} = \frac{SOR \cdot 10^3}{c'_0 \cdot H_i} (\text{N m}^3 \text{ aer/h}) \quad (8.118)$$

unde:

SOR – definit anterior;

γ_{aer} = 1,206 kg/m^3 este greutatea specifică a aerului;

c_{SO} = 0,28 kg O_2/m^3 aer – conţinutul de oxigen dintr-un m^3 de aer, în condiţii standard;

$c'_0 = \frac{c_{SO}}{100} \cdot \eta_1$ – capacitatea specifică de oxigenare a dispozitivului de insuflare a aerului în apă curată, în condiţii standard, (g O_2/N m^3 aer ,m adâncime de insuflare); valoarea **c_o'** se calculează pe baza eficenţei specifice de transfer (η_1) de ofertantul (producătorul) dispozitivului;

SOTE – eficienţa de transfer a oxigenului în apa curată, în condiţii normale (**S**tandard **O**xygen **T**ransfer **E**fficiency), la adâncimea de insuflare H_i, (%):

$$SOTE = \eta_1 \cdot H_i(\%) \qquad (8.119)$$

unde:

$\boldsymbol{\eta_1}$ – eficienţa specifică de transfer a oxigenului în apă curată, în condiţii normale (standard) pentru 1 m adâncime de insuflare, (%/m). Valoarea eficienţei specifice este caracteristică fiecărui dispozitiv de insuflare a aerului;

(10) Debitul de aer real pentru condiţiile reale de funcţionare a surselor de furnizare a aerului (compresoare, suflante) se determină în funcţie de debitul normal de aer (debitul în condiţii standard), cu relaţia:

$$Q_{R,aer} = Q_{N,aer} \cdot \frac{T_R + 273}{T_N + 273} \cdot \frac{p_N}{p_R} (\text{N m}^3 \text{ aer/h}) \qquad (8.120)$$

unde:

$\mathbf{T_R}$ = 30 – 35^{o}C – temperatura maximă a aerului din zona de amplasare a reactorului;

$\mathbf{T_N}$ = 10^{o}C – temperatura aerului în condiţii standard;

(T+273) – temperatura aerului în grade absolute (Kelvin);

$\mathbf{p_R}$ – presiunea atmosferică în condiţii reale, din zona de amplasare a reactorului

$\mathbf{p_N}$ – presiunea atmosferică în condiţii standard;

Pentru alegerea surselor de aer, este necesară determinarea debitului real de aer necesar $Q_{R.aer}$ (m^3 aer/h) şi a înălţimii de presiune necesare la flanşa de refulare a sursei de aer.

(11) Presiunea necesară la flanşa de refulare a sursei de aer:

$$H_R \geq H_i + h_d^{S-D} + h_l^D (\text{m col. } H_2O) \qquad (8.121)$$

unde:

$\mathbf{H_i}$ – adâncimea de insuflare a aerului în amestecul lichid, (m);

h_d^{S-D} – pierderea de sarcină distribuită în conducta de alimentare cu aer de la sursă până la cel mai depărtat dispozitiv de insuflare, (0,20 – 0,60 m);

h_l^D – pierderea de sarcină locală în dispozitivul de insuflare a aerului în amestecul lichid din bioreactor, (0,20 – 0,80 m);

8.3 Decantoare secundare

(1) Decantoarele secundare sunt construcţii descoperite care au rolul de a reţine nămolul biologic produs în bazinele cu nămol activat sau în filtrele biologice.

(2) Decantoarele secundare orizontale longitudinale şi radiale, se proiectează în conformitate cu prevederile STAS 4162/1-89.

(3) Decantoarele secundare sunt amplasate în aval de bazinele cu nămol activat sau de filtrele biologice, în funcţie de schema de epurare adoptată.

(4) Substanţele reţinute în decantoarele secundare poartă denumirea de nămol biologic, iar în cazul în care decantoarele secundare sunt amplasate după bazinele de aerare, substanţele reţinute poartă denumirea de nămol activat.

(5) Decantoarele secundare nu pot lipsi din schemele de epurare biologică, acestea funcţionând în tandem cu bazinele de aerare sau cu filtrele biologice.

8.3.1 Clasificare

(1) Decantoarele secundare se clasifică astfel:

a) După direcţia de curgere a apei prin decantor :
   i. decantoare orizontale longitudinale;
   ii. decantoare orizontale radiale;
   iii. decantoare verticale;
   iv. decantoare de tip special (cu module lamelare, cu recircularea stratului de nămol);

b) După modul de evacuare a nămolului:
   i. decantoare cu evacuare hidraulică pe principiul diferenţei de presiune hidrostatică;
   ii. decantoare cu evacuare hidraulică cu ajutorul podurilor racloare cu sucţiune;

8.3.2 Parametrii de dimensionare

(1) Numărul de decantoare va fi minimum două unităţi (compartimente), ambele active, fiecare putând funcţiona independent. Pentru funcţionarea corectă a unităţilor de decantare se impune distribuţia egală a debitelor între unităţile respective (se prevede în amonte de decantoarele secundare o cameră de distribuţie a debitelor).

Tabelul 8.24. Parametrii de proiectare ai decantoarelor secundare.

Nr. crt.	Parametru	U.M.	Relaţie de calcul/ Valori recomandate	
0	1	2	3	
			DS amplasat după **FB**	**DS** amplasat după **BNA**
1	Debitul de dimensionare	m^3/zi	$Q_c = Q_{uz,max,zi}$	
2	Debitul de verificare	m^3/h	$Q_v = Q_{uz,max,or} + Q_{AR,max}$	$Q_v = Q_{uz,max,or} + Q_{nr,max}$
3	Încărcare superficială la debitul de dimensionare	m/h	$u_{sc} = \frac{Q_c}{A_o}$ u_{sc}= 0,7 … 1,5	$u_{sc} = \frac{Q_c}{A_o}$ u_{sc} = 0,7 … 1,2
4	Încărcare superficială la debitul de verificare	m/h	u^{max}_{sv} = 2,7	u^{max}_{sv} = 2,2
5	Viteza maximă de curgere a apei	mm/s	10	
6	Încărcarea superficială cu materii totale în suspensie	kg s.u./m^2,zi	$I_{SS} = \frac{c_{na} \cdot (Q_c + Q_{AR,max})}{A_o}$ I_{ss} = 90 … 140	$I_{SS} = \frac{c_{na} \cdot (Q_c + Q_c)}{A_o}$ I_{ss} = 90 … 140
7	Încărcarea volumetrică superficială cu nămol	dm^3/m^2,h	$I_{VS} = I_{SS} \cdot I_{VN}$ I_{ss} = 450…500	
8	Timpul de decantare la debitul de dimensionare	h	$t_c = \frac{h_u}{u_{sc}}$ t_c = 2,0 … 3,0	$t_c = \frac{h_u}{u_{sc}}$ t_c= 2,0 … 3,0
9	Timpul de decantare la debitul de verificare	h	$t_v = \frac{h_u}{u_{sv}}$ t^{min}_v = 1,1 h	$t_v = \frac{h_u}{u_{sv}}$ t^{min}_v = 1,1h
10	Coeficient de recirculare externă a nămolului activ	%	$r_e = \frac{c_{na}}{c_{nr} - c_{na}} \cdot 100$	

$Q_{uz,max,zi}$–debitul zilnic maxim al apelor uzate, (m^3/zi);

$Q_{uz,max,or}$– debitul orar maxim al apelor uzate, (m^3/h);

$Q_{AR,max}$– debitul de recirculare al apelor epurate, (m^3/zi);

$Q_{nr,max}$– debitul de nămol recirculat, (m^3/zi);

DS – decantor secundar;

A_o – suprafaţa utilă de decantare, (m^2);

c_{na} – concentraţia în materii solide a nămolului activat, (kg/m^3);

c_{nr} – concentraţia în materii solide a nămolului de recirculare, (kg/m^3);

I_{VN}– indicele volumic al nămolului definit în tab.8.5, (cm^3/g);

h_u – înălţimea zonei utile de sedimentare, (m);

FB – filtre biologice; **BNA** – bazin cu nămol activat;

(2) Tabelul 8.24 prezintă parametrii de dimensionare ai decantoarelor secundare.

(3) Pentru asigurarea unei bune funcţionări a decantoarelor, precum şi pentru realizarea unei eficienţe ridicate în ceea ce priveşte sedimentarea materiilor în suspensie din apă, trebuie ca accesul şi evacuarea apei să se facă uniform; pentru acces se recomandă prevederea de deflectoare, orificii sau ecrane semiscufundate, orificiile fiind îndreptate către radier pentru asigurarea uniformităţii curgerii în bazin. La decantoarele orizontale radiale şi la cele verticale, accesul apei trebuie să se facă la o distanţă de 1,80 m faţă de radier, pentru o bună distribuţie a liniilor de curent.

(4)Determinarea numărului de deflectoare se face pe baza debitului aferent unui deflector $q_{def} = 4....7\ dm^3/s$, deflectorşi a distanţei dintre ele a = 0,75.....1,00 m atât pe verticală cât şi pe orizontală.

(5) Evacuarea apei din decantor este reglată prin deversoare metalice, având partea superioară realizată sub forma unor dinţi triunghiulari sau trapezoidali; aceste deversoare sunt reglabile pe verticală, permiţând astfel evacuarea controlată a apei decantate. Pentru a realiza o evacuare uniformă, trebuie ca deversarea să fie neînecată şi perfect reglată pe verticală, astfel încât lama deversantă pentru fiecare dinte al deversorului să fie egală.

(6) Evacuarea apei decantate se poate face şi prin conducte submersate funcţionând cu nivel liber, prevăzute cu fante (orificii). Conducta va fi dimensionată să funcţioneze cu nivel liber.

(7) Lungimea deversoarelor rezultă din adoptarea valorilor recomandate pentru debitul specific deversat; debitul nu va depăşi $10\ m^3/h,m$ în situaţia cea mai dezavantajoasă (la debitul de verificare).
Când valoarea este depăşită, se recomandă mărirea lungimii de deversare prin realizarea de rigole paralele sau, la decantoarele radiale şi 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 şi pentru cel de verificare, adoptându-se pentru profilul tehnologic valorile cele mai dezavantajoase.

(10) Alegerea tipului de decantor, a numărului de compartimente şi a dimensiunilor acestora se face pe baza unor calcule tehnico-economice comparative, a cantităţii şi calităţii nămolului activat efluent din bazinele de aerare sau apei recirculate în schemele cu filtre biologice şi a parametrilor de proiectare recomandaţi pentru fiecare caz în parte.

(11) Decantoarele secundare sunt alcătuite în principal din:

a) compartimente pentru decantarea propriu-zisă;
b) sistemele de admisie şi distribuţie a apei epurate biologic;

c) sistemele de colectare şi evacuare a apei decantate;
d) echipamentele mecanice necesare colectării şi evacuării nămolului, precum şi dispozitivele de închidere pe accesul şi evacuarea apei în şi din decantor, necesare izolării fiecărui compartiment în parte în caz de necesitate (revizii, reparaţii, avarii);
e) conducte de evacuare a nămolului activat şi de golire a decantorului ;
f) pasarela de acces pe podul raclor ;

(12) Înălţimea de siguranţă a pereţilor decantorului deasupra nivelului maxim al apei va fi de minim 0,3 m.

8.3.3 Decantoare secundare orizontale radiale

(1) Adoptarea tehnologiei de prelevare a nămolului din decantoarele secundare (fig.8.13 a şi b) va avea la bază un calcul tehnico-economic (kWh/ m^3 apă uzată) şi un calcul tehnologic privind calitatea nămolului active trimis în bioreactoare. Nu se recomandă să se prevadă decantoare secundare radiale cu diametre mai mici de 15 m şi 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 debuşare 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 (fig. 10.4) sau prin conductă inelară submersată prevăzută cu orificii (fante).

(3) Circulaţia apei se face orizontal şi radial, de la centru spre periferie. Din conducta de acces, apa iese în cilindrul central şi de aici se distribuie prin peretele semiscufundat, cu muchia inferioară situată la o adâncime sub nivelul apei egală cu 2/3 din înălţimea 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) Distribuţia uniformă a apei de la centru spre periferie se poate realiza şi prin intermediul altor dispozitive care prezintă avantaje hidraulice şi 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 condiţiile optime de floculare.

(7) La partea superioară o cilindrului central se prevede o structură de rezistenţă capabilă să preia forţele generate de podul raclor, al cărui pivot este amplasat pe structura de rezistenţă respectivă.

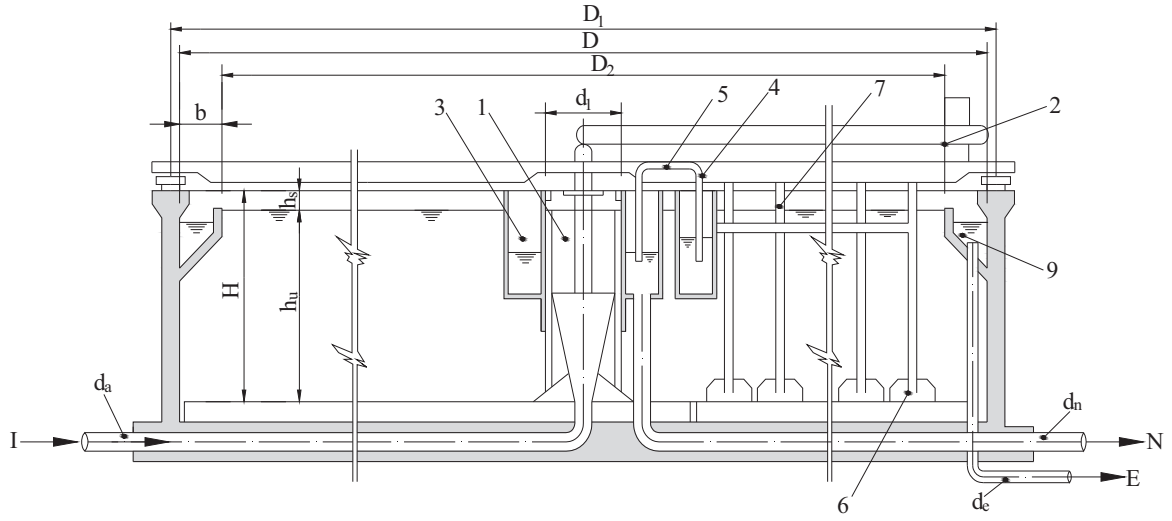
(8) Podul raclor poate fi de două tipuri: radial sau diametral. El este alcătuit dintr-o grindă ce sprijină pe structura de rezistenţă centrală prin intermediul unui pivot, iar extremităţile sprijină prin intermediul unor roţi adecvate pe peretele exterior al bazinului. Calea de rulare poate fi realizată şi din şină metalică, roţile fiind prevăzute în mod corespunzător acestui tip de rulare.

(9) Colectarea şi evacuarea nămolului reţinut se face continuu în următoarele variante:

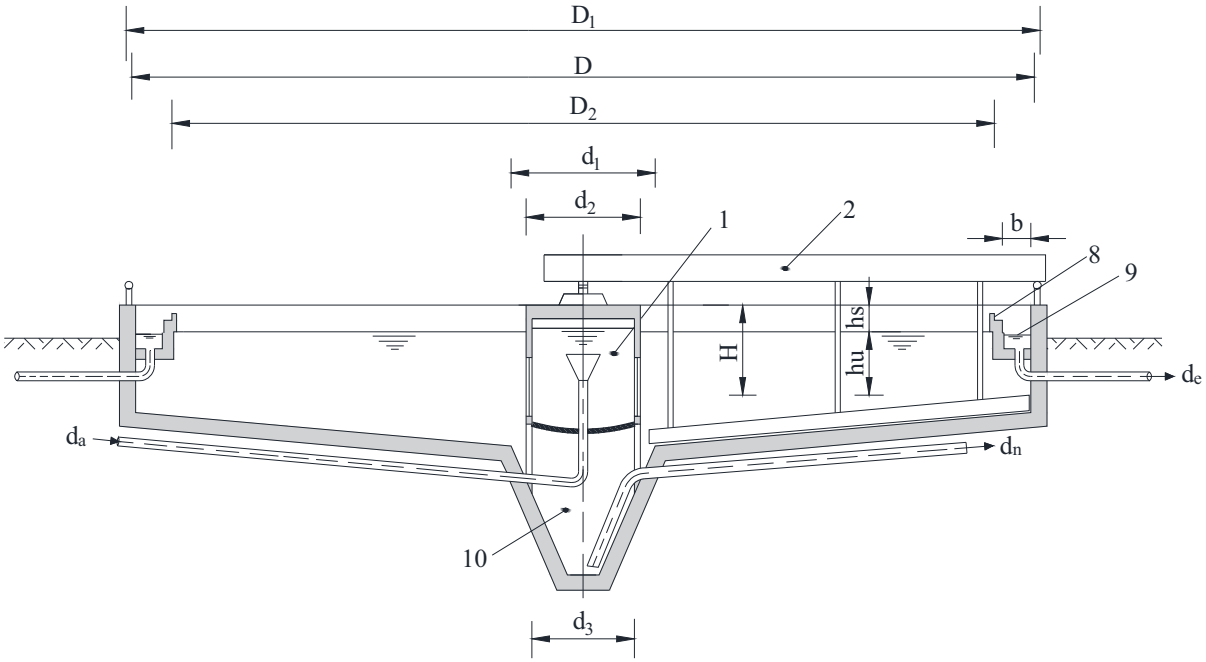
a) colectarea nămolului se face într-o başă centrală de unde este evacuat fie prin diferenţă de presiune hidrostatică, fie prin pompare (se aplică în cazul decantoarelor cu radier înclinat). În acest caz, solidar cu grinda podului raclor sunt prevăzuţi montanţi de care sunt prinse lame ce raclează nămolul sedimentat pe radierul decantoarului, conducându-l în başa de evacuare; de aici, nămolul este evacuat prin diferenţă de presiune hidrostatică spre treapta de prelucrare (fig. 8.13 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 diferenţă de presiune hidrostatică, de unde, prin sifonare sau pompare este trimis într-un colector inelar şi evacuat spre treapta de prelucrare (fig. 8.13 a.);

(10) Soluţiile indicate pentru evacuarea nămolului din decantoare nu sunt limitative.



a. Decantoare radiale cu D = 30... 50m



b. Decantoare radiale cu D = 15... 25m

Figura 8.13. Secţiuni transversale prin decantorul secundar orizontal radial.
1-camera de admisie şi distribuţie apă; 2-pod raclor; 3-jgheab colector inelar fix; 4-jgheab colector mobil; 5-instalaţie de sifonare a nămolului; 6-guri de aspiraţie; 7-conducte verticale de aspiraţie;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 8.25. Dimensiuni caracteristice decantoarelor secundare radiale.

Nr. crt.	Q (l/s)	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)
0	1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	60 – 95	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	115 – 185	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	195 – 290	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	300 – 463	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	405 – 690	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	700 – 950	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	1.000 – 1.700	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	1.800 –2.200	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

***$A_0=0,785(D^2_2–d^2_1)$** – aria orizontală utilă a unui compartiment de decantare, (m^2);

****$V_u=A_0*h_u$**– volumul util de decantare, (m^3);

Notă: Notaţiile din tabelul 8.26 corespund celor din figura 8.13.

(11) De podul raclor este prins, un braţ metalic prevăzut cu o lamă racloare de suprafaţă care împinge nămolul plutitor, grăsimile şi spuma de la suprafaţa 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 părţi; poate fi aşezată perimetral în afarasauîn interiorul suprafeţei de decantare, sau numai în interiorul acesteia la 0,50 ÷ 0,80 m de perete.

(13) În cazul rigolelor perimetrale, pe partea pe care se va face deversarea se vor prevedea deversoare metalice cu dinţi triunghiulari, reglabile pe verticală. În faţa acestor deversoare, la cca. 30 ÷ 50 cm distanţă se prevede un ecran semiscufundat, de formă circulară în plan, a cărui muchie inferioară este la minim 25 ÷ 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 şi grăsimile de la suprafaţa apei. Apa decantată trece pe sub rigolă şi deversează peste peretele circular al rigolei dinspre peretele exterior al decantorului, prevăzut şi el cu plăcuţe metalice cu dinţi triunghiulari reglabili pe verticală. Acest tip de rigolă permite, ca subvariantă, posibilitatea ca deversarea să se facă pe ambele părţi ale acesteia, caz în care, în faţa 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 influenţa vântului precum şi evacuarea odată cu apa decantată a grăsimilor şi plutitorilor, se obţine 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 depăşească 10,0 m^3/h,m (la $\mathbf{Q}_v$) pentru rigolele cu evacuare pe o singură parte şi 6,0 m^3/h,m pentru rigolele cu evacuare pe două părţi.

(17) În cazul depăşirii valorilor limită pentru debitul specific de deversare, există posibilitatea prevederii mai multor rigole în interiorul suprafeţei decantorului, distanţa dintre rigole şi peretele decantorului trebuind să fie aproximativ aceiaşi 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 ÷ 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) Diametrul decantoarelor radiale este cuprins între 15 şi 50 m (în cazuri justificate tehnico-economic, se pot adopta şi diametre de 60 m), iar adâncimea utilă h_u între 2,2 şi 4,6 m.

(20) Viteza periferică a podului raclor variază între 10 şi 60 mm/s, realizând 1 ÷ 3 rotaţii complete pe oră.

(21) Evacuarea nămolului se poate face continuu, prin conducte cu Dn 200 mm sau mai mari, cu condiţia ca viteza nămolului să fie cel puţin 0,7 m/s .

8.3.3.1 Parametrii de dimensionare

a) Debitele de dimensionare şi verificare: conform. tab. 8.24;
b) Volumul util necesar de decantare:

$$V_u = Q_c \cdot t_c (\mathrm{m}^3) \qquad (8.122)$$

$$V_u = Q_v \cdot t_v (\mathrm{m}^3) \qquad (8.123)$$

unde: $\mathbf{Q_c, Q_v, t_c, t_v}$ – definiţi în tab. 8.24 § 8.3.2;

Se adoptă valoarea maximă dintre (8.122) şi (8.123).

c) Secţiunea orizontală necesară:

$$A_o = \frac{Q_c}{u_{sc}} \ (\mathrm{m}^2) \qquad (8.124)$$

unde: $\mathbf{Q_c}$, $\mathbf{u_{sc}}$ – definite în tab. 8.24 § 8.3.2;

d) Adâncimea utilă a spaţiului de decantare:

$$h_u = u_{sc} \cdot t_c (\mathrm{m}) \qquad (8.125)$$

(1) Cu aceste elemente se intră în tabelul 8.25 şi se stabilesc dimensiunile geometrice: D, d_3, A_o, h_u, b şi V_u, precum şi numărul de unităţi de decantare.; se verifică apoi dacă sunt respectate condiţiile (8.126) şi (8.127):

a) Pentru D = 16 … 30 m: $10 \leq \frac{D}{h_u} \leq 15$ (8.126)
b) Pentru D = 30 … 50 m: $15 \leq \frac{D}{h_u} \leq 20$ (8.127)

(2) Debitul specific deversat pe conturul rigolei de colectare a apei limpezite trebuie să verifice relaţiile (8.128) şi (8.129), la debitul de verificare:

a) Pentru rigole cu evacuare pe o parte: $q_d = \frac{Q_v}{n \cdot \pi \cdot D_r} \leq 10 \quad (\mathrm{m}^3/\mathrm{h, m})$ (8.128)
b) Pentru rigole cu evacuare pe 2 părţi: $q_d = \frac{Q_v}{n \cdot \pi \cdot D_r} \leq 6 \quad (\mathrm{m}^3/\mathrm{h, m})$ (8.129)

unde:
$\mathbf{Q_v}$ – definit în tabelul 8.25;
n – numărul de compartimente de decantare;
$\mathbf{D_r}$ – diametrul aferent peretelui deversor al rigolei, (m);
Dimensiunile rigolei de colectare a apei limpezite se stabilesc pentru debitul de verificare Q_v punând condiţia ca în secţiunea cea mai solicitată viteza minimă să fie de 0,7 m/s .

(3)În cazul decantoarelor radiale cu diametrul mai mare de 50 m, se vor lua măsuri specifice pentru combaterea tendinţei de creştere a turbulenţei din cauza vântului.

(4)Adâncimea decantorului la perete (H_p) şi la centru (H_c):

$$H_p = h_s + h_u(\text{m}) \qquad (8.130)$$

$$H_c = h_s + h_u + h_p + h_n(\text{m}) \qquad (8.131)$$

unde:

$\mathbf{h_s}$ – înălţimea de siguranţă (0,3÷1,0) m;

$\mathbf{h_u}$ – adâncimea utilă a apei în spaţiul de decantare, (m);

$\mathbf{h_p}$ – diferenţa de înălţime datorită pantei, (m) – dacă este cazul;

$\mathbf{h_n}$ – înălţimea pâlniei de nămol (2 … 3 m) – dacă este cazul.

9 Proiectarea obiectelor tehnologice din treapta de tratare a nămolurilor

9.1 Clasificarea nămolurilor provenite din staţiile de epurare

Nămolurile se clasifică:

(1) După treapta de epurare din care provin:

a) Nămoluri primare (rezultate din treapta de epurare mecanică);
b) Nămoluri secundare (rezultate din treapta de epurare biologică);
c) Nămoluri stabilizate anaerob (rezultate din rezervoarele de fermentare a nămolurilor) sau aerob (rezultate din stabilizarea aerobă a nămolurilor);

(1) După caracterul apelor uzate:
a) Nămoluri provenite din epurarea apelor uzate menajere;
b) Nămoluri provenite din epurarea apelor uzate industriale;

(2) După compoziţia chimică:
a) Nămoluri minerale (conţin > 50% substanţe minerale);
b) Nămoluri organice (conţin > 50% substanţe volatile);

(3) După valorile rezistenţei specifice la filtrare (r):
a) Nămoluri greu filtrabile (nămoluri urbane brute şi nămoluri fermentate):

$$r = 10^{12} \div 10^{13} (\mathrm{cm/g})$$

b) Nămoluri cu filtrabilitate medie (nămoluri industriale):

$$r = 10^{10} \div 10^{12} (\mathrm{cm/g})$$

c) Nămoluri uşor filtrabile (nămoluri urbane condiţionate chimic, nămoluri minerale):

$$r \leq 10^{10} (\mathrm{cm/g})$$

(4) După valoarea coeficientului de compresibilitate (s):
a) Nămoluri cu s = 0,6 – 0,9: nămoluri urbane brute şi fermentate, nămoluri industriale;
b) Nămoluri cu s > 1: nămoluri industriale;
c) Nămoluri incompresibile cu s = 0; rezistenţa specifică la filtrare este independentă de presiune;

9.2 Cantităţi specifice de nămol

(1) Cantităţile de nămol ce rezultă din epurarea apelor uzate depind de calitatea apelor uzate şi de tehnologia de epurare adoptată.

(2) Cantităţile specifice de nămol reţinute în staţiile de epurare sunt prezentate în tabelul 9.1.

Tabelul 9.1. Cantităţi specifice de nămol reţinute în staţiile de epurare.

Nr. crt.	Tipul de nămol	Cantităţi specifice de nămol	
		Substanţă uscată din nămol (g/om,zi)	Nămol umed (l/om,zi)
0	1	2	3
1	Nămol proaspăt din decantoarele primare orizontal-longitudinale	25	0,5
2	Nămol proaspăt din decantoarele primare orizontal-radiale	35 – 40	0,7 – 0,8
3	Nămol proaspăt din decantoarele primare verticale	30	0,6
4	Nămol biologic din decantoarele secundare amplasate după filtrele biologice	8	0,2
5	Nămol biologic din decantoarele secundare amplasate după filtrele biologice de mare încărcare cu epurare avansată	20	0,5
6	Nămol în exces din decantoarele secundare amplasate după bazinele de aerare	20 – 32	2,5 – 4
7	Nămol fermentat din decantoarele cu etaj	30	0,3 – 0,6
8	Nămol fermentat din fose septice	30 – 33	0,3 – 0,33

(3) În tabelul 9.2 sunt prezentate valori caracteristice privind cantităţile de substanţă uscată din nămolurile biologice şi nămolul în exces pentru diferite scheme de epurare.

Tabelul 9.2.Încărcări specifice cu substanţă uscată.

Nr. crt.	Tipul de nămol	Încărcarea specifică cu substanţă uscată (kg s.u/ 10^3 m^3 apă uzată)	
		Domeniul de variaţie	Valoare caracteristică
0	1	2	3
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 cantităţii de nămol rezultată în urma precipitării chimice cu cea rezultată din sedimentarea normală;
c) Încărcarea specifică cu substanţă organică provenită din nitrificare are valori neglijabile;

9.3 Caracteristicile nămolurilor

9.3.1 Caracteristici fizice

9.3.1.1 Umiditatea

Umiditatea reprezintă conţinutul de apă din nămol, exprimat procentual şi care se determină cu relaţia:

$$w_n = \frac{G_a}{G_n} \cdot 100 \ (\%) \tag{9.1}$$

unde:

$\mathbf{G_a}$ – greutatea apei din nămol, (kgf);

$\mathbf{G_n}$– greutatea nămolului, (kgf);

9.3.1.2 Materiile solide

(1) Materiile solide din nămol cuprind:
a) materii solide minerale;
b) materii organice volatile;
(2) Greutatea specifică a materiilor solide din componenţa nămolului se determină cu relaţia:

$$\frac{G_s}{\gamma_s} = \frac{G_m}{\gamma_m} + \frac{G_o}{\gamma_o} \tag{9.2}$$

unde: $\mathbf{G_s}$ – greutatea materiilor solide, (kgf);

$\mathbf{G_m}$ – greutatea materiilor solide de natură minerală, (kgf);

$\mathbf{G_o}$ – greutatea materiilor solide de natură organică,(kgf);

$\boldsymbol{\gamma_s}$ – greutatea specifică a materiilor solide, (kgf/m^3);

$\boldsymbol{\gamma_m}$ – greutatea specifică a materiilor solide de natură minerală, (kgf/m^3);

$\boldsymbol{\gamma_o}$ – greutatea specifică a materiilor solide de natură organică, (kgf/m^3);

9.3.1.3 Greutatea specifică

Greutatea specifică a nămolului reprezintă greutatea unităţii de volum şi are diferite valori, prezentate în tabelul 9.3.

Tabelul 9.3. Greutăţi specifice ale nămolurilor.

Nr. Crt.	Tipul de nămol	Greutatea specifică (kgf/ m^3)
0	1	2
1	Nămol primar	1.020
2	Nămol în exces de la bazinele de aerare	1.005
3	Nămol biologic rezultat de la filtre biologice	1.025
4	Nămol în exces de la bazinele de aerare în schema cu aerare prelungită	1.015
5	Nămol primar rezultat în urma precipitării chimice a fosforului	1.050
6	Nămol biologic din schemele de epurare cu nitrificare – denitrificare	1.005

9.3.1.4 Culoarea şi mirosul

Culoarea şi mirosul nămolurilor variază în funcţie de proveniența lor:

a) nămolul brut este cenuşiu şi prezintă un miros neplăcut;
b) nămolul fermentat devine brun şi cu aspect granular;
c) nămolul provenit din epurarea mecano – chimică prezintă coloraţie în funcţie de coagulantul utilizat.

9.3.1.5 Filtrabilitatea

(1) Filtrabilitatea nămolului reprezintă proprietatea acestuia de a ceda apa prin filtrare şi se exprimă prin 2 parametrii: rezistenţa specifică la filtrare (r) şi coeficientul de compresibilitate(s).

(2) Rezistenţa specifică la filtrare – rezistenţa pe care o opune la filtrare o turtă de nămol depusă pe o suprafaţă filtrantă de 1 m^2 şi care conţine 1 kg s.u., supusă la o diferenţă de presiune de 0,5 bar. Legea generală a procesului de filtrare pe o suprafaţă S, a fost exprimată de Càrman:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{\Delta P \cdot S^2}{\eta \cdot r \cdot C \cdot V} \qquad (9.3)$$

unde:

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, (g/cm,s);

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 relaţia (9.3) pentru ΔP = ct. şi a = tg α, rezultă:

$$\frac{t}{V} = \frac{\eta \cdot r \cdot C}{2 \cdot \Delta P \cdot S^2} \cdot V = a \cdot V \tag{9.4}$$

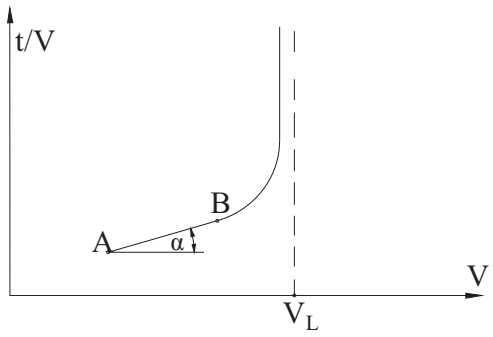


Figura 9.1. Graficul de variaţie a parametrului "a" funcţie de volumul de filtrat.

(3) Coeficientul de compresibilitate (s) se determină cu relaţia (9.5), care pune în evidenţă faptul că, odată cu creşterea presiunii se produce o micşorare a porilor turtei de nămol, care conduce la creşterea rezistenţei specifice de filtrare.

$$r = r_0 \cdot P^s \tag{9.5}$$

unde:
r – definit anterior;
r_0– rezistenţa specifică la filtrare a turtei de nămol pentru P = 1, (m/kg);
s – coeficient de compresibilitate;
P – presiunea aplicată probei de nămol, (Pa)
(4) În funcţie de valoarea coeficientului de compresibilitate, nămolurile se clasifică în:
a) nămoluri cu coeficient de compresibilitate subunitar de 0,6 – 0,9, adică nămoluri orăşeneşti, brute şi fermentate, precum şi unele nămoluri industriale;
b) nămoluri cu coeficient de compresibilitate supraunitar, specifice unor nămoluri industriale;
c) nămoluri incompresibile – sunt acelea pentru care: s = 0 şi r = r_0, ceea ce înseamnă că rezistenţa specifică la filtrare este independentă de presiune.

9.3.1.6 Puterea calorică

(1) Puterea calorică a nămolului variază în funcţie de conţinutul în substanţă organică (substanţe volatile) din nămol şi se poate determina orientativ cu relaţia:

$$PC_n = SV \cdot 44{,}4 \quad (\text{kJ/kg nămol}) \tag{9.6}$$

unde:

SV – conţinutul în substanţe volatile al nămolului, (kg s.o./ kg nămol);

44,4 – puterea calorică pentru 1kg de substanţă organică (kJ/kg s.o);

9.3.2 Caracteristici chimice

9.3.2.1 pH – ul

(1) Se condiţionează funcţionarea optimă a diferitelor procese de asigurare a 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 fementării metanice, pH-ul trebuie să se încadreze în intervalul 7 – 7,5; procesul de fermentare este dereglat atunci când pH-ul creşte peste 8,5.

9.3.2.2 Fermentabilitatea

(1) Reprezintă parametrul care indică compoziţia gazului, acizilor volatili precum şi valoarea pH-ului, înregistrate în urma analizei fermentării unei probe de nămol proaspăt amestecat cu nămol bine fermentat.

(2) Producţia de biogaz rezultat (q_{bg}) în urma fermentării anaerobe a substanţelor organice:

a) pentru hidrocarbonaţi: q_{bg} = 0,79 Nm^3 biogaz/ kg s.o. redusă (50% CH_4; 50 % CO_2);
b) pentru grăsimi: q_{bg} = 1,25 Nm^3 biogaz/ kg s.o. redusă (68% CH_4; 32 % CO_2);
c) pentru proteine: q_{bg} = 0,7 Nm^3 biogaz/ kg s.o. redusă (71% CH_4; 29 % CO_2);

(3) Acizii organici reprezintă un indicator important al fermentării; concentraţiile 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.

