ANEXĂ

NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA, EXECUŢIA ŞI EXPLOATAREA SISTEMELOR DE ALIMENTARE CU APĂ ŞI CANALIZARE ALE LOCALITĂŢILOR

Indicativ NP 133-2022

VOLUMUL II – SISTEME DE CANALIZARE

CUPRINS

Abrevieri

Simboluri

1 Elemente generale

1.1 Obiectul volumului II al normativului

1.2 Obiectivele volumului II al normativului

1.3 Beneficiarii normativului

1.3.1 Competențe necesare pentru specialiștii din domeniul canalizărilor

1.4 Domeniul de aplicabilitate

1.5 Durata de viață estimată a sistemelor de canalizare

1.6 Corelarea cu alte normative, legi și standarde în vigoare

1.6.1 Documente de referință

2 Schemele sistemelor de canalizare

2.1 Obiectele sistemului de canalizare

2.2 Tipuri de rețele de canalizare

2.3 Aglomerări

2.4 Criterii de alegere a schemei sistemului de canalizare

3 Rețele de canalizare

3.1 Elemente generale

3.2 Tipuri de rețele de canalizare. Criterii de alegere

3.3 Debite de calcul pentru rețeaua de canalizare

3.3.1 Debite de calcul ape uzate menajere

3.3.2 Debite de calcul ape meteorice

3.3.3 Alte debite luate în calcul la dimensionarea sistemului de canalizare

3.3.3.1 Debite de infiltrații

3.4 Proiectarea rețelelor de canalizare

3.4.1 Trasarea rețelei de canalizare și a bazinelor de colectare

3.4.2 Studii necesare pentru proiectarea rețelelor de canalizare

3.4.3 Rețele de canalizare gravitaționale

3.4.3.1 Criterii de proiectare a rețelelor de canalizare

3.4.3.1.1 Forma secțiunii de curgere

3.4.3.1.2 Diametre minime ale colectoarelor

3.4.3.1.3 Gradul de umplere

3.4.3.1.4 Adâncimea de îngropare a colectoarelor

3.4.3.1.5 Pantele longitudinale ale colectoarelor

3.4.3.1.6 Viteza de curgere

3.4.3.1.7 Racordarea colectoarelor

3.4.3.2 Calculul hidraulic al rețelelor de canalizare în procedeu divizor

3.4.3.3 Calculul hidraulic al rețelelor de canalizare în procedeu unitar

3.4.3.4 Modelarea hidraulică a rețelelor de canalizare gravitaționale

3.4.3.5 Construcții accesorii în rețeaua de canalizare gravitațională

3.4.3.5.1 Cămine de vizitare

3.4.3.5.1.1 Cămine de vizitare de trecere

3.4.3.5.1.2 Cămine de vizitare de intersecție

3.4.3.5.2 Cămine pentru schimbarea de direcție

3.4.3.5.3 Cămine de rupere de pantă

3.4.3.5.4 Cămine de spălare

3.4.3.5.5 Racorduri

3.4.3.5.6 Sifoane de canalizare

3.4.3.5.7 Guri de scurgere

3.4.3.5.8 Guri de zăpadă

3.4.3.5.9 Deversoare

3.4.3.5.10 Guri de descărcare

3.4.4 Rețele de canalizare cu vacuum

3.4.4.1 Calculul hidraulic al rețelelor de canalizare cu vacuum

3.4.4.2 Construcții accesorii în rețeaua de canalizare cu vacuum

3.4.5 Rețele de canalizare sub presiune

3.4.5.1 Calculul hidraulic al rețelelor de canalizare sub presiune

3.4.5.2 Construcții accesorii în rețeaua de canalizare sub presiune

3.4.6 Traversări

3.4.7 Stații de pompare ape uzate

3.4.8 Toalete publice

3.4.9 Instalații de canalizare în piețe publice, fixe, volante, amplasate în aer liber

3.4.10 Materiale pentru tuburile din rețeaua de canalizare

3.5 Managementul apelor meteorice

3.5.1 Soluții bazate pe natură

3.5.2 Bazine de retenție

3.6 Execuția obiectelor din cadrul rețelelor de canalizare

3.6.1 Execuția rețelelor de canalizare

3.6.2 Execuția stațiilor de pompare ape uzate

3.7 Exploatarea rețelelor de canalizare
3.7.1 Elemente generale
3.7.2 Regulamentul de exploatare și întreținere
3.7.3 Măsuri de protecția muncii și a sănătății populației
3.7.3.1 Măsuri de protecția și securitatea muncii la execuția, exploatarea și întreținerea rețelei de canalizare
3.7.3.2 Măsuri de protecția și securitatea muncii pentru stațiile de pompare
3.7.4 Protecția sanitară
3.7.5 Măsuri de apărare împotriva incendiilor
3.7.6 Măsuri specifice de exploatare a rețelei de canalizare
3.7.6.1 Repararea rețelelor de canalizare
3.7.6.2 Eploatarea stațiilor de pompare ape uzate
4 Stații de epurare
4.1 Definiții. Tipuri de procedee de epurare
4.1.1 Epurarea mecanică
4.1.2 Epurarea biologică convențională (secundară)
4.1.3 Epurarea avansată
4.1.4 Epurarea terțiară
4.2 Studii privind calitatea apelor uzate
4.2.1 Calitatea apelor uzate influente în stația de epurare
4.2.2 Indicatori de calitate pentru efluentul stației de epurare
4.3 Debitele și încărcările cu poluanți pentru stația de epurare
4.3.1 Concentrații și încărcări
4.3.2 Locuitor echivalent
4.3.2.1 Stații de epurare noi
4.3.2.2 Retehnologizare, extindere stații de epurare existente
4.3.3 Debite de calcul
4.4 Alegerea schemei stației de epurare
4.4.1 Gradul de epurare necesar
4.5 Scheme tehnologice pentru stații de epurare
4.5.1 Alegerea schemei stației de epurare
4.6 Proiectarea obiectelor tehnologice din treapta de epurare mecanică
4.6.1 Deversorul amonte de stația de epurare
4.6.1.1 Debitul de calcul a deversorului
4.6.2 Bazinul de retenție

4.6.3 Stație recepție vidanje
4.6.4 Grătare rare și dese
4.6.4.1 Debite de dimensionare și verificare a grătarelor
4.6.4.2 Proiectarea grătarelor
4.6.5 Măsurarea debitelor de apă uzată în stația de epurare
4.6.5.1 Debite de dimensionare
4.6.6 Deznisipatoare
4.6.6.1 Debite de dimensionare și verificare
4.6.6.2 Parametri de dimensionare
4.6.6.3 Deznisipator orizontal longitudinal cu secțiune transversală parabolică
4.6.6.4 Deznisipator orizontal tangențial
4.6.6.5 Deznisipator cu insuflare de aer
4.6.6.6 Deznisipator – separator de grăsimi cu insuflare de aer
4.6.7 Separatoare de grăsimi
4.6.7.1 Debite de dimensionare și verificare
4.6.7.2 Parametri de proiectare
4.6.8 Decantoare primare
4.6.8.1 Debite de dimensionare și verificare
4.6.8.2 Parametri de dimensionare a decantoarelor primare
4.6.8.3 Decantoare orizontale longitudinale
4.6.8.3.1 Dimensionarea decantoarelor orizontale longitudinale
4.6.8.4 Decantoare orizontale radiale
4.6.8.4.1 Dimensionarea decantoarelor orizontale radiale
4.6.8.5 Decantoare cu etaj
4.6.9 Stații de pompare apă uzată din stațiile de epurare
4.6.9.1 Amplasarea stațiilor de pompare
4.6.9.2 Parametri de proiectare
4.7 Proiectarea obiectelor tehnologice din treapta de epurare biologică / treapta de epurare avansată
4.7.1 Bilanțul general de substanțe pe linia apei
4.7.1.1 Cantități de substanță influente în stația de epurare
4.7.1.2 Concentrații ale substanțelor poluante influente în treapta biologică
4.7.1.3 Cantități de substanță influente în treapta biologică
4.7.1.4 Cantități de substanță din efluentul stației de epurare
4.7.1.5 Cantități de substanță reținute în treapta biologică
4.7.2 Fracționarea consumului chimic de oxigen (CCO-Cr)

4.7.3 Epurarea biologică naturală

4.7.3.1 Câmpuri de irigare şi infiltrare

4.7.3.1.1 Parametri de proiectare pentru dimensionarea câmpurilor de irigare şi infiltrare

4.7.3.2 Iazuri biologice

4.7.3.2.1 Iazuri biologice anaerobe

4.7.3.2.1.1 Parametri de proiectare pentru dimensionarea iazurilor biologice anaerobe

4.7.3.2.2 Iazuri biologice facultative

4.7.3.2.2.1 Parametri de proiectare pentru dimensionarea iazurilor biologice facultative

4.7.3.2.3 Iazuri biologice aerate

4.7.3.2.3.1 Parametri de proiectare pentru dimensionarea iazurilor biologice anaerobe

4.7.3.3 Filtre cu stuf

4.7.3.3.1 Filtre cu stuf cu flux vertical

4.7.3.3.2 Filtre cu stuf cu flux orizontal

4.7.4 Epurarea biologică cu biomasă ataşată

4.7.4.1 Filtre biologice percolatoare (cu picurare) de înălțime redusă

4.7.4.2 Filtre biologice cu discuri

4.7.4.2.1 Parametri de proiectare

4.7.4.3 Bioreactoare cu medii plutitoare (MBBR)

4.7.5 Epurarea biologică cu biomasă în suspensie

4.7.5.1 Bazine cu nămol activat

4.7.5.1.1 Generalități

4.7.5.1.2 Dimensionarea bazinelor cu nămol activat

4.7.5.1.2.1 Debite de dimensionare şi verificare

4.7.5.1.2.2 Vârsta nămolului

4.7.5.1.2.3 Determinarea concentrației de azot din azotatul care trebuie denitrificat

4.7.5.1.2.4 Determinarea raportului VDV

4.7.5.1.2.5 Reținerea fosforului din apele uzate urbane

4.7.5.1.2.6 Calculul cantității de nămol

4.7.5.1.2.7 Determinarea volumului bazinului biologic

4.7.5.1.2.8 Calculul Alcalinității

4.7.5.1.2.9 Calculul capacității de oxigenare

4.7.5.2 Bazine cu nămol activat cu funcționare secvențială

4.7.5.3 Bioreactoare cu membrane (MBR)

4.7.6 Decantoare secundare

4.7.6.1 Clasificare

4.7.6.2 Parametri de dimensionare

4.7.6.2.1. Parametri de dimensionare - decantoare secundare în scheme cu bazine cu nămol activat

4.7.6.2.2. Parametri de dimensionare - decantoare secundare în scheme cu filtre biologice
4.7.6.3 Decantoare secundare orizontale radiale
4.7.6.4 Decantoare verticale tip pâlnie
4.7.7 Precipitarea fosforului
4.7.7.1.1 Pre-precipitarea
4.7.7.1.2 Precipitarea simultană
4.7.7.1.3 Post-precipitarea
4.7.7.1.4 Influența reactivilor de precipitare asupra procesului de epurare si asupra nămolului
4.7.7.1.5 Parametri de proiectare pentru precipitarea fosforului
4.8 Tratarea nămolului din stațiile de epurare
4.8.1 Caracteristicile nămolului din stațiile de epurare
4.8.1.1 Caracteristici fizice
4.8.1.1.1 Umiditatea
4.8.1.1.2 Materiile solide
4.8.1.1.3 Greutatea specifică
4.8.1.1.4 Culoarea și mirosul
4.8.1.1.5 Filtrabilitatea
4.8.1.1.6 Puterea calorică
4.8.1.2 Caracteristici chimice
4.8.1.2.1 pH – ul
4.8.1.2.2 Fermentabilitatea
4.8.1.2.3 Metalele grele
4.8.1.2.4 Nutrienții
4.8.1.3 Caracteristici biologice și bacteriologice
4.8.2 Bilanțul de substanță pe linia nămolului
4.8.2.1 Bazinul de amestec și omogenizare
4.8.3 Concentratoare de nămol
4.8.3.1 Fermentarea anaerobă a nămolului într-o singură treaptă
4.8.3.2 Fermentarea anaerobă a nămolului în două trepte
4.8.3.3 Stabilizarea nămolului
4.8.3.4 Deshidratarea nămolului
4.8.4 Cantități specifice de nămol
4.8.5 Condiționarea chimică a nămolurilor
4.8.5.1 Reactivi minerali
4.8.5.2 Polielectroliți sintetici
4.8.6 Concentrarea nămolurilor

4.8.6.1 Concentrarea gravitațională a nămolurilor

4.8.6.2 Parametri de proiectare a concentratoarelor gravitaționale de nămol

4.8.6.3 Concentrarea nămolurilor prin procedeul de flotație cu aer dizolvat

4.8.6.4 Centrifugarea nămolurilor

4.8.6.4.1 Date de bază pentru proiectare

4.8.6.5 Concentrator filtru bandă

4.8.7 Stabilizarea nămolurilor din stațiile de epurare urbane/ rurale

4.8.7.1 Stabilizarea (fermentarea) anaerobă

4.8.7.1.1 Factorii ce influențează fermentarea anaerobă

4.8.7.1.1.1 Materiile solide și timpul de retenție hidraulic

4.8.7.1.1.2 Temperatura

4.8.7.1.1.3 pH – ul

4.8.7.1.1.4 Substanțe toxice

4.8.7.1.2 Aplicarea fermentării anaerobe

4.8.7.1.3 Soluții pentru procesele de fermentare

4.8.7.1.4 Dimensionarea tehnologică a rezervoarelor de fermentare a nămolului

4.8.7.1.4.1 Colectarea și stocarea biogazului

4.8.7.1.4.2 Necesarul de reactivi chimici

4.8.7.1.4.3 Construcția rezervoarelor de fermentare

4.8.7.1.4.4 Alte elemente tehnologice ale rezervoarelor de fermentare anaerobă

4.8.7.2 Stabilizarea aerobă separată

4.8.7.2.1 Dimensionarea tehnologică a stabilizatorului de nămol

4.8.7.3 Stabilizarea cu var

4.8.8 Deshidratarea nămolurilor

4.8.8.1 Deshidratarea naturală

4.8.8.2 Deshidratarea mecanică

4.8.8.2.1 Deshidratarea prin centrifugare

4.8.8.2.2 Deshidratarea cu filtre bandă presă

4.8.8.2.3 Deshidratarea cu filtre presă

4.8.9 Pomparea nămolurilor în stațiile de epurare

4.8.9.1 Stațiile de pompare a nămolurilor

4.8.9.2 Elemente de proiectare a stațiilor de pompare nămol

4.8.9.2.1 Tipuri de pompe utilizate în vehicularea nămolului

4.8.10 Uscarea nămolurilor

4.8.11 Incinerarea nămolurilor

4.8.12 Alte procese termice de tratare a nămolurilor

4.8.13 Compostarea nămolurilor împreună cu deșeurile menajere

4.8.14 Depozitarea nămolurilor
4.8.15 Valorificarea nămolurilor
4.9 Elemente tehnologice de legătură între obiectele stației de epurare
4.10 Exploatarea stațiilor de epurare
4.10.1 Elaborarea manualului de operare
4.10.2 Exploatarea şi urmărirea funcționării stației de epurare
4.10.3 Măsuri de protecţie a muncii şi a sănătăţii populaţiei
4.10.3.1 Măsuri de protecţia şi securitatea muncii pentru staţiile de epurare
4.10.3.2 Protecţia sanitară
4.10.3.3 Măsuri de apărare împotriva incendiilor
4.11 Execuția lucrărilor staţiei de epurare
4.11.1 Elemente privind execuția construcțiilor din cadrul stațiilor de epurare
4.11.2 Elemente privind execuția instalațiilor hidraulice aferente obiectelor tehnologice
Bibliografie