9.3.2.3 Metalele grele

(1) Compuşii chimici pe bază de Cu, As, Pb, Hg prezintă un grad ridicat de toxicitate şi limitează utilizarea nămolului ca îngrăşământ pentru diferite culturi agricole; nămolul provenit din epurarea apelor menajere are un conţinut redus de metale grele.

Tabelul 9.4. Valori caracteristice ale concentraţiilor de metale grele întâlnite în nămoluri.

Nr. Crt.	Metal	Concentraţie medie (mg/ kg s.u din nămol)
0	1	2
1	Arsenic	10
2	Cadmiu	10
3	Crom	500
4	Cobalt	30
5	Cupru	800
6	Fier	17.000
7	Plumb	500
8	Mangan	260
9	Mercur	6
10	Molibden	4
11	Nichel	80

Nr. Crt.	Metal	Concentraţie medie (mg/ kg s.u din nămol)
12	Seleniu	5
13	Staniu	14
14	Zinc	1.700

9.3.2.4 Nutrienţii

(1) Reprezintă factori importanţi pentru valorificarea nămolurilor în scop agricol sau de condiţionare a solului. Conţinutul de azot, fosfor şi potasiu (tabel 9.5) poate asigura condiţii bune de dezvoltare a culturilor agricole, substituind uneori parţial îngrăşămintele chimice.

9.3.3 Caracteristici biologice şi bacteriologice

(1) Nămolurile proaspete reţinute în staţiile de epurare prezintă caracteristici biologice şi bacteriologice similare cu cele ale apelor uzate supuse epurării. Aceste nămoluri pot conţine microorganisme patogene.

Tabelul 9.5. Compoziţia chimică şi biologică a nămolurilor.

Nr. crt.	Indicatorul de calitate	U.M.	Nămol primar brut	Nămol primar fermentat	Nămol activat brut
0	1	2	3	4	5
1	Materii solide totale (MST)	%	5 – 9	2 – 5	0,6 – 1,2
2	Materii solide volatile	% din MST	60 – 80	30 – 60	59 – 88
3	Grăsimi animale şi vegetale: -solubile cu eter -extractibile în eter	% din MST	 6 – 30 7 – 35	 5 – 50 –	 – 5 - 12
4	Proteine	% din MST	20 – 30	15 – 20	32 – 41
5	Azot	% din MST	1,5 – 4	1,6– 3	2,4 – 5
6	Fosfor	% din MST	0,8 – 2,8	1,5 – 4	2,8 – 11
7	Potasiu	% din MST	0 – 1	0 – 3	0,5 – 0,7
8	Celuloză	% din MST	8 – 15	8 – 15	–
9	Fier	% din MST	2 – 4	3 – 8	–
10	Siliciu	% din MST	15 – 20	10 – 20	–
11	pH	Unităţi pH	5 – 8	6,5 – 7,5	6,5 – 8
12	Alcalinitate	mg $CaCO_3$/l	500 – 1.500	2.500 – 3.500	580 – 1.100
13	Acizi organici	mg/l	200 – 2.000	100 – 600	1.100 – 1.700
14	Capacitate energetică	kJ/kg MST	23.000 – 29.000	9.000 – 14.000	19.000 – 23.000

MST = cantitatea de materii solide obţinute în urma etuvării unei probe de nămol la temperatura 105 °C.

9.4 Alegerea schemei de prelucrare a nămolurilor

Criteriile care se vor lua în consideraţie la alegerea schemei filierei de prelucrare a nămolurilor din staţia de epurare sunt:

A. Criteriul: calitatea apelor uzate
A1. Criteriul compoziţiei chimice

Filierele tehnologice care prelucrează:

a) nămol mineral; conţinut > 50% substanţe minerale (în S.U.);
b) nămol organic care conţine > 50% substanţe organice (în S.U.).

A2. Criteriul treptei de epurare din care provine

După criteriul de epurare a staţiei de epurare din care provine, nămolurile se pot împărţi:

a) nămol primar rezultat din sedimentarea materiilor în suspensie, în treapta de epurare mecanică;
b) nămol secundar rezultat din sedimentarea materiilor în suspensie din nămolul activ format în bazinele de aerare sau din sedimentarea materiilor în suspensie din pelicula formată în filtrele biologice (sau biodiscuri) în decantorul secundar;
c) nămolul fermentat rezultat din rezervoarele de fermentare;
d) nămol stabilizat rezultat din procesele de stabilizare aerobă;
e) nămol provenit de la fose septice, alte staţii de epurare.

A3. Criteriul provenienţei apei uzate

(1) După criteriul tipului de apă uzată din care provin, nămolurile se pot împărţi în:
a) nămoluri rezultate din epurarea apelor uzate orăşeneşti;
b) nămoluri rezultate din epurarea apelor uzate industriale;
c) nămoluri rezultate din epurarea apelor uzate de la unităţi agro-zoo-tehnice;
d) nămol din treapta de epurare avansată.

(2) În cadrul gospodăriei de nămol din staţiile de epurare pot exista:
a) nămolul brut (neprelucrat) rezultat din obiectele staţiei;
b) nămolul stabilizat (aerob sau anaerob);
c) nămolul deshidratat (natural sau artificial);
d) nămolul igienizat (prin pasteurizare, tratare chimică sau compostare);
e) nămolul fixat (rezultat prin solidificare);
f) materie inertă (cenuşă) rezultată prin incinerare.

B. Criteriul: impact asupra mediului

Alegerea filierei tehnologice pentru prelucrarea nămolului va avea la bază:

a) cantităţi minime de nămol (substanţă uscată) ieşite din staţia de epurare;
b) respectarea condiţionărilor de mediu privind emisiile de gaze, mirosuri; acestea trebuie să se încadreze în normativele în vigoare (tabelul 9.6);
c) utilizarea nămolurilor produse în staţia de epurare în mediul exterior staţiei de epurare: utilizare în agricultură, valorificare industrială, depuse sau utilizate conform cu Strategia Naţională privind valorificarea acestora.

Tabelul 9.6. Directiva Europeană – incinerarea.

Directiva Europeană din 28 Decembrie 2000					
Parametru (indicator)*			**Media/ 1 zi**	**Media/ ½ oră**	
				100%	97%
Pulberi totale		mg · m^{-3}	10	30	10
COT		mg · m^{-3}	10	20	10
HCl		mg · m^{-3}	10	60	10
SO_2		mg · m^{-3}	50	200	50
NO şi NO_2 exprimat ca NO_2		mg · m^{-3}	200	400	200
Staţii existente < 6 T · h^{-1}			400		
Dioxine şi furani		mg · m^{-3}	0,1		
Pb + Cr + Cu + Mn		mg · m^{-3}			
(Sb + As + Pb + Cr + Cu + Mn + Ni + V + Sn + Se + Te) mg · m^{-3}			0,5 (8h)		
Sb + As + Pb + Cr + Cu + Mn + Ni + V		mg · m^{-3}		1	
Ni + As		mg · m^{-3}			
Cd + Hg		mg · m^{-3}			
Hg		mg · m^{-3}	0,05	1	
CO	90 % măsurători/ 24 ore	mg · m^{-3}			
	1 h	mg · m^{-3}	50	100	
	95% din măsurători	mg · m^{-3}	150		150
Mediu/10 minute					

* Temperatură normală şi condiţii de funcţionare sub presiune cu un conţinut de 11% O_2 la gaz uscat.

C. Criteriul tehnico – economic

Prin analize de opţiuni proiectanul va adopta filiera tehnologică de prelucrare a nămolurilor care asigură:

a) costuri unitare (lei/t S.U.) şi consumuri energetice (kWh/t S.U.) minime;
b) efectele cele mai reduse asupra mediului; volume (costuri) minime de substanţă, impact nesemnificativ;
c) cele mai bune soluţii de valorificare fără efecte adverse.

9.4.1 Schema de prelucrere a nămolurilor cu bazin de omogenizare – egalizare şi fermentare anaerobă într-o singură treaptă

Schema de tratarea a nămolului prezentată în figura 9.2 cuprinde:

a) Amestecul nămolului primar (N_p) cu cel în exces (N_e) într-un bazin de omogenizare – egalizare (BOE);
b) Concentrarea amestecului (îngroşarea) într-un concentrator de nămol (CN) ce realizează reducerea umidităţii amestecului de nămoluri;
c) Stabilizarea anaerobă a nămolului concentrat în rezervoare de fermentare a nămolului (RFN) reduce conţinutul de substanţe organice până la 60 – 80 % din nămolul concentrat; fermentarea anaerobă se realizează într-o treaptă fără evacuare de supernatant fapt ce conduce la creşterea nămolului efluent; fermentarea anaerobă produce biogaz stocat în rezervorul de gaz (RG) pentru valorificarea ulterioară;

d) Stocarea nămolului fermentat într-un bazin tampon (BT) necesar asigurării funcţionării procesului de deshidratare mecanică (DM) la un debit constant; BT poate lipsi dacă deshidratarea nămolului se face pe platforme de uscare;

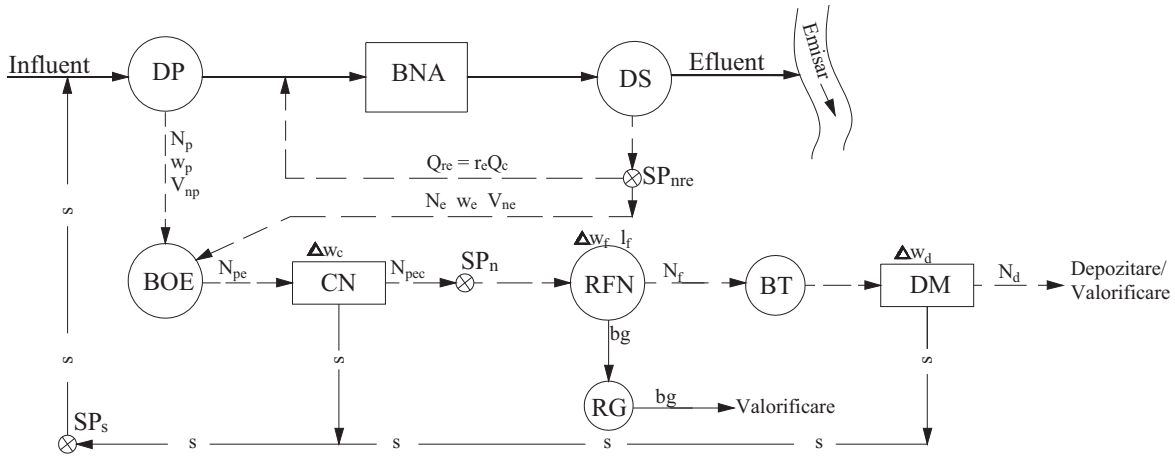


Figura 9.2. Schema de prelucrare a nămolului cu bazin de omogenizare – egalizare şi fermentare anaerobă într-o singură treaptă

Linia apei
BNA - bazin cu nămol activat
DS - decantor secundar
DP - decantor primar
Q_{re} - debit de recirculare nămol
Linia nămolului
SP_{nre} - staţie de pompare nămol de recirculare şi în exces
SP_n - staţie pompare nămol
RFN - rezervor de fermentare nămol
BT - bazin tampon
DM - deshidratare mecanică
CN - concentrator de nămol
BOE – bazin de omogenizare/ egalizare nămol;
Umiditate nămol
w_p – umiditatea nămolului primar
w_e – umiditatea nămolului în exces
Δw_c – reducerea de umiditate prin concentrare
Δw_f – creşterea de umiditate prin fermentare
Δw_d – reducerea de umiditate prin deshidratare

Cantităţi nămol
V_{np} - volumul de nămol prima
N_p - cantitatea de nămol primar
N_f - cantitatea de nămol fermentat
N_d - cantitatea de nămol deshidratat
V_{ne} – volumul nămolului în exces
N_e – cantitatea de nămol în exces
N_{pe} – cantitatea de nămol primar şi în exces
N_{pec} – cantitatea de nămol primar şi în exces după concentrare
Biogaz
RG – rezervor de gaz
bg – biogaz
Supernatant
s – supernatant
SP_s – staţie de pompare supernatant
l_f – limita tehnică de fermentare

9.4.2 Schema de prelucrare a nămolurilor cu îngroşare independentă a nămolului primar şi a celui în exces şi fermentare anaerobă într-o singură treaptă

Schema de tratare a nămolului prezentată în figura 9.3 este similară cu cea din paragraful 9.4.1 diferenţa fiind concentrarea independentă a nămolurilor (primare şi biologice).

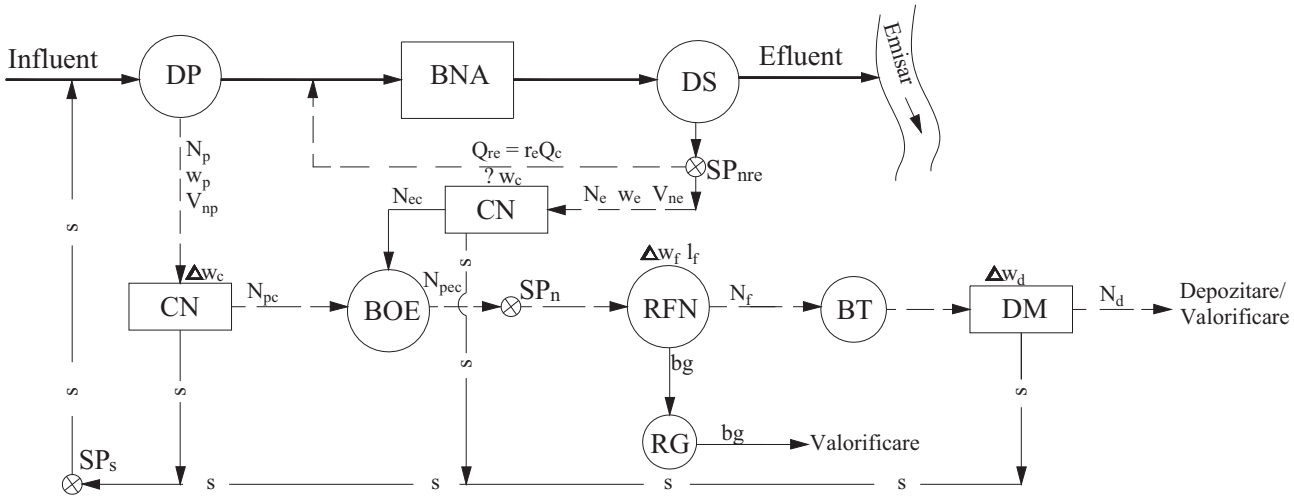


Figura 9.3. Schema de prelucrare a nămoluluicu îngroşare independentă a nămolului primar şi a celui în exces şi fermentare anaerobă într-o singură treaptă

Linia apei

BNA - bazin cu nămol activat

DS - decantor secundar

DP - decantor primar

Q_{re} - debit de recirculare nămol

Linia nămolului

SP_{nre} - staţie de pompare nămol de recirculare şi în exces

SP_n - staţie pompare nămol

RFN - rezervor de fermentare nămol

BT - bazin tampon

DM - deshidratare mecanică

CN - concentrator de nămol

BOE – bazin de omogenizare/ egalizare nămol;

Umiditate nămol

w_p – umiditatea nămolului primar

w_e – umiditatea nămolului în exces

Δw_c – reducerea de umiditate prin concentrare

Δw_f – creşterea de umiditate prin fermentare

Δw_d – reducerea de umiditate prin deshidratare

Cantităţi nămol

V_{np} - volumul de nămol primar

N_p - cantitatea de nămol primar

N_f - cantitatea de nămol fermentat

N_d - cantitatea de nămol deshidratat

V_{ne} – volumul nămolului în exces

N_e – cantitatea de nămol în exces

N_{pe} – cantitatea de nămol primar şi în exces

N_{pec} – cantitatea de nămol primar şi în exces după concentrare

Biogaz

RG – rezervor de gaz

bg – biogaz

Supernatant

s – supernatant

SP_s – staţie de pompare supernatant

l_f – limita tehnică de fermentare

9.4.3 Schema de prelucrare a nămolurilor cu bazin de omogenizare egalizare şi fermentare anaerobă în două trepte

Schema din figura 9.4 prezintă o schemă de prelucrare a nămolurilor cu 2 trepte de fermentare anaerobă:

a) treapta primară (RFN 1) realizează reducerea substanţelor organice prin procedee de fermentare anaerobă fără eliminare de supernatant şi cu producere de biogaz, cu o creştere a nămolulu efluent;
b) treapta secundară (RFN 2) realizează o concentrare a nămolului, reduce umiditatea şi evacuează supernatantul;

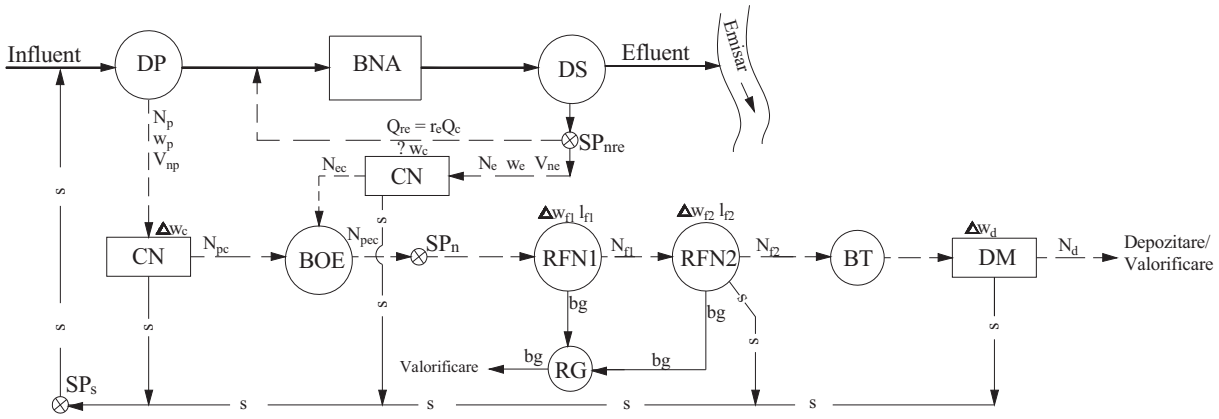


Figura 9.4. Schema de prelucrare a nămoluluicu bazin de omogenizare egalizare şi fermentare anaerobă în două trepte.

Linia apei
BNA - bazin cu nămol activat
DS - decantor secundar
DP - decantor primar
Q_{re} - debit de recirculare nămol
Linia nămolului
SP_{nre} - staţie de pompare nămol de recirculare şi în exces
SP_n - staţie pompare nămol
RFN1 - rezervor de fermentare nămol (treapta 1)
RFN2 - rezervor de fermentare nămol (treapta 2)
BT - bazin tampon
DM - deshidratare mecanică
CN - concentrator de nămol
BOE – bazin de omogenizare/ egalizare nămol;
Umiditate nămol
w_p – umiditatea nămolului primar
w_e – umiditatea nămolului în exces
Δw_c – reducerea de umiditate prin concentrare
Δw_{f1}, Δw_{f1} – creşterea/reducerea de umiditate prin fermentare
Δw_d – reducerea de umiditate prin deshidratare
Cantităţi nămol
V_{np} - volumul de nămol primar
N_p - cantitatea de nămol primar
N_{f1}, N_{f2} - cantităi de nămol fermentat
N_d - cantitatea de nămol deshidratat
V_{ne} – volumul nămolului în exces
N_e – cantitatea de nămol în exces
N_{pe} – cantitatea de nămol primar şi în exces
N_{pec} – cantitatea de nămol primar şi în exces după concentrare
Biogaz
RG – rezervor de gaz
bg – biogaz
Supernatant
s – supernatant
SP_s – staţie de pompare supernatant
l_{f1}, l_{f2} – limite tehnice de fermentare

9.4.4 Schema de prelucrare a nămolurilor din staţiile de epurare cu treaptă mecanică şi fermentare anaerobă într-o singură treaptă

Schema din figura 9.5 se aplică în cazul staţiilor de epurare prevăzute doar cu treaptă mecanică. În acest caz treapta de prelucrare a nămolurilor cuprinde doar tratarea nămolului primar.

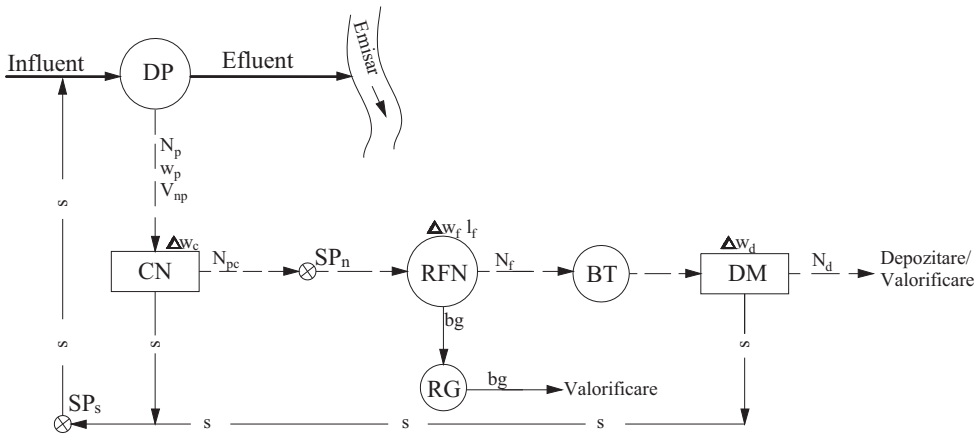


Figura 9.5. Schema de prelucrare a nămoluluidin staţiile de epurare cu treaptă mecanică şi fermentare anaerobă într-o singură treaptă

Linia apei
DP - decantor primar
Linia nămolului
SP_n - staţie pompare nămol
RFN - rezervor de fermentare nămol
BT - bazin tampon
DM - deshidratare mecanică
CN - concentrator de nămol
Umiditate nămol
w_p – umiditatea nămolului primar
Δw_c – reducerea de umiditate prin concentrare
Δw_f – creşterea de umiditate prin fermentare
Δw_d – reducerea de umiditate prin deshidratare

Cantităţi nămol
V_{np} - volumul de nămol primar
N_p - cantitatea de nămol primar
N_{pc} – cantitatea de nămol primar după concentrare
N_f - cantitatea de nămol fermentat
N_d - cantitatea de nămol deshidratat
Biogaz
RG – rezervor de gaz
bg – biogaz
Supernatant
s – supernatant
SP_s – staţie de pompare supernatant
l_f – limita tehnică de fermentare

9.4.5 Schema de prelucrare a nămolurilor provenite din staţiile de epurare cu treaptă mecanică şi stabilizare aerobă

Schema de tratare a nămolurilor prezentată în figura 9.6 este similară cu cea prezentată în fig. 9.5 § 9.4.4 cu deosebirea că stabilizarea se face aerob fără eliminare de supernatant şi cu necesitatea asigurării unei surse de aer necesar proceselor biologice.

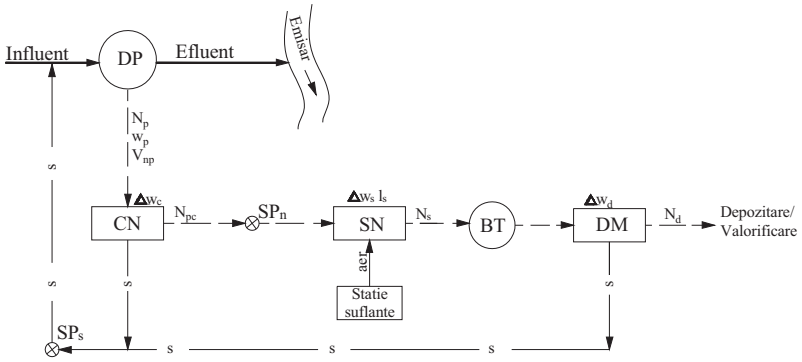


Figura 9.6. Schemă de prelucrare a nămolurilorprovenite din staţiile de epurare cu treaptă mecanică şi stabilizare aerobă.

Linia apei
DP - decantor primar
Linia nămolului
SP_n - staţie pompare nămol
BT - bazin tampon
DM - deshidratare mecanică
CN - concentrator de nămol
SN – stabilizator nămol
Umiditate nămol
w_p – umiditatea nămolului primar
Δw_c – reducerea de umiditate prin concentrare
Δw_d – reducerea de umiditate prin deshidratare
Δw_s – creşterea de umiditate prin stabilizare

Cantităţi nămol
V_{np} - volumul de nămol primar
N_p - cantitatea de nămol primar
N_{pc} – cantitatea de nămol primar după concentrare
N_s– cantitatea de nămol stabilizat
N_d - cantitatea de nămol deshidratat
s – supernatant
SP_s – staţie de pompare supernatant
l_s – limita tehnică de stabilizare

9.4.6 Schema de prelucrare a nămolurilor provenite din staţii de epurare fără decantor primar

Schema prezentată în figura 9.7 se aplică atunci când concentraţiile în substanţe organice biodegradabile (CBO_5) sunt reduse iar prevederea decantorului primar în schema de epurare nu este justificată din punct de vedere tehnologic. Nămolul în exces provenit din treapta de epurare biologică va trebui stabilizat (aerob sau anaerob).

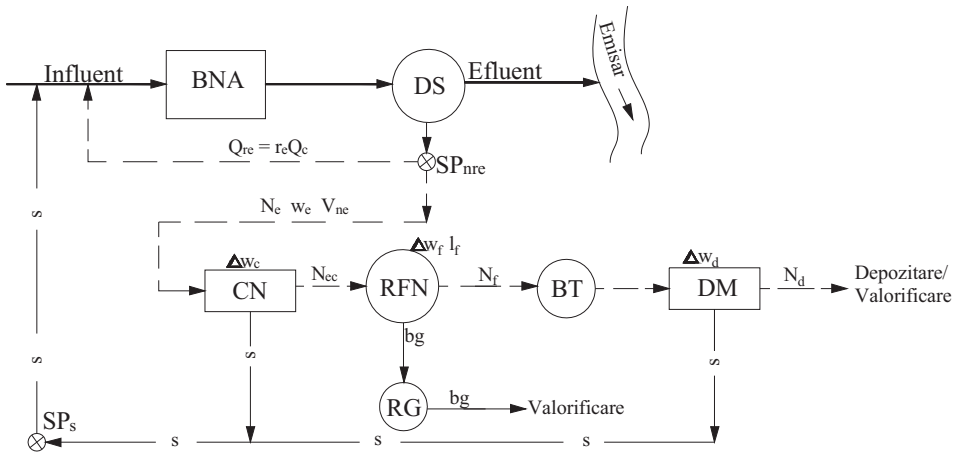


Figura 9.7. Schemă de prelucrare a nămolurilordin staţii de epurare fără decantor primar.

Linia apei
BNA - bazin cu nămol activat
DS - decantor secundar
Q_{re} - debit de recirculare nămol
Linia nămolului
SP_{nre} - staţie de pompare nămol de recirculare şi în exces
RFN - rezervor de fermentare nămol
BT - bazin tampon
DM - deshidratare mecanică
CN - concentrator de nămol
Umiditate nămol
w_e – umiditatea nămolului în exces
Δw_c – reducerea de umiditate prin concentrare
Δw_f – creşterea de umiditate prin fermentare
Δw_d – reducerea de umiditate prin deshidratare

Cantităţi nămol
N_f - cantitatea de nămol fermentat
N_d - cantitatea de nămol deshidratat
V_{ne} – volumul nămolului în exces
N_e – cantitatea de nămol în exces
N_{ec} – cantitatea de nămol în exces după concentrare
Biogaz
RG – rezervor de gaz
bg – biogaz
Supernatant
s – supernatant
SP_s – staţie de pompare supernatant
l_f – limita tehnică de fermentare

9.4.7 Bilanţul de substanţă pe linia nămolului

Pentru fiecare obiect din filiera tehnologică de prelucrare a nămolului se va realiza bilanţul de substanţă.

9.4.7.1 Bazinul de amestec şi omogenizare

(1) Are rolul să amestece şi să omogenizeze diverse tipuri de nămoluri ce rezultă din procesele de epurare pentru a obţine 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.

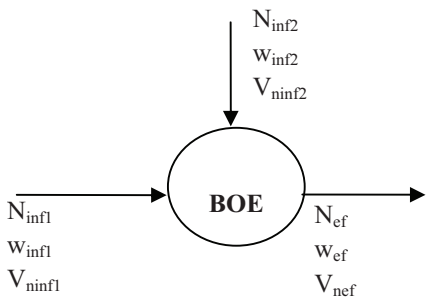


Figura 9.8. Schema unui bazin de omogenizare – egalizare (BOE).

Cantită şi nămol:
N_{inf1}, N_{inf2} – cantităţi de nămol influente
N_{ef} – cantitatea de nămol efluent
V_{ninf1}, V_{ninf2} – volume de nămol influente
V_{nef} – volumul de nămol efluent

Caracteristici nămol:
w_{inf1}, w_{inf2} – umidităţi nămol influent
w_{ef} – umiditatea nămolului efluent

(2) Cantitatea de nămol efluentă (exprimată în substanţă uscată) constituie suma celor două cantităţi de nămol influente:

(3) Cantitatea de nămol efluentă (exprimată în substanţă uscată) constituie suma celor două cantităţi de nămol influente:

$$N_{ef} = N_{inf1} + N_{inf2} (\text{kg s. u./zi}) \tag{9.6}$$

unde:

N_{ef} – cantitatea de nămol efluentă, (kg s.u/zi);

$\mathbf{N_{inf\,1}}$, $\mathbf{N_{inf\,2}}$– cantităţile de nămol influente, (kg s.u./zi);

(4)Volumele de nămol influente în bazinul de omogenizare – egalizare :

$$V_{ninf1} = \frac{N_{inf1}}{\gamma_{ninf1}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{inf1})} (\mathrm{m}^3/\mathrm{zi}) \quad (9.7)$$

$$V_{ninf2} = \frac{N_{inf2}}{\gamma_{ninf2}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{inf2})} (\mathrm{m}^3/\mathrm{zi}) \quad (9.8)$$

unde:

$\mathbf{V_{ninf\,1}}$, $\mathbf{V_{ninf2}}$ – volumele zilnice de nămol influente, (m^3/zi);

$\mathbf{N_{inf\,1}}$, $\mathbf{N_{inf2}}$– cantităţile de nămol influente, (kg s.u./zi);

$\mathbf{w_{inf\,1}}$, $\mathbf{w_{inf2}}$ – umidităţile nămolurilor influente, (%);

$\boldsymbol{\gamma_{ninf1}}$, $\boldsymbol{\gamma_{ninf2}}$ − greutăţile specifice ale nămolurilor influente, (kgf/ m^3);

(5) Umiditatea nămolului efluent:

$$w_{ef} = \frac{(V_{ninf1} \cdot w_{inf1} + V_{ninf2} \cdot w_{inf2})}{(V_{ninf1} + V_{ninf2})} \quad (\%) \quad (9.9)$$

unde:

$\mathbf{w_{ef}}$ – umiditatea nămolului efluent, (%);

$\mathbf{w_{inf\,1}}$, $\mathbf{w_{inf2}}$ – umidităţile nămolurilor influente, (%);

$\mathbf{V_{ninf\,1}}$, $\mathbf{V_{ninf2}}$ – volumele zilnice de nămol influente, (m^3/zi);

(6)Volumul nămolului efluent:

$$V_{nef} = \frac{N_{ef}}{\gamma_{nef}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{ef})} (\mathrm{m}^3/\mathrm{zi}) \quad (9.10)$$

unde:

$\mathbf{V_{nef}}$ – volumul zilnic de nămol efluent, (m^3/zi);

$\mathbf{N_{ef}}$ – cantitatea zilnică de nămol efluent, (kg s.u./zi);

γ_{nef} – greutatea specifică a nămolului efluent, (kgf/m^3);

w_{ef} – umiditatea nămolului efluent, (%);

Notă: Nămolurile influente în bazinul de omogenizare – egalizare poate fi: nămol primar, nămol în exces, nămol biologic.

9.4.7.2 Concentratoare de nămol

(1) Se reduce umiditatea nămolului (volumele de nămol) prin procese fizice de sedimentare, flotaţie sau centrifugare, cu producere de supernatant. Reducerea volumelor de nămol este necesară în procesele de prelucrare din aval care se vor dimensiona la volume mai mici de nămol.

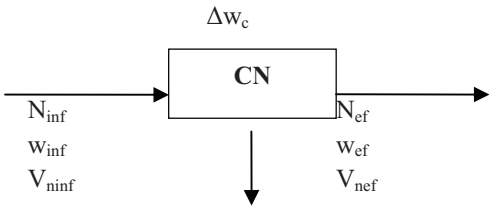


Figura 9.9. Schema unui concentrator de nămol (CN).

Cantităţi nămol:	**Caracteristici nămol:**
N_{inf} – cantitatea de nămol influentă	w_{inf} – umiditatea nămolului influent
N_{ef} – cantitatea de nămol efluent	w_{ef} – umiditatea nămolului efluent
V_{ninf} – volumul de nămol influent	Δw_c – reducerea de umiditate prin concentrare
V_{nef} – volumul de nămol efluent	

(2) Cantitatea de nămol efluentă:

$$N_{inf} \cong N_{ef}(\text{kg s. u/zi}) \tag{9.11}$$

unde:

$\mathbf{N_{inf}}$– cantitatea zilnică de nămol influent, (kg s.u/zi);

$\mathbf{N_{ef}}$ – cantitatea zilnică de nămol efluent, (kg s.u/zi);

(3)Volumul de nămol influent în concentrator:

$$V_{ninf} = \frac{N_{inf}}{\gamma_{ninf}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{inf})}(\text{m}^3/\text{zi}) \tag{9.12}$$

unde:

$\mathbf{V_{ninf}}$ – volumul zilnic de nămol influent, (m^3/zi);

$\mathbf{N_{inf}}$– cantitatea de nămol influentă, (kg s.u./zi);

$\mathbf{w_{inf}}$ – umiditatea nămolului influent, (%);

γ_{ninf} – greutatea specifică a nămolului influent, (kgf/ m^3);

(4)Umiditatea nămolului efluent:

$$w_{ef} = w_{inf} - \Delta w_c \quad (\%) \tag{9.13}$$

unde:

$\mathbf{w_{ef}}$ – umiditatea nămolului efluent, (%);

$\mathbf{w_{inf}}$ – umiditatea nămolului influent, (%);

$\mathbf{\Delta w_c}$ – reducerea de umiditate prin concentrare, (1 – 5%); reducerea de umiditate poate atinge valori de până la 10 % în cazul condiţionării chimice a nămolurilor;

(5)Volumul nămolului efluent:

$$V_{nef} = \frac{N_{ef}}{\gamma_{nef}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{ef})} (\mathrm{m^3/zi}) \tag{9.14}$$

unde:

$\mathbf{V_{nef}}$ – volumul zilnic de nămol efluent, (m^3/zi);

$\mathbf{N_{ef}}$ – cantitatea zilnică de nămol efluent, (kg s.u./zi);

γ_{nef} – greutatea specifică a nămolului efluent, (kgf/m^3);

$\mathbf{w_{ef}}$ – umiditatea nămolului efluent, (%);

(6)Volumul de supernatant:

$$V_s = V_{ninf} - V_{nef} (\mathrm{m^3/zi}) \tag{9.15}$$

unde: $\mathbf{V_{ninf}}$, $\mathbf{V_{nef}}$– 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.

9.4.7.3 Fermentarea anaerobă a nămolului într-o singură treaptă

(1) Fermentarea anaerobă a nămolului într-o singură treaptă realizează reducerea substanţei organice din nămol în absenţa oxigenului molecular (condiţii anaerobe); de regulă aceasta se utilizează la

stabilizarea nămolurilor concentrate ţinându-se seama de faptul că în urma concentrării rezultă volume mult mai reduse, deci un necesar de capacitate de stabilizare mai redus.

(2) În urma procesului de fermentare, o parte din substanţa organică este transformată în substanţă minerală, biogaz şi apă. Procentul de substanţă organică transformată constituie limita tehnică de fermentare (l_f) a procesului considerată la calculul cantităţii zilnice de nămol efluent (fermentat), exprimată în substanţă uscată. Cum fermentarea anaerobă are loc fără evacuare de supernatant, în urma procesului rezultă o creştere a umidităţii (Δw_f).

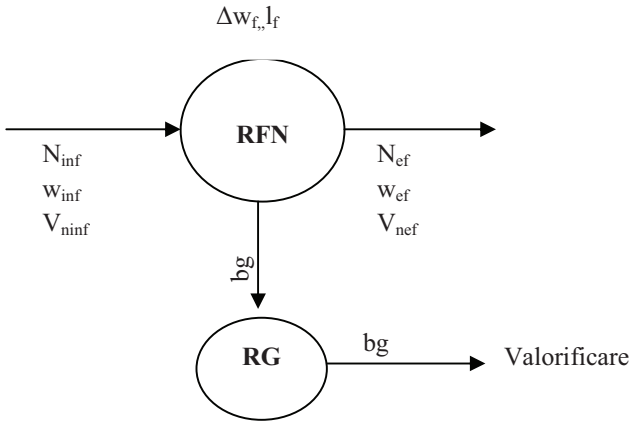


Figura 9.10. Schema unui rezervor de fermentare nămol (RFN) cu rezervor de gaz (RG).

Cantităţi 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 – creşterea umidităţii prin fermentare
l_f – limita tehnică de fermentare
bg – biogaz

(3) Cantitatea de nămol influentă:

$$N_{inf} = N_m + N_o (\text{kg s. u/zi}) \quad (9.16)$$

unde:

$\mathbf{N_m} = (1 - \varepsilon) \cdot N_{inf} (\text{kg s. u/zi})$ – cantitatea zilnică de substanţă minerală;

$\mathbf{N_o} = \varepsilon \cdot N_{inf}$ (kg s. u/zi)– cantitatea zilnică de substanţă organică;

$\boldsymbol{\varepsilon}$ – procentul de substanţă organică (volatilă) din nămolul influent (60 – 75 %);

(4)Volumul de nămol influent:

$$V_{ninf} = \frac{N_{inf}}{\gamma_{ninf}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{inf})} (\text{m}^3/\text{zi}) \quad (9.17)$$

unde:

$\mathbf{V_{ninf}}$ – volumul zilnic de nămol influent, (m^3/zi);

$\mathbf{N_{inf}}$– cantitatea de nămol influentă, (kg s.u./zi);

$\mathbf{w_{inf}}$ – umiditatea nămolului influent, (%);

$\boldsymbol{\gamma_{ninf}}$ – greutatea specifică a nămolului influent, (kgf/ m^3);

(5)Cantitatea de nămol efluent:

$$N_{ef} = N_m + \left(1 - l_f\right) \cdot N_o \text{ (kg s. u/zi)} \quad (9.18)$$

unde:

$\mathbf{N_{ef}}$– cantitatea de nămol efluentă, (kg s.u/zi);

$\mathbf{N_m}$, $\mathbf{N_o}$ – definiţi anterior;

$\mathbf{l_f}$ – limita tehnică de fermentare, (40 – 55 %);

(6)Umiditatea nămolului efluent

$$w_{ef} = w_{inf} + \Delta w_f \quad (\%) \quad (9.19)$$

unde:

$\mathbf{w_{ef}}$ – umiditatea nămolului efluent, (%);

$\mathbf{w_{inf}}$ – umiditatea nămolului influent, (%);

$\mathbf{\Delta w_f}$ – creşterea de umiditate prin fermentare, (1 – 2%);

(7)Volumul de nămol efluent:

$$V_{nef} = \frac{N_{ef}}{\gamma_{nef}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{ef})} (\text{m}^3/\text{zi}) \quad (9.20)$$

unde:

$\mathbf{V_{nef}}$ – volumul zilnic de nămol efluent, (m^3/zi);

$\mathbf{N_{ef}}$ – cantitatea zilnică de nămol efluent, (kg s.u./zi);

$\boldsymbol{\gamma_{nef}}$ – greutatea specifică a nămolului efluent, (kgf/m^3);

$\mathbf{w_{ef}}$ – 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.

9.4.7.4 Fermentarea anaerobă a nămolului în două trepte

Fermentarea anaerobă în două trepte realizează reducerea substanţei organice în prima treaptă, fără eliminare de supernatant şi cu producţie de biogaz şi o concentrare a nămolului în treapta a doua.

Mecanismul reducerii substanţei organice din treapta I de fermentare este identic cu cel prezentat la § 9.4.7.3; în treapta a II-a, fără amestec şi recirculare internă a nămolului, are loc o concentrare gravitaţională a nămolului fermentat în prima treaptă cu eliminare de supernatant şi producere de biogaz.

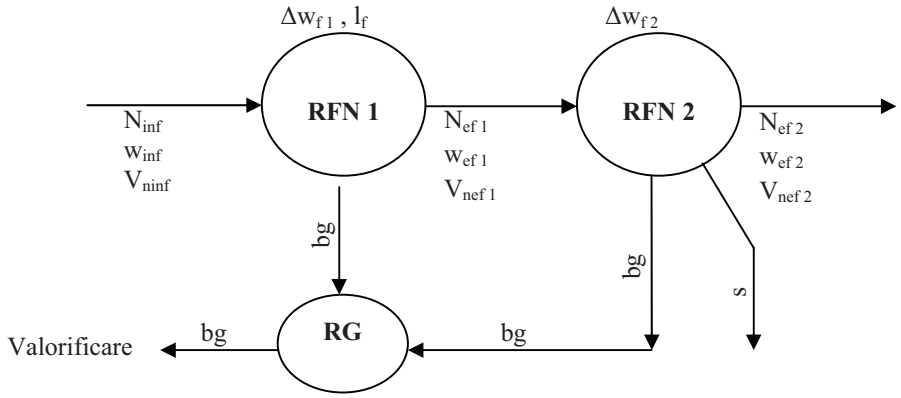


Figura 9.11. Schema unui rezervor de fermentare nămol (RFN) în 2 trepte cu rezervor de gaz (RG).

Cantităţi 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
$V_{nef\,1}$,$V_{nef\,2}$ – volumul de nămol efluent din treapta 1/ 2

Caracteristici nămol:
w_{inf} – umiditatea nămolului influent
$w_{ef\,1}$, $w_{ef\,2}$ – umiditatea nămolului efluent din treapta 1/ 2
$\Delta w_{f\,1}$, $\Delta w_{f\,2}$ – creşterea/ reducerea umidităţii prin fermentare
l_f – limita tehnică de fermentare
bg – biogaz
s – supernatant

(2)Cantitatea de nămol influentă:

$$N_{inf} = N_m + N_o (\text{kg s. u/zi}) \tag{9.21}$$

unde:

$\mathbf{N_m} = (1 - \varepsilon) \cdot N_{inf} (\text{kg s. u/zi})$ – cantitatea zilnică de substanţă minerală;

$\mathbf{N_o} = \varepsilon \cdot N_{inf}$ (kg s. u/zi)– cantitatea zilnică de substanţă organică;

$\boldsymbol{\varepsilon}$ – procentul de substanţă organică (volatilă) din nămolul influent (60 – 75 %);

(3)Volumul de nămol influent:

$$V_{ninf} = \frac{N_{inf}}{\gamma_{ninf}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{inf})} (\text{m}^3/\text{zi}) \tag{9.22}$$

unde:

$\mathbf{V_{ninf}}$ – volumul zilnic de nămol influent, (m^3/zi);

$\mathbf{N_{inf}}$– cantitatea de nămol influentă, (kg s.u./zi);

$\mathbf{w_{inf}}$ – umiditatea nămolului influent, (%);

γ_{ninf} – greutatea specifică a nămolului influent, (kgf/ m^3);

(4)Cantitatea de nămol efluentă din prima treaptă de fermentare:

$$N_{ef1} = N_m + (1 - l_f) \cdot N_o \text{ (kg s. u/zi)} \quad (9.23)$$

unde:

$\mathbf{N_{ef1}}$ – cantitatea de nămol efluentă din prima treaptă de fermentare, (kg s.u/zi);

$\mathbf{N_m}$, $\mathbf{N_o}$ – definiţi anterior;

$\mathbf{l_f}$– limita tehnică de fermentare, (40 – 55 %);

(5)Umiditatea nămolului efluent din prima treaptă de fermentare:

$$w_{ef1} = w_{inf} + \Delta w_{f1} \quad (\%) \quad (9.24)$$

unde:

$\mathbf{w_{ef1}}$– umiditatea nămolului efluent din prima treaptă de fermentare, (%);

$\mathbf{w_{inf}}$ – umiditatea nămolului influent, (%);

$\mathbf{\Delta w_{f\,1}}$ – creşterea de umiditate prin fermentare în treapta 1, (1 – 2%);

(6)Volumul de nămol efluent:

$$V_{nef1} = \frac{N_{ef1}}{\gamma_{nef1}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{ef1})} (\text{m}^3/\text{zi}) \quad (9.25)$$

unde:

$\mathbf{V_{nef\,1}}$ – volumul zilnic de nămol efluent din prima treaptă de fermentare, (m^3/zi);

$\mathbf{N_{ef\,1}}$ – cantitatea zilnică de nămol efluent din treapta I de fermentare, (kg s.u./zi);

γ_{nef1} – greutatea specifică a nămolului efluent din treapta 1 de fermentare, (kgf/m^3);

$\mathbf{w_{ef\,1}}$ – umiditatea nămolului efluent din treapta 1 de fermentare, (%);

(7) Cantitatea de nămol influentă în treapta secundară de fermentare:

$$N_{ef2} \cong N_{ef1} \text{(kg s. u/zi)} \quad (9.26)$$

unde:

$\mathbf{N_{ef\,1}}$ – cantitatea de nămol efluentă din prima treaptă de fermentare, (kg s.u/zi);

$\mathbf{N_{ef\,2}}$ – cantitatea de nămol efluentă din treapta a doua de fermentare, (kg s.u/zi);

(8) Umiditatea nămolului efluent din treapta a doua de fermentare:

$$w_{ef2} = w_{ef1} - \Delta w_{f2} \quad (\%) \quad (9.27)$$

unde:

$w_{ef\,1}$ – umiditatea nămolului efluent din treapta 1 de fermentare, (%);

$w_{ef\,2}$ – umiditatea nămolului efluent din a doua treaptă de fermentare, (%);

$\Delta w_{f\,2}$ – reducerea umidităţii din treapta secundară de fermentare, (1 – 2%);

(9) Volumul nămolului efluent din treapta a doua de fermentare

$$V_{nef2} = \frac{N_{ef2}}{\gamma_{nef2}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{ef2})} (\mathrm{m}^3/\mathrm{zi}) \qquad (9.28)$$

unde:

$V_{nef\,2}$ – volumul zilnic de nămol efluent din treapta II de fermentare, (m^3/zi);

$N_{ef\,2}$ – cantitatea zilnică de nămol efluent din treapta II de fermentare, (kg s.u./zi);

γ_{nef2} – greutatea specifică a nămolului efluent din treapta II de fermentare, (kgf/m^3);

$w_{ef\,2}$ – umiditatea nămolului efluent din treapta secunadă de fermentare, (%);

(10) Volumul de supernatant:

$$V_s = V_{nef1} - V_{nef2} (\mathrm{m}^3/\mathrm{zi}) \qquad (9.29)$$

unde: $V_{nef\,1}$, $V_{nef\,2}$ – 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.

9.4.7.5 Stabilizarea nămolului

(1) Stabilizarea aerobă a nămolului realizează mineralizarea substanţei 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 substanţei organice. În aceste condiţii, substanţa organică (ε) este mineralizată într-un anumit procent, numit limtă tehnică de stabilizare (l_s). Procesul are loc cu o reducere a umidităţii, astfel încât volumele de nămol efluente vor fi mai reduse.

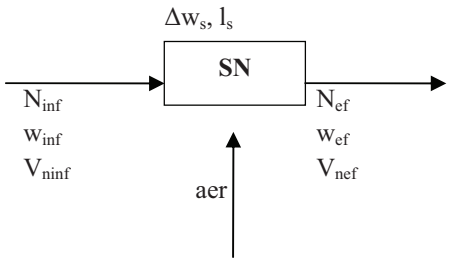


Figura 9.12. Schema unui stabilizator de nămol (SN).

Cantităţi 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:

$$N_{inf} = N_m + N_o (\text{kg s. u/zi}) \tag{9.30}$$

unde:

$\mathbf{N_m} = (1 - \varepsilon) \cdot N_{inf} (\text{kg s. u/zi})$ – cantitatea zilnică de substanță minerală;

$\mathbf{N_o} = \varepsilon \cdot N_{inf}$ (kg s. u/zi)– cantitatea zilnică de substanță organică;

$\boldsymbol{\varepsilon}$ – procentul de substanță organică (volatilă) din nămolul influent (60 – 75 %);

(3)Volumul de nămol influent:

$$V_{ninf} = \frac{N_{inf}}{\gamma_{ninf}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{inf})} (\text{m}^3 \text{/zi}) \tag{9.31}$$

unde:

$\mathbf{V_{ninf}}$ – volumul zilnic de nămol influent, (m^3/zi);

$\mathbf{N_{inf}}$– cantitatea de nămol influentă, (kg s.u./zi);

$\mathbf{w_{inf}}$ – umiditatea nămolului influent, (%);

$\boldsymbol{\gamma_{ninf}}$ – greutatea specifică a nămolului influent, (kgf/ m^3);

(4)Cantitatea de nămol efluent:

$$N_{ef} = N_m + (1 - l_s) \cdot N_o \text{ (kg s. u/zi)} \quad (9.32)$$

unde:

$\mathbf{N_{ef}}$– cantitatea de nămol efluentă, (kg s.u/zi);

$\mathbf{N_m}$, $\mathbf{N_o}$ – definiți anterior;

$\mathbf{l_s}$ – limita tehnică de stabilizare, (35 – 50%);

(5)Umiditatea nămolului efluent

$$w_{ef} = w_{inf} - \Delta w_s \ (\%) \quad (9.33)$$

unde:

$\mathbf{w_{ef}}$ – umiditatea nămolului efluent, (%);

$\mathbf{w_{inf}}$ – umiditatea nămolului influent, (%);

$\mathbf{\Delta w_s}$ – reducerea umidității prin stabilizare aerobă, (1 – 2%);

(6)Volumul de nămol efluent:

$$V_{nef} = \frac{N_{ef}}{\gamma_{nef}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{ef})} (\text{m}^3/\text{zi}) \quad (9.34)$$

unde:

$\mathbf{V_{nef}}$ – volumul zilnic de nămol efluent, (m^3/zi);

$\mathbf{N_{ef}}$ – cantitatea zilnică de nămol efluent, (kg s.u./zi);

$\boldsymbol{\gamma_{nef}}$ – greutatea specifică a nămolului efluent, (kgf/m^3);

$\mathbf{w_{ef}}$ – 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.

9.4.7.6 Deshidratarea nămolului

(1) Deshidratarea este procesul prin care nămolului i se reduce umiditatea prin procedee fizice de separare a fracţiunii solide de cea lichidă (supernatant); în aceste condiţii, cantitatea de substanţă uscată influentă va fi egală cu cea efluentă, reducerea de volum rezultă din separarea şi eliminarea unei cantităţi importante de supernatant.

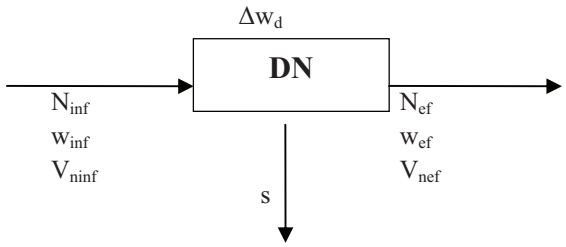


Figura 9.13. Schema deshidratare nămol (DN).

Cantităţi 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 influentă:

$$N_{inf} \cong N_{ef}(\text{kg s. u/zi}) \tag{9.35}$$

unde:

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:

$$V_{ninf} = \frac{N_{inf}}{\gamma_{ninf}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{inf})}(\text{m}^3/\text{zi}) \tag{9.36}$$

unde:

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, (%);

γ_{ninf} – greutatea specifică a nămolului influent, (kgf/ m^3);

(4) Umiditatea nămolului efluent

$$w_{ef} = w_{inf} - \Delta w_d \quad (\%) \tag{9.37}$$

unde:

$\mathbf{w_{ef}}$ – umiditatea nămolului efluent, (%);

$\mathbf{w_{inf}}$ – umiditatea nămolului influent, (%);

$\mathbf{\Delta w_d}$ – reducerea de umiditate prin deshidratare, (%);

(5) Volumul de nămol efluent:

$$V_{nef} = \frac{N_{ef}}{\gamma_{nef}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{ef})} (\mathrm{m^3/zi}) \tag{9.38}$$

unde:

$\mathbf{V_{nef}}$ – volumul zilnic de nămol efluent, (m^3/zi);

$\mathbf{N_{ef}}$ – cantitatea zilnică de nămol efluent, (kg s.u./zi);

$\boldsymbol{\gamma_{nef}}$ – greutatea specifică a nămolului efluent, (kgf/m^3);

$\mathbf{w_{ef}}$ – umiditatea nămolului efluent, (%);

(6)Volumul de supernatant:

$$V_s = V_{ninf} - V_{nef} (\mathrm{m^3/zi}) \tag{9.39}$$

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.

9.5 Prelucrarea preliminară a nămolurilor

9.5.1 Sitarea nămolurilor

(1) Sitarea unui nămol este procesul prin care se reţin din acesta particulele de dimensiuni mai mari şi de diverse compoziţii (plastic, lemn, metal, materiale textile, cauciuc, hârtie, particule discrete) care pot afecta procesele de prelucrare ulterioară.

(2) În funcţionarea proceselor de prelucrare a nămolurilor datorate conţinutului acestora pot apare:

a) blocarea şi uzura rotoarelor pompelor care vehiculează nămol;
b) blocarea şnecului centrifugelor, în cazul concentrării şi/sau deshidratării;
c) dificultăţi în realizarea amestecului în RFN;
d) blocarea sistemului de distribuţie a nămolului, a rolelor de ghidare a benzii, precum şi uzura acesteia în cazul concentrării şi/sau deshidratării cu filtre bandă;
e) blocarea armăturilor şi pieselor speciale montate pe conductele ce transportă nămol.

(3) Se vor prevedea instalaţii de sitare curăţite automat, cu dimensiunea deschiderilor cuprinsă între 3 şi 6 mm. Instalaţii de sitare utilizate: sitele păşitoare, instalaţii montate pe conductele de transport a nămolului prevăzute cu sistem de presare a reţinerilor.

9.5.2 Mărunţirea nămolurilor

Mărunţirea nămolurilor este un proces în care o cantitate mare de material fibros (vâscos) conţinut de nămol este tăiat sau împărţit în particule mici astfel încât să se prevină colmatarea sau înfăşurarea în jurul echipamentelor în mişcare. Procesele ce trebuie precedate de tocătoare şi scopurile mărunţirii sunt prezentate în tabelul 9.7.

Tabelul 9.7. Procese precedate de tocătoare.

Nr. crt.	Procesul	Scopul mărunţirii
0	1	2
1	Pompare	Previne colmatarea şi uzura
2	Centrifugare	Previne colmatarea. Centrifuga poate reţine multe materii solide de mari dimensiuni şi poate să nu necesite mărunţirea nămolului.
3	Deshidratare cu presă cu bandă	Previne colmatarea sistemului de distribuţie a nămolului, previne înfăşurarea cilindrilor, reduce uzura benzilor şi asigură o deshidratare mult mai uniformă.

9.5.3 Condiţionarea chimică a nămolurilor

9.5.3.1 Reactivi minerali

(1) Reactivii minerali sunt aplicabili la condiţionarea nămolurilor pentru că produc floculareа nămolului. Există o varietate mare de electroliţi cationici polivalenţi care pot fi utilizaţi dar pe baza raportului cost – eficienţă; se aleg săruri de aluminiu sau fier: clorura ferică, clorosulfat feric, săruri de aluminiu.

(2) Fe^{3+} este cel mai eficient şi cel mai utilizat reactiv pentru stabilizarea chimică a nămolului organic; alegerea variantei de condiţionare cu $FeCl_3$ sau cu $FeSO_4Cl$ este strict financiară.

(3) Injectarea soluţiei de var după condiţionarea cu electrolit (pH > 10) va îmbunătăţi capacitatea de filtrare prin:

a) reducerea cantităţii de supernatant;
b) îmbunătăţirea filtrării prin precipitarea sărurilor de calciu (organice sau minerale);
c) injectarea unei încărcări minerale (mărirea permeabilităţii turtei de nămol);

(4) Injectarea de săruri de aluminiu si de var este necesară în cazul condiţionării nămolului de natură organică; în cazul unui nămol hidrofil injectarea de var este suficientă pentru îmbunătăţirea capacităţii de filtrare.

(5) Cantitatea de reactivi minerali utilizaţi depinde de natura nămolului ce trebuie condiţionat şi de gradul de eficienţă impus. Tabelul următor prezintă orientativ cantităţile de reactivi.

Tabelul 9.8. Cantităţi de reactivi utilizaţi la deshidratarea cu filtre – presă.

Nr. crt.	**Tip de nămol**	**$FeCl_3$ (%)***	**$Ca(OH)_2$ (%)***
0	1	2	3
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 condiţionat cu hidroxizi de Al	–	30 – 50
5	Nămol condiţionat cu hidroxizi de Fe	–	25 – 40
6	Nămol provenit din epurarea convenţională	–	15 – 25

*procent exprimat faţă de materiile totale solide din nămol (S.U).

(6) Se recomadă realizarea testelor de laborator pentru determinarea tipului şi dozelor optime de reactivi.

(7) Dacă nămolul conţine material mineral dens sau fibre, acesta va necesita cantităţi mici de reactivi. Un procent mare de materie organică în nămol va avea efectul opus. Adăugarea de reactivi va mări cantitatea de materie ce trebuie filtrată deoarece o cantitate mare de reactivi chimici vor rămâne în formă solidă în nămolul deshidratat ca rezultat al precipitării cu săruri metalice. Acest lucru trebuie luat în consideraţie la dimensionarea unităţilor de deshidratare:

a) 60 – 90 % din masa de $FeCl_3$ injectată va rămâne în turta de nămol;
b) 80 – 90 % din masa de $Ca(OH)_2$ injectată va apărea în formă solidă;

(8) Stabilirea dozelor de reactivi minerali-Scopul reactivilor minerali este de a atinge un amestec optim nămol/reactiv. Adăugând apă pentru diluţie (pentru soluţia concentrată de $FeCl_3$) şi utilizarea a 50 – 80 g/l lapte de var va realiza o difuzie mai uşoară a reactivilor în masa de nămol.

(9) Nămolul este floculat în bazine succesive de amestec (mai întâi sarea metalică şi apoi laptele de var). Timpul de reacţie este de 5 – 10 minute suficient pentru dezvoltarea flocoanelor. Gradientul hidraulic recomandat este de 1.500 – 3.000 W/m^3.

(10) Un timp de reacţie suplimentar se obţine cu o putere disipată de creştere a flocoanelor este benefică procesului dar un amestec prea puternic al nămolului condiţionat îi poate micşora capacitatea de filtrare.

(11) Pentru evitarea destabilizării nămolului floculat (distrugerea flocoanelor) se va evita folosirea pompelor centrifugale; în cazul nămolurilor abrazive se vor utiliza pompe cu piston.

Unitatea de condiţionare a nămolurilor poate fi complet automatizată.

9.5.3.2 Polielectroliţi sintetici

(1) Stabilirea tipului şi cantităţilor - Reactivii eficienţi pentru condiţionarea nămolurilor sunt polielectroliţii sintetici (cu catenă lungă) ce formează flocoane voluminoase (de ordinul milimetrilor). Polielectroliţii:

a) realizează flocularea prin formarea de legături între particule datorită structurii de catenă lungă; flocularea este completată de coagulare în cazul polimerilor cationici;

b) micşorază semnificativ rezistenţa specifică a nămolului, supernatantul fiind eliminat rapid; nămolul floculat va avea un coeficient de compresibilitate mare.

(2) Pentru alegerea tipului de polielectrolit adecvat sunt necesare teste de floculare, drenaj şi presare; acestea constau în:

a) evaluarea rezistenţei la rupere a floconului (centrifugare);
b) evaluarea performanţei de drenaj a nămolului floculat;
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 consideraţie, se alege polimerul eficient şi din considerente economice.

(3) Polielectroliţii cationici sunt eficienţi în cazuri particulare, când se tratează nămolul cu un conţinut de ridicat materie organică. Pentru unele aplicaţii (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 puţine flocoane hidrofile.

(4) Polielectroliţii ce au o masă molară medie sunt adecvaţi pentru utilizare în cazul filtrelor bandă; cei care au o masă molară mare generează flocoane mari, dense recomandaţi unei deshidratări prin centrifugare.

Tabelul 9.9. Consumul mediu de polielectroliţi în cazul filtrelor bandă/ centrifugare.

Nr. crt.	Tip de nămol	Polielectrolit cationic (kg s.o /t substanţe solide)	
		Filtru – bandă	Centrifugă
0	1	2	3
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 prelungită	4 – 6	7 – 11

(5) Polielectroliţii anionici sunt utilizaţi pentru condiţionarea nămolurilor cu un conţinut de materii minerale predominant (nămol hidrofob); cantităţile de polimer utilizate în aceste cazuri sunt reduse : 0,3 – 2 kg /t substanţe solide.

Când nămolul organic este amestecat cu cel mineral, ionicitatea polielectrolitului poate varia în funcţie de raportul substanţă organică/ substanţă minerală.

(6) Stabilirea dozelor de polielectroliţi - Polielectroliţii utilizaţi în trepta de tratare a nămolurilor sunt furnizaţi ca pudră sau emulsie stabilă.

a) Polelectroliţii – pudră sunt preparaţi la concentraţii maxime de 2 – 4 g/l; această soluţie trebuie lăsată să se matureze 1 h, apoi poate fi utilizată; soluţiile de polielectrolit preparate din pudră ramân eficiente 2 – 3 zile.
b) Polielectroliţii – emulsie se prepară în 2 etape:
   – agitarea puternică a soluţiei pentru diluarea concentratului , 6 – 10 ml de emulsie/ l de apă;
   – soluţia este lăsată să se matureze 20 de minute, fiind uşor agitată.

În general emulsiile conţin materie activă de 40 – 50 % pentru o densitate apropiată de 1.

(7) Soluţia adăugată (2 – 5 g polimer/l) este diluată sau nu înainte de a fi injectată în nămol: depinde de vâscozităţile nămolului şi soluţiei de polielectrolit; flocularea are loc aproape instantaneu:

a) într-o centrifugă, polielectrolitul este injectat direct în conducta de nămol, fără utilizarea unui floculator fiind generată suficientă energie pentru amestec;
b) într-un filtru – bandă polielectrolitul este injectat într-un bazin de amestec amplasat în amonte de zona de drenare a supernatantului; flocularea are loc în mai puţin de 1 minut;
c) metodele de injectare devin complexe la filtrele presă;

9.6 Concentrarea nămolurilor

(1) Procesul de concentrare a nămolurilor constă în reducerea umidităţii acestora în vederea prelucrării ulterioare. Se aplică nămolurilor care rezultă în urma epurării apelor uzate.

(2) Funcţie de proprietăţile nămolului ce urmează a fi concentrat se pot aplica scheme cu sau fără condiţionare chimică sau termică a acestuia.

(3) Cele mai utilizate procedee de concentrare a nămolurilor provenite dintr-o staţie de epurare sunt:

a) concentrarea gravitaţională;
b) concentrarea mecanică ce poate fi realizată prin instalaţii:
   i. filtru cu vacuum;
   ii. filtru presă;
   iii. filtru bandă;
   iv. centrifugă;
   v. instalaţie de concentrare cu şnec.

9.6.1 Concentrarea gravitaţională a nămolurilor

(1) Este procesul de reducere a umidităţii nămolului prin fenomenul de separare prin decantare a fazelor lichidă şi solidă din componenţa acestuia. Se realizează bazine de sedimentare de unde se evacuează supernatant şi nămol concentrat.

(2) Concentratoarele gravitaţionale de nămol sunt construcţii concepute sub forma unor bazine circulare (fig. 9.14) folosite pentru prelucrarea următoarelor tipuri de nămoluri:

a) primar condiţionat sau nu cu var;
b) biologic de la filtrele percolatoare;
c) fermentat anaerob.

(3) Eficienţa de reducere a umidităţii nămolului variază funcţie de caracteristicile acestuia şi de prezenţa/absenţa condiţionării chimice. Acest parametru este evidenţiat în tabelul 9.10.

Tabelul 9.10. Eficienţa de reducere a umidităţii nămolurilor.

Nr. crt.	Tipul de nămol	Umiditatea nămolului influent la concentrare (%)	Umiditatea nămolului concentrat (%)	Reducerea de umiditate la concentrare (%)
0	1	2	3	4
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	94 – 98	92 – 95	2 – 3

Nr. crt.	Tipul de nămol	Umiditatea nămolului influent la concentrare (%)	Umiditatea nămolului concentrat (%)	Reducerea de umiditate la concentrare (%)
	filtrele biologice cu discuri			
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 condiţionat chimic:				
3.1	primar cu săruri de Fe	98	96	2
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 condiţionat cu Fe	96	94	2
4.Nămol rezultat din epurarea terţiară:				
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) La proiectarea concentratoarelor de nămol se va ţine seama de criteriile:

a) numărul minim de unităţi n = 2;

b) încărcarea cu substanţă uscată nu va depăşi limita maxim admisă.

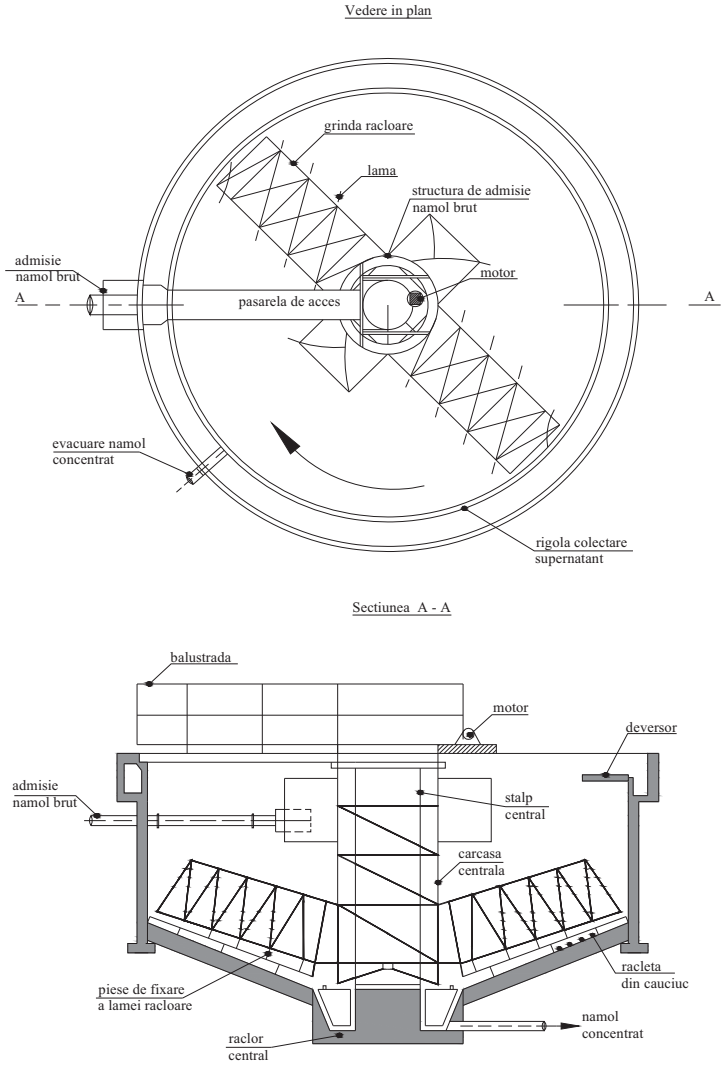


Figura 9.14. Concentrator gravitaţional de nămol.

9.6.1.1 Parametrii de proiectare ai concentratoarelor gravitaţionale de nămol

(1) Debitul de calcul al concentratorului gravitaţional de nămol:

$$Q_c = V_{ninf}(\mathrm{m}^3/\mathrm{zi}) \tag{9.40}$$

unde: $\mathbf{V_{ninf}}$ – definit de relaţia (9.12);

(2) Încărcarea superficială cu substanţă uscată:

$$I_{SU} = \frac{N_{inf}}{A_o^{CN}}\ (kg\ s.u./m^2, zi) \tag{9.41}$$

unde:

$\mathbf{N_{inf}}$ – cantitatea de nămol influentă în concentrator, (kg s.u/zi);

$\mathbf{A^{CN}_o}$– aria orizontală utilă a concentratorului gravitaţional, (m^2);

Valorile recomandate la dimensionare pentru încărcarea superficială, depind de tipul nămolului şi sunt indicate în tabelul 9.11.

Tabelul 9.11. Valori recomandate pentru $\mathbf{I_{SU}}$.

Nr. crt.	**Tipul de nămol**	**Încărcarea superficială cu substanţă uscată (kg s.u/ m^2,zi)**
0	1	2
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 şi 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 condiţionat 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 condiţionat cu săruri de Fe	70
4.Nămol rezultat din epurarea terţiară		
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

(3)Încărcarea hidraulică superficială cu nămol:

$$I_h = \frac{V_{ninf}}{A_o^{CN}} \ (m^3 \ nămol/m^2, zi) \qquad (9.42)$$

unde:

unde:

$\mathbf{V_{ninf}}$ – definit de relaţia (9.12);

$\mathbf{A^{CN}_o}$– aria orizontală utilă a concentratorului gravitaţional, (m^2);

Tabelul 9.12. Valori maxim recomandate pentru I_h.

Nr. crt.	Tipul nămolului	Încărcarea hidraulică cu nămol (m^3 nămol/ m^2,zi)
0	1	2
1	Nămol primar	15,5 – 31
2	Nămol în exces	4 – 8
3	Amestec de nămol primar cu nămol în exces	6 – 12

Valori mai mari ale acestui parametru pot conduce la evacuarea unui supernatant cu conţinut ridicat de materii solide; valorile mici conduc la realizarea condiţiilor septice, mirosuri neplăcute, precum şi apariţia nămolului plutitor.

(4) Timpul de concentrare al nămolului (t_c) este definit ca durata de staţionare a nămolului în concentratorul gravitaţional şi este parametrul care permite determinarea volumului necesar al acestuia:

$$t_c = \frac{V_{CN}}{V_{ninf}}(h) \tag{9.43}$$

unde:

$\mathbf{V_{CN}}$ – volumul concentratorului de nămol, (m^3);

$\mathbf{V_{ninf}}$ – definit de relaţia (9.12);

Din relaţia (9.43) se poate determina volumul necesar al concentratorului, pentru valori :

t_c = 8 … 24 h.