TABELE

Tabelul 1.1. Standarde române de referință
Tabelul 1.2. Acte normative și reglementări tehnice de referință
Tabelul 3.1. Gradul de umplere maxim pentru colectoare de ape uzate menajere
Tabelul 3.2. Tabel de calcul tronson canalizare menajera j-k
Tabelul 3.3. Tabel de calcul tronson canalizare unitară pe timp de ploaie i-k
Tabelul 3.4. Raportul aer/apă
Tabelul 3.5. Debite, diametre
Tabelul 3.6. Viteze minime de curgere
Tabelul 3.7. Tipuri de materiale utilizate la construcția rețelelor de canalizare gravitaționale cu nivel liber
Tabelul 4.1. Norme tehnice, hotărâri şi standarde naţionale care reglementează condiţiile de descărcare în mediul natural a apelor uzate
Tabelul 4.2. Limitele indicatorilor de calitate pentru efluentul stațiilor de epurare
Tabelul 4.3. Debitele de calcul și de verificare ale obiectelor tehnologice din stația de epurare
Tabelul 4.4. Valorile maxime ale concentrațiilor în poluanți (CMA) impuse prin norma tehnică NTPA
Tabelul 4.5. Cantități specifice de substanțe reținute pe grătare
Tabelul 4.6. Variația coeficienților cinematic (ν) și dinamic (η) de vâscozitate în funcție de temperatură (Θ °C)
Tabelul 4.7. Valori ale mărimii hidraulice și vitezei de sedimentare în curent, particule de nisip cu γ = 2,65 tf/m^3
Tabelul 4.8. Eficiențele de reținere a principalilor poluanți în funcție de timpul de decantare
Tabelul 4.9. Valori ale vitezei de sedimentare
Tabelul 4.10. Dimensiuni caracteristice ale decantoarelor orizontale longitudinale
Tabelul 4.11. Dimensiuni caracteristice ale decantoarelor orizontale radiale
Tabelul 4.12. Capacitatea specifică și durata de fermentare funcție de temperatura medie anuală a aerului
Tabelul 4.13. Distanțe minime recomandate la amplasarea echipamentelor în stațiile de pompare apă uzată
Tabelul 4.14. Viteze recomandate pe conductele de aspirație și pe conductele de refulare
Tabelul 4.15. Conținutul apelor uzate și nămolurilor în substanțe fertilizante

Tabelul 4.16. Norme de udare şi de irigare cu ape uzate orientative în funcţie de culturi
Tabelul 4.17. Distanţa dintre drenuri pentru diferite soluri şi adâncimi
Tabelul 4.18. Valorile orientative ale eficienței de reducere a concentrației de CCO-Cr în funcție de numărul de trepte de aerare
Tabelul 4.19. Valori ale F_h și F_b în funcție de R (f=0,9)
Tabelul 4.20. Parametri de proiectare ai filtrelor biologice
Tabelul 4.21. Valorile încărcării organice specifice a biodiscurilor, la o temperatură a apei uzate de 12°C, pentru epurare biologică convențională
Tabelul 4.22. Valorile încărcării organice specifice a biodiscurilor și a încărcării cu azot Kjeldahll specifice a biodiscurilor, la o temperatură a apei uzate de 12°C, pentru epurare cu nitrificare
Tabelul 4.23. Valorile factorului de siguranță în funcție de factorul de vârf al încărcării cu azot și valorile medii de monitorizare ale azotului amoniacal
Tabelul 4.24. Caracteristicile surselor externe de carbon
Tabelul 4.25. Valori recomandate pentru I_{VN}
Tabelul 4.26. Valori ale concentrației nămolului activat
Tabelul 4.27. Valori pentru f_C și f_N
Tabelul 4.28. Parametri de proiectare a decantoarelor secundare în scheme cu filtre biologice
Tabelul 4.29. Dimensiuni caracteristice decantoarelor secundare radiale
Tabelul 4.30. Valorile parametrilor recomandați pentru dimensionarea decantoarelor secundare verticale tip pâlnie în scheme cu bazine cu nămol activat
Tabelul 4.31. Factorul de impact pentru consumul de reactiv de precipitare (f_P)
Tabelul 4.32. Greutăți specifice ale nămolurilor
Tabelul 4.33. Valori caracteristice ale concentrațiilor de metale grele întâlnite în nămoluri
Tabelul 4.34. Compoziția chimică a nămolurilor
Tabelul 4.35. Cantități specifice de nămol reținute în stațiile de epurare
Tabelul 4.36. Încărcări specifice cu substanță uscată
Tabelul 4.37. Cantități de reactivi utilizați la deshidratarea cu filtre – presă
Tabelul 4.38. Consumul mediu de polielectroliți în cazul filtrelor bandă/centrifuge
Tabelul 4.39. Reducerea umidității nămolurilor – concentrator gravitațional
Tabelul 4.40. Valori recomandate pentru $\mathbf{I_{su}}$
Tabelul 4.41. Valori maxim recomandate pentru I_h
Tabelul 4.42. Performanțe centrifugare nămol
Tabelul 4.43. Concentrațiile unor substanțe toxice și inhibatoare.
Tabelul 4.44. Parametri de dimensionare ai proceselor de fermentare anaerobă
Tabelul 4.45. Producția specifică de gaz a diferitelor materii organice
Tabelul 4.46. Valori ale $\mathbf{I_{su}}$
Tabelul 4.47. Gradul de separare a materiilor solide
Tabelul 4.48. Încărcări, doze polimer - filtre bandă presă
Tabelul 4.49. Consum polimer, conținut substanță uscată - filtre presă
Tabelul 4.50. Alegere tipuri de pompe pentru nămoluri
Tabelul 4.51. Scenarii de valorificare a nămolurilor provenite de la stațiile de epurare
Tabelul 4.52. Recomandări privind punctele de recoltare, analize uzuale efectuate, frecvențele de prelevare și tipul de eșantion necesar pentru procesele din stațiile de epurare a apelor uzate
Tabelul 4.53. Dotarea mfigurinimă cu aparatură de laborator și accesoriile de laborator necesare pentru efectuarea analizelor uzuale

FIGURI

Figura 2.1. Schema sistemului de canalizare unitar
Figura 2.2. Relații posibile între aglomerări și stațiile de epurare aferente
Figura 3.1. Racordare radier secțiune de calcul
Figura 3.2. Configurație cămin de rupere de pantă
Figura 3.3. Schema sifon inferior pentru canalizare
Figura 3.4. Configurație montaj conductă colector în rețelele vacuumatice [SR EN 16932-3/2018]

Figura 3.5. – Camere colectoare: a)-pentru instalare în stradă, b)-pentru instalare în curte [SR EN 16932-3/2018]
Figura 3.6. – Stație de vacuum: a) cu pompe de evacuare submersibile b) cu pompe de evacuare în cameră uscată [SR EN 16932-3/2018]
Figura 3.7. – Configurație lift
Figura 3.8. – Diagrama de simultaneitate
Figura 3.9. Stație de pompare pentru rețele de canalizare sub presiune [SR EN 16932-2/2018]
Figura 3.10. Stație de pompare ape uzate cu pompe submersibile: a)-fără cămin de vane; b)-cu cămin de vane exterior [SR EN 16932-2/2018]
Figura 3.11. Stație de pompare ape uzate cu pompe montate în camera uscată [SR EN 16932-2/2018]
Figura 4.1. Deznisipator orizontal tangențial. Secțiune transversală și plan
Figura 4.2. Deznisipator – separator de grăsimi cu insuflare de aer
Figura 4.3. Decantor orizontal – longitudinal
Figura 4.4. Decantor orizontal radial.Vedere în plan și secțiuni caracteristice
Figura 4.5. Secțiune transversală prin jgheabul de decantare al apei
Figura 4.6. Decantoare cu etaj. Dispoziție în plan și secțiuni caracteristice
Figura 4.7. Decantor cu etaj - Sistem de evacuare nămol
Figura 4.8. Filtru biologic percolator de înălţime redusă (”jos”)
Figura 4.9. Filtru biologic cu discuri
Figura 4.10. Etapele de operare pentru bazinele cu funcționare secvențială
Figura 4.11. Schema de principiu a decantorului secundar orizontal radial
Figura 4.12. Schema de principiu a decantorului secundar orizontal longitudinal
Figura 4.13. Secțiuni transversale prin decantorul secundar orizontal radial
Figura 4.14. Schema de principiu a decantorului vertical – tip pâlnie
Figura 4.15. Schema unui bazin de omogenizare – egalizare (BOE)
Figura 4.16. Schema unui concentrator de nămol (CN)
Figura 4.17. Schema unui rezervor de fermentare nămol (RFN) cu rezervor de gaz (RG)
Figura 4.18. Schema unui rezervor de fermentare nămol (RFN) în 2 trepte cu rezervor de gaz (RG)
Figura 4.19. Schema unui stabilizator de nămol (SN)
Figura 4.20. Schema deshidratare nămol (DN)
Figura 4.21. Concentrator gravitațional de nămol
Figura 4.22. Schemă flotație cu presurizare supernatant – bazin radial
Figura 4.23. Schemă flotație cu presurizare supernatant – bazin longitudinal
Figura 4.24. Centrifugă utilizată pentru concentrarea nămolurilor
Figura 4.25. Determinarea factorului capacității “Σ”
Figura 4.26. Concentrator filtru bandă
Figura 4.27. Fermentarea anaerobă de mare încărcare într-o singură treaptă
Figura 4.28. Fermentarea anaerobă în două etape
Figura 4.29. Rezervor de fermentare anaerob de formă ovoidală
Figura 4.30. Filtru bandă presă
Figura 4.31. Schema filtrului presă
Figura 4.32. Tehnologia deshidratării cu filtre presă
Figura 4.33. Tipuri de pompe și stații de pompare
Figura 4.34. Tipuri de pompe utilizate pentru pomparea nămolului
Figura 4.35. Tipuri de pompe utilizate pentru pomparea nămolului

Abrevieri

Nr. crt.	Abreviere	Denumire
1	SE	stație de epurare
2	l.e.	locuitor echivalent
3	FB	filtru biologic
4	BNA	bazin cu nămol activat
5	FS	factor de siguranță
6	DP	decantor primar
7	BOE	bazin de omogenizare/egalizare nămol
8	DS	decantor secundar
9	RFN	rezervor de fermentare nămol
10	BT	bazin tampon
11	CN	concentrator de nămol
12	RG	rezervor de gaz
13	bg	biogaz
14	s	supernatant
15	SP_{nre}	stație de pompare nămol de recirculare și în exces
16	SP_n	stație pompare nămol
17	SP_s	stație de pompare supernatant
18	DM	deshidratare mecanică
19	SN	stabilizator nămol
20	DN	deshidratare nămol
21	FAD	flotație cu aer dizolvat sub presiune
22	PU	platforme de uscare
23	IDF	Curbe Intensitate-Durată-Frecvență
24	NPSH	Net positive suction head
25	P.U.G.	Plan de Urbanism General
26	P.U.Z.	Plan de Urbanism Zonal
27	P.U.D.	Plan de Urbanism de Detaliu documentația aferentă P.U.G. si P.U.Z., explicând și detaliind conținutul acestor planuri, sub formă de prescripții și recomandări, prin care se asigură condițiile de amplasare, dimensionare, conformare și servire edilitară, a unuia sau mai multor obiective, pe o parcelă, în corelare cu functțiunea predominantă și vecinătățile imediate

Simboluri

Nr. crt.	Simbol	U.M.	Explicație
1	K_i	kg S.U./an	cantitatea de substanță poluantă influentă în SE
2	K_e	kg S.U./an	cantitatea de substanță poluantă efluentă din SE
3	d	%	gradul de epurare necesar
4	Q_T	l/s	debitul total pe timp de ploaie al apelor de canalizare
5	$Q_{uz\ or\ max}$	m^3/h	debitul orar maxim de apă uzată, pe timp uscat
6	Q_m	l/s	debitul de ape meteorice
7	Q_b	m^3/s	debitul de calcul al bazinului de retenţie
8	b	mm	distanța (interspațiul) dintre barele grătarului
9	Q_c	l/s	debit de calcul
10	Q_v	l/s	debit de verificare
11	a	l/om, an	cantitatea de reţineri specifică
12	G_r	kN/zi	cantitatea zilnică de reţineri pe grătare
13	γ_r	kN/m^3	greutatea specifică a reţinerilor
14	V_{ru}	m^3/zi	volumul zilnic de substanţă uscată din reţinerile de pe grătare
15	w	%	umiditatea reţinerilor de pe grătare

Nr. crt.	Simbol	U.M.	Explicație
16	G_{ru}	kN/zi	cantitatea zilnică de substanţă uscată din reţineri
17	γ_{ru}	kN/m^3	greutatea volumică specifică a substanţelor reţinute, în stare uscată
18	n	-	număr grătare
19	h_w	m	pierderea de sarcină prin grătar
20	ξ_g	-	coeficientul de rezistenţă locală al grătarului
21	v	m/s	viteza medie pe secţiune în canalul din amontele grătarului
22	g	m/s^2	acceleraţia gravitaţională
23	β	-	coeficient de formă al barei
24	s	mm	grosimea barei
25	α	°	unghiul de înclinare al grătarului faţă de orizontală
26	Re	-	numărul Reynolds
27	v_g	cm/s	viteza medie a apei printre barele grătarului
28	ν	m^2/s	coeficientul de vâscozitate cinematică
29	η	kg/s·m	coeficientul de vâscozitate dinamică
30	u_0	mm/s	viteza de sedimentare a unei particule solide într-un fluid aflat în repaos sau în regim de curgere laminar
31	u	mm/s	valoarea vitezei la care particula de nisip sedimentează
32	v_0	m/s	viteza orizontală medie a apei în deznisipator
33	u_s	mm/s	încărcarea superficială
34	Ao	m^2	aria suprafeței orizontale
35	t	s	timpul mediu de trecere a apei prin bazin
36	C	m^3 nisip/ 100.000 m^3 apă uzată, zi	cantitatea specifică de nisip
37	B_1	m	lățimea unui compartiment
38	n	-	număr compartimente
39	q_{aer}	m^3 aer/h,m^3 volum util	debitul specific de aer
40	v_r	m/h	viteza de ridicare a particulelor de grăsime
41	L	m	lungimea utilă
42	v_L	cm/s	viteza longitudinală de curgere a apei prin separator
43	t_c	h	timpul de decantare la debitul de calcul
44	t_v	h	timpul de decantare la debitul de verificare
45	u_s	mm/s m/h	încărcare superficială
46	q_d^c	m^3/h.m	debitul specific de apă pentru 1 m lungime de deversor la debitul de calcul
47	q_d^v	m^3/h.m	debitul specific de apă pentru 1 m lungime de deversor la debitul de verificare
48	V_d	m^3	volumul decantorului
49	b_1	m	lățimea compartimentului de decantare
50	γ_n	kN/m^3	greutatea volumică specifică a nămolului
51	V_{pg}	m^3	volumul geometric al pâlniei de nămol
52	V_{ev}	m^3/ evacuare	volumul de nămol dintre 2 evacuări
53	e_s	%	eficiența decantării primare în reținerea MTS
54	e_x	%	eficiența decantării primare în reținerea CBO_5
55	$e_{x,CCO}$	%	eficiența decantării primare în reținerea CCO-Cr
56	e_N	%	eficiența decantării primare în reținerea azotului total
57	e_P	%	eficiența decantării primare în reținerea fosforului total
58	c_{uz}	mg/l	concentrația de MTS influentă în stația de epurare
59	X_{CCO}	mg/l	concentrația de CCO-Cr din apa uzată influentă în stația de epurare
60	$x_{5,uz}$	mg/l	concentrația de CBO_5 din apa uzată influentă în stația de epurare
61	c_N	mg/l	concentrația de azot total din apa uzată influentă în stația de epurare
62	c_P	mg/l	concentrația de fosfor din apa uzată influentă în stația de epurare
63	$x_{5,uz}^b$	mg/l	concentrația CBO_5 din apa uzată influentă în treapta biologică
64	c_{uz}^b	mg/l	concentrația MTS din apa uzată influentă în treapta biologică