9.6.2 Concentrarea nămolurilor prin procedeul de flotaţie cu aer dizolvat

Flotaţia cu aer dizolvat separă faza solidă de cea lichidă prin mişcarea ascensională a microbulelor de aer introduse în nămolul influent sau în supernatantul recirculat într-un recipient de presurizare. În schemele din figurile 9.15 şi 9.16 se prezintă elementele componente pentru cazul presurizării integrale a debitului de nămol sau presurizarea parţială a supernatantului.

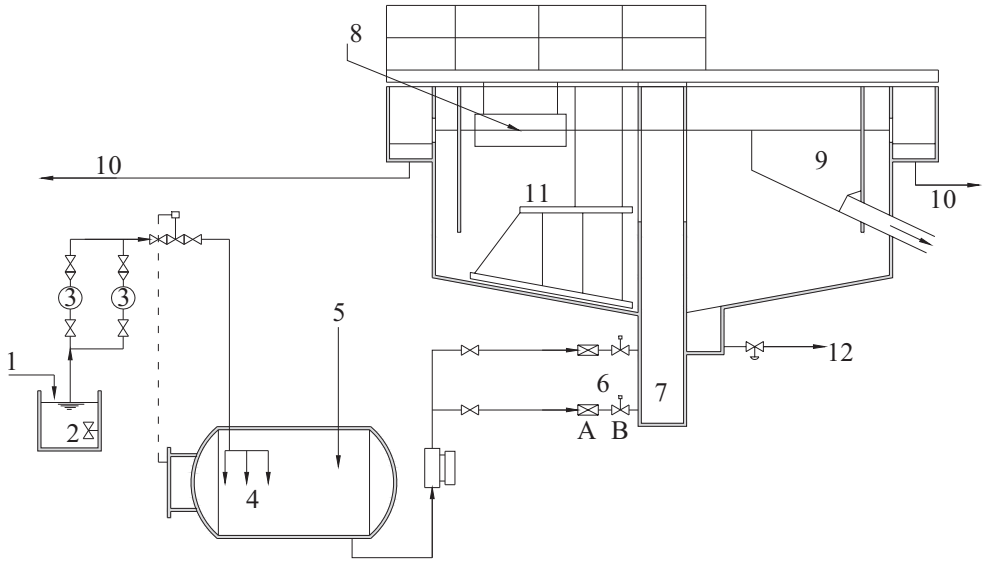


Figura 9.15. Schema procedeu flotaţie cu presurizare totală.

1-Nămol influent

2-Bazin amestec, compensare

3-Staţie de pompare

4-Recipient saturare (4-5 bar)

5-Alimentare aer comprimat

6-Sistem dublu de reducere presiune

A,B-sistem de reducere presiune şi creare bule 50 - 100µm

7-Cameră de expansiune

8-Colector de suprafaţă

9-Canal colector nămol

10-Supernatant

11-Raclor

12-evacuare nămol sedimentat

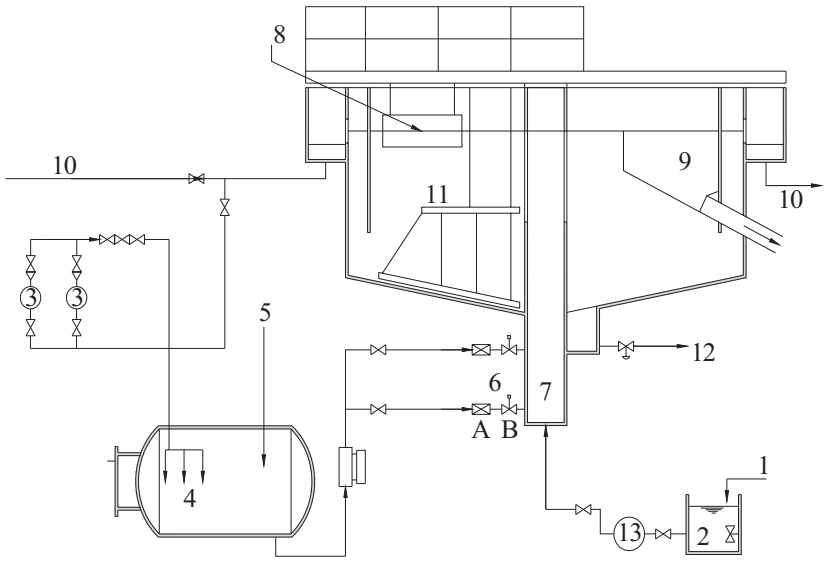


Figura 9.16. Schema flotaţie cu presurizare supernatant.

1-Nămol influent
2-Bazin amestec, compensare
3-Staţie de pompare
4-Recipient saturare (4-5 bar)
5-Alimentare aer comprimat
6-Sistem dublu de reducere presiune
A,B-sistem de reducere presiune şi creeare bule 50 - 100µm
7-Cameră de expansiune
8-Colector de suprafaţă
9-Canal colector nămol
10-Supernatant
11-Raclor
12-evacuare nămol sedimentat
13-staţie pompare nămol influent

9.6.2.1 Proiectarea sistemelor de flotaţie cu aer dizolvat

(1) Parametrii de proiectare depind de:

a) procesul din care provine nămolul: nămol în exces din treapta biologică, nămol din bazine cu nămol activ cu aerare prelungită, nămol mixat (în exces cu nămol primar);
b) utilizarea reactivilor chimici: coagulanţi şi polimeri.

(2) Se prevăd următoarele:

a) FAD cu presurizare totală:
   – fără reactivi chimici;
   – nămol din BNA cu aerare prelungită;

Încărcări: 4 – 6 kg SS/m^2, h.

Eficienţa:

IVN < 150	w = 94,5 – 95,5 %
IVN = 150 – 250	w = 95,5 – 96 %
IVN > 250	w = 96 – 96,5 %

b) Pentru nămol biologic (inclusiv nămol din decantoare primare):
Încărcări: 3,5 – 4,5 kg SS/m^2, h.

Eficienţa:

IVN < 100	w = 95,5 – 96 %
IVN = 100 – 200	w = 96 – 96,5 %
IVN = 200 – 300	w = 96,5 – 97 %
IVN > 300	w < 97 %

Încărcarea hidraulică: $i_H \leq 2$ m^3/h, m^2.

Cantităţile de aer utilizate: 1 – 2 % din suspensii solide.

Energia specifică consumată 60 – 120 kWh/ t SS.

c) FAD cu presurizare parţială a supernatantului
Se aplică pentru nămoluri diluate, uşor filtrabile.
În practică se utilizează polimer 2 – 4 kg/t SS.
Procentele de recirculare: 20 – 30 %.
Avantajele sunt date de obţinerea unui supernatant puţin încărcat (80 – 100 mg/l).
Eficienţa concentrării prin FAD: 96 – 97 % umiditate.
Adoptarea soluţiei concentrării nămolului prin FAD va fi luată în consideraţie:
- pentru instalaţii destinate localităţilor cu N > 100 000 LE;
- pe baza studiilor pe instalaţii pilot "in situ" care să proceseze nămolurile produse real în staţia de epurare nominalizată;

(3) În lipsa studiilor pe staţii pilot soluţia FAD se va adopta pe baza unei alte tehnologii cu experienţă în domeniu.

9.6.3 Centrifugarea nămolurilor

(1) Centrifugarea este un procedeu care se utilizează la îngroşarea şi la deshidratarea nămolurilor provenite din epurarea fizico – chimică şi biologică a apelor uzate.

(2) Centrifugarea este procedeul prin care se accelerează separarea solid – lichid prin aplicarea forţelor centrifuge.

(3) Utilajele de centrifugare se pot grupa în trei categorii, după cum urmează:

a) centrifuge cu rotor unic, care produc o bună deshidratare şi supernatant limpede, dar nu sunt adecvate pentru materii solide fine;
b) centrifuge cu rotor cilindric, care produc supernatant limpede;
c) centrifuge cu rotor cilindro – conic, care produc şi turte bine deshidratate şi supernatant limpede;

(4) După destinaţia lor, centrifugele se clasifică în:
a) filtrante – cu tambur perforat, folosite la epurarea materiilor în suspensie;
b) centrifuge decantoare – cu tambur neperforat, folosite la separarea materiilor în suspensie care se filtrează greu;
c) centrifuge de separare – cu tambur neperforat, folosite pentru emulsii.

(5) Din punct de vedere al procesului tehnologic, centrifugele pot fi cu funcţionare continuă sau periodică.

(6) Formula de calcul a centrifugei arată că viteza de clarificare a fracţiunii lichide variază cu suprafaţa lichidului şi nivelul forţei centrifugale:

$$\sum = \frac{\pi b \omega^2}{2g}(3r_2^2 + r_1^2) \qquad (9.44)$$

unde:

$\sum$ – factorul de capacitate al centrifugei Sigma, în m^2 (suprafaţa teoretică a bazinului de sedimentare gravitaţional echivalent cu caracteristicile de sedimentare ale centrifugelor);

b – lungimea tamburului cilindric, (m);

ω – viteza de rotaţie, (rot/min/secundă);

$\mathbf{r_2}$ – raza peretelui interior al tamburului, (m);

$\mathbf{r_1}$ – raza suprafeţei lichidului reţinut, (m);

g – constanta gravitaţională, (m/s^2);

(7) Utilajele de centrifugare utilizate, lucrează în intervalul de 1.000 – 6.000 ori forţa gravitaţională.

(8) Performanţele centrifugelor depind de utilaje şi de variabilele de proces, dintre care se menţionează: debitul influent, natura solidelor, concentraţia în solide a influentului, adjuvanţi de coagulare şi temperatura.

(9) Cele mai utilizate în domeniul deshidratării nămolurilor sunt centrifugele care au o cuvă cilindro – conică cu un transportor intern cu şnec. Nămolul intră în centrifugă prin cuva cilindrică printr-un transportor. Forţa centrifugă compactează nămolul către pereţii cuvei, iar transportorul intern, care se

roteşte mai încet decât cuva, conduce nămolul compact de-a lungul cuvei, către secţiunea conică fiind apoi evacuat.

(10) În cazul nămolurilor cu particule fine este necesară tratarea cu polimer pentru o recuperare bună a solidelor. Centrifugele moderne sunt caracterizate prin forţe centrifugale mai mari decât 3.000 x g; raportul între lungimea şi diametrul centrifugei este de 2,5 – 3,5.

(11) Constructiv, centrifuga este alcătuită dintr-un cilindru lung, poziţional orizontal, în interiorul căruia se află montat concentric, un şnec care se roteşte cu o viteză diferită de cea a cilindrului. Alimentarea cu nămol a instalaţiei se realizează în mod continuu prin interiorul şnecului care are prevăzute orificii ce comunică cu zona interioară a cilindrului (figura 9.17). Datorită forţelor centrifuge generate de rotirea şnecului se produce o separare accelerată a celor două faze – solidă şi lichidă – partea solidă fiind proiectată spre exterior iar supernatantul acumulându-se în centru.

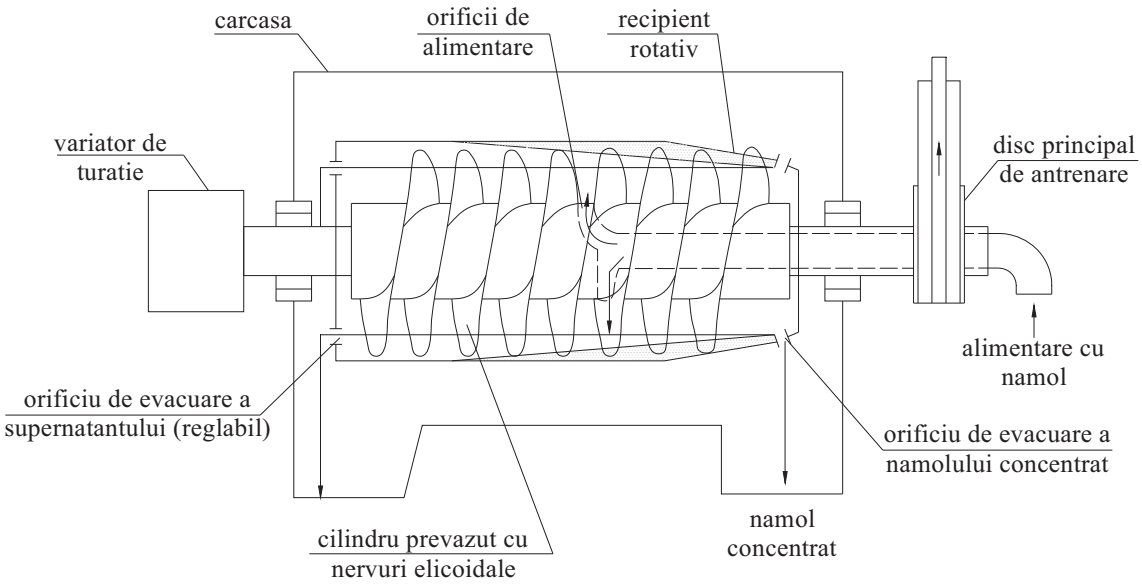


Figura 9.17. Centrifugă utilizată pentru concentrarea nămolurilor.

9.6.3.1 Date de bază pentru proiectare

(1)Elementul fundamental este factorul capacităţii:**Σ** (Sigma)

$$\Sigma = \frac{2k\pi\omega^2 L_c}{g}\left(\frac{3}{4}R^2 + \frac{1}{4}r^2\right) \tag{9.45}$$

unde:

Σ– factorul capacităţii, (m^2);

R – raza bazinului, (m);

r – raza inelului, (m);

ω – viteza de rotaţie, (rot/min/secundă);

k – factor de extrapolare;

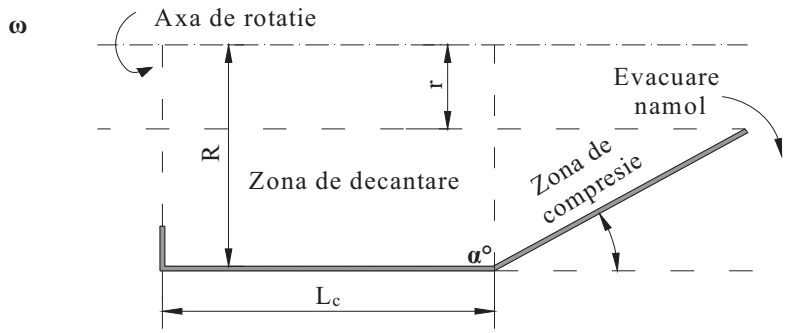


Figura 9.18. Determinarea factorului capacităţii "**Σ**".

(2) Cantitatea de solide îndepărtate prin centrifugare ≡ "recuperarea de solide".

$$RS = \frac{S_s(S_i - S_c)}{S_i(S_s - S_c)} \tag{9.46}$$

unde:

RS – recuperarea solidelor (%);

$\mathbf{S_s}$ – solide în nămolul evacuat (% în greutate);

$\mathbf{S_i}$ – solide în influent (% în greutate);

$\mathbf{S_c}$ – solide în supernatant (% în greutate).

(3) Alegerea tipului de centrifugă se realizează pe baza tipului de nămol referitor la proveniență şi cerinţele deshidratării.

(4) Se vor lua în consideraţie parametrii:

a) viteza cuvei determinată de forţa G; recomandabil (1500 – 3000)x g; se va lua în consideraţie alegerea unei viteze optime stabilite pe baza corelaţiei între umiditatea turtei (%) şi recuperarea solidelor (%);
b) stabilirea tipului şi 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 mişcare nu interferă cu stratul solid care este împins de către şnec 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 diferenţială între cuvă şi şnecul transportorului) este cea mai mică viteză diferenţială la care solidele decantate sunt îndepărtate din cuvă la fel de repede după cum au fost acumulate; o viteză mică a transportorului menţine solidele sub influenţa forţei centrifugale pentru o perioadă mai lungă şi provoacă un minim efect de "amestec" al stratului de lichid în mişcare.

(5) Performanţele centrifugării nămolurilor din staţia de epurare sunt date în tabelul următor:

Tabelul 9.13. Performanţe centrifugare nămol.

Nr. crt.	Tip de nămol	Cantităţi de polimer (kg /t s.u.)	Conţinut în substanţe solide (%)
0	1	2	3
1	Nămol din procedeul cu aerare prelungită şi eliminare fosfor	9 – 11	9 – 22
2	Nămol din procedeul de aerare prelungită cu nămol în exces	10 – 12	19 – 20
3	Nămol din procedeul cu aerare prelungită şi fermentare	9 – 11	20 – 22
4	Nămol primar	6 – 7	29 – 34
5	Nămol primar şi 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.

9.7 Stabilizarea nămolurilor din staţiile de epurare urbane/ rurale

Procesul de stabilizare a nămolului se poate realiza prin metodele: stabilizare anaerobă (fermentare), stabilizare aerobă şi stabilizare alcalină.

a) **Stabilizarea anaerobă (fermentarea)** este metoda cu cele mai numeroase aplicaţii în staţiile de epurare a apelor uzate. Produce:
   – nămol stabil la costuri moderne;

– biogaz care poate fi folosit pentru încălzirea nămolului influent şi a nămolului de recirculare la temperatura de proces;

b) Stabilizare aerobă se întâlneşte în staţiile de epurare mici şi medii; necesită cantităţi mari de energie (pentru transferul oxigenului) şi costuri mai reduse pentru investiţie. Stabilizarea aerobă este mai puţin complexă din punct de vedere funcţional şi uneori nu are procese separate. Se realizează în bazine dedicate, ca stabilizatoare de nămol, în bazine de aerare (nitrificare cu stabilizare).

c) **Stabilizare alcalină** aplicabilă pentru amplasamente locale şi având ca dezavantaj faptul că masa produsului se măreşte prin adăugarea de material alcalin.

9.7.1 Stabilizarea (fermentarea) anaerobă

(1) Obiectivul fermentării anaerobe este reducerea agenţilor patogeni, a cantităţii de biomasă prin distrugerea parţială a materiilor volatile şi producerea de biogaz.

(2) Fermentarea anaerobă se desfăşoară pe bază de reacţii chimice şi biochimice complexe.

(3) În schema din figura 9.19 se indică procesele fermentării anaerobe.

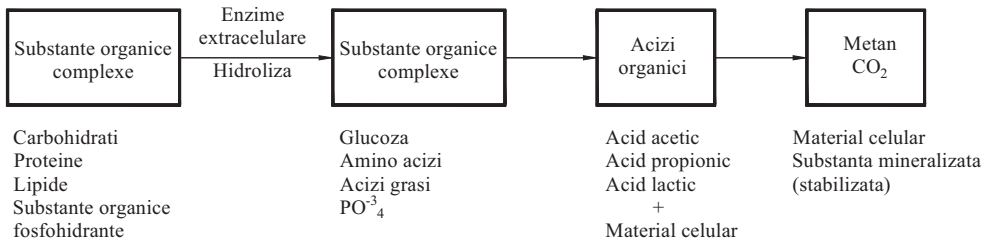


Figura 9.19. Schema proceselor în fermentarea anaerobă.

(4) Eficienţa stabilizării prin fermentare anaerobă este determinată prin cantitatea de materii volatile (organice) reduse în proces. Deoarece fermentarea anaerobă este realizată biologic şi depinde de dezvoltarea microorganismelor reducerea materiilor volatile se realizează în proporţie de 40 – 50% (limita tehnică de fermentare). Eficienţa scade în prezenţa substanţelor greu biodegradabile. Procente ridicate de descompunere a materiilor solide se obţin atunci când nămolul cuprinde materii uşor degradabile: carbohidranţi simpli, carbohidranţi compuşi (celuloza), proteine şi lipide.

9.7.1.1 Factorii ce influenţează fermentarea anaerobă

9.7.1.1.1 Materiile solide şi timpul de retenţie hidraulic

(1) Fermentarea anaerobă se bazează pe prevederea unui timp de retenţie hidraulic care să permită stabilizarea materiilor volatile (organice).

(2) Fiecare etapă de fermentare în parte: hidroliza, formarea de acizi şi formarea de gaz metan are un timp de retenţie a materiilor solide; procesul se degradează dacă bacteriile nu se pot dezvolta în condiţii optime.

9.7.1.1.2 Temperatura

(1) Temperatura influenţează gradul de fermentare, viteza reacţiei de hidroloză şi formarea biogazului. Temperatura determină timpul minim de retenţie al materiilor solide necesar obţinerii unei distrugeri suficiente a materiilor volatile.

(2) Din punct de vedere al temperaturii sistemele de fermentare anaerobă pot fi:

a) sisteme criofile: t°C = 15 – 20°C; necesită volume mari, timp de retenţie crescut şi nu utilizează încălzirea nămolului;
b) sisteme mezofile: t°C = 30 – 37°C; cele mai numeroase aplicaţii;
c) sisteme termofile: t°C = 50 – 57°C; asigură procente mari de neutralizare a agenţilor patogeni; costuri de operare ridicate.

(3) Elementul tehnic cel mai important este menţinerea unei temperaturi constante de funcţionare datorită bacteriilor implicate în proces şi sensibilităţii la variaţiile de temperatură. Variaţia de temperatură, cu creşterea acesteia peste 1°C/zi poate duce la eşuarea procesului. La proiectare se impune o creştere a temperaturii $\leq$ 0,5°C/zi faţă de optim.

9.7.1.1.3 pH – ul

(1) Bacteriile anaerobe, în special cele metanogene, sunt sensibile la pH.

(2) Producţia optimă de gaz metan are loc la un nivel al pH-ului cuprins între 6,8 şi 7,2.

(3) Reducerea pH-ului în timpul proceselor fermentării inhibă formarea de biogaz putând conduce în final la eşuarea proceselor de fermentare. Procesele de amestec, încălzire şi modurile de alimentare – evacuare a nămolului pot minimiza perturbările procesului de fermentare.

9.7.1.1.4 Substanţe toxice

(1) Substanţele de tip: amoniac, metale grele şi sulfuri în concentraţii mari pot crea condiţii instabile în interiorul rezervoarelor de fermentare. Tabelul 9.14 prezintă concentraţiile unor substanţe toxice şi inhibitoare.

Tabelul 9.14. Concentraţiile unor substanţe toxice şi inhibatoare

Nr. crt.	Substanţe	U.M.	Concentraţii medii inhibitoare	Concentraţii 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)		-	(solubil) 30 (total)
11	Zinc (Zn)		-	1.0 (solubil)

9.7.1.1.5 Aplicarea fermentării anaerobe

(1) Fermentarea anaerobă este utilă şi aplicabilă pentru concentraţia substanţelor volatile mai mare sau egală cu 40 – 50% şi nu sunt prezente substanţele inhibitoare.

(2) Adoptarea soluţiei de fermentare anaerobe va avea la bază:

a) studii hidrochimice privind compoziţia nămolurilor şi efectele stabilizării acestuia asupra mediului; se vor lua în consideraţie elementele costurilor implicate şi consumurile energetice pentru integrarea cantităţilor de nămol rezultate în mediu;
b) studii privind estimarea producţiei de biogaz în condiţiile amprentei de calitate a apei uzate, calităţile nămolurilor; metoda fermentării anaerobe se va adopta în toate situaţiile în care producţia de biogaz şi echivalentul acesteia în energie va acoperi minim 90% din consumurile energetic ale procesului: amestec, încălzire nămol, recirculare, pierderi termince în rezervorul de fermentare al nămolului;

9.7.1.1.6 Soluţii pentru procesele de fermentare

(1) Configuraţiile proceselor de fermentare anaerobă folosite actaulmente: fermentarea de mare încărcare şi fermentarea în două etape. Fermentarea anaerobă poate funcţiona la două regimuri ale temperaturii: mezofilă (30 – 37°C) şi termofilă (50 – 57°C).

a) Fermentarea anaerobă de mare încărcare, într-o singură treaptă

Rezervoarele de fermentare de mare încărcare sunt caracterizate prin amestecul şi încălzirea nămolului, debit de alimentare uniform şi concentrarea nămolului înainte de a fi fermentat (figura 9.20).

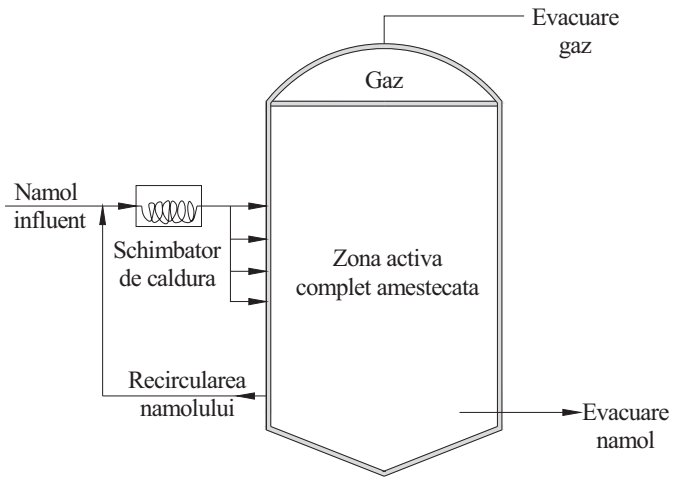


Figura 9.20. Fermentarea anaerobă de mare încărcare într-o singură treaptă.

b) Fermentarea anaerobă de mare încărcare în două trepte

Procesul cuprinde două etape fundamentale:

b.1)faza I: hidroliza substanţei organice; timpul de retenţie hidraulic:2 zile;t°C = 55°C;
b.2)faza II: producţia de biogaz; timpul de retenţie hidraulic: 10 zile; t°C = 37 °C;
Figura 9.21 prezintă schema procesului fermentării în două etape.

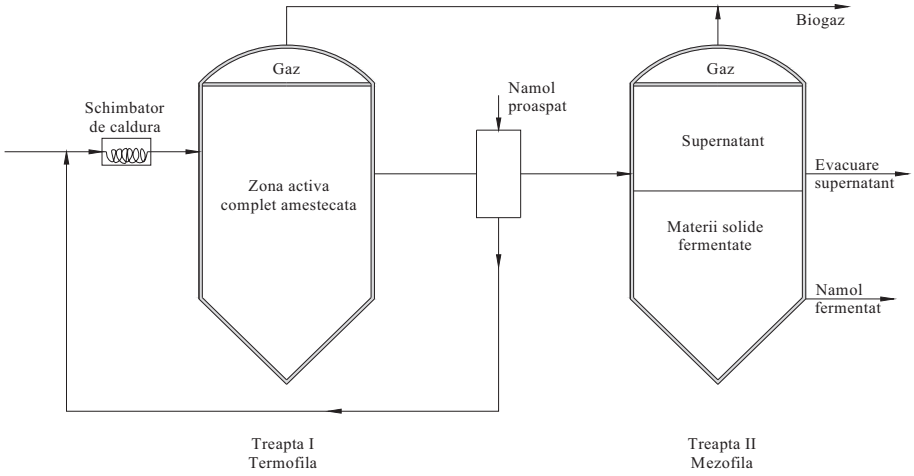


Figura 9.21. Fermentarea anaerobă în două etape.

(2) Avantajele fermentării în două faze (termofilă – mezofilă):

a) preluare în condiţii mai bune a variaţiilor de încărcare organică;
b) pe ansamblul procesului de fermentare reducerea volumelor construite cu ≅ 30%;
c) nămolul procesat în faza termofilă va fi procesat în condiţii mai bune în faza mezofilă (vâscozitate mai redusă, fluiditate mai mare);
d) calitatea nămolului fermentat mai bună: se distrug bacteriile patogene;

(3) În tabelul următor se indică parametrii generali pentru dimensionarea proceselor de fermentare anaerobă conform datelor din literatura de specialitate.

Tabelul 9.15. Parametrii de dimensionare ai proceselor de fermentare anaerobă.

Nr. crt.	**Parametrii**	**U.M.**	**Tipul procesului de fermentare**			
			Mezofilă într-o singură treaptă	**În două trepte**		**Termofilă într-o singură treaptă**
			Etapa I	**Etapa I: Termofilă**	**Etapa aIIa: Mezofilă**	**Etapa I**
0	1	2	3	4	5	6
1	Timpul de retenţie hidraulic	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.

9.7.1.2 Dimensionarea tehnologică a rezervoarelor de fermentare a nămolului

(1)Dimensionarea tehnologică constă în:

a) determinarea volumului, a cantităţii, umidităţii şi caracteristicile nămolului;
b) determinarea volumului rezervorului de fermentare a nămolului;
c) condiţionări tehnice privind: alegerea pompelor; alegerea schimbătorilor de căldură; determinarea diametrelor conductelor de nămol, a conductelor de agent terminc, de gaz; determinarea volumului de gaz de fermentare, de agent terminc, de supernatant; izolaţia termică a RFN dispusă pe peretele exterior al cuvei trebuie corect aleasă, în special din punct de vedere a calităţii şi bine executată în scopul păstrării acesteia în stare uscată.

(2)Etapele de dimensionare prezentate mai sus, pot fi detaliate astfel:

a) Determinarea volumului, a cantităţii, umidităţii şi caracteristicile nămolului se face pe baza bilanţului de substanţe pe linia nămolului (conform § 9.4.7.3 şi § 9.4.7.4);
b) Volumul rezervorului de fermentare a nămolului se determină pe baza următorilor parametrii tehnologici de dimensionare:
c) Încărcarea organică a rezervorului:

$$I_{oRFN} = \frac{N_o}{V_{RFN}} = 1{,}5 \dots 3 \ (\text{kg s. o.}/\text{m}^3 \text{ RFN}, \text{zi}) \tag{9.47}$$

d) Cantitatea de nămol fermentat:

$$N_f = \left(1 - l_f\right) \cdot N_o + N_m (\text{kg s. u.}/\text{zi}) \tag{9.48}$$

unde:

$\mathbf{I_{oRFN}}$– încărcarea organică a rezervorului de fermentare a nămolului, (kg s.o./m^3 RFN, zi);

$\mathbf{l_f}$ = 40 – 55% - limita tehnică de fermentare;

$\mathbf{N_f}$ – cantitatea zilnică de nămol fermentat, exprimată în substanţă uscată,(kg s.u./zi);

$\mathbf{N_o}$ = (ε)· N_{inf} – cantitatea zilnică de substanţă organică conţinută în nămolul influent în rezervorul de fermentare, exprimată în substanţă uscată, (kg/zi);

ε- coeficient de reducere,(%);

$\mathbf{N_m}$ = (1 - ε)· N_{inf} – cantitatea zilnică de substanţă minerală conţinută în nămolul influent în rezervorul de fermentare, exprimată în substanţă uscată, (kg/zi);

$\mathbf{N_{inf}}$ – cantitatea zilnică de nămol influent în rezervorul de fermentare, exprimată în substanţă uscată, (kg s.u./zi);

e) Timpul de fermentare:

e.1) T_f = 90 ... 150 zile – pentru fermentarea criofilă;

e.2) T_f = 20 zile – pentru fermentarea mezofilă;

e.3) T_f = 10 zile – pentru fermentarea termofilă;

f) Volumul rezervorului de fermentare:

$$V_{RFN} = T_f \cdot V_{n\,inf} (\mathrm{m^3/zi}) \tag{9.49}$$

unde:

T_f – definit anterior;

V_{ninf} – volumul de nămol influent calculat la bilanţul de substanţe pe linia nămolului (conform § 9.4.7.3 şi § 9.4.7.4),(m^3/zi);

g) Pompele pentru recircularea nămolului se aleg astfel încât întregul volum de fermentare să fie recirculat în 5 ... 8 h.

g.1) Debitul de recirculare:

$$Q_R = \frac{V_{RFN}}{5 \ldots 8} (\mathrm{m^3/h}) \tag{9.50}$$

g.2) Înălţimea de pompare:

$$H = H_g + \sum h_r \,(\mathrm{m}) \tag{9.51}$$

unde:

H_g– înălţimea geodezică de pompare;

$\sum h_r$– suma pierderilor de sarcină locale şi distribuite.

h) Schimbătoatele de căldură trebuie să asigure căldura necesară încălzirii nămolului proaspăt, căldura necesară acoperirii pierderilor prin cupolă, pereţi şi radier:

$$C_T = C_1 + C_2 (\mathrm{kcal/zi}) \tag{9.52}$$

$$C_1 = V_{n\,inf} \cdot C_n \cdot (\theta - \theta_1)\ (\mathrm{kcal/zi}) \tag{9.53}$$

unde:

C_1 – căldura necesară încălzirii nămolului proaspăt, (kcal/zi);

C_2 – căldura necesară acoperirii pierderilor prin cupolă, pereţi şi radier, (kcal/zi);

V_{ninf} – volumul zilnic de nămol influent în rezervorul de fermentare, (m^3/zi);

C_n = 1000 kcal/m^3,grad– căldura specifică (cantitatea de căldură necesară creşterii temperaturii cu 1°C);

θ – temperatura nămolului din interiorul rezervorului (mezofil, termofil), (°C);

$\boldsymbol{\theta_1} = \theta_{iarnă}$ – temperatura nămolului proaspăt introdus în rezervor, (°C);

$$C_2 = C_{2\ cupolă} + C_{2\ pereți} + C_{2\ radier} \tag{9.54}$$

$$C_2 = K \cdot A \cdot (\theta - \theta_2) \tag{9.55}$$

unde:

K – coeficient de transfer al căldurii (natura materialului), (kcal/°C · m^2· zi);

$C_{2\ cupolă}$ – căldura necesară acoperirii pierderilor prin cupolă, (kcal/zi);

$C_{2\ pereți}$ – căldura necesară acoperirii pierderilor prin pereţi, (kcal/zi);

$C_{2\ radier}$ – căldura necesară acoperirii pierderilor prin radier, (kcal/zi);

A – suprafaţa cupolei, pereţilor şi radierului, (m^2);

θ – temperatura nămolului din interiorul rezervorului (mezofil, termofil), (°C);

$\boldsymbol{\theta_2}$ – temperatura nămolului proaspăt introdus în rezervor, (°C);

i) Dimensionarea conductelor va asigura:

i.1) viteza nămolului în conducte trebuie să fie minim 1,2 m/s iar diametrul nominal trebuie să fie minim 200 mm;

i.2) viteza minimă a apei trebuie să fie de 0,7 m/s, iar diametrul nominal să fie de 100 mm;

i.3) viteza biogazului rezultat în urma fermentării trebuie să fie cuprinsă între 5 – 15 m/s;

j) Volumul teoretic zilnic de biogaz se determină considerând o producţie specifică q_{bg} în dm^3 biogaz/kg s.o.red.

$$Q_G = \frac{q_{bg} \cdot N_{o\ red}}{1000} (\mathrm{m^3/zi}) \tag{9.56}$$

$$Q_{G\ ef} = (0{,}8 \ldots 0{,}85) \cdot Q_G \quad (\mathrm{m^3/zi}) \tag{9.57}$$

unde:

Q_G – volumul teoretic zilnic de biogaz,(m^3/zi);

$Q_{G\ ef}$ – volumul efectiv zilnic de biogaz, (m^3/zi);

q_{bg} – se va estima pe baza unor calităţi de nămol similare şi prin studii “in situ”;

$\mathbf{q_{bg}^{orientativ}} = 300 - 600\ \mathrm{dm^3 biogaz/kg\ s.o.red}$

(3)Când nu se cunoaşte graficul de consum al biogazului, volumul rezervorului se consideră egal cu producţia de biogaz în 8 ore:

$$V_{RG} = \frac{Q_{G\,ef}}{3} (\mathrm{m}^3) \tag{9.58}$$

9.7.1.2.1 Colectarea şi 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 conţine aproximativ 65 – 70% CH_4, 25 – 30% CO_2 şi cantităţi mici de N_2, H_2, H_2S, vapori de apă şi alte gaze. Biogazul de fermentare are o greutate specifică de aproximativ 0,86 din greutatea specifică a aerului. Biogazul de fermentare conţine ≅ 65% metan şi puterea calorică a gazului de fermentare este de 21.000 – 22.400 kJ/m^3.

(3)Producţia de biogaz realizată este dependentă de cantitatea de substanţe volatile mineralizate şi condiţiile asigurate fermentării şi este exprimată ca volumul de biogaz pe unitatea de masă a materiilor volatile distruse. Acest indice specific al producţiei de biogaz este diferit pentru fiecare substanţă organică din rezervorul de fermentare. Tabelul 9.16 indică producţia de gaz a câtorva materii organice. Un rezervor de fermentare anaerob obişnuit alimentat cu nămol primar şi nămol activ în exces poate produce aproximativ 0,5 – 0,8 m^3 biogaz/kg de substanţe volatile reduse.

Tabelul 9.16. Producţia specifică de gaz a diferitelor materii organice.

Material	**Producţia specifică de gaz pe unitatea de masă redusă**	
	m^3/kg	**Conţinut de metan (%)**
0	**1**	**2**
Grăsimi	1,2 – 1,6	62 – 72
Spumă	0,9 – 1,0	70 – 75
Fibre	0,8	45 – 50
Proteine	0,7	73

(4) Biogazul rezultat la fermentare are o putere calorică cuprinsă între 20 – 25 MJ/m^3. O valoare medie de 22,5 MJ/m^3 este de folosit pentru proiectare.

(5) Colectarea biogazului şi sistemul de distribuţie trebuie menţinut 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 conţine metan în proporţie mai mică de 5% care poate fi exploziv. Din acest motiv toate echipamentele mecanice şi constructive trebuie să fie etanşe, iar echipamentele electrice trebuie să fie protejate împotriva exploziei.

(6) Sunt folosite două tipuri de rezervoare de depozitare a gazului: rezervoare cu capac ce flotează pe gazul înmagazinat şi rezervoare sub presiune.

a) Rezervoarele cu capac flotant sunt rezervoare cu presiune constantă şi volum variabil.
b) Rezervoarele sub presiune, au de obicei formă sferică şi menţin o presiune cu valori medii cuprinse între 140 – 350 kN/m^2.

9.7.1.2.2 Necesarul de reactivi chimici

Sistemele de alimentare cu reactivi chimici devin necesare datorită schimbărilor calitative şi cantitative ale influentului. Schimbările de alcalinitate, pH, sulfuri sau a concentraţiei metalelor grele face necesară adăugarea de reactivi chimici în proces. Sunt necesare prevederi pentru stocarea, prepararea şi dozarea reactivilor chimici: bicarbonat de sodiu, clorură ferică, sulfat feric, var.

9.7.1.2.3 Construcţia rezervoarelor de fermentare

(1) Elementele fundamentale în alegerea configuraţiei construcţiei sunt:

a) raport aria laterală RF la volum RF minim; construcţiile care realizează acest raport minim sunt: sfere, forme ovoidale;
b) realizarea unei forme care să favorizeze amestecul nămolului şi evitarea depunerilor în partea inferioară;
c) realizarea cuvei RF din beton armat precomprimat pe ambele direcţii pentru închiderea fisurilor şi protecţia armăturilor la efectul coroziv al biogazuluii;
d) realizarea izolaţiei termice care să asigure pierderi reduse (max. 20% din energia necesară procesului);
e) construcţie metalică (pentru V_{RF}< 1000 m^3) executate din virole preuzinate de oţel aliat izolate termic;

(2) În figura 9.22 se prezintă schema unui rezervor de fermentare de formă ovoidală.

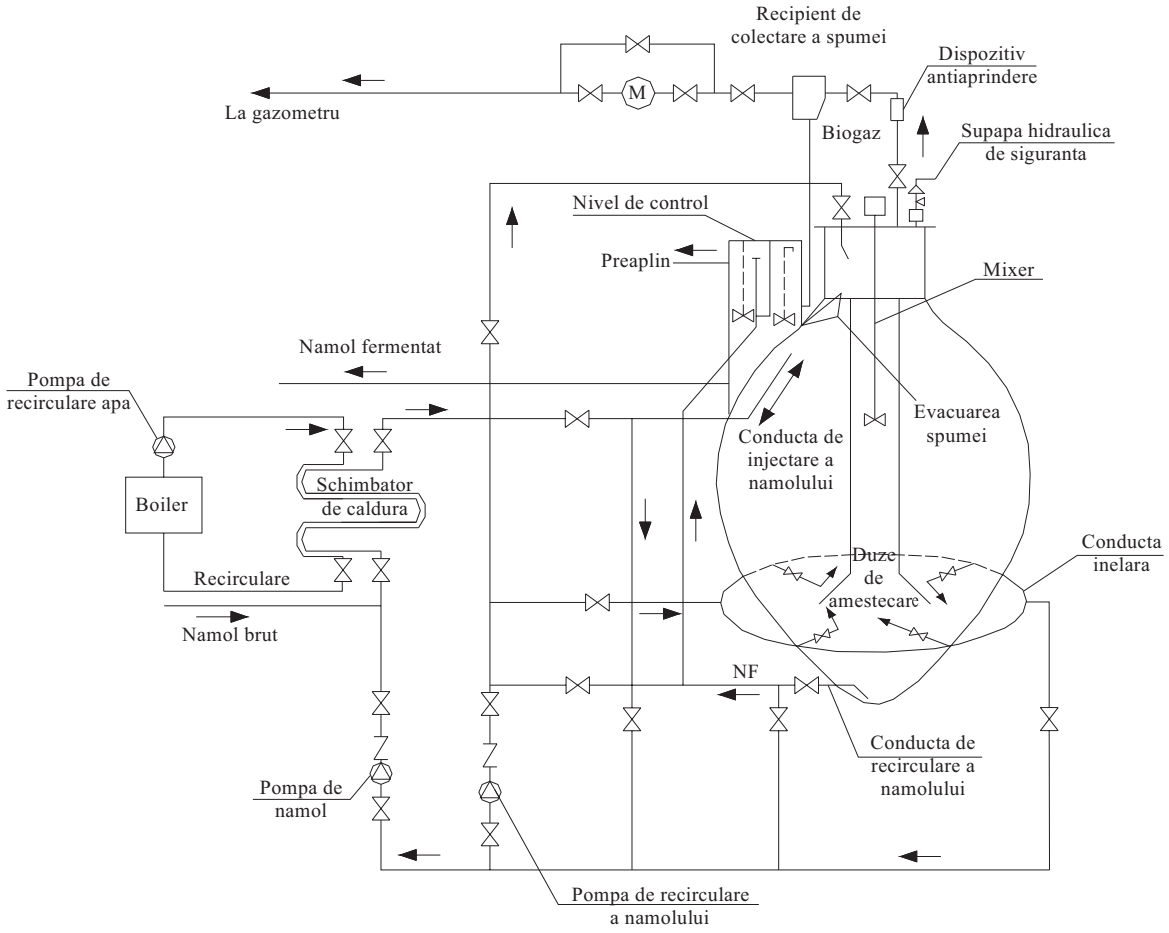


Figura 9.22. Rezervor de fermentare anaerob de formă ovoidală.

9.7.1.2.4 Alte elemente tehnologice ale rezervoarelor de fermentare anaerobe

(1) Proiectele pentru rezervoarele de fermentare anaerobe a nămolului pentru staţii de epurare peste 100.000 L.E. vor lua în consideraţie adoptarea unor soluţii tehnologice cu experienţă pentru:

a) soluţia cu RF în două faze: termofilă – mezofilă;
b) soluţia recirculării biogazului pentru asigurarea unui amestec eficient al volumului rezervorului;
c) soluţia construcţiei RF cuplate cu rezervor de stocare biogaz la partea superioară;

(2) Analizele opţionale trebuie să se bazeze pe:

a) costuri de investiţie: lei/kg s.u. redusă;
b) volume minime de nămol evacuate din staţia de epurare: kg s.u./LE an;
c) consumuri energetice minime pentru ansamblul procesării nămolurilor în staţia de epuare: kWh/kg s.u.an;

9.7.2 Stabilizarea aerobă

(1) Stabilizarea aerobă reprezintă tehnologia de oxidare a substanţelor organice biodegradabile şi reducerea organismelor patogene prin procese biologice, aerobe. Procesul de stabilizare aerobă este un proces de epurare biologică cu peliculă în suspensie.

(2) Obiectivele proceselor de stabilizare aerobă:

a) producerea de nămol stabil prin oxidarea substanţelor organice biodegradabile;
b) reducerea masei şi a volumului;
c) reducerea organismelor patogene şi condiţionarea pentru prelucrarea ulterioară.

(3) Procesul de stabilizare aerobă implică costuri mari pentru energie asociate cu energia necesară pentru transferul oxigenului.

(4) Dezavantaje: eficienţa redusă a proceselor în timpul perioadelor reci, incapacitatea de a produce un produs secundar folositor – biogaz.

(5) În timpul proceselor de stabilizare, ţesutul celular este oxidat aerob în dioxid de carbon, apă şi amoniac sau nitraţi. Deoarece procesele de oxidare aerobă sunt exoterme, în timpul reacţiilor are loc o eliberare de căldură. Deşi procesele de stabilizare teoretic ar trebui realizate în totalitate, de fapt doar 75 – 80% din ţesutul celular este oxidat. Ce rămâne, în proporţie de 20 – 25%, este compus din componente inerte şi componente organice ce nu sunt biodegradabile.

(6) Procesul de stabilizare aerob, implică două etape: oxidarea directă a materiei biodegradabile şi oxidarea materialului celular. Aceste procese sunt descrise de ecuaţiile de mai jos:

$$Substanţe\ organice + NH_4^+ + O_2 \rightarrow material\ celular + CO_2 + H_2O \qquad (9.59)$$

$$Material\ celular + O_2 \rightarrow nămol\ fermentat + CO_2 + H_2O + NO_3^- \qquad (9.60)$$

Reacţia din cea de a doua ecuaţie este un proces de respiraţie endogenă şi este reacţia predominantă ce are loc în sistemul de stabilizare aerob.

(7) Datorită necesităţii menţinerii procesului în faza de respiraţie endogenă, nămolul activ în exces se stabilizează. Includerea nămolurilor primare în proces poate influenţa reacţia totală, deoarece ele conţin puţin material celular. Majoritatea materialului organic din nămolul primar constituie o sursă de hrană externă pentru biomasa activă conţinută în nămolul biologic. Este necesar un timp de retenţie mare pentru a se acomoda metabolismul şi dezvoltarea celulară ce trebuie să se petreacă înainte de atingerea condiţiilor de respiraţie endogenă.

9.7.2.1 Dimensionarea tehnologică

(1) Determinarea volumului, calităţii, umidităţii şi caracteristicilor nămolului se face pe baza bilanţului de substanţe pe linia nămolului (§9.4.7.5).

(2) Reducerea substanţelor volatile (organice) variază între 35 – 50% (procent numit limita tehnică de stabilizare) din cantitatea materiilor solide în suspensie ce sunt obţinute în timpul procesului de stabilizare aerobă.

(3) Temperatura de funcţionare a sistemului de stabilizare aerobă este un parametru critic din cadrul procesului. Un dezavantaj frecvent al procesului aerob este variaţia în eficienţa procesului rezultată din schimbările temperaturii de funcţionare. Schimbările temperaturii de funcţionare sunt apropiate de temperatura mediului ambiant, deoarece majoritatea sistemelor de stabilizare aerobă folosesc rezervoare deschise.

(4) Reacţiile biologice ce au loc în timpul procesului de stabilizare aerobă necesită oxigen pentru respiraţia materialului celular din biomasa activă iar în cazul amestecului cu nămol primar, oxigenul necesar transformării materialul organic în material celular. În plus, funcţionarea corespunzătoare a sistemului necesită un amestec adecvat al conţinutului pentru a asigura un contact corespunzător al oxigenului, materialul celular şi materialul organic ce constituie sursa de hrană

(5) Volumul necesar sistemului de stabilizare aerobă este determinat de timpul de retenţie necesar pentru reducerea dorită a substanţelor volatile (organice). Timpul de retenţie necesar pentru a reduce 35 – 50% din substanţele volatile (organice), variază între 10 şi 12 zile la o temperatură de funcţionare de aproximativ 20°C. Timpul de retenţie total necesar este dependent de temperatură şi de biodegrabilitatea nămolului:creşte la 15 – 16 zile când temperatura scade sub 20°C.

(6) Volumul stabilizatorului de nămol se determină pe baza următorilor parametrii tehnologici de dimensionare:

a) Încărcarea organică a bazinului:

$$I_{oSN} = \frac{N_o}{V_{SN}} = 1{,}5 \dots 3 \quad (\text{kg s. o.}/\text{m}^3\ \text{SN, zi}) \tag{9.61}$$

b) Cantitatea de nămol stabilizat:

$$N_s = (1 - l_s) \cdot N_o + N_m (\text{kg/zi}) \tag{9.62}$$

unde:

$\mathbf{I_{oSN}}$– încărcarea organică a stabilizatorului de nămol, (kg s.o./m^3 SN, zi);

$\mathbf{l_s}$ = 35 – 50% - limita tehnică de stabilizare;

$\mathbf{N_s}$– cantitatea zilnică de nămol stabilizat, exprimată în substanţă uscată,(kg s.u./zi);

$\mathbf{N_o}$ = (ε) · N_{inf} – cantitatea zilnică de substanţă organică conţinută în nămolul influent în stabilizatorul de nămol, exprimată în substanţă uscată, (kg/zi);

ε – coeficient de reducere, (%);

$\mathbf{N_m}$ = (1 –ε) · N_{inf} – cantitatea zilnică de substanţă minerală conţinută în nămolul influent în stabilizatorul de nămol, exprimată în substanţă uscată, (kg/zi);

N_{inf} – cantitatea zilnică de nămol influent în stabilizatorul de nămol, exprimată în substanţă uscată, (kg s.u./zi);

c) Timpul de stabilizare:

$$T_s = \frac{V_{SN}}{V_{n\,inf}} = 6 \dots 16 \ \text{(zile)} \tag{9.63}$$

d) Volumul stabilizatorului de nămol:

$$V_{SN} = T_s \cdot V_{n\,inf} (\text{m}^3/\text{zi}) \tag{9.64}$$

unde:

V_{ninf} – volumul de nămol influent în stabilizatorul de nămol calculat în bilanţul de substanţe pe linia nămolului (§9.4.7.5), (m^3/zi);

e) Cantitatea de oxigen necesară procesului de stabilizare aerobă din formula:

$$O_n = i_{On} \cdot N_o (\text{kgO}_2/\text{zi}) \tag{9.65}$$

$$i_{On} = (0{,}15 \dots 0{,}3)(\text{kgO}_2/\text{kg s. o.}) \tag{9.66}$$

unde:

N_o – definit anterior;

i_{On} – consumul de oxigen în faza endogenă, în (kg O_2/kg s.o.).

f) Capacitatea de oxigen necesară:

$$\overline{CO_{nec}} = 2 \cdot O_N (\text{kg O}_2/\text{zi}) \tag{9.67}$$

$$Q_{Naer}^{nec} = \frac{\overline{CO_{nec}} \cdot 10^3}{24 \cdot c_o' \cdot H_i} (\text{N m}^3\text{aer/h}) \tag{9.68}$$

unde:

c_o' - capacitatea specifică de oxigenaere, (g O_2/N m^3 aer, m adâncime insuflare);

Q_{Naer}^{nec} - debitul de aer necesar în condiţii standard, (N m^3 aer/h);

(7) Suflantele necesare procesului se aleg în funcţie de debitul necesar de aer în condiţii normale şi înălţimea de insuflare, ţinându-se cont de pierderile de sarcină:

$$H_t = H_i + \sum h_{ri} (\text{m}) \tag{9.69}$$

unde:

H_i – adâncimea de insuflare, (m);

Σh_{ri} – suma pierderilor de sarcină liniare şi locale , (m);

9.7.2.2 Stabilizarea cu var

(1) Stabilizarea cu var se asigură prin menţinerea unui pH la un nivel ridicat pentru o perioadă suficientă de timp pentru inactivarea populaţiei de microorganisme a nămolului. Procesul poate face ca virusurile, bacteriile şi alte microorganisme să devină inactive.

(2) Procesul de stabilizare cu var implică o gamă largă de reacţii chimice ce transformă compoziţia chimică a nămolului. Următoarele ecuaţii indică tipurile de reacţii care au loc:

a) Reacţiile cu constituenţii anorganici includ:

Calciu: $$Ca^{2+} + 2HCO_3^- + CaO \rightarrow 2CaCO_3 + H_2O \tag{9.70}$$

Fosfor: $$2PO_4^{3-} + 6H^+ + 3CaO \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + 3H_2O \tag{9.71}$$

Dioxid de carbon: $CO_2 + CaO \rightarrow CaCO_3$ (9.72)

b) Reacţiile cu constituenţii organici includ:

Acizi: $RCOOH + CaO \rightarrow RCOOCaOH$ (9.73)

Grăsimi: $Grăsimi + CaO \rightarrow Acizi\ graşi$ (9.74)

(3) Adăugarea de var creşte pH-ul nămolului. Dacă este adăugat prea puţin var, pH-ul scade şi reacţiile nu au loc. Este necesar var în exces.

(4) Activitatea biologică produce compuşi ca dioxidul de carbon şi acizi organici care recţionează cu varul. Dacă activitatea biologică din nămolul ce urmează a fi stabilizat nu este înhibată suficient, vor fi produse aceste componente, reducând pH-ul şi rezultând o stabilizare inadecvată.

(5) Adăugarea varului la nămol, în reacţiile iniţiale cu apa se formează varul hidratat. Această reacţie este exotermă şi eliberează aproximativ 15.300 cal/g,mol. Reacţia dintre varul stins şi dioxidul de carbon este, de asemenea, exotermă, eliberând aproximativ 43.300 cal/g,mol.

(6) Aceste reacţii pot avea ca rezultat o creştere substanţială a temperaturii, în special la turtele de nămol cu un amestec scăzut al conţinutului; aceste temperaturi pot fi suficiente pentru a contribui la reducerea agenţilor patogeni din timpul stabilizării cu var; se impune efectuarea de teste “in situ” pentru stabilirea dozelor de var.

9.8 Deshidratarea nămolurilor

(1) Deshidraterea este procedeul prin care nămolul îşi reduce umiditatea şi corespunzător volumul astfel încât să poată fi manipulat cu uşurinţă şi valorificat sau reintrodus în mediu.

(2) În practică se utilizează două tipuri de procedee de deshidratare:
a) naturale;
b) mecanice.

9.8.1 Deshidratarea naturală

(1) Materiile solide conţinute în nămol sunt separate de faza lichidă (supernatant) prin procedee fizice: filtrarea (drenarea) şi evaporaţia. Deshidratarea naturală se realizează, de regulă pe platforme (paturi) de uscare.

(2) Constructiv platformele de uscare se clasifică în:
a) platforme de uscare convenţionale, 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) Parametrii de dimensionare ai platformelor de uscare:
a) Încărcarea cu substanţă uscată a platformelor de uscare (I_{SU}), reprezintă cantitatea de materii solide din nămol care încarcă o suprafaţă de 1 m^2 de platformă, în timp de un an conform relaţiei:

$$I_{SU} = \frac{N_{inf} \cdot 365}{A_o^{PU}} (\text{kg s. u.}/\text{m}^2, \text{an}) \quad (9.75)$$

unde:

b) $\mathbf{N_{inf}}$ – cantitatea zilnică de nămol influent deshidratat, exprimat în substanţă uscată,(kg s.u./zi);
c) $\mathbf{A_o^{PU}}$– aria orizontală a platformelor de uscare, (m^2).

(4)Valorile I_{SU} sunt date în funcţie de tipul nămolului ce trebuie deshidratat în tabelul 9.17.

Tabelul 9.17. Valori ale $\mathbf{I_{SU}}$.

Nr. crt.	Tip de nămol	Suprafaţa (m^2/LE)	Încărcarea anulă cu substanţă uscată (kg s.u./m^2,an)
0	1	2	3
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

9.8.2 Deshidraarea mecanică

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, acţiunea capilară, separarea prin centrifugare şi compactarea. Utilajele folosite sunt: centrifugele, filtrele cu bandă, filtrele presă, filtrele cu vacuum, filtru presă cu şnec (şurub).

9.8.2.1 Deshidratarea prin centrifugare

(1) O prezentare mai detaliată a centrifugelor a fost făcută la § 9.6.3.

(2) În centrifuge, forţele aplicate pot fi de la 500 până la 3.000 de ori forţa gravitaţională. Rezultatele separării prin forţele centrifuge conduc la migrarea materiilor solide în suspensie prin lichid spre sau în afara axei de rotaţie a centrifugei, migrare ce depinde de diferenţa de densitate dintre faza lichidă şi cea solidă.

(3) Eficienţele de îndepărtare a materiilor solide pentru diferite tipuri de nămol la centrifugele folosite în procesul de deshidratare sunt prezentate în tabelul 9.18.

Tabelul 9.18. Eficienţa de îndepărtare a materiilor solide.

Tip de nămol	Materii solide din turta de nămol (%)	Eficienţa de îndepărtare a materiilor solide (%)	
		Fără reactivi chimici	Cu reactivi chimici
0	1	2	3
NETRATAT			
Primar	25 – 35	75 – 90	85 – 90
Primar şi biologic rezultat de la filtrele percolatoare	20 – 25	60 – 80	85 – 90
Primar şi activ	12 – 20	55 – 65	75 – 90
NĂMOL ÎN EXCES			
Rezultat de la filtrele de precolatoare	10 – 20	60 – 80	80 – 90
Rezultat din procese biologice cu nămol active ce utilizează aer	5 – 15	60 – 80	70 – 90
FERMENTAT PE CALE ANAEROBĂ			
Primar	25 – 35	65 – 80	80 – 90
Primar şi biologic rezultat de la filtrele percolatoare	18 – 25	60 – 75	80 – 90
Primar şi activ	15 – 20	50 – 65	80 – 90
STABILIZAT PE CALE AEROBĂ			
În exces	8 – 10	60 – 75	80 – 90

9.8.2.2 Deshidratarea cu filtre bandă

(1) Nămolul este deshidratat în etape urmărind trei faze de funcţionare: condiţionarea chimică, drenarea gravitaţională până la atingerea unei consistenţe determinate şi compactarea în zona de presare. Figura 9.23 prezintă schema unui filtru cu bandă.

(2) Condiţionarea chimică cu polimeri organici este des utilizată, pentru deshidratarea gravitaţională şi deshidratarea sub presiune de către filtrele cu bandă. Polimerul este adăudat 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 esenţială în funcţionarea filtrelor cu bandă.

(3) Exercitarea forţelor de presiune şi comprimare se realizează între două benzi filtrante.

(4) Variabila care influenţează eficienţa filtrelor cu bandă: caracteristici nămol, metoda şi tipul condiţionării chimice, presiunea aplicată, configuraţia utilajelor, sistemele de drenare gravitaţionale şi viteza benzilor.

(5) Eficienţele presării cu filtre cu bandă indică variaţii semnificative în capacitatea de deshidratare a diferitelor tipuri de nămoluri, presarea, în mod normal, este capabilă să producă deshidratarea turtelor la un conţinut al materiilor solide de 18 – 25% pentru amestecul de nămol primar cu cel biologic. În tabelul 9.19 sunt indicate performanţele unui filtru cu bandă.

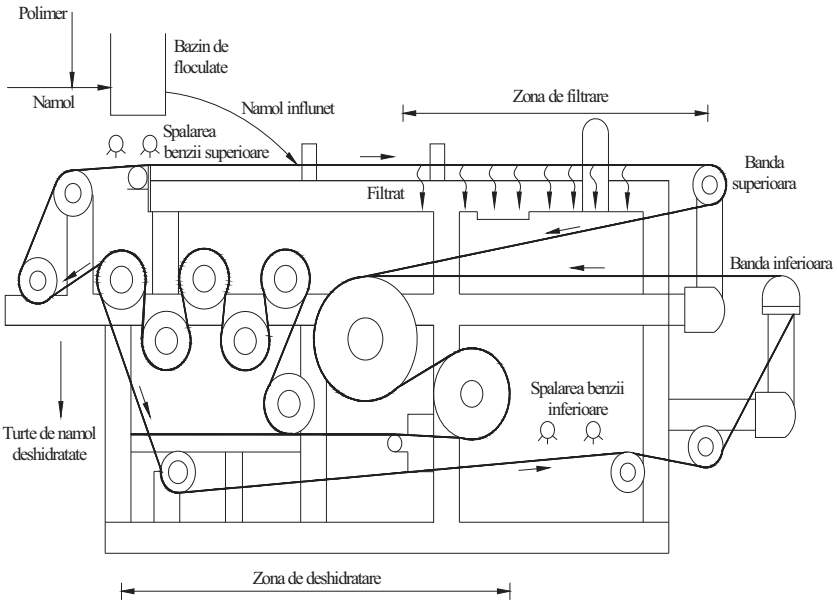


Figura 9.23. Filtru bandă.

Tabelul 9.19.Încărcări, eficienţe filtre bandă.

Tip de nămol	Materii solide (%)	Încărcarea pe m de lăţime de bandă (%)		Doze polimer la materii solide din nămol (g/kg)	Materii solide (%)	
		$dm^3/s,m$	kg/h,m		Uzual	Domeniul de variaţie
0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
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 active în exces cu insuflare de oxigen	1 – 3	0,7 – 2,5	90 – 180	4 – 10	18	15 – 23

(6) Evaluarea corectă a eficienţei filtrului cu bandă la un tip de nămol se efectuează pe o unitate pilot. Datele din testele pilot, includ încărcarea hidraulică şi încărcarea cu materii solide, tipul polimerului şi dozele, procentul de materii solide şi reţinerea materiilor solide.

(7) Dozarea polimerului şi regimul de alimentare al maşinii trebuie să fie optimizate cu maşina.Testele rezistenţei specifice şi a timpului de sucţiune capilară pot fi folosite pentru a compara caracteristicile filtrării a diferitelor tipuri de nămol şi pentru a determina optimul necesar în coagulare.

(8) Evaluarea performanţelor filtrelor cu bandă se realizează luând în considerare cantitatea şi calitatea filtratului şi a apei de filtrare şi efectele lor asupra sistemului de epurare a apelor uzate.

9.8.2.3 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 fiabiltate bună, necesar de energie comparabil cu alte tipuri de sisteme.

(2) Dezavantajele filtrelor presă sunt costurile de investiţie ridicate, aderenţa turtelor pe filtru, necesitatea îndepărtării manual şi costuri relativ ridicate de funcţionare şi întreţinere.

(3) Filtrele presă sunt eficiente din punct de vedere al costurilor când turtele trebuie incinerate. Conţinutul ridicat de substanţe uscate al turtelor rezultate de la filtrele presă sunt combustibile la incinerare şi se reduce necesarul de combustibil.

(4) Filtrul presă conţine un număr de panouri fixate pe un cadru ce asigură aliniamentul; aceste sunt presate între capătul fix şi cel mobil (fig.9.24) .Un dispozitiv presează şi menţine închise panourile, în timp ce influentul este pompat în interiorul presei printr-un orificiu de admisie la o presiune cuprinsă între 7 bar şi 15 bari.

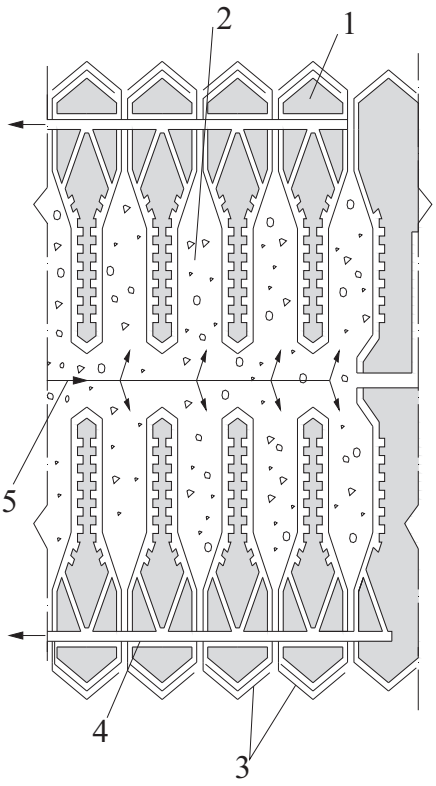


Figura 9.24. Schema filtrului presă.
1 – plăci încastrate; 2 – cameră de filtru; 3 – filtru de pânză;
4 – conducte interne de evacuare nămol; 5 – orificii.

(5) Etapele filtrării - Filtrul presă lucrează utilizând mai multe tipuri de procedee de presare. Fiecare procedeu cuprinde etapele:

a) Închiderea presei: atunci când filtrul este gol, capătul mobil acţionat 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 uşor 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 creştere 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 înălţimea camerei şi de filtrabilitatea nămolului; Când este oprită pompa, aerul comprimat este utilizat pentru drenarea supernatantului ; Etapa de filtrare este oprită de un cronometru (programat pentru perioada de presiune maximă) şi atunci când filtratul îndeplineşte o încărcare pe suprafaţa de filtrare după cum urmează:

c.1) Condiţionat cu polimer: 5 – 10 l/m^2,h;

c.2) Condiţionat cu reactivi minerali: 10 – 20 l/m^2,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 va trage fiecare turtă individual; pentru un filtru cu 100 de camere, perioada de descărcare a turtelor de nămol va fi între 15 – 45 minute; această etapă trebuie supravegheată deoarece, datorită condiţionării chimice a nămolurilor, turtele de nămol pot fi lipicioase şi greu de îndepărtat de pe plăcile filtrului;

e) **Etapa de curăţare**: curăţarea plăcilor filtrului; această spălare se face la fiecare 10 – 15 cicluri de filtrare în cazul nămolurilor condiţionate cu polimeri şi la fiecare 30 – 40 de cicluri în cazul condiţionării cu reactivi minerali; instalaţiile de spălare pot funcţiona nesupravegheate în cazul unităţilor de deshidratare de capacitate mare; perioada de spălare este de 2 – 3 ore; în cazul utilizării unei cantităţi mari de var pentru condiţionare, plăcile filtrului trebuie curăţate la fiecare 500 de cicluri cu soluţie HCl 5 – 7 %.

(6) Consumul energetic al unui filtru – presă este redus: 25 – 35 kWh/t s.u.

(7) În tabelul următor se indică eficienţa filtrelor presă.

Tabelul 9.20. Eficienţa filtrelor presă.

Nr. crt.	**Tipul de nămol**	**Concentraţia (% s.u.)**	**Raportul $FeCl_3$/s.u. (%)**	**Polimer (kg /t s.u)**	**Conţinutul de s.u (%)**	**Durata ciclului* (h)**
0	1	2	3	4	5	6
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

Date de bază:

a) cantitatea de suspensii solide (nămol şi reactivi de condiţionare): M = kg s.u./zi;
b) ciclul de funcţionare (T) necesar pentru a decide numărul de cicluri K care să pot fi utilizate zilnic;
c) substanţe uscate medii în conţinutul turtei; S_F (% s.u.).
d) Capacitatea totală a camerelor de filtrare:

$$V_T = \frac{M}{K \cdot S_F \cdot \rho_d} (\mathrm{dm}^3) \qquad (9.76)$$

unde:

M, S_F, K – definite anterior;

ρ_d – densitatea turtei, (kg/dm^3);

(9) Schema tehnologică pentru deshidratarea cu filtre presă se prezintă în figura 9.25.

(10) Tehnologia deshidratării nămolului din staţia de epurare cu filtre presă se va adopta:

a) în condiţiile impuse pentru umiditatea nămolului livrat de staţia de epurare la w = 65 – 70%;
b) cantităţi de nămol care să permită obţinerea unor indicatori economici/energetici favorabili; 25 – 35 kWh/ t ss.

(11) În operarea filtrelor presă se impune asigurarea spălării la 10 – 15 cicluri în cazul condiţionării cu polimer, 30 – 40 cicluri în cazul condiţionării cu substanţe minerale. Durata unei spălări 3 – 4 h.

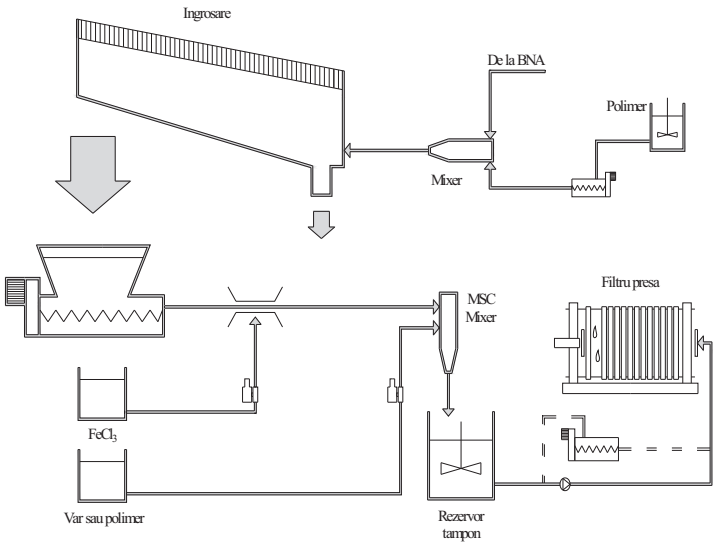


Figura 9.25. Tehnologia deshidratării cu filtre presă.

9.9 Tehnologii de prelucrare avansată a nămolurilor

9.9.1 Compostarea nămolurilor

(1) Compostarea este o metoda biochimică de stabilizare a nămolurilor din apele uzate pentru a putea fi folosite ca produse de îmbunătăţire a calităţii solurilor. Este un proces autoterm (50 –70 °C), ce reduce agenţii patogeni şi produce material similar cu pământul natural. Un produs bine stabilizat prin compostare poate fi depozitat şi are un miros aproape insesizabil. Compostarea este recomandată pentru utilizarea finală a produsului. Se poate folosi în agricultură, pentru controlul eroziunii solului, pentru îmbunătăţirea proprietăţilor pământului şi pentru recultivarea pământului şi aceste obiective sunt atinse

doar după ce se realizează reducerea agenţilor patogeni, maturarea şi uscarea materialului compostat. Aproximativ 20–30 % din materiile volatile sunt transformate în dioxid de carbon şi apă.

(2) Procesul de compostare se poate desfăşura în medii aerate sau în medii neaerate. Compostarea aerobă accelerează descompunerea materialului având ca rezultat creşterea temperaturii necesare distrugerii agenţilor patogeni şi reduce cantitatea de gaze mirositoare ce rezultă în timpul procesului.

(3) Pot fi compostate nămoluri brute, fermentate sau stabilizate pe cale chimică. Nămolurile stabilzate prin fermentarea aerobă sau anaerobă înainte de a fi compostate, pot duce la reducerea suprafeţei de compostare cu 40%.