Nr. crt.	Simbol	U.M.	Explicație
65	X_{CCO}^{b}	mg/l	concentrația CCO-Cr din apa uzată influentă în treapta biologică
66	c_{N}^{b}	mg/l	concentrația de azot total din apa influentă în treapta biologică
67	c_{P}^{b}	mg/l	concentrația de fosfor din apa uzată influentă în treapta biologică
68	N_b	kg s. u/zi	cantitatea de materii în suspensie care intră zilnic în treapta biologică
69	C_b	kg s. u/zi	cantitatea de CBO_5 care intră zilnic în treapta biologică
70	$C_{b,CCO}$	kg s. u/zi	cantitatea de CCO-Cr care intră zilnic în treapta biologică
71	K_{N}^{b}	kg s. u/zi	cantitatea de N_T care intră zilnic în treapta biologică
72	K_{P}^{b}	kg s. u/zi	cantitatea de P_T care intră zilnic în treapta biologică
73	c_{uz}^{adm}	mg/l	concentrația de MTS din efluentul stației de epurare
74	$x_{5,uz}^{adm}$	mg/l	concentrația de CBO_5 din efluentul stației de epurare
75	c_{N}^{adm}	mg/l	concentrația de N_T din efluentul stației de epurare
76	c_{P}^{adm}	mg/l	concentrația de P_T din efluentul stației de epurare
77	N_b'	kg s. u/zi	cantitatea de materii în suspensie redusă zilnic în treapta biologică
78	C_b'	kg s. u/zi	cantitatea de CBO_5 redusă zilnic în treapta biologică
79	$C_{b,CCO}'$		cantitatea de CCO-Cr redusă zilnic în treapta biologică
80	K_N'	kg s. u/zi	cantitatea de N_T redusă zilnic în treapta biologică
81	K_{P}^{b}	kg s. u/zi	cantitatea de P_T redusă zilnic în treapta biologică
82	N_{ev}	kg s. u/zi	cantitatea de materii în suspensie din efluentul stației de epurare
83	C_{ev}	kg s. u/zi	cantitatea de CBO_5 din efluentul stației de epurare
84	$C_{ev,CCO}$	kg s. u/zi	cantitatea de CCO-Cr din efluentul stației de epurare
85	K_{N}^{ev}	kg s. u/zi	cantitatea de N_T din efluentul stației de epurare
86	K_{P}^{ev}	kg s. u/zi	cantitatea de P_T din efluentul stației de epurare
87	$X_{CCO,diz}^{b}$	mg/l	concentrația de CCO-Cr dizolvat din influentul bazinului cu nămol activat
88	$X_{CCO,p}^{b}$	mg/l	concentrația de CCO-Cr aferentă particulelor din influentul bazinului cu nămol activat
89	$X_{CCO,diz,deg}^{b}$	mg/l	concentrația de CCO-Cr dizolvat degradabil din influentul bazinului cu nămol activat
90	$X_{CCO,diz,inert}^{b}$	mg/l	concentrația de CCO-Cr dizolvat inert din influentul bazinului cu nămol activat
91	$X_{CCO,p,deg}^{b}$	mg/l	concentrația de CCO-Cr aferentă particulelor degradabile din influentul bazinului cu nămol activat
92	$X_{CCO,p,inert}^{b}$	mg/l	concentrația de CCO-Cr aferentă particulelor inerte din influentul bazinului cu nămol activat
93	$X_{CCO,Fdeg}^{b}$	mg/l	concentrația de CCO-Cr ușor degradabil din influentul bazinului cu nămol activat
94	$c_{N-NO_3}^{D}$	mg $N-NO_3$/l	concentraţia medie zilnică de azot din azotatul care trebuie denitrificat
95	$c_{N_{org}}^{efl}$	mg N_{org}/l	concentraţia în azot organic din efluentul staţiei de epurare
96	$c_{N-NH_4}^{efl}$	mg N- NH_4^+/l	concentraţia în azot din NH_4^+ din efluentul staţiei de epurare
97	$c_{N-NO_3}^{efl}$	mg $N-NO_3^-$/l	concentraţia în azot din azotat din efluentul staţiei de epurare
98	$c_{N_{org}}^{BM}$	mg N_{org}/l	azotul organic încorporat în biomasă
99	$c_{N_{org,inert}}$	$mg\ N_{org}/l$	concentraţia de azot organic legat de particule inerte
100	$X_{CCO,inert,BM}$	mg/l	concentraţia de CCO-Cr din solidele inerte rămase din descompunerea endogenă a biomasei
101	$X_{CCO,BM}^{b}$	mg/l	concentraţia de CCO-Cr din biomasa formată
102	$X_{CCO,ext}$	mg/l	concentrația de CCO-Cr suplimentară (din sursă externă)
103	Y	g biomasă formată/g CCO degradat	coeficientul de randament
104	$Y_{CCO,ext}$	g biomasă formată/g CCO degradat	coeficientul de randament pentru sursa externă de carbon
105	b	zi^{-1}	coeficientul descompunerii endogene la 15ºC
106	F_T	-	factorul de temperatură pentru respirația endogenă
107	N_{eC}	kg s.u./zi	cantitatea de materii solide, exprimată în substanţa uscată din nămolul în exces provenită din eliminarea carbonului

Nr. crt.	Simbol	U.M.	Explicație
108	N_e	kg s.u./zi	cantitatea de materii solide, exprimată în substanță uscată din nămolul în exces
109	N_{eP}	kg s.u./zi	cantitatea de materii solide, exprimată în substanţă uscată, din nămolul în exces provenit din eliminarea fosforului
110	$c_{P,prec}$	mg P/l	concentraţia de fosfor total care trebuie eliminată prin precipitare simultană
111	$c_{P,efl}$	mg P/l	concentraţia de fosfor total din efluentul staţiei de epurare
112	$c_{P,BM}$	mg P/l	concentraţia de fosfor total încorporatat în biomasă
113	$c_{P,bio,ex}$	mg P/l	concentraţia de fosfor biologic în exces
114	$c_{P,prec.Fe}$	mg P/l	concentrația de fosfor precipitat cu Fe
115	$c_{P,prec.Al}$	mg P/l	concentrația de fosfor precipitat cu Al
116	T_N	zile	vârsta nămolului
117	V_N	m^3	volumul zonei aerobe (pentru nitrificare)
118	V_D	m^3	volumul zonei anoxice pentru denitrificare
119	Q_{ne}	m^3/zi	debitul nămolului de recirculare
120	c_{na}	kg/m^3	concentrația nămolului activat
121	c_{nr}	kg/m^3	concentrația nămolului de recirculare
122	c_{ne}	kg/m^3	concentrația nămolului în exces
123	r_i	%	coeficient de recirculare internă
124	r_e	%	coeficient de recirculare externă
125	$c_{P,prec}$	mg P/l	concentraţia de fosfor total care trebuie eliminat prin precipitare simultană
126	I_{ob}	kg CBO_5/m^3 b.a,zi	încărcarea organică a bazinului
127	I_{on}	kg CBO_5/ kg s.u,zi	încărcarea organică a nămolului
128	c_o'	g O_2/N m^3 aer, m adâncime insuflare	capacitatea specifică de oxigenare
129	Q_{Naer}^{nec}	N m^3 aer/h	debitul de aer necesar în condiții standard
130	H_i	m	adâncimea de insuflare
131	N_{ef}	kg s.u/zi	cantitatea de nămol efluent
132	N_{inf}	kg s.u/zi	cantitatea de nămol influent
133	V_{ninf}	m^3/zi	volum zilnic de nămol influent
134	V_{nef}	m^3/zi	volumul zilnic de nămol efluent
135	$\gamma_{n\,inf}$	kN/ m^3	greutatea volumică specifică a nămolului influent
136	$\gamma_{n\,ef}$	kN/ m^3	greutatea volumică specifică a nămolului efluent
137	w_{inf}	%	umiditatea nămolului influent
138	w_{ef}	%	umiditatea nămolului efluent
139	Δw_c	%	reducerea de umiditate prin concentrare
140	Δw_f	%	creșterea/reducerea de umiditate prin fermentare anaerobă
141	Δw_s	%	reducerea umidității prin stabilizare aerobă
142	Δw_d	%	reducerea de umiditate prin deshidratare
143	N_m	kg s. u/zi	cantitatea zilnică de substanță minerală din nămol
144	N_o	kg s. u/zi	cantitatea zilnică de substanță organică din nămol
145	ε	%	procentul de substanță organică (volatilă) din nămolul influent
146	l_f	%	limita tehnică de fermentare
147	l_s	%	limita tehnică de stabilizare
148	I_{SU}	kg s.u/ m^2,zi	încărcarea superficială cu substanță uscată
149	$A^{CN}{}_o$	m^2	aria orizontală utilă a concentratorului gravitațional
150	I_h	m^3 nămol/ m^2,zi	încărcarea hidraulică superficială cu nămol
151	t_c	h	timpul de concentrare a nămolului
152	N_f	kg s.u./zi	cantitatea zilnică de nămol fermentat
153	I_{oRFN}	kg s.o./m^3 RFN, zi	încărcarea organică a rezervorului de fermentare a nămolului
154	T_f	zile	timpul de fermentare

Nr. crt.	Simbol	U.M.	Explicație
155	V_{RFN}	m^3/zi	volumul rezervorului de fermentare
156	Q_G	m^3/zi	volumul teoretic zilnic de biogaz
157	$Q_{G\ ef}$	m^3/zi	volumul efectiv zilnic de biogaz
158	q_{bg}	dm^3 biogaz/kg s.o.red	producția specifică de biogaz
159	V_{RG}	m^3	volumul rezervorului de biogaz
160	I_{oSN}	kg s.o./m^3 SN, zi	încărcarea organică a stabilizatorului de nămol
161	T_s	zile	timpul de stabilizare
162	V_{SN}	m^3/zi	volumul stabilizatorului de nămol
163	O_N	kgO_2/zi	cantitatea de oxigen necesară procesului de stabilizare aerobă
164	i_{On}	kg O_2/kg s.o.	consumul de oxigen în faza endogenă
165	A_o^{PU}	m^2	aria orizontală a platformelor de uscare
166	η_{DM}	%	grad de separare
167	SU_{inf}	% s.u.	materii solide din nămolul influent
168	SU_s	% s.u.	materii solide din supernatant
169	SU_{ef}	% s.u.	materii solide din nămolul efluent

1 Elemente generale

(1) Normativul privind proiectarea, execuția și exploatarea sistemelor de alimentare cu apă și canalizare ale localităților, Indicativ NP 133-2022, cuprinde pârghiile necesare pentru asigurarea serviciilor fundamentale necesare dezvoltării umanității, în acord cu protejarea mediului, asigurând:
   a. furnizarea apei potabile pentru localități;
   b. colectarea, epurarea și descărcarea în condiții de siguranță a apelor uzate în mediul natural.

(2) Normativul NP 133-2022 cuprinde prevederi specifice României, ținând cont de situația actuală a țării dar și de dezvoltările prognozate în următorii ani în domeniul alimentărilor cu apă și canalizărilor.

(3) Normativul NP 133-2022 se dezvoltă pe trei volume:
   - Volumul I – Sistemul de alimentare cu apă;
   - Volumul II – Sistemul de canalizare;
   - Volumul III – Construcții din beton armat pentru sistemele de alimentare cu apă și canalizare.

(4) Prevederile normativului NP 133-2022 sunt obligatorii. Acolo unde anumite prevederi nu au caracter de obligativitate se precizează în mod specific. Excepțiile privind caracterul de obligativitate al anumitor prevederi ale normativului pot fi generate de:
   a. schimbări frecvente ale anumitor componente și/sau procese tehnologice determinate de progresul tehnic și evoluția cunoașterii din domeniu;
   b. protejarea prin patente pentru anumite materiale, prevederi tehnice, procese și tehnologii;
   c. alte situații, a căror justificare se va prezenta în cadrul normativului.

1.1 Obiectul volumului II al normativului

(1) Obiectul Volumului II al normativului NP 133-2022 îl reprezintă componentele sistemului de canalizare al localităților, descrise în detaliu în cadrul reglementării, care cuprind următoarele componente:
   a. rețeaua de canalizare;
   b. stația de epurare.

(2) Normativul NP 133 se adresează localităților unde serviciile canalizare și epurare ape uzate sunt furnizate pentru:
   a. populație;
   b. instituții publice;
   c. industria locală și agenții economici.

(3) Normativul NP 133, poate fi utilizat și de către platforme industriale, care își dezvoltă propriile sisteme de alimentare cu apă, în condițiile necesității asigurării prevederilor legale pentru furnizarea apei potabile către angajații proprii sau descărcării apelor uzate parțial pre-epurate în sistemul public de canalizare, respectiv epurate atunci când se descarcă în mediul natural.

1.2 Obiectivele volumului II al normativului

(1) Obiectivul principal al Volumului II al normativului NP 133-2022 este asigurarea cunoștințelor minim necesare pentru:
   a. proiectarea obiectelor sistemelor de canalizare;
   b. execuția obiectelor sistemelor de canalizare;
   c. exploatarea obiectelor sistemelor de canalizare.

(2) Volumul II al normativului NP 133-2022 asigură premizele necesare pentru:
   a. conceperea de sisteme de canalizare noi;
   b. extinderea şi dezvoltarea sistemelor de canalizare existente;
   c. reabilitarea sistemelor de canalizare existente;
   d. retehnologizarea sistemelor de canalizare existente.

(3) Normativul NP 133-2022 asigură dezvoltarea durabilă şi judicioasă a sistemelor de canalizare, fiind conceput pe baze tehnico-economice.

(4) Normativul NP 133-2022 este conceput fără a încălca drepturile de autor ale proprietarilor de tehnologii, dar cu asigurarea deschiderii necesare în vederea asigurării posibilității utilizării tuturor tipurilor de tehnici şi tehnologii existente, acolo unde acestea sunt aplicabile şi optime din punct de vedere tehnico-economic.

1.3 Beneficiarii normativului

(1) Normativul NP 133-2022 ia în considerare minimizarea impactului apelor uzate asupra mediului, prin prevederea de măsuri specifice de colectare şi epurare a apelor uzate, în condițiile specifice ale legislației naționale şi europene existente în momentul de față.

(2) Principalii beneficiari ai normativului NP 133-2022 sunt:
   a. proiectanții sistemelor de canalizare;
   b. constructorii sistemelor de canalizare;
   c. operatorii sistemelor de canalizare.

(3) De prevederile normativului NP 133-2022 mai pot beneficia şi următoarele categorii profesionale sau alți utilizatori:
   a. cercetători din domeniul canalizărilor sau din domenii conexe;
   b. cadre didactice, studenți şi elevi din instituțiile de învățământ care pregătesc profesioniști în domeniu;
   c. instituții publice, agenți economici sau industrii, beneficiari sau deținători de sisteme sau de componente ale sistemelor de canalizare.

(4) Normativul NP 133-2022 este conceput în ideea de a fi un instrument flexibil şi uşor de aplicat pentru specialiştii din domeniu care, dacă respectă prevederile sale, pot proiecta şi executa în mod corect, respectiv pot exploata în condiții de siguranță componentele sistemului de canalizare.

1.3.1 Competențe necesare pentru specialiştii din domeniul canalizărilor

(1) Competențele necesare pentru specialiştii din domeniul canalizărilor sunt următoarele:
   a. capacitatea de a proiecta, executa, exploata şi întreține lucrări inginereşti de construcții din domeniul construcțiilor aferente sistemelor de canalizare (de exemplu: rețele de canalizare, staţii de pompare ape uzate, staţii de epurare etc.);
   b. managementul, organizarea şi conducerea proceselor de proiectare, execuție şi exploatare a obiectelor şi proceselor tehnologice din cadrul sistemelor canalizări;
   c. abilități de utilizare a programelor de calcul în domeniile: hidraulică, epurare a apelor uzate, rețele de canalizare, structuri hidroedilitare etc.
   d. capacitatea de a evalua din punct de vedere tehnico-economic elementele componente aferente obiectelor tehnologice şi a instalațiilor aferente construcțiilor din sistemele de canalizare;
   e. abilitatea de a controla calitatea execuției şi siguranța în exploatare a obiectelor aferente sistemelor de canalizare;

f. capacitatea de a planifica, organiza și gestiona resursele tehnice și umane necesare pentru construirea și exploatarea sistemelor de canalizare;
g. capacitatea de a instrui și/sau evalua cunoștințele la nivel vocațional în domeniul sistemelor de canalizare;
h. abilitatea de a desfășura activități de cercetare, dezvoltare, consultanță, asistență tehnică, verificare de proiecte și expertizare tehnică în ceea ce privește sistemele de canalizare.

(2) Competențele specialiștilor din domeniul canalizărilor pot fi dobândite prin studii medii, universitare și post-universitare de profil sau prin certificare ca urmare a parcurgerii unor cursuri de pregătire profesională de specialitate, desfășurate de către instituții de învățământ de profil, în cadrul unor programe de studii adecvate.

1.4 Domeniul de aplicabilitate

(1) Normativul NP 133-2022 este aplicabil și are caracter obligatoriu pentru sistemele publice de canalizare.

(2) Sistemul public de canalizare se dezvoltă de la racordul de canalizare al beneficiarului până la descărcarea apelor uzate epurate în efluenții naturali. Nu fac parte din sistemul public de canalizare următoarele componente:
a. rețetele de canalizare de incintă, care se dezvoltă în platformele industriale sau private, până la racordul general la rețeaua publică de canalizare;
b. instalațiile interioare de canalizare care se dezvoltă în interiorul clădirilor, aflate în amonte de racordul la rețeaua publică de canalizare.

1.5 Durata de viață estimată a sistemelor de canalizare

(1) Normativul NP 133-2022 asigură concepția și dezvoltarea sistemului de canalizare, pentru o durată de viață care, în condițiile de dezvoltare actuale, este de 50 ani.

1.6 Corelarea cu alte normative, legi și standarde în vigoare

(1) Indicatorii de calitate a apelor uzate evacuate din stațiile de epurare în receptorii naturali corespund cerințelor Directivei 91/271/CEE privind epurarea apelor uzate urbane pentru zone sensibile, publicată în jurnalul Oficial al Comunităților Europene L135 din 30.5.1991. România, la momentul aderării la Uniunea Europeană a declarat întregul teritoriu drept zonă sensibilă, conform art. 5^1 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.

(2) Elementele de proiectare a construcţiilor şi instalaţiilor de epurare cuprinse în acest normativ sunt în concordanţă cu prevederile actelor normative existente în ţara noastră şi cu normele Uniunii Europene.