(4) Factorii care stabilesc alegerea procesului de compostare sunt:

a) producţia zilnică de nămol;
b) suprafaţa necesară desfăşurării procesului;
c) proprietăţile nămolului, tipul proceselor şi echipamentelor de prelucrare a nămolului utilizate în amonte;

9.9.1.1 Etapele procesului

(1) Etapele procesului de compostare:

a) Amestecul nămolului cu materialul de umplutură;
b) Descompunerea, aerarea amestecului prin mijloace mecanice, prin insuflare de aer sau ambele;
c) Maturarea şi depozitarea care permite desfăşurarea fenomenului de stabilizare a nămolului şi răcirea compostului;
d) Post–procesarea (sitarea pentu îndepărtarea materialului nebiodegradabil şi mărunţirea acestuia);
e) Valorificarea.

(2) O parte din produsul final este recirculat pentru o condiţionare mai bună a amestecului format din nămol şi material de umplutură.

9.9.1.2 Desfăşurarea procesului

(1) Procesul de compostare implică distrugerea complexă a substanţelor organice cu formarea de acid humic şi compost.

(2) Microorganismele implicate în procesul de compostare sunt bacteriile, actinomycetes şi ciupercile. Bacteriile sunt responsabile pentru distrugerea unei părţi semnificative de material organic. Iniţial, la temperaturi mezofile (< 40°C), ele metabolizează carbohidraţii, zaharurile şi proteinele. La temperaturi termofile (mai mari de 40°C), bacteriile descompun proteinele, lipidele, şi fracţiunile de semiceluloză. Acestea sunt responsabile pentru energia produsă pentru încălzire.

(3) Ciupercile sunt prezente atât la temperatură mezofilă cât şi la temperatură termofilă. Activitatea lor este asemănătoare cu cea a actinomycetes. Ambele se găsesc pe părţile exterioare ale grămezilor compostate. În figura 9.26 se prezintă tipurile de bacterii şi temperaturile corespunzătoare de acţiune.

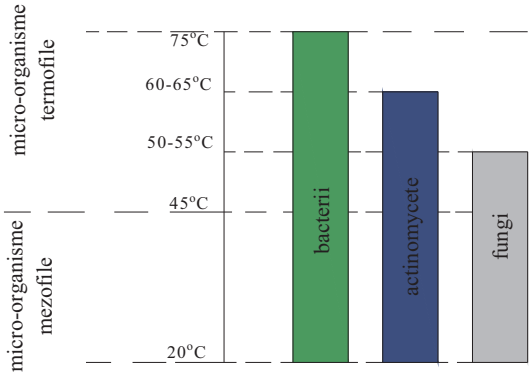


Figura 9.26. Microorganisme active în procesul de compostare.

(4) Procesul de compostare cuprinde 3 etape asociate cu temperatura: activitate la temperatură mezofilă, la temperatură termofilă şi la temperatură scăzută (de răcire). În activitatea mezofilă, temperatura creşte de la temperatura mediului ambiant până la 40°C, cu apariţia de ciuperci şi bacterii. În perioada termofilă temperatura creşte până la 70°C, iar microorganismele existente sunt înlocuite cu bacterii termofile, actinomycete şi ciuperci termofile. La temperatura termofilă are loc reducere semnificativă a substanţelor organice. Etapa de răcire este caracterizată prin reducerea activităţii microorganismelor şi înlocuirea organismelor termofile cu cele mezofile. În această etapă are loc evaporarea apei din materialul compostat, stabilizarea pH–ului şi formarea acizilor humici.

9.9.1.3 Balanţa energetică

(1) Căldura este generată de transformarea carbonului organic în dioxid de carbon şi vapori de apă. Combustibilul provine din partea de substanţe volatile degradată rapid.

(2) Căldura este disipată în timpul aerării şi mixării materialului de compostat. Temperatura procesului nu va creşte dacă pierderile de căldură depăşesc temperatura generată de proces. Dacă raportul dintre cantitatea de apă evaporată şi cantitatea de substanţe volatile reduse este mai mic de 8 – 10, trebuie să fie disponibilă suficientă energie pentru încălzire şi evaporare. Dacă raportul depăşeşte 10, amestecul va rămâne rece şi umed. Această generalizare se bazează pe căldura de evaporare şi nu se ia în considerare efectul mediului ambiant asupra evaporării şi a suprafeţei de răcire.

9.9.1.4 Raportul carbon/azot

(1) Microorganismele folosesc carbon şi azot în proporţii fixate de către compoziţia biomasei microbiene. Raportul ideal de carbon la azot variază intre 25:1 şi 35:1. Dacă raportul carbon/azot este mai mic de 25:1, excesul de azot va fi transformat în amoniac, având ca rezultat pierderea de nutrient şi emisia de miros amoniacal. Dacă raportul depăşeşte 35:1, materialul organic se va degrada din ce în ce mai încet şi va rămâne activ în etapa de tratare.

(2) Materialul de umplutură echilibrează conţinutul de materii solide al amestecului, asigură o sursă suplimentară de carbon pentru a ajusta raportul carbon/azot şi balanţa energetică, şi asigură integritatea

structurală pentru a menţine porozitatea amestecului. Materialul de umplutură poate fi constituit din resturi vegetale din agricultură (tulpini de floarea soarelui, coceni de porumb, paie), deşeuri menajere orăşeneşti, deşeuri animale, materiale rezultate de la prelucrarea lemnului.

(3) Procesul cu grămadă statică aerată şi unele procese ce au loc în bazine special amenajate necesită amestecuri cu o porozitate mare, pentru a putea fi aerate de către suflante la presiune mică.

(4) Datorită materialului de umplutură, volumul produsului compostat este egal sau mai mare decât volumul turtelor deshidratate. Pentru un volum dat de materii solide, volumul de material ce trebuie compostat creşte odată cu descreşterea procentuală a materiilor solide datorită volumului mai mare de amestec.

9.9.1.5 Controlul temperaturii şi aerarea

(1) Aerarea scade temperatura şi vaporii de apă şi aprovizionează cu oxigen microorganismele. În timp ce debitul de aer insuflat este crescut într-un sistem de aerare forţat, temperatura ce se acumulează scade şi debitul de vapori de apă evacuaţi creşte. Amestecare rapidă eliberează căldură şi vapori de apă, şi sporeşte de asemenea aerarea prin îmbunătăţirea porozităţii. Fără o aerare suficientă, temperatura ce se acumulează poate depăşi 70°C, ceea ce este în detrimentul activităţii microbiene.

(2) Temperatura optimă pentru degradarea substanţelor volatile variază între 40 – 50°C. Temperatura de 40 – 50°C este optimă pentru îndepărtarea vaporilor de apă, deoarece debitul ridicat de aer insuflat este necesar pentru a menţine temperaturi scăzute pentru un proces cu activitate ridicată. Pentru a asigura reducerea agenţilor patogeni, temperatura trebuie să fie mai mare de 55°C pentru un timp specificat (2 săptămâni), funcţie de tipul procesului de compostare.

9.9.1.6 Reducerea agenţilor patogeni

(1) Organismele patogene ce se găsesc în apele uzate se împart în cinci grupe: bacteriile, viruşii, protozoa cystis, viermii parazitari şi ciuperci. Primele patru grupe sunt adesea denumite organisme patogene primare, deoarece ele pot imbolnăvi persoanele sănătoase şi pot genera diferite boli. Ultimul grup, ciupercile, sunt organisme patogene secundare deoarece ele doar infectează persoanele şi pot crea probleme de respiraţie sau boli ale sistemului imunitar.

(2) Temperatura ridicată este una dintre metodele de distrugere a agenţilor patogeni. Temperatura din interiorul grămezii de compostat poate să nu fie uniformă datorită variaţiilor pierderilor de căldură, caracteristicilor de mixare şi a debitului de aer. Compostarea în cazul în care temperatura atinge pe cea termofilă, trebuie să elimine practic toate organismele patogene virale, bacteriene şi parazitare. Unele ciuperci (Aspergillus fumigatus) sunt termo-tolerante şi supravieţuiesc procesului de compostare.

9.9.1.7 Maturarea

(1) Termenul de maturare se referă la transformarea componentelor rapid biodegradabile, a materialului organic şi a materialului de umplutură în substanţe similare cu cele ale solului. Materialul compostat ce a fost insuficient maturat va genera miros în timpul depozitării şi după umezire. Va împiedica germinarea prin generarea de acizi organici.

(2) Termenul de stabilizare în compostare se referă la raportul de degradare microbiană a componentelor biodegradabile din amestec.

9.9.1.8 Uscarea

(1) Vaporii de apă sunt îndepărtaţi în timpul compostării având loc o creştere a conţinutului de materii solide din amestec de 40% – 55%. Uscarea este critică în procesele care includ sitarea deoarece sitele nu funcţionează bine când materialul compostat are un conţinut de materii solide mai mic de 50 – 55%. Uscarea are loc prin prevederea unei aerări suficiente şi a unei agitări care să îndepărteze vaporii de apă.

(2) Post – procesarea este adesea utilizată pentru a realiza materialul compostat comerciabil. Dimensiunile particulelor din produsul final variază între 6 şi 25 mm.

9.9.1.9 Elemente de proiectare a sistemelor de compostare

(1) Următorii factori trebuie avuţi în vedere:
a) volumul total de material;
b) greutatea totală a materiilor în stare umedă;
c) conţinutul de materii solide;
d) conţinutul de materii volatile din nămol;
e) conţinutul de materii volatile din materialul pentru compostat;
f) umiditatea;
g) cantitatea de material de umplutură necesară amestecului;

(2) Procentul de materii solide din materialul pentru compostat trebuie să fie de aproximativ 40% pentru o compostare eficientă.

(3) Tabelul 9.21 prezintă regulile de proiectare pentru procesele de compostare aerobă.

Tabelul 9.21. Parametrii de proiectare pentru procesele de compostare aerobă.

Nr. crt.	Parametri	Observaţii
0	1	2
1	Tipul de nămol	Se composează atât nămolurile neprelucrate cât şi nămolurile fermentate; nămolurile neprelucrate emană gaze mirositoare; nămolul neprelucrat are o putere energetică mai mare, se degradează mult mai uşor şi necesită mai mult oxigen.
2	Materialul de umplutură	Caracteristicile materialului de umplutură au efecte semnificative asupra procesului şi asupra calităţii produsului rezultat.
3	Raportul carbon/azot	Raportul carbon/azot trebuie să varieze în intervalul 20:1 - 35:1. La raport scăzut are loc producerea de amoniac. Sursa de carbon trebuie verificată dacă este rapid biodegradabilă.
4	Substanţe volatile	Substanţele volatile ale amestecului pentru compostat trebuie să fie mai mare de 30% din conţinutul total de materii solide. Nămolul deshidratat necesită de obicei adăugarea de material de umplutură pentru reglarea conţinutului de materii solide.
5	Necesarul de aer	Aerul ce conţine cel puţin 50% oxigen rămas trebuie să fie difuzat în materialului

		compostat pentru obţinerea unor rezultate optime, în special în cazul sistemelor mecanice.
6	Umiditatea	Umiditatea amestecului nu trebuie să fie mai mare de 60% pentru grămezile statice sau cele amestecate şi mai mică de 65% pentru compostarea în bazine închise.
7	Controlul pH-ului	pH-ul trebuie să varieze între 6 şi 9. Pentru o descompunere aerobă optimă pH-ul trebuie să aibe valori cuprinse între 7 şi 7,5.
8	Temperatura	Temperatura trebuie să ia valori cuprinse între 50 şi 55°C pentru primele zile şi 55 - 60°C pe restul perioadei de compostare. Dacă temperatura creşte peste 65°C pentru o perioadă mai mare de timp, activitatea biologică va fi redusă.
9	Controlul agenţilor patogeni	Dacă procesul se desfăşoară corespunzător, pot fi distruşi toţi agenţii patogeni. Pentru aceasta trebuie menţinută o temperatură cuprinsă între 60 şi 70°C pentru o perioadă de 24 h.
10	Amestecarea	Materialul de compostat trebuie amestecat după un program stabilit în prealabil. Frecvenţa de amestecare va depinde de tipul compostării.
11	Metalele grele	Trebuie monitorizat conţinutul de metale grele atât din nămolul de compostat cât şi din materialul compostat pentru a se aprecia modul final de aplicare a compostului.
12	Problema amplasamentului	Factorii ce trebuie analizaţi pentru alegerea amplasamentului includ disponibilitatea zonei, condiţiile climatice, disponibilitatea zonelor de tranzitare.

(4) Soluţiile pentru compostarea nămolului sunt: aşezarea sub formă de grămezi statice aerate (fig. 9.27), aşezarea în brazde (întoarse şi aerate) şi compostarea mecanică.

(5) Compostarea prin dispunerea sub formă de grămezi aerate statice se realizează prin aşezarea amestecului format din nămol şi material de umplutură sub formă de grămezi de 2 – 2,5 m pe grătare alcătuite din conducte perforate. Un strat de material compostat şi sitat cu rol de izolare, este adăugat peste movila cu material pentru compostare. Amestecul este compostat o perioadă de 21 – 28 zile, după care urmează maturarea timp de 30 zile.

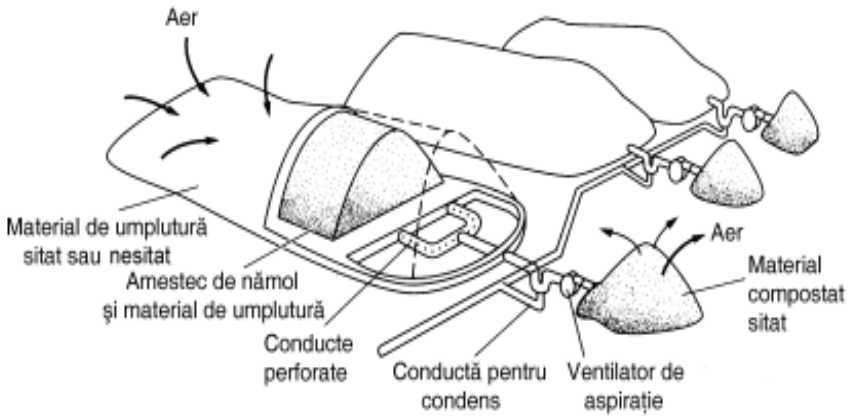


Figura 9.27. Dispunerea materialului pentru compostare sub formă de grămezi statice.

(6) Cea de-a doua metodă de compostare o constituie dispunerea materialului sub formă de brazde de 1–2 m înălţime şi o lăţime la bază de 2–4,5 m. Brazdele sunt răsturnate şi amestecate periodic în timpul procesului de compostare în vederea aerării mecanice. Se poate folosi aerarea mecanică. Perioada de compostare este de 21 – 28 zile, iar în această perioadă brazda cu materialul de compostare este răsturnată de cel puţin 5 ori ca temperatura să fie menţinută la 55°C. În timpul compostării condiţiile aerobe sunt greu de menţinut. Activitatea microbiană poate fi aerobă, anaerobă sau combinată, depinzând de cât de des sunt răsturnate şi amestecate grămezile. Răsturnările sunt însoţite de emanarea de mirosuri neplăcute datorită condiţiilor anaerobe. Uneori acest tip de compostare se face în spaţii acoperite sau chiar închise.

(7) Compostarea mecanică în containere închise este însoţită de sisteme mecanice de control a mirosului, a temperaturii şi a concentraţiei de oxigen. Aceste sisteme sunt eficiente, controlează mai bine mirosurile ce se degajă în timpul procesului de compostare, iar echipamentele necesită un spaţiu mult mai redus.

(8) În figura 9.28. se indică un exemplu de termocompostare cu biocontainere pentru 12.000 L.E:
a) nămol deshidratat din BNA cu aerare prelungită (2.500 t/an);
b) conţinut SV (substanţe volatile): 14 %;
c) volum maxim de nămol: 250 m^3/lună;
d) biocontainere: 30 m^3, 12 unităţi;
e) co–produse: resturi lemnoase, frunze, deşeuri verzi;
f) control mirosuri: biofiltru.

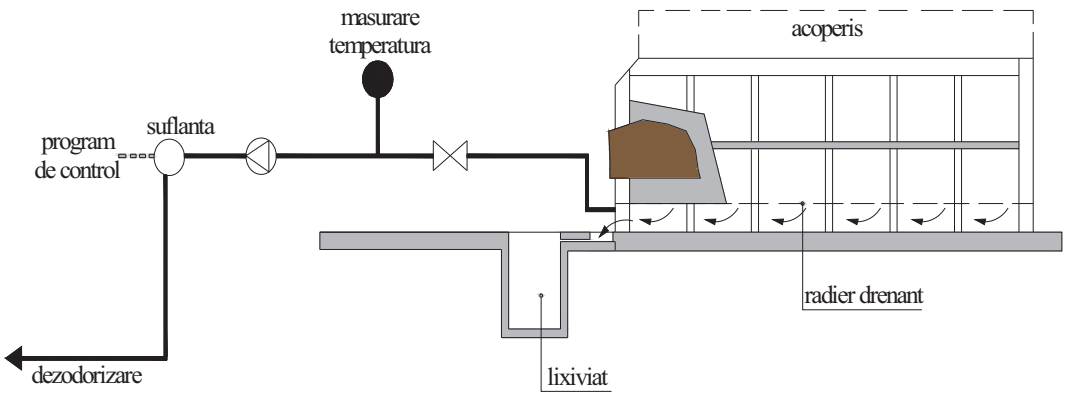


Figura 9.28. Schema compostare cu biocontainere.

9.9.2 Uscarea nămolurilor

(1) Uscarea nămolului se realizează prin evaporarea apei şi reducerea umidităţii la un conţinut de substanţă uscată superior la 35 – 40 %. Prin uscarea nămolului se reduc costurile de transport şi depozitare prin obţinerea unor volume de nămol reduse şi distrugerea agenţilor patogeni şi extinderea ariei de utilizare.

(2) Turtele uscate de nămol pot fi utilizate ca material fertilizator sau pentru îmbunătăţirea calităţii solului, pentru depozitarea prin împrăştierea pe pământ sau pentru incinerare.

(3) Tehnologia uscării realizează eliminarea prin evaporare a apei interstiţiale prezentă în nămoluri.

(4) Uscarea poate fi:
a) parţială: 10-30% umiditate;
b) totală: conţinut de apă 5-10%.

(5) Uscarea este aplicată nămolurilor deshidratate; deshidratarea fiind un proces mai puţin costisitor comparativ cu uscarea.

(6) Eliminarea apei interstiţiale a unui nămol, într-o etuvă la t ^{o}C = const. prezintă două faze (fig. 9.29):

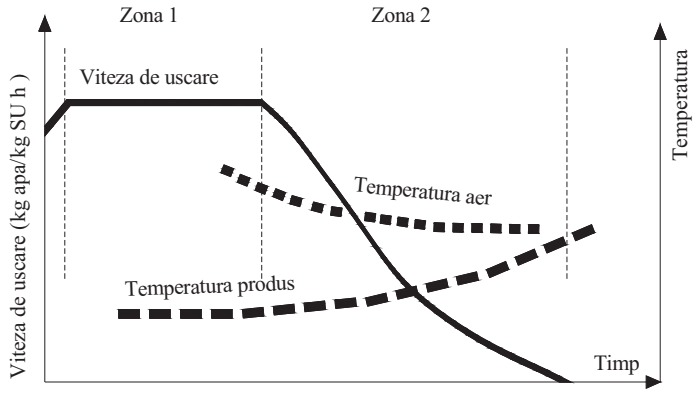


Figura 9.29. Fazele uscării nămolului.

(3) Diagrama pune în evidenţă:
a) faza de uscare rapidă la viteză constantă (zona 1) în timpul căreia presiunea parţială a lichidului care se evaporă la suprafaţa materialului este egală cu presiunea vaporilor la temperatura considerată; se produce o migrare a apei la suprafaţă şi se evacuează toată apa capilară;
b) faza de uscare lentă (zona 2) care corespunde unei variaţii a presiunii vaporilor în profunzime provocată de gradientul de temperatură de la suprafaţă spre adâncime.

(8) În materialele higroscopice unde umiditatea este dată esenţial de forţele de adsorbţie sau osmotice, uscarea este caracterizată de zona 2. Nămolurile din SE predeshidratate se încadrează în această categorie.

(9) Uscarea poate fi:
a) directă; nămolul se află în contact cu gazul de combustie;
b) indirectă; aportul caloric se realizează prin suprafaţe de schimb încălzite de vapori.

(10) Uscătoarele sunt dimensionate în funcţie de cantitatea de apă de evaporat.

(11) Schema tehnologică a unei instalaţii de uscare se prezintă în figura 9.30.

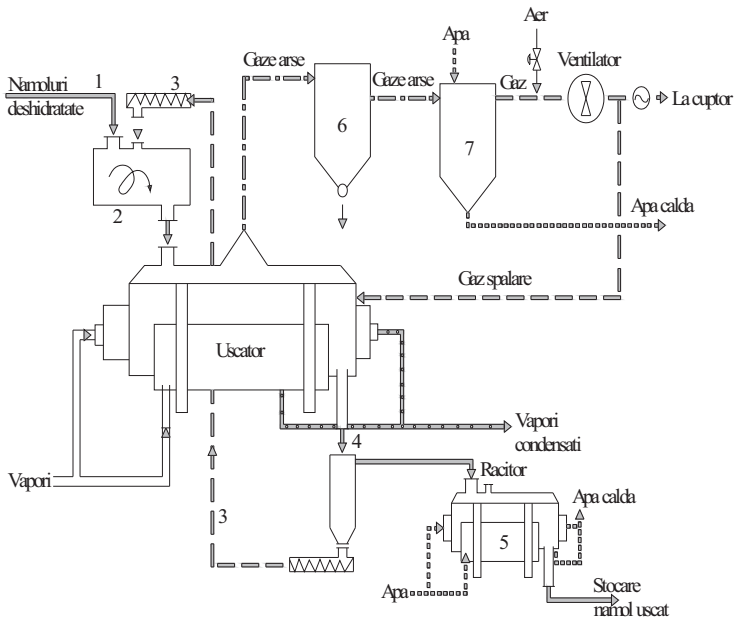


Figura 9.30. Schema instalaţie de uscare a nămolurilor.
1 – Nămol deshidratat influent; 2 – Sistem de amestec (şurub elicoidal); 3 – Nămol uscat recirculat pentru eliminare aderenţă; amestecul: 40-50% umiditate; 4 – Nămol uscat la 80-100 ^{o}C; 5 – Sistem de răcire cu apă; 6 – Ciclon de separare particule; 7 – Turn de condensare.

(12) Consumul de vapori: 1,3-1,5 kg/kg apă evaporat; 800-900 kcal/kg apă evaporat luând în consideraţie şi pierderile; rata de evaporare/ m^2 de suprafaţă globală încălzită:12-15kg apă/m^2 h.

9.9.2.1 Uscătoare rotative tubulare

(1) În figura 9.31 se prezintă schema tehnologică a uscării nămolului cu un uscător rotativ.

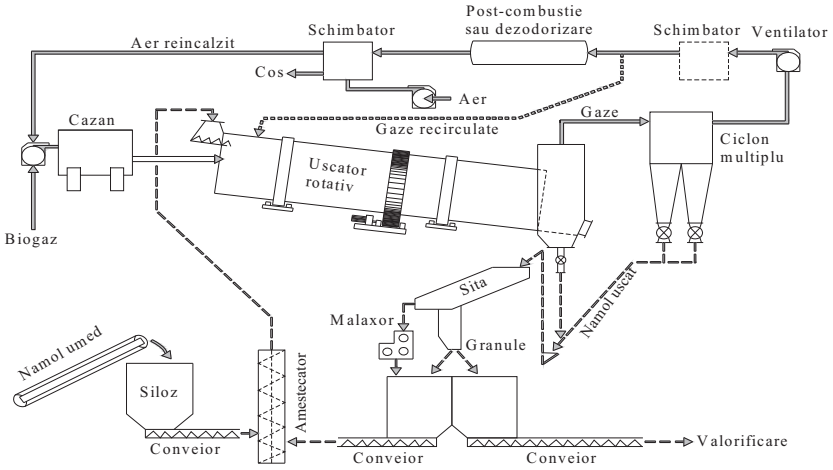


Figura 9.31. Schema tehnologică a uscării nămolului cu un cuptor rotativ co-curent.

(2) Aceste tipuri de uscătoare sunt cele mai utilizate în tehnica uscării nămolurilor din SE.

(3) Uscătoarele rotative sunt formate din:

a) cilindri rotativi (1– 2,5 m diametru L = 10 m) echipaţi cu sisteme care să asigure curgerea lentă a nămolului în timpul uscării;
b) alimentare cu gaze la 120 – 200 ^{o}C având praful eliminat în cicloane.

(4) Randamentul acestor utilaje asigură evaporarea a 4–5 t de apă pe oră la tamburi de 2–2,5 m diametru.

9.9.2.2 Bilanţul termic

(1) O instalaţie care consumă sau produce energie este reprezentată de un bilanţ de căldură guvernat de legile termodinamicii; bilanţul exprimă relaţiile între entalpiile influente şi cele efluente. Bilanţul poate fi utilizat pentru calculul consumului de energie sau de emisii induse de către sistem precum şi bilanţul de substanţe solide şi volatile.

(2) Entalpiile se definesc astfel:

a) entalpii influente:
   a.1) reacţii exoterme bazate pe oxidarea produşilor procesaţi (combustia materiilor organice din nămol);
   a.2) energiile recirculate din proces (în cazul incinerării, entalpia aerului încălzit);
   a.3) energia obţinută prin arderea combustibilului (cantitatea de combustibil/ h x valoarea calorică a combustibilului);
b) entalpii efluente:
   b.1) reacţii endoterme date de sistem: energia latentă eliminată prin evaporarea apei conţinute în nămol;

b.2) entalpie de la produşii reacţiei de descompunere a materiei influente în sistem; în cazul nămolurilor se referă la energiile obţinute prin supraîncălzirea apei evaporate şi a produşilor rezultaţi din combustia incompletă a nămolului;
b.3) entalpie de la produşii reacţiei de ardere a combustibililor utilizaţi în proces;
b.4) pierderile de energie ale sistemului; se utilizează ecuaţii clasice de transfer de căldură; pentru a simplifica lucrurile, aceste pierderi de energie (căldură) sunt acceptate la o valoare de 3% din suma entalpiilor efluente.

(3) Bilanţul se realizează printr-o serie de iteraţii admiţând:

a) temperatura efluentă minimă a sistemului;
b) cantitatea de oxigen liber din gazele evacuate de sistem (aer în exces).

(4) Se aplică în cazul proceselor de incinerare sau piroliză când temperatura minimă admisă este 850°C şi când concentraţia de oxigen liber este de 6% în gazele uscate (echivalentul a 3 – 3,5 % în gazele umede).

(5) Compoziţia medie a SO a nămolurilor urbane este dată în tabelul următor.

Tabelul 9.22. Compoziţia nămolurilor urbane în substanţe organice.

Tip nămol	C%	H%	O%	N%
N. proaspete	56-62	7,9-8,7	26,5-29	3,5-6,8
N. fermentate	53-59	7,2-8,5	28-31	3-7

(6) Puterea calorică specifică a nămolurilor: 4.500 – 6.000 kcal/kg SV.

(7) Bilanţul termic reprezintă suma:

a) termenilor pozitivi – cantitatea de căldură degajată de produsele combustibile şi aportul produselor de ardere;
b) termenilor negativi reprezentând cantitatea de căldură absorbită de produsele de combustie, evaporarea apei, cenuşi şi cuptor.

(8) Formula generală:

$$(P + F) + \gamma(PV_B + FV_F) \cdot C_A \cdot T_P = \tag{9.77}$$

$$= (PV_G + FV_C) \cdot C_F \cdot T_C + (\gamma - 1) \cdot (PV_B + FV_B) \cdot C_A \cdot T_C + \frac{1 - S}{S} \Delta H_{H_2O} + 0{,}05 \cdot (P + F)$$

unde:

P – PCS – puterea calorică specifică a nămolurilor;
F – aportul caloric în combustibil;

γ – coeficient de exces de aer (ardere stoichiometrică γ = 1);
V_B – capacitatea de combustie a nămolurilor;
V_F – capacitatea de combustie a combustibilului;
C_A – căldură specifică aer;
T_P – temperatura aerului de combustie;
V_G – puterea fumigenă a nămolurilor;
V_C – puterea fumigenă a combustibilului;
C_F – căldura specifică a gazelor arse;
T_C – temperatura gazelor arse la ieşirea din reactor;
S – gradul de uscare al nămolului;
ΔH_{H_2O}– diferenţa entalpiei apei între 20 ^oC şi T_C.

(9)Simplificat bilanţul energetic se poate sintetiza astfel:

(7) Căldura influentă:

$$CI = (M_{SV} x PCS) + [(EXA + V_{BV}) x\ 0{,}242\ x T_P] \quad (9.78)$$

(8) Căldura efluentă:

$$CE = \left[0{,}301\ x T_C x \left(M_{MS} + V_{BV} + M_{H_2O} + EXA\right)\right] + \left(M_{H_2O} x\ 586\right) \quad (9.79)$$

(9) Pierderile termice:

$$PT = 10^{[5+(C_N/k)^{1/2}]} \quad (9.80)$$

Dacă:

CI < CE + PT – necesar aport de combustibil exterior (9.81)

Dacă:

CI > CE + PT – sistem autotermic (9.82)

unde:

M_{SV} – masa substanţei volatile de incinerat kg SV/h;

PCS – puterea calorică specifică a SV (kcal/kg SV);

V_{BV} – capacitatea de combustie a SV în kg aer/h cf. expresiei:

$$V_{BV} = M_{SV} x \frac{PCS}{1000} x\ 1{,}405 \quad (9.83)$$

EXA – masa de aer în exces (kg aer/h)

$$EXA = \frac{\left(VGU + 1{,}244\ M_{H_2O}\right) \cdot T_{02}}{(0{,}209 - T_{02})} x\ 1{,}287 \quad (9.84)$$

T_{02} – conţinutul de oxigen în gazele umede (ex. 7%; T_{02} = 0,07)

VGU – volum gaze umede în N m^3/h;

$$VGU = V_{GV} x\ 0{,}76 \tag{9.85}$$

V_{GV} – puterea fumigenă a SV în kg gaze arse/h;

M_{MS} – masa SU de incinerat (kg SU/h);

M_{H_2O}– masa de apă de evaporat (kg/h);

C_N – sarcina nominală a cuptorului (kg/h);

k – coeficient (35 – patfluidizat, 26 – piroliză, 29 – cuptoare etajate de piroliză).

(10) Se precizează în manualele de specialitate:
a) Pentru diferite tipuri de unităţi de incinerare limita domeniului de evaporare se află între valorile 5.000 – 7.500 kJ/kg apă (1.200 – 1.800 kcal/kg).
b) Legislaţia europeană impune pentru gazele arse temperaturi de 700 – 900 ^oC şi un conţinut minim de oxigen care să asigure oxidarea totală a materiilor organice.

(11) Aceste exigenţe degradează bilanţul termic al unui cuptor şi analizele se extind asupra:
a) deshidratării prealabile a nămolurilor;
b) recuperării căldurii din gazele arse indiferent de încărcarea cu praf.

(12) Elemente componente ale unei tehnologii de uscare/incinerare (fig. 9.32)
a) Sistem alimentare cu nămol:
   a.1) bazin de stocare, compensare pentru reglarea debitelor influente;
   a.2) dotare opţională sistem de mărunţire, omogenizare.

Se utilizează: benzi rulante, conveiere cu şurub melcat, pompe de nămol.

b) Uscător/incinerator;
c) Sistem de ventilaţie:
   c.1) pentru gazul/aerul de uscare;
   c.2) pentru gazul/aerul de combustie;
   c.3) aer de fluidizare, de răcire;
   c.4) funcţionare subpresiune/depresiune.
d) Ansamblul de desprăfuire:
   d.1) sistemul ciclon pentru gazele parţial răcite
   d.2) sistemul umed cu pulverizare, venturi;
   d.3) sistemul electrostatic.
e) Evacuare cenuşi:
   e.1) sistemul uscat în containere închise;
   e.2) sistemul hidraulic prin pomparea suspensiei la concentraţii sub 200-300 g/dm^3;
   e.3) sistemul umidificat în containere deschise.

În figura 9.32 este prezentată schema tehnologiei de incinerare a nămolului.

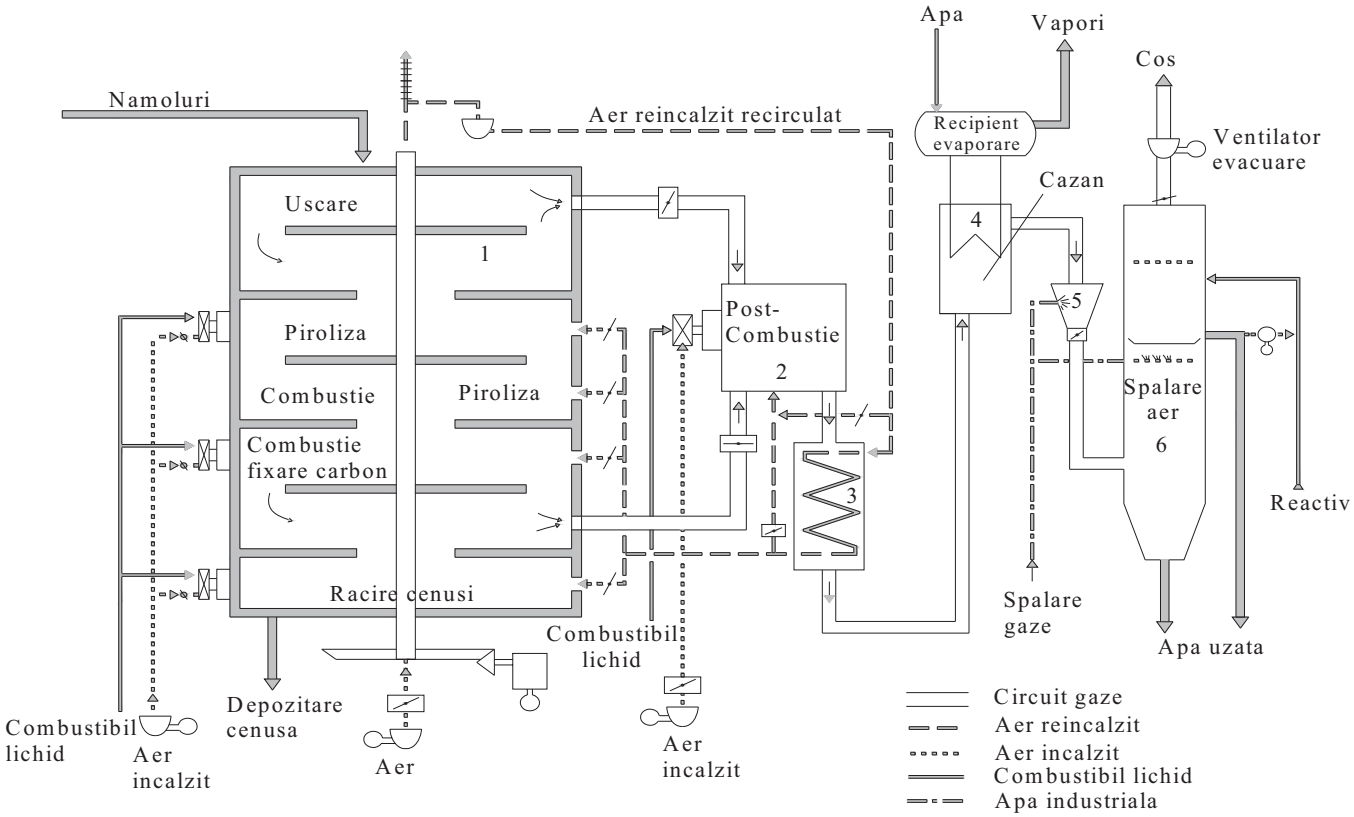


Figura 9.32. Schema tehnologiei de incinerare nămol.

1 – Cuptor etajat; 2 – Cameră postcombustie 750-900 ^{o}C; 3 – Schimbător termic gaze/aer; 4 – Cazan de recuperare-furnizează vapori la 15 bar şi asigură reducerea temperaturii gazelor la sub 300 ^{o}C; 5, 6 – Ansamblu de spălare gaze.

9.9.2.3 Alegerea soluţiei de uscare/ incinerare a nămolurilor din staţiile de epurare

9.9.2.3.1 Elemente generale

(1) Pentru fiecare staţie de epurare sau grupuri de staţii de epurare din cadrul unui Operator Regional se va elabora o strategie pe termen mediu şi lung privind procesarea şi valorificarea nămolurilor rezultate din staţie.

(2) Strategia de procesare şi valorificare a nămolurilor va fi dezvoltată pe baza următoarelor criterii specifice:

a) fiabilitate economică: costuri de investiţie, energie încorporată;
b) criterii tehnice: adoptarea celor mai bune soluţii;
c) criterii ecologice: influenţe minime asupra mediului.

(3) Strategia managementului nămolului va lua în consideraţie:

a) Capacitatea de implementare; baza strategiei va fi dată de condiţiile şi resursele locale cu posibilitatea de adaptare la condiţiile potenţiale; se vor include utilizarea infrastructurii şi resurselor existente pentru adoptarea uneia sau mai multor procese: utilizarea în agricultură direct sau prin producţie de compost şi/sau alte combinaţii cu agenţii economici: fabrici de ciment, combinate petrochimice, centrale termo-electrice;
b) Fiabilitatea; se obţine din combinarea unor opţiuni multiple: unele vor fi dezvoltate pe termen mediu, altele vor fi implementate pe termen lung; este necesară crearea condiţiilor pentru reorientarea viitoare, pe baza tendinţelor tehnologice şi modificării (completării) exigenţelor de mediu;
c) Impactul asupra mediului; nămolurile din SE vor fi considerate produse ale SEAU folosite ca materie primă în noi procese/produse;
d) Riscul asupra sănătăţii umane; este necesară conformarea la normele şi standardele naţionale şi europene pentru toată perioada de existenţă a proiectului;
e) Costurile sociale: costurile de investiţie şi cele operaţionale nu vor putea duce la creşterea semnificativă a tarifelor utilizatorilor sistemului de canalizare.

9.9.2.3.2 Mărimea SEAU

a) Pentru SE care deservesc N < 10.000 LE alegerea soluţiei de neutralizare a nămolurilor va lua în consideraţie utilizarea în agricultură direct sau prin biocompostare; se vor utiliza suprafeţele, zonele apropiate amplasamentului astfel încât costurile de transport nu vor trebui să depăşească 10% din costurile totale
b) Pentru SE care deservesc 200.000 LE - Se vor asigura nămoluri produse cu minim 35% SU.Opţiunile care vor fi luate în consideraţie sunt:
   b.1) utilizarea depozitelor ecologice regionale din zona amplasamentului SE cu utilizarea depozitelor regionale din zona amplasamentului SE pînă la termenul de conformare al acestora cu cerinţele ecologice (maxim anul 2020);
   b.2) dezvoltarea/implementarea progresivă (de la 25% la 100%) a unei tehnologii de uscare care să asigure 70-75% SU; se va avea în vedere capacitatea de preluare a depozitelor ecologice;
   b.3) implementarea într-o perioadă de 20-25 ani a unui sistem de incinerare combinat cu procesul de uscare şi cu asigurarea unei producţii de materiale de construcţii cu utilizarea materialului inert produs prin incinerare.
c) Pentru SE care deservesc 50.000-150.000 LE

Soluţia adoptată va avea la bază configuraţia situaţiei locale:

   c.1) existenţa unor condiţii favorabile pentru utilizarea în agricultură şi/sau producţia de biocompost;
   c.2) condiţionări impuse de preluarea la depozitele de deşeuri ecologice;
   c.3) situaţii favorizante: combinarea cu centrale termo-electrice, fabrici de prelucrare materiale lemnoase; acestea pot conduce la costuri de investiţie şi operaţionale competitive.

În tabelul 9.23 se prezintă în sinteză elementele care stau la baza alegerii scenariilor de valorificare a nămolurilor.

Tabelul 9.23. Scenarii de valorificare a nămolurilor provenite de la staţiile de epurare.

Nr. crt.	Scenariu	Aspecte operaţionale	Costuri	Avantaje	Dezavantaje/Restricţii	Costuri medii (€/tonă SU)
1.	Agricultură/ sivicultură direct sau biocompost	– transport – împrăştiere nămol – verificarea calităţii nămolului – verificarea calităţii solului – tehnologia de împrăştiere nămol – depozitare temporară	– transport – împrăştiere nămol – testare nămol-sol – investiţii privind tehnologia de împrăştiere	– Investiţii reduse – Depozitarea unor volume mari de nămol – Conduce la creşterea valorii terenurilor – Refacerea terenurilor degradate – Reducerea utilizării îngrăşămintelor chimice – Soluţie pe termen mediu	– Disponibilitatea terenului – Siguranţa redusă – Restricţii date de compoziţia solurilor (nutrienţi, metale) – Monitorizarea continuă a calităţii solurilor, nămolurilor şi produselor obţinute – Dependenţa sezonieră şi climatică – Efecte pe termen lung asupra solului şi apelor subterane – Dependenţa de tipul culturilor	≈ 100,0
2.	Depozitarea nămolului de epurare la depozite ecologice	– transportul la unul sau mai multe depozite de deşeuri	– deshidratare ≥ 35% SU – costuri operare instalaţie deshidratare – transport – depozitare	– Costuri de investiţie scăzute – Depozitarea unor volume mari de nămol – Costuri relativ scăzute de operare Posibilitatea utilizării imediate	– Directive viitoare de depozitare a deşeurilor – Dependenţa de capacitatea de depozitare – Reevaluare anuală – Reduce durata de operare a depozitului	≈ 25,0
3.	Uscare/ incinerare	– utilaje complexe şi sisteme de evitare risc poluare atmosferică – energie suplimentară	– cost instalaţie deshidratare/uscare – cost instalaţie de incinerare	– Soluţie pe termen lung – Siguranţa în proces – Reducerea cantităţilor de nămol – Recuperare energie – Reutilizarea cenuşii – Se pot elimina procesele de fermentare Recomendat managementul integrat cu deşeuri urbane	– Costuri de investiţie mari – Emisii în atmosferă: necesare tehnologii performante – Necesitate evaluare regională – Eficienţa energetică depinde de calitatea nămolului	70-100,0

9.9.2.3.3 Folosirea nămolurilor în agricultură

(1) Limitările aplicării procesului se datorează, uneori, compoziţiei neadecvate a nămolului (existenţa metalelor grele), a dificultăţilor de a găsi un teren potrivit la o distanţă nu prea mare de sursă.

(2) Dacă azotul din azotat este aplicat în cantităţi mai mari decât poate fi absorbit de plante, azotul în exces poate contamina apele subterane şi/sau de suprafaţă.

(3) Căile de pătrundere a azotului în sol sunt diverse. Procesele care afectează formele de azot din sol sunt mineralizarea, nitrificarea, denitrificarea, fixarea, adsorbţia, volatilizarea, schimbul de ioni, convecţia, dispersia şi preluarea de către plante.

(4) Mineralizarea (conversia azotului organic la amoniac) se produce la viteze variabile în funcţie de condiţiile de climă şi sol şi de natura materiei organice, iar nitrificarea (oxidarea amoniacului la azotat) se produce relativ repede în solurile acide când temperaturile sunt favorabile. Pe de altă parte denitrificarea (transformarea azotului din azotat în azot gazos) are loc în lipsa oxigenului şi când există sursă de carbon favorabilă desfăşurării activităţii biologice.

(5) Microorganismele utilizează o parte din azotul din sol pentru a sintetiza noi celule. Ionii de amoniu pot fi fixaţi de materia organică şi de argilele cu silicaţi fiind protejate de atacul biologic. Volatilizarea amoniacului poate fi importantă la solurile cu pH ridicat.

9.9.2.3.3.1 Norme tehnice privind protecţia mediului şi în special a solurilor, când se utilizează nămoluri de epurare în agricultură

(1) Aceste norme stabilesc condiţiile de valorificare a potenţialului agrochimic al nămolurilor provenite din epurarea apelor uzate, prevenirea şi micşorarea efectelor nocive asupra solurilor, apelor, vegetaţiei, animalelor, astfel încât să se asigure utilizarea corectă a acestora.

a) Concentraţia de metale grele în solurile pe care se aplică nămoluri, concentraţiile de metale grele din nămoluri şi cantităţile maxime anuale ale acestor metale grele care pot fi introduse în solurile cu destinaţie agricolă sunt prezentate în tabelele 9.24, 9.25 şi 9.26.
b) Utilizarea nămolurilor atunci când concentraţia unuia sau mai multor metale grele din sol depăşeşte valorile maxime stabilite în tabelul 9.24 este interzisă.
c) Pe terenurile agricole se pot împrăştia numai nămolurile al căror conţinut în elemente poluante nu depăşeşc valorile maxime prezentate în tabelul 9.25.
d) Cantităţile maxime admisibile de metale grele care pot fi aplicate pe sol pe unitatea de suprafaţă (ha) şi an sunt prezentate în tabelul 9.26.
e) Respectarea reglementărilor menţionate mai sus intră în atribuţiile autorităţilor competente la nivel teritorial, după cum urmează:
   e.1) autoritatea teritorială de mediu;
   e.2) autoritatea teritorială agricolă.
f) În atribuţiile acestora este întocmirea, anual, a unui raport de sinteză privind utilizarea nămolurilor în agricultură, cantităţile utilizate, pe tipuri şi caracteristici ale nămolurilor, tipurile de sol şi evoluţia caracteristicilor acestora, dificultăţile apărute.

Tabelul 9.24. Valorile maxime admisibile al concentraţiilor de metale grele în solurile pe carese aplică nămoluri (mg/kg SU într-o probă reprezentativă de sol cu un pH mai mare de 6,5)

Indicatorul	Valoarea maximă (C.M.A.) (mg/kg s.u)
Calciu	3
Cupru	100
Nichel	50
Plumb	50
Zinc	300
Mercur	1
Crom	100

Tabelul 9.25. Concentraţiile maxime admisibile de metale grele din nămolurile utilizate pentru fertilizare în agricultură (mg/kgSU).

Indicatorul	Valoarea maximă (mg/kg s.u)
Cadmiu	10
Cupru	500
Nichel	100
Plumb	300
Zinc	2.000
Mercur	5
Crom	500
Cobalt	50
Arsen	10
AOX (suma compuşilor halogenaţi)	500
HAP (hidrocarburi aromatice policiclice) – suma următoarelor substanţe: antracen, benzopiren, benzoantracen, benzofluorantren, benzoperilen, benzopiren, fluorantren, indeno (1,2,3) piren, naftalină, fenantren, piren	5
PCB (bifenoli policloruraţi) – suma compuşilor cu numerele 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180 conform Ordinului ministrului apelor pădurilor şi protecţiei mediului nr.756/1997 pentru aprobarea Reglementării privind evaluarea poluării mediului, cu modificările şi completările ulterioare	0,8

Tabelul 9.26. Valorile maxime pentru cantităţile anuale de metale grele care pot fiintroduse în terenurile agricole pe baza unei medii de 10 ani (kg/ha, an)

Indicatorul	Valoarea maximă (kg/ha,an)
Cadmiu	0,15
Cupru	12
Nichel	3
Plumb	15
Zinc	30
Mercur	0,1
Crom	12

(2) Legislaţia Uniunii Europene în domeniul utilizării agricole a nămolurilor poate fi sintetizată după cum urmează:

a) Directiva 91/271/EEC privind epurarea apelor uzate orăşeneşti stabileşte că „nămolul provenit din epurarea apelor uzate se va reutiliza ori de câte ori acest lucru este adecvat" şi „traseele către locul de stocare a nămolului se vor reduce la maximum pentru a reduce efectele negative asupra solului".
b) Directiva 86/278/EEC pentru protecţia mediului şi în special a solurilor, în cazul utilizării agricole a nămolurilor. Aceasta stă la baza controlului calităţii nămolurilor şi solurilor şi limitează aceste utilizări la situaţiile când se pot asigura avantaje economice pentru culturi.
c) Directiva 91/676/EEC privind protecţia apelor împotriva poluării cu nitraţi din surseagricole – stabileşte controlul asupra răspândirii nămolurilor în zone cu tendinţe de eutrofizare sau poluare cu azotaţi prin indicarea unor zone maxime de azot.-
d) Directiva cadru privind deşeurile nr. 2006/12/EEC – stabileşte prioritatea acţiunilor întreprinse cu privire la reziduurile solide:
   d.1) evitarea şi minimizarea generării de reziduuri;
   d.2) reciclarea reziduurilor;
   d.3) incinerarea reziduurilor (cu recuperarea de căldură);
   d.4) stocarea reziduurilor pe sol.

(3) Directiva stocării reziduurilor pe sol stabileşte limitele maxime ale conţinutului de materie organică ce se poate stoca pe soluri.

(4) Conform Directivei 86/278/EEC la utilizarea nămolurilor în agricultură se vor urmări:

a) nu se admite împrăştierea nămolului când pH-ul solului este sub valoarea 5; limitele pentru metale în soluri depind de pH-ul solului;
b) nămolul se utilizează numai pentru a satisface cerinţele de nutrienţi (N şi P) ale culturilor;
c) nu se recomandă utilizarea nămolurilor pe câmp când există risc de poluare a apelor subterane;
d) pentru diversele metode de aplicare a nămolului sunt necesare metode adecvate de prelucrare a acestuia;
e) se precizează restricţiile în privinţa recoltării culturilor fertilizate cu nămol;
f) se specifică interdicţii de utilizare a nămolului la anumite culturi.

(5) Limitele concentraţiilor pentru anumite substanţe chimice care se pot acumula în sol, în funcţie de valoarea pH a solului sunt prezentate în tabelul 9.27.

Tabelul 9.27. Limitele concentraţiilor pentru anumite substanţe chimice care se pot acumula în sol conform Directivei 86/278/EEC.

	Valori limită în nămol (mg/kg SU)	**Valori limită în sol (86/278/EEC)**	
	Directiva 86/278/EEC	**Sol (mg/kg)**	**Indice de aplicare (kg/ha.an)**
Cd	20 – 40	1 – 3	0,15
Cu	1000 – 1750	50 – 140	12
Hg	16 – 25	1 – 1,5	0,1
Ni	300 – 400	30 – 75	3
Pb	750 – 1200	50 – 300	15
Zn	2500 – 4000	150 – 300	30

(6) Prin utilizarea nutrienţilor din nămol principalul beneficiu este reducerea sau eliminarea consumului de îngrăşăminte chimice.

(7) Nămolul prelucrat, transportat la amplasamentul destinat, trebuie încorporat în sol (arătură) imediat pentru a reduce la maximum efectele mirosurilor.

(9) Factorul limitativ al utilizării agricole a nămolului este aportul de azot.

Directiva nitraţi 91/676/CEE prevede un conţinut în azot în îngrăsământ utilizat de pînă la 150 kg/ha/an, rezultă un indice de aplicare a nămolului de 5 t S.U./ha.

(10) Aplicarea anuală a acestui volum va conduce la o acumulare excesivă de azot şi fosfor în sol; în consecinţă se prevede ca aplicarea de nămol să se facă o dată la patru ani. Pe acestă bază se poate calcula volumul de nămol posibil de absorbit prin valorificarea pe terenuri agricole.

B: EXECUŢIA SISTEMELOR DE CANALIZARE

1. Materiale utilizate în realizarea lucrărilor de canalizare

(1) Pentru fundamentarea alegerii materialelor utilizate, proiectantul sistemului de canalizare trebuie să prezinte o analiză tehnico-economică privind utilizarea a cel puţin două tipuri de materiale. Analiza tehnico-economică trebuie să se refere la următoarele aspecte: durabilitate, cheltuieli de investiţie, cheltuieli de exploatare, siguranţă în exploatare şi numărul estimat de avarii în timp, durata de reparare a avariilor.

(2) Materialele utilizate în realizarea construcţiilor şi instalaţiilor unui sistem de canalizare vor trebui să îndeplinească anumite criterii generale, valabile, evident, funcţie de rolul şi importanţa construcţiei sau instalaţiei, de domeniul de utilizare, de caracterul temporar sau permanent al lucrării, etc.

(3) Deoarece utilizarea materialelor este legată în general de prezenţa apei uzate, ele trebuie să îndeplinească următoarele criterii:

a) să fie rezistente la acţiunea corozivă şi hidratantă a apei;
b) să asigure o foarte bună etanşeitate a elementelor executate pentru evitarea exfiltraţiilor şi/sau a infiltraţiilor;
c) să aibă rezistenţele mecanice cerute de domeniul de utilizare;
d) să aibă rugozitate mică în scopul limitării pierderilor de sarcină distribuite;
e) să aibă o fiabilitate cât mai mare, care să depăşească, de regulă, duratele de serviciu normate (în conformitate cu reglementările legale în vigoare privind amortizarea capitalului imobilizat în active corporale şi necorporale, referitoare la aceste durate);
f) să fie rezistente la acţiunea diferiţilor factori externi funcţie de domeniul lor de utilizare, (temperatura apei şi a aerului, sarcini mecanice interioare şi exterioare, acţiunea agresivă a pământului, curenţi electrici vagabonzi, etc.) şi să nu se deformeze permanent sub acţiunea acestora;
g) să nu se dizolve în contact cu apa uzată sau nămolul şi să nu fie dăunătoare pentru microorganismele care realizează epurarea;
h) să nu prezinte pericol de orice natură pentru persoanele cu care vin în contact, care le manevrează şi utilizează;
i) să aibă un cost redus;
j) să nu necesite cheltuieli de investiţie şi exploatare mari;
k) să fie uşor de pus în operă, depozitate şi manevrate;
l) să permită montare şi demontare uşoară (cazul conductelor, pieselor speciale, armăturilor, etc.);
m) să permită realizarea unor îmbinări etanşe (cazul conductelor, de exemplu);
n) să reziste alternanţelor de umiditate, de temperatură şi de îngheţ-dezgheţ, dacă lucrează în medii şi domenii în care pot avea loc astfel de alternanţe;
o) să corespundă cerinţelor beneficiarilor şi caietelor de sarcini întocmite de către proiectanţi şi reţetelor de preparare indicate de proiectant şi realizate de constructor (pentru betoane, mortare, tencuieli, etc.);
p) să aibă un volum, greutate şi dimensiuni care să permită transportul lor pe drumurile publice;
q) să-şi păstreze calităţile, caracteristicile şi proprietăţile în cazul depozitării corespunzătoare pe durata de garanţie a fabricantului;

r) să fie disponibile persoane calificate pentru execuţie şi exploatare;
s) materialele/produsele pentru construcţii să respecte legislaţia specifică, în vigoare, privind introducerea pe piaţă a produselor pentru construcţii ;

(3) Gama de materiale necesare pentru realizarea sistemelor de canalizare este foarte diversificată, funcţie de domeniile în care sunt utilizate. Astfel, diversele materiale de construcţii şi instalaţii pot fi utilizate pentru:

a) transportul lichidelor (ape uzate, nămoluri cu diferite umidităţi, soluţii de reactivi, etc.) în conducte sub presiune sau în canale cu nivel liber;
b) instalaţii de pompare (conducte de aspiraţie, de refulare, piese speciale, armături, ş.a.);
c) realizarea construcţiilor din cărămidă, beton simplu, beton armat, beton precomprimat, etc.;
d) etanşări.

(4) Dintre materialele utilizate curent în realizarea sistemelor de canalizare se evidenţiază următoarele:

a) nisip, pietriş, ciment, apă şi aditivi pentru prepararea mortarelor şi betoanelor;
b) armături din oţel beton laminat la cald şi panouri de plase sudate ;
c) cauciuc, carton asfaltat, folii din material plastic, răşini epoxidice, ş.a. pentru etanşări şi protecţii;
d) oţel, fontă, polietilenă, polipropilenă, poliester armat cu fibră de sticlă (PAFS), tuburi din beton armat centrifugat (tuburi PREMO), PVC, oţel inoxidabil, ş.a., pentru conducte, canale, cămine de vizitare prefabricate, cuve pentru instalaţii mici de pompare şi instalaţii compacte de epurare, etc.

(5) Având în vedere lipsa datelor de exploatare privind comportamentul în timp al materialelor plastice utilizate la realizarea sistemelor de canalizare, se impune prezentarea de garanţii privind calitatea acestor materiale plastice. Astfel, furnizorul de conducte, canale, cămine de vizitare prefabricate, cuve, etc., executate din materiale plastice, va trebui să prezinte documente de încercări, potrivit legislaţiei în vigoare.

(6) De asemenea, ţinând cont de experienţele negative referitoare la utilizarea tuburilor din beton armat precomprimat (toleranţe diferite de la producător la producător, calitate slabă, neîndeplinirea condiţiilor de rezistenţă la acţiunea chimică a apelor uzate transportate), se impune încercarea la presiune a tuturor tuburilor, tub cu tub, pe standul fabricii producătoare şi în prezenţa beneficiarului. Se evită în acest mod apariţia cheltuielilor suplimentare care pot apărea pentru înlocuirea acelor tuburi care nu rezistă la proba de presiune efectuată pe şantier.

2. Execuţia lucrărilor reţelei de canalizare

2.1 Consideraţii generale privind organizarea execuţiei lucrărilor de canalizare

(1) Organizarea execuţiei lucrărilor de canalizare cuprinde complexul de măsuri prin care se asigură realizarea acestora în conformitate cu proiectele respective, în limita valorilor şi termenelor planificate.

(2) Principalele obiective urmărite de antreprenor pentru o organizare raţională a execuţiei lucrărilor sunt:

a) realizarea lucrărilor la termenele stabilite prin graficul de execuţie;
b) îmbunătăţirea calităţii lucrărilor executate;
c) nedepăşirea costului de execuţie a lucrărilor faţă de prevederile din devizul ofertă;
d) reducerea termenului de execuţie;
e) ridicarea productivităţii muncii şi a gradului de folosire a utilajelor;
f) adoptarea unor tehnologii de execuţie caracterizate printr-un procent maxim de mecanizare.

2.2Trasarea lucrărilor pe teren şi pregătirea traseului

2.2.1 Trasarea canalului

Se execută ţinând seama de:

a) prevederile documentaţiei tehnice (proiectul de execuţie);
b) nivelmentul reperelor permanente, efectuat cu precizia stabilită prin proiect;
c) prevederea de-a lungul traseului a unor repere provizorii, pentru execuţie, legate de reperele definitive;
d) materializarea axelor de trasare şi a unghiurilor, fixate şi legate de obiecte permanente, existente pe teren (clădiri, construcţii etc.) sau de stâlpii montaţi pe traseu în acest scop;
e) intersecţiile traseului canalului cu traseele construcţiilor şi reţelelor subterane existente, ce vor fi marcate la suprafaţa terenului, prin semne speciale.

2.2.2 Desfacerea pavajelor

(1) Pavajele se desfac pe o lăţime suficientă pentru desfăşurarea lucrărilor în conformitate cu prevederile proiectului. Materialele rezultate din desfacerea pavajelor se depozitează pe trotuare sau pe o parte a tranşeei, pe cealaltă parte păstrându-se loc pentru pământul din săpătură.

2.2.3 Execuţia săpăturilor

(1) Lucrările de săpătură a tranşeelor şi a gropilor de fundaţii se execută în conformitate cu prevederile proiectului. Lucrările se atacă întotdeauna din aval spre amonte. Metodele de execuţie a săpăturilor sunt determinate de volumul lucrărilor, de caracteristicile solului, precum şi de adâncimea şi forma tranşeelor. Tranşeele pentru montarea canalelor se execută cu pereţi verticali sau în taluz, în funcţie de natura solului şi de spaţiul disponibil pentru execuţia săpăturii.

(2) Pământul rezultat din săpătură se depozitează pe o singură parte, lăsându-se o banchetă de siguranţă de 50 cm. Săpătura se adânceşte în mod potrivit în dreptul îmbinărilor dintre tuburi pentru a permite execuţia etanşeităţii îmbinării şi a se evita rezemarea tubului numai pe mufe.

Pe toată durata execuţiei lucrărilor, excedentul de pământ se poate depozita lateral tranşeii, astfel încât să se asigure accesul autovehiculelor salvării , pompierilor, după caz.

(3) Pentru circulaţia pietonilor peste tranşei se prevăd la distanţe de 30 ... 50 m podeţe (pasarele) de acces dotate cu balustrade de protecţie.

(4) Depozitarea pământului rezultat din săpătură în lungul tranşeii va avea în vedere şi asigurarea scurgerii apelor din precipitaţii astfel încât să se evite inundarea săpăturilor sau terenurilor învecinate.

2.2.4 Sprijinirea tranşeelor

(1) Execuţia săpăturilor tranşeelor cu pereţi verticali se face cu sprijinirea pereţilor. Pentru adâncimi de săpătură mai mari de 5,0 m, sprijinirea traseului se va face pe baza unui proiect de sprijiniri.

(2) Sprijinirea malurilor se face cu ajutorul dulapilor şi bilelor din lemn de brad sau al elementelor metalice pentru sprijinire, în aşa fel încât să se obţină o siguranţă suficientă pentru lucrările de montaj şi o execuţie uşoară a lucrărilor în interiorul tranşeei.

2.2.5 Epuismente

(1) Problema epuizării apei subterane din săpătură poate constitui un factor determinant în alegerea metodei de execuţie a lucrărilor de canalizare şi a adoptării materialelor adecvate pentru asigurarea realizării unor lucrări corespunzătoare.

(2) Factorii principali care determină metodele şi mijloacele de epuizare a apelor din săpături sunt:

a) mărimea debitelor infiltrate;
b) nivelul maxim al pânzei freatice faţă de fundul săpăturii.

(3) Metodele folosite pentru epuizarea apelor din săpături se stabilesc şi în funcţie de consistenţa şi permeabilitatea terenurilor în care s-a executat săpătura.

În cazul în care apare pericolul de antrenare a materialelor fine se foloseşte metoda puţurilor forate filtrante sau a incintelor epuizate prin baterii de filtre aciculare.

(4) Puţurile filtrante se realizează, de obicei, prin introducerea unor coloane de foraj cu adâncimea de 7-20 m şi Φ 300-600 mm, în interiorul cărora se amplasează o a doua coloană de Φ 100-150 mm. Înainte de a începe săpătura la tranşee, se execută, pe laturile ei, puţuri forate la o anumită distanţă unul de altul, de obicei 3-7 m şi aşezate în plan în poziţie de şah. La adâncimi mai mici decât 6-7 m ale nivelului hidrodinamic maxim, extragerea apei se poate face cu pompe cu ax orizontal, printr-un sorb, iar în cazul adâncimilor peste 6-7 m, extragerea apei se face cu pompe submersibile.

(5) Instalaţia de filtre aciculare se compune în principal din:

a) două pompe speciale autoamorsante care asigură pomparea concomitentă a apei şi a aerului din porii pământului;
b) colectorul metalic la care se racordează filtrele aciculare prin intermediul unor manşoane flexibile de cauciuc;
c) filtrele aciculare propriu-zise sunt realizate din ţevi metalice verticale de câte 1 m lungime şi circa 50 mm diametru, asamblate cu filet pentru a forma ţevi cu lungimea de înfigere necesară.

2.2.6 Pozarea tuburilor şi execuţia colectoarelor

(1) Metodele de montare a tuburilor prefabricate se aleg în funcţie de dimensiunile şi de greutatea tuburilor. Înainte de introducerea tuburilor în tranşee, se face o verificare şi eventual se corectează fundul săpăturii. Coborârea tuburilor în tranşe se face manual pentru tuburile cu greutăţi reduse, iar atunci când greutatea lor este mai mare se folosesc trepiede cu macara diferenţială sau macarale mobile, pe pneuri sau şenile.

(2) După coborârea tuburilor în tranşee se realizează îmbinarea lor unul după altul, precum şi etanşarea corespunzătoare. Tuburile se montează pe pat de nisip pregătit conform prevederilor caietului de sarcini.

(3) La pozarea tuburilor, pentru diferite adâncimi, se vor respecta indicaţiile proiectantului (pe baza calculelor statice efectuate) şi ale producătorului materialului.

2.2.7 Execuţia umpluturilor

(1) Umplerea tranşeelor se face cu pământul rezultat din săpătură, după un control de nivelment şi verificarea calităţii execuţiei lucrării. Pe tuburi se aşează numai pământ afânat, eventual cernut, eliminându-se bolovanii mari sau resturi din beton sau din alte materiale dure. Pământul afânat se aşează în straturi care se compactează separat cu o deosebită îngrijire.

(2) Umpluturile se execută manual, în straturi de 10-15 cm pe primii 0,30 m deasupra tubului. Fiecare strat se compactează separat cu maiul de mână sau cu maiul "broască". Restul umpluturii se face în straturi de câte 20-30 cm grosime, de asemenea, bine compactate, până la suprafaţa terenului, urmărindu-se realizarea unui grad de compactare Proctor de minimum 97%, în conformitate cu prevederile tehnice legale în vigoare.

(3) Se interzice îngroparea în umplutură a lemnului provenit din cofraje, sprijiniri, etc.

3. Execuţia lucrărilor staţiei de epurare

3.1 Lucrări de organizare

(1) Aceste lucrări sunt premergătoare execuţiei şi au drept scop asigurarea condiţiilor pentru realizarea eficientă şi de calitate a lucrărilor. Elementele principale ale organizării sunt:

a) amenajarea terenului;
b) identificarea instalaţiilor subterane existente;
c) marcarea şi delimitarea suprafeţei ce va fi ocupată de şantier;
d) asigurarea căilor de acces pentru utilajele şi mijloacele necesare transportului;
e) verificarea materialelor şi echipamentelor de lucru;
f) asigurarea cu dotări de protecţia muncii şi de prevenire a incendiilor;
g) asigurarea cu reţelele de utilităţi necesare (apă, electricitate, etc.).

3.2 Amenajarea terenului pentru staţia de epurare

(1) Înainte de introducerea utilajelor la frontul de lucru, este necesară o recunoaştere a terenului, în ceea ce priveşte:

a) categoria terenului în care se va săpa;
b) identificarea reţelelor subterane de apă, gaze, petrol, electricitate, telefoane, etc.;
c) dimensiunile săpăturii de executat (adâncime, gabarit lateral de depozitare a pământului din săpătură);
d) traseul de acces al utilajelor şi mijloacelor de transport;
e) condiţii de scurgere a apelor de ploaie;
f) doborârea arborilor şi defrişarea arbuştilor;
g) existenţa reţelelor aeriene de electricitate în ampriza săpăturii.

3.3Trasarea poziţiei staţiei de epurare

(1) Materializarea poziţiei staţiei, se realizează prin operaţiuni de trasare, care trebuie să fixeze poziţia viitoarei staţii şi a racordurilor de intrare ape uzate menajere şi de ieşire ape epurate, gaze, electricitate, apă potabilă, etc.).

3.4Execuţia lucrărilor de construcţii pentru staţia de epurare

(1) La execuţia săpăturilor pentru fundaţii trebuie să aibă în vedere următoarele:

a) menţinerea echilibrului natural al terenului în jurul gropii de fundaţie după începerea săpăturilor;
b) în terenurile sensibile, la umezire, săpătura se va opri cu 20-30 cm mai sus decât cota finală, în cazul când turnarea betonului nu se face imediat.
c) Necesitatea sprijinirilor săpăturilor este în funcţie de:
d) adâncimea săpăturii;
e) natura, omogenitatea, stratificaţia, coeziunea terenului, prezenţa apei subterane, etc.

(2) În aceeaşi incintă, în faza iniţială, se atacă lucrările fundate la adâncimea cea mai mare, pentru a nu afecta ulterior terenul de fundare al viitoarelor lucrări învecinate.

(3) Săpăturile cu lungimi mari vor avea fundul săpăturii înclinat spre unul sau mai multe puncte, pentru asigurarea colectării şi evacuării apelor pluviale sau de infiltraţie.

(4) Lucrările de epuismente nu trebuie să producă afuieri sub construcţiile învecinate din zonă.

(5) Pentru evitarea adâncirii ulterioare a gropii, care ar conduce la modificarea cotelor de fundare, se recomandă turnarea imediată a unui strat de beton de egalizare la nivelul inferior al săpăturii.

3.4.1 Săpături deasupra nivelului apelor subterane

(1) Săpături cu pereţi verticali nesprijiniţi se pot executa până la adâncimi de:

a) 0,75 m în cazul terenurilor necoezive sau/şi slab coezive;
b) 1,50 m în cazul terenurilor cu coeziune medie;
c) 2,00 m în cazul terenurilor cu coeziune mare aflate deasupra nivelului apelor subterane.

(2) Săpături cu pereţi verticali sprijiniţi, se utilizează în următoarele cazuri:

a) adâncimea săpăturii depăşeşte valorile limită de la săpături cu pereţi verticali nesprijiniţi;
b) nu este suficient spaţiu lateral pentru realizarea săpăturii în taluz;
c) când în urma unui calcul economic săpătura sprijinită este mai avantajoasă decât cea taluzată.

(3) Alegerea şi dimensionarea sistemului de sprijinire se face pe baza datelor din studiile geotehnice şi hidrogeologice.

(4) Săpături cu pereţi în taluz, se pot executa în orice teren, cu respectarea următoarelor condiţii:

a) pământul are o umiditate naturală între 12-18%;
b) săpătura nu stă deschisă mult timp;

c) nivelul maxim al apei subterane este sub cota de fundare;
d) panta taluzului săpăturii să nu depăşească valorile maxime din tabelul 3.1:

Tabelul 3.4.1.1. Panta taluzului săpăturii

Natura terenului	Adâncimea săpăturii (h)	
	până la 3m	peste 3m
	tg α = h/b	
Nisip pietros	1:1,25	1:1,50
Nisip argilos	1:0,67	1:1
Argilă nisipoasă	1:0,67	1:0,75
Loess	1:0,50	1:0,67
	1:0,50	1:0,75

unde:
b - este proiecţia pe orizontală a taluzului săpăturii;

h - este adâncimea săpăturii;

α - unghiul pe care îl face taluzul săpăturii cu orizontala.

3.4.2 Săpături sub nivelul apelor subterane

(1) În cazul săpăturilor adânci, care se execută sub nivelul apei subterane, îndepărtarea apei se poate face prin:

a) epuismente directe, prin colectarea apei de infiltraţie într-o başă şi evacuarea prin pompare a acesteia în exteriorul gropii de fundaţie;
b) epuismente indirecte, prin utilizarea filtrelor aciculare sau a puţurilor forate dispuse perimetral, la distanţele rezultate din calcule.

(2) Sprijinirea pereţilor săpăturii se poate face cu: palplanşe metalice, ecrane impermeabile din pereţi mulaţi din beton, turnaţi în teren.

(3) În cazul sprijinirii cu palplanşe, se vor lua următoarele măsuri:

a) ghidarea acestora în tot timpul înfigerii în teren;
b) lungimea palplanşei va fi egală cu adâncimea gropii plus fişa acesteia.

(4) Înfingerea palplanşelor se va face prin vibrare, în pământuri necoezive şi batere, în pământuri coezive, sau prin combinarea celor două metode.