(3) Normativul are în vedere conformarea cu Directiva 91/271/CEE privind epurarea apelor uzate urbane, transpusă în legislația națională prin Hotărârea Guvernului nr. 188/2002, cu modificările și completările ulterioare.

(4) Hotărârea Guvernului nr. 188/2002, cu modificările și completările ulterioare, aprobă normele tehnice de protecția apelor, și anume:

a. NTPA 001/2002 – Norme tehnice privind stabilirea limitelor de încărcare cu poluanți a apelor uzate urbane la evacuarea în receptori naturali, denumite în continuare în acest document norme tehnice NTPA 001;
b. NTPA 002/2002 – Norme tehnice privind condiţiile de evacuare a apelor uzate în reţelele de canalizare ale localităţilor şi direct în staţiile de epurare, denumite în continuare în acest document norme tehnice NTPA 002;
c. NTPA-011 – Norme tehnice privind colectarea, epurarea și evacuarea apelor uzate urbane, denumite în continuare în acest document norme tehnice NTPA 011.

(5) Prezentul normativ a luat în considerare tehnologiile de epurare de referinţă a apelor uzate, utilizate în ţările Uniunii Europene, precum şi metodologiile de dimensionare aplicate frecvent în aceste ţări.

1.6.1 Documente de referință

(1) Normativul NP 133-2022 se acordează cu legi, standarde, ghiduri de proiectare precum și cu alte normative existente, după cum se precizează în mod specific în fiecare capitol al normativului. Prezentul normativ a luat în considerare documentele de referință specificate în tabelele următoare.

(2) Se utilizează cele mai recente ediții ale standardelor române de referință, împreună cu, după caz, anexele naționale, amendamentele și eratele publicate de către organismul național de standardizare.

Tabelul 1.1. Standarde române de referință.

Nr. crt.	Indicativ	Titlu
1	SR 1846-1	Canalizări exterioare. Prescripţii de proiectare. Partea 1: Determinarea debitelor de ape uzate de canalizare
2	SR 1846-2	Canalizări exterioare. Prescripţii de proiectare. Partea 2: Determinarea debitelor de ape meteorice
3	SR CEN/TS 13476-4	Sisteme de conducte de materiale plastice pentru evacuare și canalizare, fără presiune, subterane. Sisteme de conducte cu pereţi structuraţi de poli(clorură de vinil) neplastifiată (PVC-U), polipropilenă (PP) şi polietilenă (PE). Partea 4: Evaluarea conformității
4	SR CEN/TS 13598-3	Sisteme de canalizare de materiale plastice pentru branşamente şi sisteme de evacuare îngropate, fără presiune. Policlorură de vinil neplastifiată (PVC-U), polipropilenă (PP) şi polietilenă (PE). Partea 3: Ghid pentru evaluarea conformităţii
5	SR CEN/TS 1401-2	Sisteme de conducte de materiale plastice pentru evacuare și canalizare, fără presiune, subterane. Policlorură de vinil neplastifiată (PVC-U). Partea 2: Îndrumări pentru evaluarea conformității
6	SR EN 12050-1	Staţii de pompare a apelor uzate amplasate în clădiri şi în exterior. Partea 1: Staţii de pompare a apelor uzate cu materii fecale
7	SR EN 124-1	Dispozitive de acoperire şi de închidere pentru cămine de vizitare şi guri de scurgere în zone carosabile şi pietonale. Partea 1: Definiţii, clasificare, principii generale de proiectare, cerinţe de performanţă şi metode de încercare
8	SR EN 124-2	Dispozitive de acoperire şi de închidere pentru cămine de vizitare şi guri de scurgere în zone carosabile şi pietonale. Partea 2: Dispozitive de acoperire şi de închidere pentru cămine de vizitare şi guri de scurgere de fontă
9	SR EN 124-3	Dispozitive de acoperire şi de închidere pentru cămine de vizitare şi guri de scurgere în zone carosabile şi pietonale. Partea 3: Dispozitive de acoperire şi de închidere pentru cămine de vizitare şi guri de scurgere de oţel sau aliaje de aluminiu
10	SR EN 124-4	Dispozitive de acoperire şi de închidere pentru cămine de vizitare şi guri de scurgere în zone carosabile şi pietonale. Partea 4: Dispozitive de acoperire şi de închidere pentru cămine de vizitare şi guri de scurgere de beton armat cu oţel
11	SR EN 124-5	Dispozitive de acoperire şi de închidere pentru cămine de vizitare şi guri de scurgere în zone carosabile şi pietonale. Partea 5: Dispozitive de acoperire şi de închidere pentru cămine de vizitare şi guri de scurgere de materiale compozite
12	SR EN 124-6	Dispozitive de acoperire şi de închidere pentru cămine de vizitare şi guri de scurgere în zone carosabile şi pietonale. Partea 6: Dispozitive de acoperire şi de închidere pentru

Nr. crt.	Indicativ	Titlu
		cămine de vizitare şi guri de scurgere de polipropilenă (PP), polietilenă (PE) sau policlorură de vinil neplastifiată (PVC-U)
13	SR EN 12666-1+A1	Sisteme de canalizare de materiale plastice, pentru drenare subterană şi evacuare fără presiune. Polietilenă (PE). Partea 1: Specificaţii pentru ţevi, racorduri şi sistem
14	SR EN 13476-1	Sisteme de conducte de materiale plastice pentru evacuare şi canalizare, fără presiune, subterane. Sisteme de conducte cu pereţi structuraţi de policlorură de vinil neplastifiată (PVC-U), polipropilenă (PP) şi polietilenă (PE). Partea 1: Cerinţe generale şi caracteristici de performanţă
15	SR EN 13476-2+A1	Sisteme de conducte de materiale plastice pentru evacuare şi canalizare, fără presiune, subterane. Sisteme de conducte cu pereți structurați de policlorură de vinil neplastifiată (PVC-U), polipropilenă (PP) și polietilenă (PE). Partea 2: Specificații pentru țevi și fitinguri cu suprafață interioară și exterioară netedă și pentru sistem, tip A
16	SR EN 13476-3+A1	Sisteme de conducte de materiale plastice pentru evacuare și canalizare fără presiune, subterane. Sisteme de conducte cu pereți structurați de policlorură de vinil neplastifiată (PVC-U), polipropilenă (PP) și polietilenă (PE). Partea 3: Specificații pentru țevi și fitinguri cu suprafață interioară netedă și suprafață exterioară profilată și pentru sistem, tip B
17	SR EN 1610	Execuţia şi încercarea racordurilor şi reţelelor de canalizare
18	SR EN 16932-1	Reţele de drenaj şi de canalizare în exteriorul clădirilor. Sisteme de pompare. Partea 1: Cerinţe generale
19	SR EN 16932-2	Reţele de drenaj şi de canalizare în exteriorul clădirilor. Sisteme de pompare. Partea 2: Sisteme sub presiune
20	SR EN 16932-3	Reţele de drenaj şi de canalizare în exteriorul clădirilor. Sisteme de pompare. Partea 3: Sisteme sub vid
21	SR EN 1852-1	Sisteme de conducte de materiale plastice, pentru drenaj subteran şi canalizare fără presiune. Polipropilenă (PP). Partea 1: Specificaţii pentru ţevi, racorduri şi sistem
22	SR EN 1916	Tuburi şi accesorii din beton simplu, beton slab armat şi beton armat
23	SR EN 1917	Cămine de vizitare şi cămine de racord din beton simplu, beton slab armat şi beton armat
24	SR EN 295-1	Sisteme de tuburi şi accesorii de gresie pentru racorduri şi reţele de canalizare. Partea 1: Cerinţe pentru tuburi, accesorii şi îmbinări
25	SR EN 295-2	Tuburi şi accesorii de gresie şi îmbinarea lor la racorduri şi reţele de canalizare. Partea 2: Evaluarea conformităţii şi eşantionare
26	SR EN 295-3	Sisteme de tuburi şi accesorii de gresie vitrificată pentru racorduri şi reţele de canalizare. Partea 3: Metode de încercare
27	SR EN 295-4	Sisteme de tuburi şi accesorii de gresie pentru racorduri şi reţele de canalizare. Partea 4: Cerinţe pentru piese de adaptare, piese de legătură şi îmbinări flexibile
28	SR EN 295-5	Sisteme de tuburi şi accesorii de gresie pentru racorduri şi reţele de canalizare. Partea 5: Cerinţe pentru tuburi perforate şi accesorii
29	SR EN 295-6	Sisteme de tuburi şi accesorii de gresie pentru racorduri şi reţele de canalizare. Partea 6: Cerinţe pentru componentele căminelor de vizitare şi inspecţie sau de racord
30	SR EN 295-7	Sisteme de tuburi şi accesorii de gresie pentru racorduri şi reţele de canalizare. Partea 7: Cerinţe pentru tuburile şi îmbinările lor destinate execuţiei prin împingere
31	SR EN 681-1	Garnituri de etanşare de cauciuc. Cerinţe de material pentru garnituri de etanşare a îmbinărilor de ţevi utilizate în domeniul apei şi canalizării. Partea 1: Cauciuc vulcanizat
32	SR EN 681-2	Garnituri de etanşare de cauciuc. Cerinţe de material pentru garnituri de etanşare a îmbinărilor de ţevi utilizate în domeniul apei şi canalizării. Partea 2: Elastomeri termoplastici
33	SR EN 681-3	Garnituri de etanşare de cauciuc. Cerinţe de material pentru garnituri de etanşare a îmbinărilor de ţevi utilizate în domeniul apei şi canalizării. Partea 3: Materiale celulare de cauciuc vulcanizat
34	SR EN 681-4	Garnituri de etanşare de cauciuc. Cerinţe de material pentru garnituri de etanşare a îmbinărilor de ţevi utilizate în domeniul apei şi canalizării. Partea 4: Garnituri de etanşare de poliuretan turnat
35	SR EN 752	Reţele de canalizare în exteriorul clădirilor. Managementul reţelelor de canalizare
36	STAS 12264	Canalizări, separatoare de uleiuri şi grăsimi la staţiile de epurare orăşeneşti. Prescripţii generale de proiectare
37	STAS 12594	Canalizări. Staţii de pompare. Prescripţii generale de proiectare

Nr. crt.	Indicativ	Titlu
38	STAS 2448	Canalizări. Cămine de vizitare. Prescripţii de proiectare
39	STAS 4068/1	Debite şi volume maxime de apă. Determinarea debitelor şi volumelor maxime ale cursurilor de apă
40	STAS 4068/2	Debite şi volume maxime de apă. Probabilităţile anuale ale debitelor şi volumelor maxime în condiţii normale şi speciale de exploatare
41	STAS 4162/1	Canalizări. Decantoare primare. Prescripţii de proiectare
42	STAS 4273	Construcţii hidrotehnice. Încadrarea în clase de importanţă
43	STAS 6054	Teren de fundare. Adâncimi maxime de îngheţ
44	STAS 6701	Canalizări. Guri de scurgere cu sifon şi depozit
45	STAS 9312	Subtraversări de căi ferate şi drumuri cu conducte. Prescripţii de proiectare
46	SR 8591	Reţele edilitare subterane. Condiţii de amplasare.
47	STAS 9470	Hidrotehnică. Ploi maxime. Intensităţi, durate, frecvenţe
48	STAS 1504	Instalaţii sanitare. Distanţe de amplasare a obiectelor sanitare, armăturilor şi accesoriilor lor
49	STAS 9570-1	Marcarea şi reperarea reţelelor de conducte şi cabluri, în localităţi
50	SR EN 1991-1-1	Eurocod 1: Acţiuni asupra structurilor. Partea 1-1: Acţiuni generale. Greutăţi specifice, greutăţi proprii, încărcări utile pentru clădiri
51	SR EN 1991-1-4	Eurocod 1: Acţiuni asupra structurilor. Partea 1-4: Acţiuni generale - Acţiuni ale vântului
52	SR EN ISO 23856	Sisteme de conducte de materiale plastice pentru alimentare cu apă, drenaj sau canalizare, cu sau fără presiune. Sisteme de materiale plastice termorigide armate cu fibră de sticlă (PAS) pe bază de rășină poliesterică nesaturată (PN)
53	SR EN 805	Alimentări cu apă. Condiţii pentru sistemele şi componentele exterioare clădirilor
54	SR EN 16907-1	Terasamente. Partea 1: Principii şi reguli generale
55	SR EN 16907-2	Terasamente. Partea 2: Clasificarea materialelor
56	SR EN 16907-3	Terasamente. Partea 3: Proceduri de construcţie
57	SR EN 16907-4	Terasamente. Partea 4: Tratarea pământurilor cu var şi/sau lianţi hidraulici
58	SR EN 16907-5	Terasamente. Partea 5: Proceduri de construcţie
59	SR EN 12063	Execuţia lucrărilor geotehnice speciale. Pereţi din palplanşe
60	SR EN 15237	Execuţia lucrărilor geotehnice speciale. Drenaj vertical
61	SR EN ISO 22282-1	Cercetări şi încercări geotehnice. Încercări geohidraulice. Partea 1: Reguli generale
62	SR EN ISO 22282-2	Cercetări şi încercări geotehnice. Încercări geohidraulice. Partea 2: Încercări depermeabilitate la apă în foraje utilizând sisteme cu tub deschis
63	SR EN ISO 22282-4	Investigaţii şi încercări geotehnice. Încercări geohidraulice. Partea 4: Încercări de pompare
64	SR EN ISO 22282-5	Cercetări şi încercări geotehnice. Încercări geohidraulice. Partea 5: Încercări cu infiltrometru
65	SR EN ISO 22282-6	Cercetări şi încercări geotehnice. Încercări geohidraulice. Partea 6: Încercări depermeabilitate la apă în foraje utilizând sisteme cu tub închis
66	SR EN ISO 22475-1	Investigaţii şi încercări geotehnice. Metode de prelevare şi măsurări referitoare la apasubterană. Partea 1: Principii tehnice pentru prelevarea eșantioanelor de pământ, rocă și apă subterană

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

Tabelul 1.2. Acte normative și reglementări tehnice de referință.

Nr. crt.	Act normativ/Reglementare tehnică
1	Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcţii, republicată, cu modificările şi completările ulterioare
2	Legea apelor nr. 107/1996, cu modificările și completările ulterioare. Legea nr. 107/1996, cu modificările și completările ulterioare traspune în legislația națională prevederile Directivei 2000/60/CE a Parlamentului European și a Consiliului din 23 octombrie 2000 de stabilire a unui cadru de politică comunitară în domeniul apei, publicată în jurnalul Oficial al Uniunii Europene L327 din 22.12.2000
3	Hotărârea Guvernului nr. 188/2002 pentru aprobarea unor norme privind condiţiile de descărcare în mediul acvatic a apelor uzate, cu modificările şi completările ulterioare

Nr. crt.	Act normativ/Reglementare tehnică
4	Ordonanța de urgență a Guvernului nr. 195/2005 privind protecția mediului, cu modificările și completările ulterioare
5	Ghid privind reabilitarea conductelor pentru transportul apei, indicativ GP 127-2014, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 2.359/2014, denumit în continuare în acest document ghid GP 127
6	Normativ privind stabilirea limitelor de încărcare cu poluanţi a apelor uzate industriale şi urbane la evacuarea în receptorii naturali, indicativ NTPA 001/2002, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 188/2002 pentru aprobarea unor norme privind condiţiile de descărcare în mediul acvatic a apelor uzate, cu modificările și completările ulterioare, denumit în continuare în acest document normă tehnică NTPA 001.
7	Normativ privind condiţiile de evacuare a apelor uzate în reţelele de canalizare ale localităţilor şi direct în staţiile de epurare, indicativ NTPA 002/2002, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 188/2002 pentru aprobarea unor norme privind condiţiile de descărcare în mediul acvatic a apelor uzate, cu modificările și completările ulterioare, denumit în continuare în acest document normă tehnică NTPA 002.
8	Norme tehnice privind colectarea, epurarea şi evacuarea apelor uzate urbane, indicativ NTPA-011, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 188/2002 pentru aprobarea unor norme privind condiţiile de descărcare în mediul acvatic a apelor uzate, cu modificările și completările ulterioare, denumit în continuare în acest document normă tehnică NTPA 011.
9	Normativ privind documentațiile geotehnice pentru construcții, indicativ NP 074-2014, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 1330/2014, denumit în continuare în acest document normativ NP 074.
10	Normativ pentru proiectarea structurilor de fundare directă, indicativ NP 112-2014, aprobat prin Ordinul ministrului transporturilor, construcțiilor și turismului nr. 2352/2014.
11	Normativ privind cerinţele de proiectare şi execuţie a excavaţiilor adânci în zone urbane, indicativ NP 120-2014, aprobat prin Ordinul ministrului transporturilor, construcțiilor şi turismului nr. 2104/2014.
12	Normativ privind proiectarea geotehnică a fundațiilor pe piloți, indicativ NP 123-2022, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării, lucrărilor publice și administrației nr. 2405/2022.
13	Normativ privind proiectarea geotehnică a lucrărilor de susţinere, indicativ NP 124-2010, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și turismului nr. 2689/2010.
14	Normativ privind fundarea construcţiilor pe pământuri sensibile la umezire, indicativ NP 125-2010, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și turismului nr. 2688/2010.
15	Normativ privind fundarea construcțiilor pe pamânturi cu umflări și contracții mari, indicativ NP 126-2010, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și turismului nr. 115/2012
16	Normativul de siguranţă la foc a construcţiilor, indicativ P 118-1999, aprobat prin Ordinul ministrului lucrărilor publice și amenajării teritoriului nr. 27/N/1999, denumit în continuare în prezentul document normativ P 118.
17	Normativul privind securitatea la incendiu a construcţiilor, Partea a II-a - Instalaţii de Stingere, indicativ P 118/2-2013, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 2463/2013, modificat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 6026/2018, denumit în continuare în prezentul document normativ P 118/2.
18	Normativul privind securitatea la incendiu a construcţiilor, Partea a III-a – Instalații de detectare, semnalizare, avertizare, indicativ P 118/3-2015, aprobat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 364/2015 și modificat prin Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 6025/2018, denumit în continuare în prezentul document normativ P 118/3.

2 Schemele sistemelor de canalizare

(1) Sistemul de canalizare este ansamblul de construcții și instalații inginerești care colectează apele de canalizare, le transportă la stația de epurare unde se asigură gradul de epurare stabilit în funcție de condițiile impuse de mediu și apoi le descarcă în receptorii naturali (emisari).

(2) Totalitatea apelor colectate în rețelele de canalizare poartă denumirea de ape de canalizare. Apele de canalizare includ ape uzate, ape meteorice și ape de infiltrație.

(3) Curgerea apelor meteorice se poate face atât prin rigole sau canale deschise (șanțuri), cât și prin canale închise. Pentru restul tipurilor de ape de canalizare, curgerea se face numai prin canale închise.

2.1 Obiectele sistemului de canalizare

(1) Sistemul de canalizare are în componență următoarele grupuri de construcții și instalații:
   a. obiectele sanitare și rețeaua interioară;
   b. rețeaua exterioară (publică) de canalizare;
   c. stația de epurare;
   d. construcții de evacuare.

(2) Obiectele sanitare și rețeaua interioară. În interiorul clădirilor de locuit, social – culturale sau administrative, există obiecte sanitare de tip chiuvete, băi și alte utilități. De la obiectele sanitare apa este preluată de instalațiile interioare ale clădirilor și direcționată către rețeaua de canalizare din interiorul incintelor, denumita rețea interioară.

(3) Rețeaua exterioară se compune din canale subterane și de suprafață precum și combinații de elemente constructive convenționale și metode de control alternative, stații de pompare și din alte construcții auxiliare și instalații amplasate între punctele de colectare și stația de epurare sau gurile de vărsare în emisar:
   a. legătura dintre rețeaua interioară și cea exterioară se face printr-un canal de racord și un cămin de inspecție, numit cămin de racord, ce servește pentru control și intervenții;
   b. construcțiile auxiliare pe rețea includ: guri de scurgere care primesc apele meteorice de pe străzi, cămine de vizitare, camere de legătură, cămine de rupere de pantă, cămine de spălare, deversoare, bazine de retenție, separatoare de hidrocarburi, treceri pe sub depresiuni și căi de comunicație.
   c. stațiile de pompare se construiesc în punctele joase ale teritoriului ce se canalizează, atunci când – din cauza configurației terenului – nu este posibil ca apele de canalizare să curgă gravitațional sau viteza de curgere nu este suficientă;
   d. metodologii alternative de dezvoltare cu impact redus.

(4) Stația de epurare este alcătuită din totalitatea construcțiilor și instalațiilor prin care se corectează parametrii de calitate a apelor uzate influente astfel încât caracteristicile apelor uzate epurate să corespundă normativelor în vigoare funcție de caracteristicile receptorului, precum și construcții și instalații specifice pentru îndepărtarea reținerilor din apele uzate influente și valorificarea acestora.

(5) Construcțiile pentru evacuare asigură descărcarea apelor în receptori în condiții de siguranță pentru sistemul de canalizare și receptor.

(6) Schema generală a unui sistem de canalizare unitar este prezentată în figura următoare.

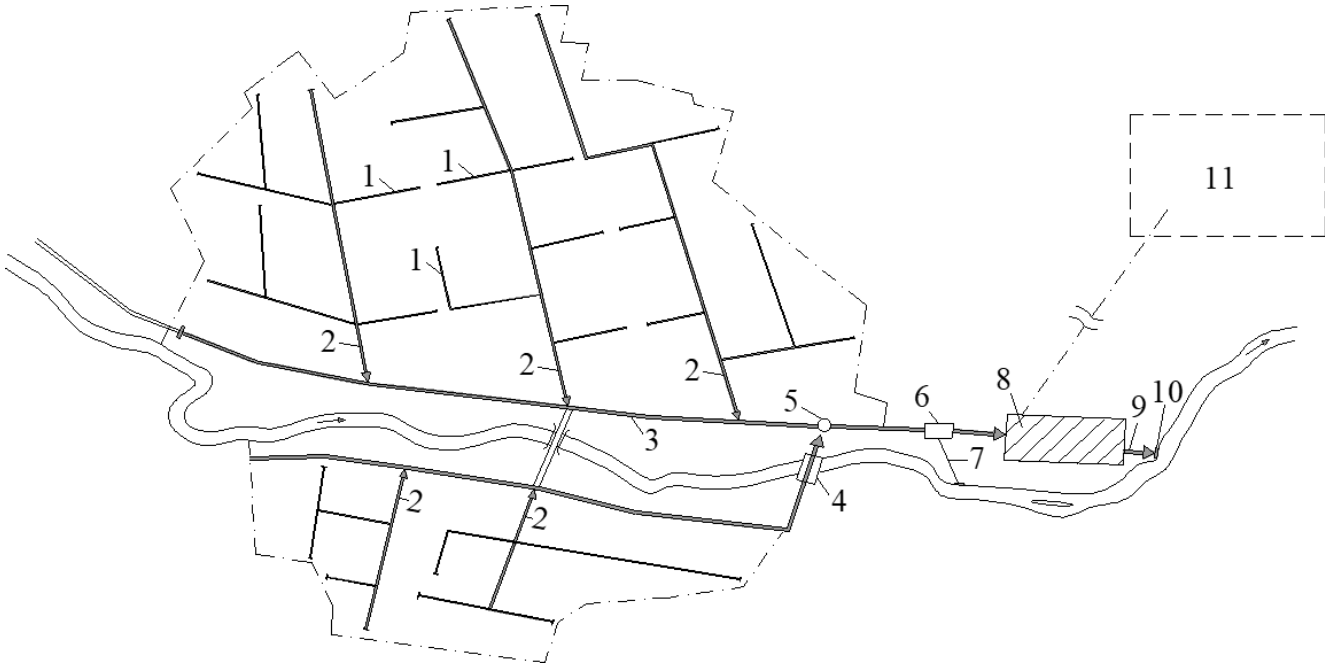


Figura 2.1. Schema sistemului de canalizare unitar.

1-canale de serviciu (secundare)	5-cameră de intersecție	9-colector de descărcare
2-colectoare secundare	6-camera deversorului	10-gură de vărsare
3-colectoare principale	7-canal deversor	11-sisteme pentru valorificarea
4-sifon	8-stație de epurare	nămolurilor rezultate din SE

(7) Schemele sistemelor de canalizare diferă de la un sistem de canalizare la altul, acestea fiind unice pentru fiecare sistem în parte.

(8) Receptorul este orice depresiune naturala cu scurgere (pârâu, râu, fluviu, lac, mare, ocean, teren permeabil).

2.2 Tipuri de rețele de canalizare

(1) Funcție de modul în care sunt colectate și evacuate apele de canalizare, se deosebesc 3 tipuri de procedee pentru rețelele de canalizare:
   a. procedeu divizor (separativ);
   b. procedeu unitar;
   c. procedeu mixt.

(2) O rețea de canalizare în procedeu divizor colectează și transportă prin minim 2 rețele diferite apele de canalizare de pe teritoriul unei localități:
   a. rețea de canalizare pentru colectarea și transportul, la stația de epurare, a apelor uzate de calitatea apelor uzate menajere, provenite de la diferiți utilizatori.
   b. rețea de canalizare pentru colectare și evacuare ape meteorice.

(3) O rețea de canalizare în procedeu unitar colectează și transportă prin aceeași rețea de canalizare toate apele de canalizare: ape uzate, ape meteorice și ape de infiltrație.

(4) O rețea de canalizare în procedeu mixt colectează și transportă apele de canalizare prin sisteme de canalizare diferite interconectate, în parte prin sistem de canalizare unitar și în parte prin sistem de canalizare separativ.

2.3 Aglomerări

(1) O „aglomerare" reprezintă, așa cum este definită prin Articolul 2(4) al Directivei privind epurarea apelor uzate orășenești 91/271/EEC, „o zonă unde populația și/sau activitățile economice sunt suficient de concentrate pentru ca apa uzată orășenească să fie colectată și transportată la o stație de epurare sau la un punct final de deversare."

(2) Existența unei aglomerări este independentă de existența unui sistem de colectare a apelor uzate, iar existența unei aglomerări nu este legată de existența unei stații de epurare.

(3) Existența unei aglomerări este legată de situația de factori în care „populația și/sau activitățile economice sunt suficient de concentrate pentru ca apa uzată orășenească să fie colectată și transportată la o stație de epurare sau la un punct final de deversare.". Astfel, noțiunea de aglomerare include și zonele suficient de concentrate în care încă nu există sisteme de colectare a apelor uzate.

(4) Termenul de „aglomerare" nu trebuie confundat cu Unitățile Administrativ Teritoriale (UAT), (municipii, orașe sau alte unități), care au același nume. Limitele unei aglomerări pot să corespundă sau nu, cu limitele unei unități administrativ teritoriale. Astfel, mai multe UAT-uri pot constitui o singură aglomerare și invers, un singur UAT poate conține mai multe aglomerări, dacă acesta include zone suficient de concentrate, având locații distincte rezultate din dezvoltarea istorică sau economică. Trebuie subliniat faptul că o aglomerare poate conține și zone suficient de concentrate în care încă nu există sisteme de colectare a apelor uzate și/sau unde gestionarea apelor uzate se realizează cu sisteme individuale sau alte soluții adecvate, sau colectarea se realizează în orice alt fel.

(5) Aglomerarea poate fi deservită de o singură stație de epurare (relație 1:1) sau de mai multe stații de epurare (relație 1:n). În plus, o singură aglomerare poate fi deservită de mai multe sisteme de colectare, fiecare sistem fiind conectat la una sau mai multe stații de epurare. În mod similar, mai multe sisteme de colectare pot fi conectate la aceeași stație de epurare.

(6) În figura următoare sunt ilustrate principalele tipuri de relații dintre aglomerări și stațiile de epurare care le deservesc.

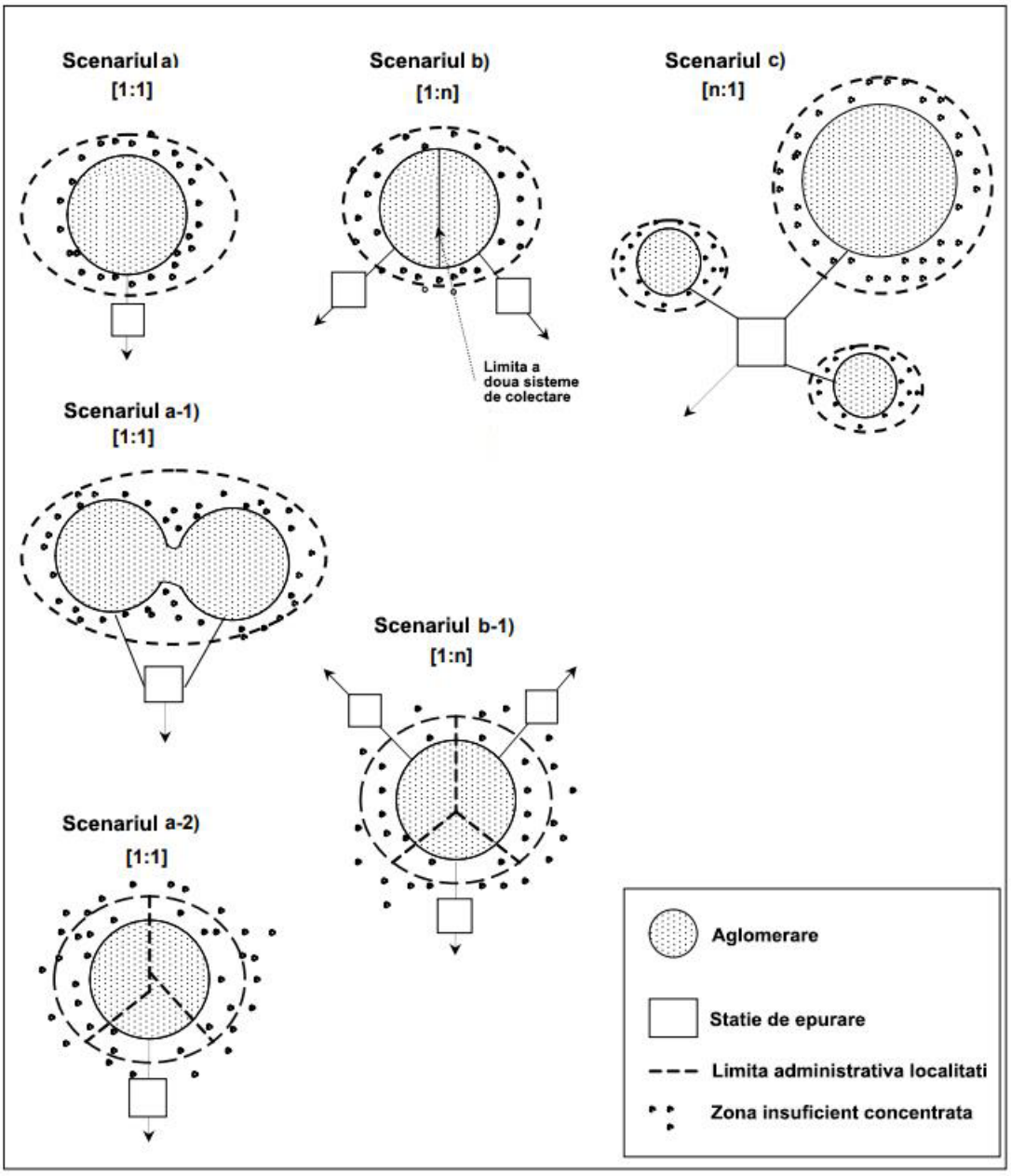


Figura 2.2. Relații posibile între aglomerări și stațiile de epurare aferente.

(7) Semnificațiile scenariilor din figura anterioară sunt următoarele:

a. **Scenariul a)** reprezintă cazul simplu în care o aglomerare este deservită de un singur sistem de colectare și de o singură stație de epurare (SE);
b. **Scenariul a-1)** reprezintă o variație a scenariului a) în care o singură SE deservește niște zone apropiate, suficient de concentrate și conectate de o zona continuă îngustată, care fac parte din același UAT. Un exemplu de situație de acest tip îl reprezintă localitățile unde zona concentrată este despărțită de un râu sau o autostradă. Un alt exemplu îl reprezintă satele sateliți ai unor orașe, care fiind foarte apropiate de oraș reprezintă parte din aglomerare și sunt conectate la același sistem de colectare a apelor uzate. În asemenea situații, este adecvată considerarea sistemului rezultat (ex: rețea de canalizare și SE) ca reprezentând o singură aglomerare, întrucât există continuitate și încărcările rezultate ar putea afecta un singur corp de apă. Acest tip de consolidare trebuie încurajat acolo unde conduce la o abordare coerentă privind epurarea apelor uzate generate în sate și orașe care sunt apropiate și conectate;

c. **Scenariul a-2)** reprezintă o singură aglomerare, care cuprinde mai multe UAT-uri adiacente, deservite de un singur sistem de colectare şi o singură SE;
d. **Scenariul b)** reprezintă o aglomerare deservită de două sisteme de colectare, fiecare dintre sisteme fiind conectat la câte o SE. Împărțirea unei zone suficient de concentrate în mai multe aglomerări nu este admisă dacă această împărțire conduce la reducerea sau amânarea aplicării cerințelor de colectare şi epurare a apelor uzate care altfel s-ar aplica dacă localitatea sau zona ar fi definită ca o singură aglomerare. O asemenea împărțire nu va întâmpina probleme de aprobare în situațiile în care nu conduce la afectarea cerințelor Directivei;
e. **Scenariul b-1)** reprezintă o singură aglomerare care cuprinde mai multe UAT-uri distincte, adiacente, deservite de mai multe sisteme de colectare şi mai multe SE;
f. **Scenariul c**) cuprinde mai multe aglomerări distincte delimitate fizic având sisteme separate de colectare, dar deservite de o singură SE (acesta este un exemplu de cluster). În timp ce obligațiile legale impuse de Directivă sunt stabilite de dimensiunile fiecărei aglomerări şi de natura emisarului, este importantă luarea în considerare a efectului cumulativ generat de existența unui punct unic de descărcare. În cazuri particulare, acesta poate afecta obiectivele de conformare ale cerințelor privind calitatea apelor din legislația de mediu UE, ca de exemplu Directiva privind calitatea apei de îmbăiere sau Directiva Cadru privind apa.