3.4.3 Epuismente directe

(1) Pe măsură ce cota săpăturii coboară sub nivelul apei subterane, excavaţiile se protejează prin intermediul unor reţele de şanţuri de drenaj, care captează apa şi o dirijează spre puţurile (başele) de colectare de unde este evacuată prin pompare.

(2) În başa de aspiraţie a pompei, în jurul sorbului, se amenajează un filtru invers cu rolul de a limita influenţa aspiraţiei asupra stabilităţii straturilor de pământ, micşorând viteza de mişcare a apei

subterane spre başă sub valoarea vitezei limită de antrenare a particulelor fine care alcătuiesc aceste straturi.

(3) Şanţurile se adâncesc pe măsura avansării săpăturii, ele având adâncimea între 0,4-0,8 m în funcţie de caracteristicile pământului. Puţurile colectoare (başele) vor avea adâncimea de cel puţin 1,0 m sub cota fundului săpăturii.

3.4.4 Epuismente indirecte

(1) Se execută cu ajutorul puţurilor filtrante, sau al filtrelor aciculare. Acestea se aşează în afara conturului excavaţiei, pe unul sau mai multe rânduri. Ele pot coborî temporar, pe durata execuţiei, nivelul apei subterane cu 4-5 m. Dacă nivelul apelor subterane necesar a fi coborât este mai mare de 4-5 m, filtrele se aşează etajat şi decalat în plan pe două sau mai multe fronturi.

(2) Puţurile de epuisment 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 execuţia "la uscat" a construcţiei. Între coloana de lucru şi coloana cu fante, se introduce material filtrant granular (după regula filtrului invers) cu nisip spre exterior şi pietriş mărgăritar la contactul cu coloana şliţuită.

(3) Filtrele aciculare sunt puţuri cu diametrul mic (Φ 7,5-10,0 cm), care se înfig de obicei cu jet de apă. Filtrele se racordează la staţii de pompare cu vacuum. În condiţii normale se pot realiza depresionări de 4-5 m, la o treaptă de filtrare, distanţa între filtre fiind de 1-5 m.

3.4.5 Umpluturi

(1) Umpluturile se vor executa, de regulă, cu pământ rezultat din lucrările de săpătură. Se pot utiliza, pentru umpluturi, de asemenea, zguri, reziduuri din exploatări miniere etc., cu condiţia prealabilă de a fi studiată posibilitatea de compactare şi acţiunea chimică asupra elementelor de construcţie în contact cu umplutura.

3.4.6 Cofraje şi susţineri

(1) Cofrajele şi susţinerile pentru aceste lucrări speciale, vor respecta prevederile normativului NE 012/2:

Asigurarea conformităţii cu proiectul în ceea ce priveste poziţia, forma si dimensiunile volumului cofrat, rezistenţa, stabilitatea si indeformabilitatea, precum si integritatea secţiunii din beton, se realizează prin:

a) utilizarea materialelor adecvate pentru cofraj;
b) realizarea corespunzătoare a susţinerilor si legăturilor;
c) realizarea etanseităţii;
d) aplicarea agenţilor de decofrare corespunzători;
e) stabilirea si aplicarea corespunzătoare a modalităţilor si a etapelor de decofrare.

(2) Materialele pentru confecţionarea cofrajelor sunt, de regulă, lemn (cherestea), produse pe bază de lemn, metal sau produse pe bază de materiale sintetice.

(3) Agenţii de decofrare sunt produse aplicate pe suprafaţa cofrajelor, care vin în contact cu betonul, pentru a reduce aderenţa între betonul întărit şi cofraje, astfel ca la decofrare să nu se deterioreze suprafaţa betonului.

Agenţii de decofrare trebuie să îndeplinească următoarele condiţii:

a) să nu păteze betonul si să nu împiedice aderenţa ulterioară a materialelor aplicate pe suprafaţa respectivă a betonului (tencuieli, adezivi pentru placaje etc.);

b) să nu afecteze negativ betonul, armătura si materialul din care este alcătuit cofrajul, dar nici mediul înconjurător;

c) să-si păstreze neschimbate proprietăţile funcţionale în condiţiile climatice de executare a lucrărilor;

d) să se aplice usor si să se poată verifica aplicarea lor corectă.

(4) Montarea cofrajelor cuprinde următoarele:

a) executarea esafodajelor, dacă este cazul;

b) asezarea cofrajelor la poziţie, conform trasării de detaliu;

c) definitivarea poziţiei în plan si pe verticală, îmbinarea între panouri, dacă este cazul, si fixarea cofrajelor;

d) verificarea si recepţia cofrajelor.

3.4.7 Armături

Oţelurile trebuie să aibă ca referinţă cerinţele şi criteriile de performanţă prevăzute în reglementările tehnice specifice din domeniul construcţiilor, aplicabile, în vigoare. Se utilizează ca armături de rezistenţă sau constructive, produse din oţel cu suprafaţa netedă, cu nervuri sau amprente, livrate ca produse finite sub formă de: bare, colaci (bobine) sau produse derulate din oţel beton laminat la cald şi panouri de plase sudate fabricate în uzină, pe maşini; sârme laminate la rece.

3.4.8 Betoane

(1) În conformitate cu prevederile normativului NE 012/2, pentru lucrările de construcţii cu caracter specific (construcţii inginereşti–canale, rezervoare, etc), se vor aplica şi prevederile reglementărilor tehnice din domeniul respectiv, precum si prevederile caietelor de sarcini întocmite de proiectant, după caz.

(2) Betonul se prepară în staţiile de betoane, cu respectarea reglementărilor tehnice specifice, aplicabile, în vigoare.

(3) La turnarea betonului trebuie respectate următoarele reguli generale:

a) cofrajele din lemn, betonul vechi sau zidăriile - care sunt în contact cu betonul proaspăt - trebuie să fie udate cu apă atât cu 2…3 ore înainte cât şi imediat înainte de turnarea betonului, dar apa rămasă în denivelări trebuie să fie înlăturată;

b) descărcarea betonului din mijlocul de transport, se face în bene, pompe, benzi transportoare, jgheaburi sau direct în cofraj;

c) refuzarea betonului adus la locul de turnare si interzicerea punerii lui în operă, în condiţiile în care nu se încadrează în limitele de consistenţă prevăzute sau prezintă segregări; se admite îmbunătăţirea consistenţei numai prin utilizarea unui aditiv superplastifiant cu respectarea prevederilor aplicabile din NE 012-1;

d) înălţimea de cădere liberă a betonului nu trebuie să fie mai mare de 3,0 m în cazul elementelor cu lăţime de maximum 1,0 m si 1,5 m în celelalte cazuri, inclusiv elemente de suprafaţă (plăci, fundaţii etc.);

e) turnarea betonului în elemente cofrate pe înălţimi mai mari de 3,0 m se face prin ferestre laterale sau prin intermediul unui furtun sau tub (alcătuit din tronsoane de formă tronconică), având capătul inferior situat la maximum 1,5 m de zona care se betonează;

f) răspândirea uniformă a betonului în lungul elementului, urmărindu-se realizarea de straturi orizontale de maximum 50 cm înălţime si turnarea noului strat înainte de începerea prizei betonului turnat anterior (a se vedea si pct. 11.3.10.f din NE 012/2-2011);

g) corectarea poziţiei armăturilor în timpul turnării, în condiţiile în care se produce deformarea sau deplasarea acestora faţă de poziţia prevăzută în proiect (îndeosebi pentru armăturile dispuse la partea superioară a plăcilor în consolă);

h) urmărirea atentă a înglobării complete în beton a armăturii, cu respectarea grosimii acoperirii, în conformitate cu prevederile proiectului si ale reglementărilor tehnice în vigoare;

i) nu este permisă ciocănirea sau scuturarea armăturii în timpul betonării si nici asezarea pe armături a vibratorului;

j) urmărirea atentă a umplerii complete a secţiunii în zonele cu armături dese, prin îndesarea laterală a betonului cu ajutorul unor sipci sau vergele de oţel, concomitent cu vibrarea lui; în cazul în care aceste măsuri nu sunt eficiente, trebuie create posibilităţi de acces lateral, prin spaţii care să permit pătrunderea vibratorului în beton;

k) luarea de măsuri operative de remediere în cazul unor deplasări sau cedări ale poziţiei iniţiale a cofrajelor si susţinerilor acestora;

l) asigurarea desfăsurării circulaţiei lucrătorilor si mijloacelor de transport în timpul turnării pe podine astfel rezemate, încât să nu modifice poziţia armăturii; este interzisă circulaţia directă pe armături sau pe zonele cu beton proaspăt;

m) turnarea se face continuu, până la rosturile de lucru prevăzute în proiect sau în procedura de executare;

n) durata maximă admisă a întreruperilor de turnare, pentru care nu este necesară luarea unor măsuri speciale la reluarea turnării, nu trebuie să depăsească timpul de începere a prizei betonului; în lipsa unor determinări de laborator,aceasta se consideră de 2 ore de la prepararea betonului, în cazul cimenturilorcu adaosuri si 1,5 oră în cazul cimenturilor fără adaosuri;

4. Măsuri pentru asigurarea calităţii lucrărilor

(1) Asigurarea cerinţelor de calitate, privind atât materialele utilizate, cât şi sistemul de asigurare a calităţii lucrărilor executate se va face cu respectarea prevederilor privind calitatea în construcţii.

(2) Pe parcursul desfăşurării lucrărilor de execuţie se verifică:

a) cotele de nivel şi poziţia săpăturilor, fundaţiilor, golurilor, părţilor de construcţie, montării echipamentelor şi instalaţiilor, toleranţele admise, dacă sunt cele indicate în proiecte;
b) respectarea prevederilor din caietul de sarcini;
c) dacă echipamentele şi materialele folosite la execuţia staţiilor de epurare au suferit degradări în timpul transportului şi se caută modalitatea de remediere;

(3) Proba de etanşeitate la bazinele din beton armat se va face înainte de realizarea hidroizolaţiilor la interiorul şi exteriorul bazinelor.

(4) Probele de etanşeitate pentru conducte şi bazine se vor realiza în conformitate cu prevederile reglementărilor tehnice specifice, aplicabile, în vigoare, astfel:

a) verificarea amănunţită a interiorului bazinelor, pentru a se constata corectitudinea execuţiei, a dimensiunilor interioare, lipsa corpurilor străine, a murdăriilor;
b) la bazinele prefabricate, o deosebită atenţie se va acorda modului în care sunt executate îmbinările;
c) înainte de punerea în funcţiune, toate conductele şi bazinele trebuie curăţate de resturile rămase de la execuţie.

(5) Pentru asigurarea calităţii lucrărilor se mai urmăresc următoarele:

a) corespondenţa caracteristicilor terenului de fundaţie stabilite pe teren la deschiderea săpăturii, cu cele din studiul geologic;
b) poziţia corectă a armăturilor, numărul, diametrul şi forma din proiect a barelor, dimensiunile geometrice ale cofrajelor şi poziţia golurilor sau a pieselor de trecere prin pereţi, cu toleranţele indicate;
c) calitatea betonului pus în operă, turnarea acestuia fără întrerupere între rosturile de turnare prevăzute în proiect, vibrarea şi tratarea ulterioară a betoanelor pentru asigurarea etanşeităţii şi a rezistenţei;
d) poziţia corectă a conductelor faţă de elementele de construcţie din beton.

5. Proba de presiune a conductelor din reţele de canalizare

(1) Încercarea de etanşietate a reţelelor de canalizare se efectuează conform prevederilor STAS 3051.

(2) Încercarea de etanşietate se execută pe tronsoane, de maxim 500 m.

(3) Înainte de încercarea de etanşeitate se efectuează:

a) umpluturile parţiale lăsându-se îmbinările libere
b) închideri etanşe a tuturor orificiilor
c) blocarea extermităţilor şi a punctelor susceptbile de delpasare în timpul probei

(4) Reţelele de canalizare din beton se menţin pline cu apă cel puţin 24 ore înainte de efectuarea probei de presiune.

(5) Pierderile de apă admisibile la încercarea de etanşeitate se prescriu în proiect avându-se în vedere şi prevederile STAS 3051-91 Sisteme de canalizare. Canale ale reţelelor exterioare de canalizare. Prescripţii fundamentale de proiectare.

(6) În cazul cînd proba nu reuşeste se iau măsuri de remediere şi se reface proba.

6. Verificări, încercări şi probe în vederea punerii în funcţiune a conductelor din reţelele de canalizare

(1) Verificările, încercările şi probele punerii în funcţiune se fac la conductele noi şi la înlocuire de conducte.

a) acestea se pot efectua la întreaga reţea prevăzută în documentaţiile tehnice, sau pe tronsoane de conducte ce pot fi puse în funcţiune.

(2) Verificările, încercările, şi probele se execută conform reglemetărilor specifice aplicabile domeniilor în cauză, în vigoare, şi legislaţiei privind calitatea în construcţii, precum şi Regulamentului de recepţie a lucrărilor de construcţii şi instalaţii aferente acestora, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr.273/1994, cu completările ulterioare, precum şi al Regulamentului de receţie a lucrărilor de montaj utilaje, echipamente, instalaţii tehnologice şi apunerii în funcţiune a capacităţilor de producţie, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr.51/1996.

(3) Probele la punere in functiune conducte se execută conform STAS 3051-1991 Sisteme de canalizare. Canale ale reţelelor exterioare de canalizare. Prescripţii fundamentale de proiectare, precum şi caietelor de sarcini întocmite de proiectant în conformitate cu prevederile producătorului de materiale.

Verificări şi probe după efectuarea probelor de etanseitate

(4 După efectuarea probei de etanseitate se vor efectua următoarelor verificări şi probe:
a) întocmirea procesului-verbal al probei de etanseitate
c) umplerea tranşeei
d) verificarea gradului de compactare conform prevederilor din proiect
e) refacerea părţii carosabile a drumului conform prevederilor din proiect
f) refacerea trotuarelor
g) refacerea spaţiilor verzi
h) executarea marcării şi reparării reţelelor conform STAS 9570/1-89 Marcarea şi reperarea reţelelor de conducte şi cabluri, în localităţi.

(5) Înainte de execuţia umpluturilor la cota finală se execută ridicarea topografică detaliată a conductei (plan şi profil în lung) cu precizarea elemetelor îngropate, căminelor, racordurilor, etc.

a) Releveele reţelelor se anexează Cărţii Conductei şi se introduc în Sistemul Geografic Informaţional (dacă există), deţinut de unitatea de exploatare a sistemului de canalizare a localităţii.

7. Recepţia lucrărilor de canalizare

(1) Recepţia reprezintă acţiunea prin care beneficiarul acceptă şi preia lucrarea de la antreprenor în conformitate cu documentaţia de execuţie, certificându-se că executantul şi-a îndeplinit obligaţiile contractuale cu respectarea prevederilor proiectului. În urma recepţiei lucrării, aceasta trebuie să poată fi dată în exploatare.

(2) În vederea realizării *recepţiei la terminarea lucrărilor*, executantul va comunica investitorului data terminării lucrărilor prevăzute în contract, printr-un document confirmat de dirigintele de şantier. Comisiile de recepţie vor fi numite de investitor şi vor avea componenţa prevăzută de legislaţia specifică, în vigoare, privind regulamentul de recepţie a lucrărilor de construcţii şi instalaţii aferente acestora, precum şi regulamentul de receţie a lucrărilor de montaj utilaje, echipamente, instalaţii tehnologice şi apunerii în funcţiune a capacităţilor de producţie. Obligatoriu va fi prezent un reprezentant al investitorului şi un reprezentant al administraţiei publice locale.

(3) Începerea *recepţiei la terminarea lucrărilor* va fi organizată de investitor în maximum 15 zile de la comunicarea terminării lucrărilor de către executant.

(4) În vederea recepţiei instalaţiilor este obligatorie existenţa următoarelor acte legale:

a) procese verbale de lucrări ascunse;
b) procese verbale de probe tehnologice;
c) documente care atestă performanţele produselor;
d) dispoziţii de şantiere date de proiectant şi verificate de verificatorul de proiect, pe parcursul execuţiei lucrărilor;
e) procese verbale întocmite la fazele determinante ale execuţiei, preliminare recepţiei.

(5) Comisia examinează:

a) execuţia lucrărilor conform documentaţiilor tehnice şi a reglementărilor specifice, aplicabile domeniilor în cauză, în vigoare, cu respectarea cerinţelor fundamentale aplicabile construcţiilor;
b) respectarea prevederilor din autorizaţia de construcţie, din avize şi a altor condiţii de execuţie;
c) terminarea tuturor lucrărilor de construcţii autorizate conform contractului;
d) funcţionarea sistemului realizat.

(6) Recepţia finală se face la maxim 15 zile după expirarea perioadei de garanţie şi se organizează de beneficar.

(7) Comisia de recepţie examinează:

a) procesele verbale de recepţie la terminarea lucrărilor;
b) finalizarea lucrărilor cerute la terminarea lucrărilor, acolo unde este cazul;
c) referatul investitorului privind comportarea instalaţiilor în exploatare pe perioada de garanţie;
d) analiza fiabilităţii acesteia, rezultată dintr-un studiu de specialitate.

(8) La terminarea recepţiei finale, comisia de recepţie finală va consemna observaţiile într-un proces verbal, conform actelor de reglementare specifice, aplicabile, în vigoare;

(9) Funcţionarea în bune condiţii a sistemului de canalizare, cu toate elementele componente, necesită luarea următoarelor măsuri obligatorii:

a) existenţa instrucţiunilor de exploatare şi întreţinere, cu respecatrea legislaţiei specifice, în vigoare;
b) verificarea gradului de instruire a personalului de exploatare şi însuşirea de către acesta a prevederilor instrucţiunilor de exploatare şi întreţinere;
c) asigurarea unui sistem corespunzător de informare şi transmitere a datelor privind funcţionarea acestora.

C: EXPLOATAREA SISTEMELOR DE CANALIZARE

1. Exploatarea lucrărilor de canalizare

1.1. Elaborarea Instrucţiunilor de Exploatare şi Întreţinere

(1) Exploatarea reţelei de canalizare şi a staţiei de epurare cuprinde totalitatea operaţiunilor şi activităţilor efectuate de către personalul angajat în vederea funcţionării corecte a sistemului de canalizare în scopul obţinerii în final a unui efluent epurat care să respecte indicatorii de calitate impuşi de actele normative specifice, aplicabile, în vigoare.

(2) Ţinând seama de mărimea sistemului (ca debit), componenţa sa (construcţii, instalaţii, obiecte tehnologice), gradul de automatizare a proceselor şi dotarea cu aparatură automată de măsură şi control a unor indicatori de calitate ai apei uzate, pentru exploatarea şi întreţinerea corespunzătoare a ansamblului staţie de epurare-reţea de canalizare la nivelul parametrilor de funcţionare prevăzuţi în proiect este necesară elaborarea unei *Instrucţiuni de exploatare şi întreţinere* care să conţină principalele reguli, prevederi necesare funcţionării corecte a acestuia.

(3) *Instrucţiunile de exploatare şi întreţinere* vor fi elaborate prin grija beneficiarului (autorităţi locale, regie de gospodărie comunală, operatori economici, etc.) de operatorii de servicii conform legislaţiei specifice, în vigoare, fie de către personalul propriu sau de entităţi de proiectare de specialitate, avându-se în vedere indicaţiile din proiect, instrucţiunile de exploatare, avizele şi recomandările organelor abilitate (companiile de gospodărirea apelor, inspectoratele sanitare şi cele de protecţia mediului), precum şi prevederile legislative speifice, aplicabile, în vigoare.

(4) *Instrucţiunile de exploatare şi întreţinere* vor cuprinde în mod detaliat descrierea construcţiilor şi instalaţiilor sistemului de canalizare, releveele acestora, schema funcţională, modul în care sunt organizate activităţile de exploatare şi întreţinere, responsabilităţile pentru fiecare formaţie de lucru şi loc de muncă, măsurile igienico - sanitare şi de protecţia muncii, de pază şi de prevenire a incendiilor, sistemul informaţional adoptat, evidenţele ce trebuie ţinute de către personalul de exploatare, modul de conlucrare cu alţi operatori economici, cu beneficiarul, etc.

(5) După definitivare, *Instrucţiunile de exploatare şi întreţinere* vor fi aprobate de către Consiliul de administraţie al unităţii care exploatează sistemul de canalizare şi de către autorităţile publice (primărie, consiliul local, consiliul judeţean, etc.).

(6) Instrucţiunile se vor completa şi reaproba, de fiecare dată când în sistemul de canalizare se produc modificări constructive şi funcţionale, reabilitări ale unor obiecte tehnologice, schimbarea unor utilaje şi/sau echipamente sau alte operaţiuni care ar putea afecta procesele tehnologice. Din cinci în cinci ani, instrucţiunile vor fi reactualizate pentru a se ţine seama de experienţa acumulată în decursul perioadei de exploatare anterioară.

(7) Prevederile instrucţiunilor sunt aplicate integral şi în mod permanent de către personalul de exploatare şi întreţinere, acesta fiind examinat periodic, la intervale de cel mult un an sau ori de câte ori se constată o insuficientă cunoaştere a instrucţiunilor, situaţie care ar putea conduce la o exploatare sau o întreţinere necorespunzătoare a construcţiilor şi instalaţiilor sistemului de canalizare.

1.2. Conţinutul cadru al Instrucţiunilor de exploatare şi întreţinere

Instrucţiunile de exploatare şi întreţinere se vor întocmi având în vedere următoarele documentaţii principale:

a) proiectul construcţiilor şi instalaţiilor sistemului de canalizare precum şi toate documentaţiile şi actele modificatoare;
b) releveele construcţiilor după terminarea lucrărilor de execuţie, care ţin seama de toate modificările efectuate pe parcursul execuţiei;
c) planurile de situaţie, schemele funcţionale, dispoziţiile generale ale construcţiilor şi instalaţiilor;
d) fişele de exploatare ale construcţiilor şi instalaţiilor elaborate de către proiectant;
e) fişele tehnice ale utilajelor şi echipamentelor montate în sistem;
f) avizele organelor abilitate privind realizarea şi exploatarea lucrărilor de investiţie;
g) documentaţia referitoare la recepţia de la terminarea lucrărilor şi de la recepţia definitivă;
h) cartea tehnică a construcţiilor;
i) schema administrativă a personalului de exploatare.

2. Măsuri de protecţia muncii şi a sănătăţii populaţiei

2.1. Măsuri de protecţia şi securitatea muncii la execuţia, exploatarea şi întreţinerea sistemului de canalizare

(1) Activităţile impuse de execuţia, exploatarea şi întreţinerea sistemului 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 şi prevenire.

(2) Accidentele şi îmbolnăvirile pot fi cauzate în principal de:

a) prăbuşirea pereţilor tranşeelor sau excavatiilor realizate pentru montajul conductelor sau pentru fundaţii;
b) căderea tuburilor sau a altor echipamente în timpul manipulării acestora;
c) intoxicaţii sau asfixieri cu gazele toxice emanate (CO, CO_2, gaz metan, H_2S etc.);
d) îmbolnăviri sau infecţii la contactul cu mediul infectat (apa uzată);
e) explozii datorate gazelor inflamabile;
f) electrocutări datorită cablurilor electrice neizolate corespunzător din reţeaua electrică a staţiei;
g) căderi în cămine sau în bazinul de aspiraţie al staţiei de pompare a apelor uzate menajere, etc.

(3) Pentru a preveni evenimentele de genul celor enumerate mai sus, se recomandă ca personalul care lucrează în reţeaua de canalizare să fie instruit.

(4) Toţi lucrătorii care lucrează la exploatarea şi întreţinerea reţelei de canalizare trebuie să facă un examen medical riguros şi să fie vaccinaţi împotriva principalelor boli hidrice (febră tifoidă, dizenterie, etc.). De asemenea, zilnic vor trebui controlaţi astfel încât celor care au răni sau zgârieturi oricât de mici să

li se interzică contactul cu reţeaua de canalizare. Toţi lucrătorii sunt obligaţi să poarte echipament de protecţie corespunzător (cizme, salopete şi mănuşi), iar la sediul sectorului să aibă la dispoziţie un vestiar cu două compartimente, unul pentru haine curate şi unul pentru haine de lucru, precum şi duşuri, săpun, prosop etc.

(5) Echipele de control şi de lucru pentru reţeaua de canalizare trebuie să fie dotate în afară de echipamentul de protecţie obişnuit cu lămpi de miner tip Davis, măşti de gaze şi centuri de siguranţă, 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 şi în aval pentru a se realiza o aerisire de 2-3 ore, precum şi a se verifica prezenţa gazelor cu ajutorul lămpii de miner. Dacă lămpile se sting, se recurge la ventilarea artificială, iar intrarea în cămin se face numai cu măşti de gaze şi centuri de siguranţă, lucrătorul fiind legat cu frânghie ţinută de un alt lucrător situat la suprafaţă.

(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 circulaţia din zonă prin semnalizarea punctului de lucru cu marcaje rutiere corespunzătoare atât pentru zi cât şi pentru noapte.

(8) În unele cazuri există pericol de a se produce explozii datorită gazelor care se degajă din apele uzate, sau ca rezultat al unor procese de fermentare care se pot produce în reţelele de canalizare. În aceste situaţii, se respectă actele de reglementare specifice, aplicabile, în vigoare.

(9) O atenţie deosebită trebuie acordată pericolului de electrocutare prin prezenţa cablurilor electrice îngropate în vecinătatea reţelelor de canalizare, precum şi a instalaţiilor de iluminat în zone cu umiditate mare care trebuie prevăzute cu lămpi electrice funcţionând la tensiuni nepericuloase de 12-24 V.

2.2. Măsuri de protecţia şi securitatea muncii pentru staţiile de pompare

(1) Pentru exploatarea staţiilor de pompare se vor respecta prevederile legislaţiei specifice, aplicabile, în vigoare, privind regulile igienico-sanitare şi de protecţie a muncii. Dintre măsurile de bază, se prevăd următoarele:

a) se vor folosi salopete de protecţie a personalului în timpul lucrului;
b) se va păstra curăţenia în clădirea staţiei de pompare;
c) se va asigura întreţinerea şi folosirea corespunzătoare a instalaţiilor de ventilaţie;
d) folosirea instalaţiei de iluminat la tensiuni reduse (12-24 V), verificarea izolaţiilor, a legăturilor la pământ precum şi a măsurilor speciale de prevenire a accidentelor prin electrocutare la staţiile de pompare subterane unde frecvent se poate produce inundarea camerei pompelor;
e) folosirea servomotoarelor sau a mecanismelor de multiplicare a forţei sau cuplului la acţionarea vanelor în cazul automatizării funcţionării staţiei de pompare;
f) la staţiile de pompare având piese în mişcare (rotori, cuplaje etc.), trebuie prevăzute cutii de protecţie pentru a apăra personalul de exploatare în cazul unui accident produs la apariţia unei defecţiuni mecanice.
g) pentru prevenirea leziunilor fizice, este necesar ca la efectuarea reparaţiilor, piesele grele care se manipulează manual să fie ridicate cu ajutorul muşchilor de la picioare astfel încât să se evite fracturile şi leziunile coloanei vertebrale;
h) pentru evitarea eforturilor fizice este raţional a se păstra în bune condiţii de funcţionare instalaţiile mecanice de ridicat.

2.3. Măsuri de protecţia şi securitatea muncii pentru staţiile de epurare

(1) În exploatarea şi întreţinerea construcţiilor şi instalaţiilor din staţia de epurare se vor respecta şi aplica toate regulile de protecţia muncii cuprinse în materialele cu caracter normativ ca şi în actele care conţin prevederi ce au contingenţă cu specificul lucrărilor şi activităţilor care se desfăşoară într-o staţie de epurare.

(2) În cadrul instrucţiunilor de exploatare şi întreţinere se va insista în mod deosebit asupra regulilor şi măsurilor privind:

a) accesul în diferite cămine şi camere de inspecţie a armăturilor sau aparaturii, în canale deschise, bazinele de aspiraţie a pompelor sau în bazinele obiectelor tehnologice etc., a personalului de exploatare din punct de vedere al coborârii, circulaţiei în spaţiile respective, manevrării capacelor şi dispozitivelor respective, etc.;
b) circulaţia în lungul bazinelor deschise, pe platforma de manevră a robineţilor de introducere a reactivilor în bazine, etc.;
c) folosirea echipamentului de protecţie şi de lucru;
d) efectuarea unor operaţiuni la lumină artificială, în medii cu un grad ridicat de umiditate;
e) marcarea cu panouri şi plăcuţe avertizoare a locurilor periculoase (înaltă tensiune, pericol de cădere, acumulări de gaze inflamabile, etc.);
f) manevrarea panourilor de aerare, a electropompelor, vanelor, electrosuflantelor, mixerelor, etc.;
g) activitatea pe şantier ce se desfăşoară cu ocazia remedierii avariilor (sprijinirea malurilor, coborârea în tranşee, folosirea utilajelor de intervenţie 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 instalaţiilor în aer liber), circulaţia spre obiectele tehnologice şi pe pasarelele aferente unde accesul poate deveni periculos prin alunecare pe gheaţă, utilizarea sculelor şi dispozitivelor pentru îndepărtarea gheţii, ş.a.m.d.
i) asigurarea ventilării corespunzătoare a camerelor şi 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 spaţiile închise pentru a determina prezenţa gazelor toxice şi inflamabile;
l) interdicţiile privind utilizarea surselor de aprindere în apropierea instalaţiilor, construcţiilor, canalelor şi căminelor de vizitare unde s-ar putea produce şi acumula gaze inflamabile;
m) circulaţia în jurul electropompelor, electrosuflantelor, a tablourilor electrice şi a mixerelor din bazinul de epurare fizico-chimică şi din stabilizatorul de nămol, nefiind admis ca în spaţiile dintre agregate, dintre acestea şi pereţi, etc. să se depoziteze materiale, scule, piese ş.a. care să stinghereasc operaţiunile de manevrare şi control, de demontare-montare, revizii, etc.;
n) protejarea golurilor din planşee şi pasarele cu parapete de protecţie în cazul în care acestea nu au capace;
o) pasarelele de acces la diferitele părţi ale instalaţiilor să fie confecţionate din tablă striată sau din panouri cu împletitură metalică şi bordaj din cornier, în scopul reducerii pericolului de alunecare;
p) ungerea pieselor în mişcare 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 spaţiile în care este necesar acest lucru, a microclimatului şi a ventilaţiei.

(3) La elaborarea Instrucţiunilor de exploatare şi întreţinere a staţiei de epurare, se va preciza modul în care se face instructajul personalului de specialitate, împrospătarea periodică a cunoştinţelor acestuia, afişarea la locurile de muncă a principalelor reguli de protecţia muncii, acordarea primului ajutor în caz de accidentare, etc.

2.4.Protecţia sanitară

(1) Instrucţiunile de exploatare şi întreţinere a reţelelor de canalizare şi staţiilor de epurare vor cuprinde şi prevederile legislative specifice, aplicabile, în vigoare, referitoare la aspectele igienico-sanitare.

(2) Privitor la personalul de exploatare, conducerea administrativă va preciza felul controlului medical, periodicitatea acestuia, modul de utilizare a personalului găsit cu anumite contraindicaţii medicale, temporare sau permanente, minimum de noţiuni igienico-sanitare care trebuie cunoscute de anumite categorii de muncitori, etc.

(3) Privitor la protecţia sanitară a staţiilor de epurare se va stabili (cu respectarea prevederilor legislaţiei specifice, aplicabile, în vigoare), modul în care se reglementează, îndeosebi următoarele:

a) delimitarea şi marcarea zonei de protecţie (în cazul staţiilor de epurare izolate);
b) modul de utilizare a terenului care constituie zona de protecţie;
c) execuţia săpăturilor, depozitarea de materiale, realizarea de conducte, puţuri sau alte categorii de construcţii în interiorul zonei de protecţie.

(4) Operatorul economic care exploatează şi întreţine sistemul de canalizare este obligată să acorde îngrijirea necesară personalului de exploatare, în care scop:

a) va angaja personalul de exploatare numai după un examen clinic, de laborator şi radiologic;

b) va asigura echipamentul necesar de lucru pentru personal (cizme, mănuşi de cauciuc, ochelari de protecţie, măşti de gaze, centură de salvare cu frânghie, etc.) conform prevederilor legale în vigoare;

c) va face instructajul periodic de protecţie sanitară (igienă) conform prevederilor legale în vigoare;

d) în staţia de epurare va exista o trusă farmaceutică de prim ajutor, eventual un aparat de respirat oxigen cu accesoriile necesare pentru munca de salvare;

e) medicul care exploatează şi întreţine sistemul de canalizare este obligat să urmărească periodic (lunar) starea de sănătate a personalului de exploatare;

f) personalul staţiei de epurare se va supune vaccinării T.A.B. la intervalele prevăzute de actele normative specifice, aplicabile, în vigoare.

(5) funcţie de mărimea şi importanţa staţiei de epurare, beneficiarul va lua măsurile de protecţia şi securitatea muncii, precum şi de protecţie sanitară care se impun pentru cazul respectiv.

2.5.Măsuri de protecţie contra incendiului

(1) În general, în sistemele de canalizare (reţea, staţie de epurare, gură de vărsare în emisar) pericolul de incendiu poate apare în locurile şi în situaţiile în care se pot produc gaze de fermentare sau degajări de vapori în canale datorate prezenţei unor substanţe inflamabile (eter, dicloretan, benzină, etc.) în apa uzată provenită de la unele industrii sau societăţi comerciale/operatori economici, care nu respectă la evacuarea în reţeaua de canalizare, prevederile tehnice legale, aplicabile, în vigoare.

(2) Incendiul poate apare şi în locurile unde există substanţe inflamabile (laboratoare de analiză a apei şi nămolului, magazii, depozit de carburanţi, centrală termică, sobe care utilizează drept carburant gazele naturale, etc.).

(3) În toate spaţiile cu risc mare de incendiu se vor respecta prevederile Normelor generale de apărare împotriva incendiilor, precum şi prevederile specifice fiecărui domeniu de activitate.

(4) În toate aceste locuri se vor lua măsurile cerute de normele generale şi specifice de pază şi prevenire contra incendiilor, funcţie de natura pericolului respectiv. De asemenea, se vor respecta prevederile legale specifice, aplicabile, în vigoare.

(5) Dintre măsurile suplimentare care trebuie luate, se menţionează mai jos câteva, specifice construcţiilor şi instalaţiilor din sistemul de canalizare:

a) asigurarea ventilării corespunzătoare a camerelor şi 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 spaţiile închise pentru a determina prezenţa gazelor toxice şi inflamabile;
d) interdicţiile privind utilizarea surselor de aprindere în apropierea instalaţiilor, rezervoarelor de fermentare a nămolului, construcţiilor, canalelor şi căminelor de vizitare unde s-ar putea produce şi acumula gaze inflamabile;
e) marcarea cu panouri şi plăcuţe avertizoare a locurilor periculoase (înaltă tensiune, pericol de cădere, acumulări de gaze inflamabile, etc.);

(6) Dintre măsurile strict necesare se mai menţionează prevederea de hidranţi de incendiu exterior în locurile şi la distanţele recomandate de Normele de pază şi securitate contra incendiilor, iar în clădiri, magazii, depozite, a hidranţilor interiori necesari, a stingătoarelor de incendiu şi chiar a unor reţele de sprinclere, dacă este cazul.

(7) Echiparea şi dotarea spaţiilor cu instalaţii de detectare, semnalizare, alarmare şi stingere a incendiilor se va face ţinând cont de prevederile Normelor generale de apărare împotriva incendiilor, precum şi cele ale reglementărilor tehnice specifice, aplicabile, în vigoare.