2.4 Criterii de alegere a schemei sistemului de canalizare

(1) Alegerea schemei sistemului de canalizare are la bază datele configurației amplasamentului şi elementele funcționale ale utilizatorului. Documentațiile obiectiv necesare pentru elaborarea schemei sistemului de canalizare sunt:
   a. P.U.G, şi P.U.Z. pentru localitate cu situația existentă şi perspectiva de dezvoltare pentru minim 30 de ani.
   b. Studii topografice, geotehnice, meteorologice, hidrogeologice, hidrologice asupra teritoriului, apelor de suprafață şi subterane din zonă.
   c. Analiza opțiunilor disponibile. Orice sistem de canalizare trebuie studiat în variante multiple, dintre care proiectantul va propune acea variantă care va asigura:
      i. colectarea apelor uzate în condiții sanitare fără risc privind sănătatea populației;
      ii. efecte minime asupra mediului înconjurător;
      iii. costuri unitare şi energetice minime, independente de factorii variabili care pot sa apară în timp.
   d. Criterii tehnice şi economice pe care se bazează alegerea sistemului:
      i. colectare unitară/separativă pe categorii de ape uzate;
      ii. criterii de transport ape uzate (gravitațional, sub presiune sau rețea vacuumată);
      iii. elementele impuse de trasee şi amplasamente disponibile, poziția receptorului, valorificarea substanțelor reținute şi a nămolurilor.

(2) Calculele tehnice şi economice, care să permită stabilirea variantei optime trebuie să cuprindă:
   a. volumul total al investițiilor;
   b. planul de eşalonare a investițiilor;
   c. dotările şi costurile de exploatare pentru fiecare variantă;
   d. costul apei canalizate (colectare, epurare, evacuarea substanțelor reținute) în corelație cu gradul de suportabilitate a utilizatorilor sistemului.

(3) Schema sistemului de canalizare trebuie să se încadreze permanent în dezvoltarea centrului populat, astfel încât serviciul de canalizare să poată asigura satisfacerea exigențelor utilizatorilor şi dezvoltările tehnologice.

3 Rețele de canalizare

3.1 Elemente generale

(1) Rețeaua de canalizare este ansamblul de construcții și instalații din sistemul de canalizare cu rol de colectare și transport a apelor uzate de la folosințe casnice, a apelor uzate industriale pre-epurate, a apelor uzate de la folosințe publice și a apelor provenite din precipitațiile căzute pe suprafața deservită de rețea și evacuarea acestora în afara aglomerării, în condiții de siguranță pentru sănătatea utilizatorilor și mediului.

(2) Rețeaua de canalizare colectează apa de pe o suprafață delimitată, numită bazin de colectare. Bazinul de colectare poate fi diferit pentru diversele categorii de ape uzate.

(3) Dezvoltarea de rețele de canalizare se face cu respectarea cerințelor aplicabile aglomerării, stabilite prin:
   a. Master Planul privind dezvoltarea sistemelor de alimentare cu apă, respectiv canalizare;
   b. Planul de Management al bazinului hidrografic.

(4) Apele preluate în rețeaua de canalizare pot proveni din următoarele surse:
   a. apă uzată menajeră, generată în:
      i. instalațiile interioare ale locuințelor;
      ii. instalațiile interioare ale clădirilor cu destinație de utilitate publică (școli, spitale, unități de activitate publică, complexe sportive, unități militare etc.);
      iii. grupurile sanitare ale unităților industriale.
   b. apă uzată industrială - colectată direct, atunci când calitatea acesteia o permite, sau provenind de la stații de pre-epurare, utilizate atunci când calitatea apei uzate nu corespunde cerințelor impuse pentru descărcarea în rețeaua publică de canalizare;
   c. apă pluvială de șiroire sau apă meteorică - apele care provin din precipitații atmosferice (zăpadă, ploaie, grindină, brumă) și se scurg prin șiroire, descărcate în canalizare prin gurile de scurgere;
   d. apa infiltrată prin orificiile capacelor caminelor, îmbinările imperfecte și defecțiunile colectoarelor sau construcțiilor accesorii aferente.

(5) Cu excepția apei infiltrate în canalizare, pentru a putea fi acceptate în rețeaua publică de canalizare, pentru toate celelalte categorii de apă se impune respectarea cerințelor de calitate normate prin norma tehnică NTPA 002.

(6) Inclusiv pentru rețelele de canalizare din mediul rural, preluarea de ape uzate de la ferme agrozootehnice, unități de prelucrare produse sau crescătorii de animale, se face cu respectarea cerințelor de calitate normate prin norma tehnică NTPA 002.

(7) Preluarea oricărei categorii de calitate de ape uzate în rețeaua publică este condiționată de:
   a. asigurarea funcționării rețelei publice fără deteriorări, influențe asupra materialului, pericole sau limitări ale exploatării în siguranță;
   b. respectarea cerințelor de calitate normate prin norma tehnică NTPA 002 pentru toate categoriile de apă, cu excepția apelor din infiltrații;
   c. limitarea oricăror influențe negative asupra proceselor biologice din stația de epurare;
   d. cunoașterea permanentă a volumelor de ape uzate și a calității acestora.

3.2 Tipuri de rețele de canalizare. Criterii de alegere

(1) Rețelele de canalizare pot fi clasificate astfel:
   a. după modul de curgere al apei:
      i. rețea gravitațională, în care se asigură curgerea apei cu nivel liber;

ii. rețea cu funcționare sub vacuum, în care transportul apelor uzate menajere se realizează sub o presiune negativă (p: 0,4 – 0,6 at.), asigurată sistematic de o instalație de vid;
iii. rețea cu funcționare sub presiune, în care curgerea apei se asigură prin pompare.

b. după calitatea apelor colectate:
i. în procedeu unitar - toate apele de pe suprafața aglomerării sunt colectate de o singură rețea de canalizare;
ii. în procedeu divizor/separativ - în aglomerări pot exista două rețele (rețea de canalizare ape uzate urbane/rurale și rețea de canalizare pentru ape meteorice), apele având caracteristici apropiate fiind evacuate prin aceeași rețea;
iii. în procedeu mixt, unitar și separativ, pe zone ale aglomerării.

c. după forma rețelei:
i. rețeaua de canalizare este o rețea ramificată;
ii. în cazuri excepționale, ținând cont și de condițiile de exploatare/reparații, configurația inelară poate fi favorabilă pentru realizarea de remedieri în timpul exploatării sau pentru evacuarea apei meteorice din aglomerări unde nu plouă simultan pe toate suprafețele. În asemenea cazuri, rețeaua se poate realiza de tip inelar, dacă se demonstrează că această configurație este rațională.

(2) Modul de racordare a colectoarelor din rețeaua de canalizare depinde de mărimea, forma și relieful localității, schema sistemului de canalizare, distribuția marilor consumatori de apă care sunt racordați la canalizare, perspectiva de dezvoltare, respectiv criteriile de optimizare considerate de proiectant.

(3) Pentru rețelele de canalizare prevăzute pentru funcționare în procedeu divizor:
a. este interzisă descărcarea de apă uzată menajeră sau industrială de pe domeniul public sau privat în rețeaua de canalizare pentru apă meteorică;
b. este interzis descărcarea apelor meteorice de pe domeniul public sau privat în rețeaua de canalizare de apă uzată menajeră.

(4) Tipul și configurația rețelei de canalizare se adoptă pe baza unui calcul tehnico-economic, considerând criterii de minimizare a costului de investiție și a costurilor de exploatare.

3.3 Debite de calcul pentru rețeaua de canalizare

(1) Debitul apelor de canalizare dintr-o localitate constă din debitele de ape uzate provenite de la utilizatori, debitele de ape meteorice colectate de pe suprafața localității și descărcate în rețeaua de canalizare și debitele de ape de infiltrație în rețeaua de canalizare.

(2) Debitul de calcul al rețelei de canalizare rezultă în funcție de tipul sistemului de canalizare, astfel:
a. pentru procedeu divizor:
i. rețeaua de canalizare ape uzate menajere se dimensionează la debitul dat de suma debitelor orare maxime ale apelor uzate preluate de la utilizatori și a debitelor de apă de infiltrație în rețeaua de canalizare;
ii. rețeaua de canalizare ape meteorice se dimensionează la debitele de ape meteorice colectate de pe suprafața localității și a debitelor de apă de infiltrație descărcate în rețea.

b. pentru procedeu unitar:
i. rețeaua de canalizare în procedeu unitar se dimensionează la debitul pe timp de ploaie, debitul de dimensionare fiind dat de suma debitelor orare maxime ale apelor uzate menajere preluate de la utilizatori, a debitelor de ape meteorice colectate de pe suprafața localității și descărcate în rețeaua de canalizare și a debitelor de ape de infiltrație în rețeaua de canalizare.

ii. rețeaua de canalizare în procedeu unitar se verifică la debitul pe timp uscat, dat de suma debitelor orare maxime ale apelor uzate menajere preluate de la utilizatori și a debitelor de ape de infiltrație în rețeaua de canalizare (verificarea asigurării vitezei de autocurățire).

c. pentru procedeul mixt, rețeaua se va dimensiona la debitele rezultate pentru fiecare zonă de funcționare specifică de tip divizor sau de tip unitar, considerând cele specificate mai sus pentru fiecare tip de procedeu.

3.3.1 Debite de calcul ape uzate menajere

(1) Pentru consumatorii casnici, publici și industrie locală, rata de restituție la canalizare a apei potabile distribuite se consideră 100%; pentru consumatori industriali, rata de restituție la canalizare a apei potabile distribuite se consideră funcție de profilul activității.

(2) Debitul uzat orar maxim considerat în dimensionarea rețelei de canalizare, provenit din utilizarea apei potabile pe tipuri de consumatori se calculează cu relația:

$$Q_{uz\,or\,max} = Q_{n\,or\,max\,g} + Q_{nor\,max\,p\,indloc} + Q_{n\,ind} \qquad [m^3/h] \qquad (3.1)$$

în care:

$Q_{uz\,or\,max}$ – Debitul uzat orar maxim provenit de la toți consumatorii conectați la sistemul de alimentare cu apă.

$Q_{n\,or\,max\,g}$ – Debitul necesar orar maxim de apă potabilă distribuit pentru nevoi gospodărești, calculat în conformitate cu subcapitolul 3.1.3.3 din NP 133, Volumul I – Sisteme de alimentare cu apă.

$Q_{n\,or\,max\,p\,ind.loc}$ – Debitul necesar orar maxim de apă potabilă distribuit pentru nevoi publice și industrie locală, calculat în conformitate cu subcapitolul 3.1.3.3 din NP 133, Volumul I – Sisteme de alimentare cu apă.

$Q_{n\,ind}$ – Debitul necesar orar maxim de apă uzată preluată de la agenții industriali mari, descărcată în rețeaua publică de canalizare. Stabilirea cantităților de apă uzată preluată de la consumatorii industriali mari se face obligatoriu pe baza măsurătorilor debitelor descărcate de aceștia în rețeaua de canalizare.

(3) Pentru consumatorii care au surse proprii de alimentare cu apă și descarcă apa uzată în sistemul centralizat de canalizare, determinarea cantităților de apă uzată descărcată se face punctual, pe baza măsurătorilor de debite.

(4) Pentru stabilirea debitului minim se utilizează următoarea relație:

$$Q_{uz\,or\,min} = \frac{p}{24} \cdot Q_{uz\,zi\,max} \qquad (3.2)$$

în care:

p - coeficient adimensional, care are următoarele valori orientative:

0,05 pentru localităţi sub 1000 locuitori;
0,10 pentru localităţi între 1001 şi 10000 locuitori;
0,25 pentru localităţi între 10001 şi 50000 locuitori;
0,35 pentru localităţi între 50001 şi 100000 locuitori;
0,40 pentru localităţi peste 100000 locuitori.

3.3.2 Debite de calcul ape meteorice

(1) Dimensionarea lucrărilor de drenaj şi evacuare a apelor meteorice din zonele urbane impune cunoaşterea „ploii de calcul”. Ploaia de calcul are durată egală cu timpul de concentrare şi

intensitatea medie corespunzătoare unei probabilităţi de depăşire (frecvenţă) dată. Această ploaie are o distribuţie în timp stabilită pe bază de ipoteze cu valoare euristică şi generează un debit maxim în secţiune.

(2) Caracteristicile principale ale ploii de calcul sunt:
   a. intensitatea medie a ploii de calcul, determinată ca raport între stratul de apă căzută pe unitatea de suprafată şi durata de ploaie;
   b. distribuţia temporală a ploii, cu efect direct asupra valorilor debitelor de vârf ale hidrografului de viitură.

(3) Evaluarea caracteristicilor ploii de calcul se face cu respectarea prevederilor SR 1846-2.

(4) Concept: Cantitățile de ape meteorice, pentru bazine mici (sub 1000 ha) se determină prin metoda rațională care se bazează pe conceptul: o ploaie de frecvență normată conduce la realizarea debitului maxim într-o secțiune a unui bazin când durata ploii de calcul este egală cu timpul de concentrare (timpul maxim de curgere din punctul cel mai îndepărtat până în secțiunea considerată); pe această bază, pentru fiecare secțiune de calcul va exista o singură ploaie cu frecvența normată a teritoriului din care rezultă debitul de dimensionare.

(5) Debitul de calcul evaluat pentru bazine mici (sub 1000 ha) are la bază conceptul menționat anterior și următoarele ipoteze simplificatoare, neaplicabile pentru bazine mai mari:
   a. durata de ploaie este egală cu timpul de concentrare;
   b. intensitatea medie a ploii de calcul se stabilește din curba IDF/recomandabil din studiul meteorologic actualizat, aferent amplasamentului.

(6) Debitul apelor meteorice se calculează cu relația:

$$\mathbf{Q_{max\,f} = m \cdot S \cdot \phi \cdot i_f}\ [l/s] \qquad (3.3)$$

în care:

$Q_{max\,f}$ – debitul maxim al apelor meteorice în secțiunea de calcul

m – coeficient de înmagazinare; se consideră efectul de acumulare în rețea cu valorile:

m = 0,8 pentru durata ploii de calcul ≤ 40 min.

m = 0,9 pentru durata ploii de calcul > 40 min.

S – suprafața bazinului de colectare aferent secțiunii de calcul, [ha].

ϕ – coeficient de scurgere; raportul dintre volumul de apă ajuns în canalizare și volumul ploii căzute pe bazinul de colectare.

i_f – intensitatea medie a ploii de calcul, [l/s,ha], corespunzătoare frecvenței ploii de calcul f; se determină pe baza curbelor IDF (STAS 9470) sau studiu de specialitate (obligatoriu pentru amplasamente cu suprafața peste 1000 ha), funcție de frecvența normată și durata ploii de calcul.

(7) Coeficientul de scurgere ϕ se determină în funcție de tipul îmbrăcămințiii suprafețelor bazinelor de colectare; se determină ca medie ponderată pentru suprafețe neomogene:

$$\phi = \frac{\sum S_i \times \phi_i}{\sum S_i} \qquad (3.4)$$

în care:

ϕ_i – coeficient de scurgere specific pentru diferite tipuri de îmbrăcăminți ale suprafețelor.

S_i – suprafețele din componența bazinului de canalizare.

(8) Valorile ϕ pentru diferite tipuri de suprafețe pot fi adoptate conform SR 1846-2. Coeficientul de scurgere se consideră constant pe fiecare suprafață.

(9) Frecvența normată a ploii de calcul: notată f, se adoptă:

a. pentru localități cu populație ≤ 100.000 locuitori, f = 1/5;
b. pentru localități cu populație ≥ 100.000 locuitori, f = 1/10.

(10) Durata ploii de calcul (t_p) reprezintă timpul de curgere a apei de la punctul cel mai îndepărtat al bazinului de canalizare până în secțiunea de calcul pentru care se face dimensionarea și se calculează cu relația:

$$t_p = t_{cs} + \frac{l}{v_{ap}} \text{ [minute]} \qquad (3.5)$$

în care:

t_p – durata ploii de calcul (timp de ploaie).
t_{cs} – timp de concentrare superficială:

- t_{cs} = 5 min. pentru pante medii ale suprafeței bazinului > 5‰.
- t_{cs} = 10 min. pentru pante medii ale suprafeței bazinului între 1 – 5 ‰.
- t_{cs} = 15 min. pentru pante medii ale suprafeței bazinului < 1 ‰.

l – lungimea cea mai mare parcursă de apă în colectorul de canalizare, de la capătul amonte al colectorului de canalizare și până în secțiunea de calcul, [m].
v_{ap} – viteza apreciată pe trosonul de calcul, [m/s].

(11) La intersecția a 2 colectoare pentru secțiunea de calcul a primului tronson aval de intersecție se ia în calcul valoarea cea mai mare a timpului ploii de calcul pentru cele 2 colectoare.

(12) Viteza apreciată se estimează pe baza pantei terenului și experienței proiectantului; valoarea rezultată prin calcul a vitezei efective nu trebuie să difere cu mai mult de ±20% de valoarea apreciată. În cazul în care diferența este mai mare de ±20%, se reia calculul considerând viteza efectivă calculată drept viteza apreciată. Calculul se consideră încheiat când viteza efectivă respectă condiția față de viteza apreciată.

(13) Pentru bazine mari (> 1000 ha) calculul se face respectând cerințele SR 1846 – 2.

(14) Intensitatea ploii de calcul se determină pe baza duratei de ploaie (t_p), pe baza frecvenței normate adoptate (f) cu ajutorul curbelor IDF conform STAS 9470, recomandabil pe baza studiilor de actualizare elaborate de ANM; pentru rețele care deservesc un teritoriu > 1.000 ha, proiectantul va comanda la Administrația Națională de Meteorologie studii statistice pentru amplasament; acestea vor indica ploile maxime istorice ca durată și intensitate și vor actualiza curbele IDF corespunzătoare zonei amplasamentului.

(15) Intensitatea ploii de calcul se determină pentru fiecare secțiune de calcul, pe baza timpului de ploaie și a frecvenței normate adoptate.

3.3.3 Alte debite luate în calcul la dimensionarea sistemului de canalizare

3.3.3.1 Debite de infiltrații

(1) Pentru rețelele noi de canalizare, apa infiltrată în rețeaua de canalizare prin orificiile capacelor cămine lor, îmbinările imperfecte și defecțiunile colectoarelor sau construcțiilor accesorii aferente, se poate evalua cu expresia:

$$Q_{inf} = \sum \frac{q_{inf} \cdot L_i \cdot Dn_i}{1000} \text{ [m}^3\text{/zi]} \qquad (3.6)$$

în care:

Q_{inf} – debitul total infiltrat în rețeaua de canalizare.
q_{inf} – debit specific infiltrat în rețea.
L_i – lungimea totală a colectoarelor de același diametru Dn_i [m].
Dn_i – diametrul colectorului [m].

(2) Valorile debitului specific infiltrat se adoptă:
   a. pentru rețea de canalizare pozată deasupra nivelului apei subterane: q_{inf} = 25 dm^3/zi și m de rețea pentru un diametru al colectorului de 1 m;
   b. pentru rețea de canalizare pozată la mai mult de 1 m sub nivelul apei subterane q_{inf} = 50 dm^3/zi și m de rețea pentru un diametru al colectorului de 1 m.

(3) Valorile debitului de infiltrații din apa subterană considerat pentru dimensionarea rețelelor noi de canalizare nu vor depăși 5% din valoarea totală a debitului orar maxim de apă uzată menajeră preluată de la toți consumatorii conectați la canalizare.

(4) Pentru sistemele de canalizare existente determinarea valorilor debitului total infiltrat (inclusiv debitul infiltrat prin defecte ale capacelor etc.) în rețeaua de canalizare se face prin măsurători de debite nocturne. Se calculează debitul total infiltrat ca media valorilor minime orare măsurate de operator pe parcursul unui an între orele 24 și 4 în următoarele secțiuni ale sistemului:
   a. dacă în sistem există stație de epurare și nu există descărcări directe în receptor, punctul de măsurare a debitului va fi intrarea în stația de epurare;
   b. dacă în sistem există stație de epurare și puncte de descărcare directă în receptor, se fac măsurători simultane atât la intrarea în stația de epurare cât și în toate punctele de descărcare directă;
   c. dacă în sistem nu există stație de epurare ci numai descărcări directe în emisar, se fac măsurători de debite simultane în toate punctele de descărcare în emisar.

(5) Pentru sistemele de canalizare existente se realizează campanii de măsurători de debite în secțiunile sistemului conform celor menționate la punctul anterior, care se desfășoară continuu pentru o perioadă de minim 7 zile. Se înregistrează valorile debitelor vehiculate din minut în minut. Valorile măsurate validează valorile înregistrate de operator în aceeași perioadă a anului cu cea în care s-au realizat măsurătorile și constituie baza în care se stabilește debitul total infiltrat în rețea.

3.4 Proiectarea rețelelor de canalizare

3.4.1 Trasarea rețelei de canalizare și a bazinelor de colectare

(1) Rețeaua de canalizare este alcătuită din:
   a. colectoarele care asigură colectarea și transportul apei colectate;
   b. construcțiile accesorii care asigură buna funcționare a rețelei: racorduri, cămine de vizitare, guri de scurgere, deversoare, stații de pompare, bazine de retenție, sisteme de monitorizare a calității apei și de măsurare a debitului de apă vehiculată.

(2) Stabilirea configurației rețelei se face luând în considerare următoarele elemente, prezentate în ordinea priorității:
   a. trama stradală actuală și în perspectivă (minim 25 ani), conform P.U.G. si P.U.Z aferente aglomerărilor deservite;
   b. situația topografică a amplasamentului, pentru asigurarea curgerii gravitaționale ori de câte ori este posibil;
   c. pozițiile marilor utilizatori de apă care sunt racordați la canalizare;
   d. pozițiile stabilite pentru stația de epurare, respectiv punctul de descărcare în receptor;
   e. asigurarea evacuării apelor de canalizare pe drumul cel mai scurt;
   f. corelarea cu traseele și adâncimile de îngropare a utilităților existente în amplasament;
   g. soluționarea rațională a rețelei în zone critice: depresiuni, contrapante, subtraversări, pasaje și orice alte zone vulnerabile, prin asigurarea că apa colectată se poate evacua prin pompare. În astfel de situații, este raţională adoptarea de soluții cu rezerve suplimentare de capacitate, din motive de siguranţă. Se recomandă analizarea de măsuri combinate, ca de exemplu:

i. alimentare dublă cu energie electrică;
ii. adoptarea unui număr de pompe active mai mare decât cel rezulat pentru debitul de calcul, care să poată fi utilizate simultan exclusiv în situațiile extraordinare, în care debitul de calcul este depașit și nivelul apei în bazinul de aspiratie crește peste nivelul maxim de alarmă. Se admite pentru perioade scurte de timp, funcționarea în următoarele condiții:
    1) utilizare simultană a tuturor pompelor active;
    2) viteze de curgere prin conducta de refulare superioare valorii de 2,0 m/s (viteza maximă admisă în funcționarea curentă).

h. stabilirea unui plan de dezvoltare etapizată, corelat cu dezvoltarea aglomerării deservite;
i. posibilitatea prevederii galeriilor edilitare în zone cu densitate mare de rețele, în zone centrale, cu trafic intens și terenuri dificile privind pozarea.

(3) În fază preliminară se analizează scheme de canalizare posibile, urmărind:
a. trasarea colectoarelor principale, pe cât posibil în zona joasă a aglomerării și în paralel cu receptorul;
b. evaluarea numărului și poziției stațiilor de pompare necesare;
c. evaluarea numărului și poziției traversărilor de drumuri/cursuri de apă necesare.

(4) Dintre schemele preliminare elaborate inițial, se selectează cele care conduc la un număr minim de stații de pompare, trasând-se schema de calcul prin completarea cu traseele colectoarelor secundare și discretizarea rețelei în următoarele elemente:
a. nod – în punctele de intersecție a două sau mai multe colectoare, la schimbarea diametrului, la schimbarea pantei, la punctele de schimbarea a adâncimii de îngropare, în punctele în care există racorduri având debite concentrate semnificative, la capetele amonte ale colectoarelor;
b. tronson de calcul: colector cu diametrul constant care unește două noduri succesive. Se recomandă ca lungimea unui tronson de calcul să nu depășească 250 m;
c. alte elemente (stații de pompare, deversoare, bazine de retenție, puncte de descărcare în stația de epurare sau în receptor).

(5) Atunci când la un racord se descarcă un debit cu valoare semnificativă, punctul de racordare se consideră un nod de calcul în care există debit concentrat.

(6) Următoarele debite descărcate se consideră ca având valoare semnificativă:
a. pentru rețele mici ($Q_{uz\ or\ max} \leq 100$ l/s) – orice debit concentrat mai mare de 5 l/s.
b. pentru rețele mari ($Q_{uz\ or\ max} > 100$ l/s) – orice debit concentrat mari mai mare de 10 l/s.

(7) La trasarea rețelei se urmărește, pe cât posibil:
a. în raport cu axul străzii, colectoarele se amplasează pe partea străzii pe care sunt cei mai mulți utilizatori, pentru reducerea lungimii totale a conductelor de racord necesare;
b. pentru străzi și trotuare cu lățimea sub 10-12m, amplasarea colectoarelor lângă axul străzii, în spații verzi sau în carosabil, dar într-o singură banda de circulație, pentru reducerea efectelor asupra traficului în fazele de execuție, respectiv exploatare;
c. pentru străzi și trotuare cu lățimi > 16m, se analizează opțiunea amplasării colectoarelor pe fiecare parte a străzii, luând în considerare cu prioritate spațiul public disponibil între trotuar și linia clădirilor;
d. alegerea traseelor cu terenuri de fundație cât mai bune, pentru evitarea adoptării unor soluții de fundare complexe și costisitoare;
e. amplasarea racordurilor utilizatorilor la cote inferioare celorlalte rețele.

(8) Poziția colectoarelor și construcțiilor accesorii aferente se adoptă ținând cont de poziția celorlalte rețele subterane și de condițiile specifice impuse de funcționalitatea acestora, distanțele fiind stabilite conform prevederilor SR 8591.

(9) În cazuri speciale, definite prin dificultăți în realizarea distanțelor minime între rețele, se stabilesc protocoale și înțelegeri cu deținătorii acestora și autoritățile locale, în vederea amplasării rețelei de canalizare în spațiul disponibil cu adoptarea de distanțe modificate față de SR 8591. Conceptul general admis va ține seama de următoarele:
   a. poziția colectoarelor nu trebuie să pericliteze siguranța celorlalte rețele subterane și siguranța sanitară a utilizatorilor;
   b. asigurarea soluțiilor raționale pentru intervenții în rețea pentru reparații/reabilitări fără deteriorarea altor rețele;
   c. distanța admisă atât în plan, cât și pe verticală, pentru asigurarea spațiului de lucru efectiv, inclusiv pentru pozarea sprijinirilor necesare, pe durata instalării, respectiv în cazul lucrărilor de reparații, măsurată între generatoarea exterioară a colectorului și generatoarea exterioară a altor conducte/fețele exterioare ale pereților construcțiilor accesorii aferente altor rețele edilitare, se adoptă:
      i. minim 0,40 m pentru colectoare cu diametrul sub 1000 mm;
      ii. minim 0,60 m pentru colectoare cu diametrul peste 1000 mm.
   d. pe verticală, colectoarele de canalizare sunt așezate sub conductele de apă potabilă, apă minerală pentru cură internă, conducte de gaz, cabluri electrice, canale de cabluri telefonice;
   e. în cazurile în care la încrucișarea traseelor nu este posibilă instalarea colectorului de canalizare sub conductele de apă potabilă, colectorul de canalizare se instalează în tub de protecție, etanșat la capete, având lungimea suficientă pentru asigurarea, înainte și după punctul de încrucișare, a unei distanțe de minim:
      i. 5,0 m în teren impermeabil;
      ii. 10,0 m în teren permeabil.
   f. în cazul rețelelor de canalizare sub vacuum, colectoarele de canalizare pot fi așezate deasupra conductelor de apă potabilă, cu respectarea distanței minime specificată la punctul c;
   g. se admite instalarea a două sau mai multe colectoare de canalizare cu nivel liber și/sau conducte sub presiune/sub vacuum în tranșee comună, sub rezerva prevederii în proiect a următoarelor cerințe privind ordinea de execuție a lucrărilor:
      i. execuția tranșeei la lățimea necesară pozării tuturor colectoarelor, până la 0,10 m deasupra cotei de pozare aferente colectorului/conductei de refulare prevăzute cel mai aproape de nivelul terenului;
      ii. continuarea execuției tranșeei, în trepte descrescătoare, cu reducerea lățimii la necesarul aferent colectoarelor/conductelor pozate la adâncimi superioare, până la atingerea adâncimii maxime de îngropare și a lățimii minime aferente tranșeei;
      iii. după instalarea colectorului/conductei pozate la adâncimea cea mai mare, se realizează umplutura în trepte crescătoare, corespunzătoare cotelor de pozare ale celorlaltor colectoare/conducte.
      iv. după instalarea succesivă, a colectoarelor și conductelor, în ordinea de pozare stabilită pe verticală, se continuă umplerea tranșeei pană la minim 0,5 m peste banda de semnalizare aferentă conductei pozate la cea mai ridicată cotă;
      v. înainte de realizarea umpluturii finale și aducerea terenului la starea inițială, se realizează probele de etanșeitate/presiune aferente tuturor colectoarelor/ conductelor pozate în tranșee comună.

(10) Prin excepție de la prevederile (9)b, în cazul colectoarelor/conductelor pozate prin tehnologii fără săpătură deschisă, distanța minimă se adoptă ca valoarea mai mare dintre 0,40 m și 1,5 x DN.

(11) După trasarea rețelei de canalizare, se face trasarea bazinelor de colectare, prin delimitarea suprafețelor deservite de fiecare tronson de calcul. Limitele bazinelor de colectare se stabilesc:
   a. pentru suprafețe relativ plane, în general, prin trasarea bisectoarelor formate la intersecțiile străzilor;

b. pentru suprafețe cu diferențe de cotă pronunțate, trasarea bisectoarelor formate la intersecțiile străzilor are aplicabilitate limitată:
    i. se poate admite ipoteza scurgerii apei contra pantei naturale a terenului numai pentru zone înguste paralele cu strada, unde se pot amenaja platforme orizontale;
    ii. se analizează cu atenție situațiile străzilor cu incinte amplasate la cote mai joase față de nivelul străzii, pentru a se putea identifica soluții raționale de racordare.

(12) Întrucât pentru aceeași rețea stradală pot fi adoptate mai multe configurații de rețele, alegerea se face urmărind în același timp asigurarea serviciului de colectare a apei uzate în condițiile legii, precum și aplicarea unor criterii de optimizare, ca de exemplu:
a. reducerea costurilor de investiție;
b. reducerea costurilor de exploatare;
c. creșterea siguranței în exploatare;
d. obținerea unor costuri totale anuale minime (exploatare + amortizare).

(13) Schema și caracteristicile rețelei pot fi schimbate în timp, pentru adaptarea la extinderea suprafeței deservite și/sau modificării debitului transportat, prin retehnologizare în vederea creșterii siguranței și calității serviciului de canalizare, reducerii infiltrațiilor/exfiltrațiilor, precum și creșterii eficienței energetice. Măsurile de adaptare se stabilesc tot prin optimizare, ținând cont de noile condiții de funcționare.

(14) La reabilitarea/retehnologizarea rețelelor de canalizare, soluțiile se stabilesc cu respectarea prevederilor stabilite prin ghidul GP 127.

3.4.2 Studii necesare pentru proiectarea rețelelor de canalizare

(1) Amploarea și gradul de aprofundare a studiilor de teren se stabilesc în conformitate cu cerințele legale aplicabile fazei de proiectare corespunzătoare obiectivului, cu precizarea de către proiectant a oricăror cerințe specifice lucrării și condițiilor din amplasament.

(2) Studiile și documentațiile necesare pentru proiectarea rețelelor de canalizare includ:
a. Plan de Urbanism General/ Zonal aferent aglomerării, inclusiv informații privind perspectivele de dezvoltare aferente zonelor care urmează a fi construite;
b. studii/date privind numărul și tipul utilizatorilor, cu identificarea pozițiilor și evaluarea debitelor aferente marilor consumatori de apă care sunt/vor fi racordați la canalizare;
c. studiu topografic, conform cerințelor specificate în normativul NP133 Volumul I capitolul 2.1 și prevederilor din normativele și standardele aplicabile;
d. studiu geotehnic, în conformitate cu cerințele normativului NP 074.
e. în cazul proiectelor de reabilitare/modernizare a rețelelor de canalizare existente:
    i. rapoarte de inspecție CCTV pe tronsoanele unde în exploatare s-au înregistrat deversări/ surpări/alte deficiente notabile;
    ii. măsurători ale parametrilor de funcționare a rețelei, realizate pe o durată continuă de minim 7 zile, la o frecvență de minim 1 înregistrare pe minut, în cel puțin următoarele puncte relevante din rețea:
        1) măsurători de debite:
            A. la intrarea în stația de epurare;
            B. la ieșirea din stațiile de pompare;
            C. pe tronsoanele unde în exploatare s-au înregistrat deversări.
        2) măsurători de niveluri:
            A. în chesoanele stațiilor de pompare;
            B. la deversoare;
            C. pe tronsoanele unde în exploatare s-au înregistrat deversări.

3) măsurători de presiuni – pe conductele generale de refulare ale stațiilor de pompare.

f. studiu meteorologic - stabilirea caracteristicilor precipitațiilor necesare calculului debitelor apelor de ploaie, prin identificarea ploilor maxime istorice, ca durată și intensitate, cu actualizarea curbelor IDF corespunzătoare zonei amplasamentului.

3.4.3 Rețele de canalizare gravitaționale

3.4.3.1 Criterii de proiectare a rețelelor de canalizare

(1) Rețeaua se discretizează conform prevederilor de la capitolul 3.4.1 paragraful (4), cu identificarea poziției și valorilor aferente tuturor debitelor concentrate descărcate în rețea, corespunzătoare scenariului de calcul analizat.

(2) Pe baza traseelor stabilite, înainte de elaborarea calculelor hidraulice, se elaborează profile longitudinale ale terenului, cu identificarea următoarelor elemente:
   a. punctele obligate;
   b. poziția și dimensiunile obstacolelor/utilităților îngropate pe traseu;
   c. nivelul apei subterane;
   d. tronsoanele cu pante pronunțate ale terenului;
   e. eventualele tronsoane cu contrapantă în raport cu direcția de curgere propusă în schema de calcul.

(3) Pentru simplificarea calculelor, se admite ipoteza mișcării permanente în rețelele de canalizare:
   a. în cazul calculelor realizate manual, se analizează punctual situațiile instantanee aferente debitelor maxime de dimensionare, luându-se în considerare numai debitul maxim de calcul;
   b. pentru analiza unor sisteme/scenarii complexe, calculele se realizează utilizând programe de calcul automat, în cadrul unor simulări în care se admite ipoteza că, la fiecare pas de timp (considerat de regulă cu durata de maxim 1 oră), mișcarea este permanentă, luând în considerare evoluția de la un pas de timp la altul a funcționarii rețelelor, prin:
      i. tipare de variație a debitelor colectate;
      ii. hietograme ale ploilor de calcul;
      iii. curbele pompelor și setările stațiilor de pompare (cote de pornire, oprire);
      iv. suprapunerea debitelor din secțiunile de calcul, atât gravitațional, cât și prin pompare;
      v. evaluarea volumelor efectiv acumulate în rețea;
      vi. evaluarea și posibilitatea vizualizării nivelului apei în fiecare tronson de calcul, precum și identificarea fenomenelor apărute la racordarea între tronsoane.

   În acest caz, coeficienții de variație se stabilesc de către Proiectant, justificat:
      i. pe baza rezultatelor campaniilor de măsurători de debite și nivele;
      ii. pe baza unor tipare de variație a consumului preluate din literatura tehnică pentru sisteme cu dimensiuni și condiții de funcționare similare.

3.4.3.1.1 <u>Forma secțiunii de curgere</u>

(1) Dimensiunile secțiunii de curgere rezultă din calculul rețelei de canalizare. De regulă, se adoptă forma circulară ca fiind secțiunea optimă din punct de vedere hidraulic.

(2) Pentru situații determinate de: spații înguste disponibile pentru pozare, necesitatea transportului unor debite mari, funcționarea la debite reduse pe timp uscat, se poate utiliza secțiunea ovoidă care asigură, în raport cu secțiunea circulară, la aceeași înălțime de apă, o viteză de curgere mai mare.

(3) Pentru colectoare mari, cu debite de ordinul m^3/s, unde se urmărește economisirea spațiului pe verticală, se poate utiliza secțiunea clopot.

3.4.3.1.2 Diametre minime ale colectoarelor

(1) Diametrul minim pentru colectoarele de canalizare se adoptă:
   a. Dn 250 mm pentru rețele de ape uzate în procedeu separativ (divizor);
   b. Dn 300 mm pentru rețele de ape meteorice (procedeu separativ) și rețele în procedeu unitar.

(2) Prin excepție de la prevederile (1)a, pentru rețele noi se pot adopta colectoare cu diametrul minim Dn 200 mm, în următoarele situații:
   a. colectoare stradale din rețele canalizare a apelor uzate (procedeu divizor), cu lungimea de cel mult 500 m și pe care sunt necesare cel mult 100 de racorduri;
   b. gradul de umplere la debitul de calcul este a ≤ 0,5;
   c. diferența între diametrul interior al colectorului de canalizare și diametrul interior al conductei de racord să fie minim 30 mm.

(3) În cazul sifoanelor, diametrul minim admis este de 200 mm.

3.4.3.1.3 Gradul de umplere

(1) Gradul de umplere este definit ca raportul între înălțimea apei la debitul maxim în secțiune și înălțimea constructivă a canalului (DN sau H, funcție de forma secțiunii de curgere):

$$a = \frac{h}{DN} \; ; \; a = \frac{h}{H} \qquad (3.7)$$

în care:

a – grad de umplere;
DN – diametrul nominal, (mm);
H – înălțimea interioară a canalului, (mm);
h – înălțimea apei în canal, (mm).

(2) Gradul maxim de umplere recomandat la debitul de calcul pentru colectoarele de ape uzate menajere în procedeu divizor se adoptă utilizând Tabelul 3.1.

Tabelul 3.1. Gradul de umplere maxim pentru colectoare de ape uzate menajere.

Nr. crt.	**DN sau H [mm]**	**a [-]**
1	< 300	≤ 0,60
2	350 – 450	≤ 0,70
3	500 – 900	≤ 0,75
4	> 900	≤ 0,80

(3) Gradul maxim de umplere admis la debitul de calcul este a=1,0, pentru colectoarele de ape meteorice în procedeu divizor, respectiv pentru colectoarele din rețele în procedeu unitar.

3.4.3.1.4 Adâncimea de îngropare a colectoarelor

(1) Adâncimea de îngropare inițială, precum și adâncimea minimă de îngropare de pe traseul colectoarelor se stabilesc luând în considerare următoarele cerințe minime privind acoperirea minimă peste generatoarea superioară a colectoarelor, prezentate în ordinea priorității:
   a. pentru evitarea solicitării tuburilor la ciclurile de îngheț-dezgheț, acoperirea se adoptă cel puțin egală cu adâncimea de îngheț stabilită prin STAS 6054;
   b. pentru a se putea amplasa colectoarele și racordurile aferente la cote inferioare celorlalte rețele:
      i. acoperirea minimă se adoptă de 0,80 m;

ii. la încrucișarea traseelor cu alte rețele edilitare subterane se adoptă măsuri de protecție corespunzătoare, conform prevederilor STAS 8591.

c. pentru a se putea prelua gravitațional apa uzată de la utilizatori, colectorul se pozează cu generatoarea superioară sub cota radier a căminului de racord;
d. în cazul solicitărilor date de încărcările din trafic, acoperirea minimă se stabilește prin calcul;
e. ori de cate ori este posibil, colectoarele rețelei se instalează deasupra nivelului apei subterane;
f. colectoarele rețelei se instalează la adâncimi care permit extinderea ulterioară.

(2) Pentru colectoare cu diametrul de până la 500 mm, inclusiv, adâncimea maximă de îngropare se adoptă, de regulă, până la limita de 7,0 m (diferența de cotă radier și cotă teren). Limitarea este impusă de posibilitatea efectuării de intervenții prin executarea de săpături.

(3) Curgerea apei într-o rețea de canalizare este o curgere nepermanentă, datorită variației zilnice și orare a debitelor, gradului de simultaneitate a debitelor colectate și racordărilor hidraulice la intersecțiile dintre colectoare, la punctele de modificare a pantelor/diametrelor/materialului colectoarelor. Acestea pot conduce, în intervale scurte de timp, la schimbări în valoarea nivelului apei, valoarea vitezei de curgere și, pe unele tronsoane, chiar a sensului de curgere.

3.4.3.1.5 Pantele longitudinale ale colectoarelor

(1) Pantele colectoarelor se adoptă urmărind-se asigurarea următoarelor cerințe:
a. panta minimă constructivă este valoarea minimă dintre 1‰ și ≥ 1: DN;
b. se recomandă urmărirea pantei terenului, pentru reducerea volumelor de excavații. Dacă sensul de curgere a apei coincide cu sensul descendent al străzii, panta se poate adopta egală cu panta străzii, dar nu mai mică decât panta minimă constructivă;
c. se asigură acoperirea minimă deasupra generatoarei superioare a colectorului;
d. panta efectivă se stabilește prin proiect, pentru fiecare tronson de calcul, ținând cont de tipul de material, asigurând-se că la debitul de calcul sunt respectate cerințele următoare, prezentate în ordinea priorității:
i. viteza efectivă asigură autocurățirea colectorului;
ii. viteza efectivă nu depășește viteza maximă admisibilă pentru materialul colectorului, indicată de producător;
iii. gradul de umplere se încadrează sub limita recomandată.

(2) Pentru colectoare cu diametre sub 800 mm, schimbările de pantă se realizează în cămine de vizitare.

(3) În cazul în care viteza efectivă corespunzătoare debitului de calcul depășește viteza maximă admisibilă pentru materialul colectorului, panta acestuia se reduce și se prevăd cămine de rupere de pantă.

3.4.3.1.6 Viteza de curgere

(1) Viteza de curgere prin colectoare și canale se stabilește în vederea atingerii vitezei minime de 0,7 m/s, pentru care se asigură autocurățirea (particulele în suspensie sunt antrenate, evitând-se formarea de depuneri în rețea).

(2) Prin excepție de la prevederile (1), pentru tronsoanele pe care debitele de calcul au valori reduse, care nu permit asigurarea vitezei de autocurățire în condiții raționale (pantele necesare nu pot fi asigurate fără utilizarea de adâncimi excesive de pozare și/sau un număr ridicat de stații de pompare), se admite realizarea unor viteze efective de curgere sub viteza de autocurățire, cu respectarea următoarelor condiții:
a. se adoptă panta maximă permisă de condițiile efective din teren, dar nu mai mică decât panta minimă constructivă;

b. tronsoanele respective se indică în breviarul de calcul/raportul de modelare hidraulică aferent rețelei de canalizare, în scopul introducerii de către Operatorul sistemului de canalizare în programul acestuia de monitorizare a depunerilor și spălare regulată.

(3) În cazul colectoarelor de ape meteorice și al celor în procedeu unitar, unde funcționarea se face cu variații mari ale debitului, pentru realizarea vitezei de autocurățire se pot adoptă profile cu cunetă la partea inferioară.

(4) Pentru canale închise, vitezele maxime admise sunt, de regulă până la 5,0 m/s. În cazuri particulare, se pot accepta valori superioare, dar fără depășirea vitezei maxime indicate de producătorul tuburilor.

(5) Pentru canalele/rigolele deschise de ape meteorice:
a. viteza minimă se adoptă 0,6 m/s, iar în rigolele/canalele exterioare localității, necesare pentru evacuarea apelor meteorice, vitezele minime se adoptă între 0,25 și 0,40 m/s;
b. se recomandă adoptarea de soluții care să asigure viteze mai ridicate pe tronsoanele din zona aval a canalelor.

3.4.3.1.7 Racordarea colectoarelor

(1) Cotele radierului în nodurile de calcul se stabilesc considerând racordarea la generatoarea superioară a tuburilor adiacente.

(2) Nu se admite introducerea colectoarelor/conductelor dincolo de fața interioară a construcțiilor la care se face conectarea.

(3) Se recomandă ca racordarea colectoarelor să se facă asigurând profilarea hidraulică, luând-se măsuri pentru evitarea generării de puncte unde mișcarea apei este neuniformă rapid variată (salt hidraulic).

3.4.3.2 Calculul hidraulic al rețelelor de canalizare în procedeu divizor

(1) Dimensionarea rețelei de canalizare se face pentru debitul maxim dat de suma dintre debitul orar maxim de apă uzată și debitul infiltrațiilor colectate de rețea.

(2) Dimensionarea rețelei se face folosind:
a. ecuația de continuitate – în fiecare nod suma debitelor care intră în nod este egală cu suma debitelor care ies din nod;

$$\sum Q_i = 0 \qquad (3.8)$$

b. relația de calul derivată din ecuația energiilor - transportul apei se face sub influența diferenței dintre cota energetică din secțiunea amonte și cota energetică din secțiunea aval, dată de panta nivelului apei, respectiv sub influența formei secțiunii și rugozității suportului curgerii;

$$Q = AC\sqrt{R \cdot i} \qquad (3.9)$$

$$R = \frac{A}{P} \qquad (3.10)$$

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6} \qquad (3.11)$$

în care:

Q – debitul de apă transportat (m^3/s);
A_u – Aria secțiunii udate, normală la direcția de curgere (m^2);
P_u – Perimetrul secțiunii udate, normală la direcția de curgere (m);
1/n – coeficientul de rugozitate;

R – raza hidraulică (m);
i – panta nivelului apei, considerată egală cu panta radierului colectorului, admițând ipoteza simplificatoare a mișcării permanente în rețelele de canalizare.

(3) Pentru determinarea debitelor de calcul pe tronsoane, cu luarea în considerare a debitelor colectate pe lungimea acestora, precum și starea colectoarelor existente privind nivelul de infiltrații, se utilizează ipoteza unei descărcări uniforme a debitului în rețea. Astfel, în zonele cu racorduri dese, în care dotările utilizatorilor de apă cu instalații tehnico-sanitare sunt similare, iar nivelul infiltrațiilor este similar (ex: rețea complet nouă, colectoare în zone cu apă subterană), se stabilește aportul unitar de apă uzată:

$$q_{sp\,uz} = \frac{Q_{uz\,or\,max} + Q_{inf}}{\sum l_{tr}}\ [l/s, m] \qquad (3.12)$$

în care:

$Q_{uz\,or\,max}$ – debitul orar maxim de apă uzată colectată de rețea.
Q_{inf} – debitul de infiltrații colectat de rețea.

(4) Proiectantul stabilește, pe zone, densitatea populației, numărul de racorduri, dotarea cu instalații tehnico–sanitare, nivelul infiltrațiilor și evaluează pentru fiecare zonă valorile aportului unitar de apă uzată.

(5) Valoarea debitului de calcul este egală cu suma debitelor colectate de rețea până în secțiunea aval a tronsonului care se dimensionează.

(6) Calculul se începe întotdeauna de la capetele rețelei și se conduce din tronson în tronson, mergând spre aval, astfel încât debitul pe tronsonul analizat să fie întotdeauna cunoscut.

(7) Pentru fiecare tronson, componenta debitului de calcul dată de debitele descărcate uniform de-a lungul rețelei se consideră:

$$Q_{calcul}^{i\rightarrow i+1} = Q_{calcul}^{i-1\rightarrow i} + Q_{lat}^{i} + q_{sp,uz} \cdot L^{i\rightarrow i+1} \quad (l/s) \qquad (3.13)$$

în care:

$Q_{calcul}^{i-1\rightarrow i}$ – debitul tronsonului amonte tronsonului curent, conform relației.
Q_{lat}^{i} – suma debitelor debite concentrate și a debitelor deversate colectoarele laterale în nodul i.

(8) Calculul manual se poate efectua tabelar, tronson cu tronson, în paralel cu elaborarea profilului longitudinal al colectorului, utilizând un tabel de tipul celui prezentat în Tabelul 3.2. și urmărind îndeplinirea cerințelor aplicabile, stabilite la 3.4.3.1 Criterii de proiectare a rețelelor de canalizare.

Tabelul 3.2. Tabel de calcul tronson canalizare menajera j-k.

Nr crt	Tr	Q_{uz} (l/s)	L (m)	Pante		DN mm	Q_{pl} (l/s)	V_{pl} (m/s)	$\alpha = Q_{uz}/Q_{pl}$	$\beta = v_{ef}/v_{pl}$	a= h/DN	h= aDN (mm)	Vef= βv_{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

în care:

L – lungime tronson (m).
Q_{uz} – debit ape uzate în secțiunea aval a tronsonului (l/s).
i_T – panta teren.
i_R – panta radier
v_{ef} – viteza efectivă (m/s).
$\Delta h_{i-k} = i_R \cdot L$ (m)
$C_R^k = C_R^i - \Delta h_{i-k}$ (m)
DN – diametru nominal colector (mm).
H_s – adâncimea săpăturii

Q_{pl} – debit la secțiune plină (l/s)
v_{pl} – viteza la secțiune plină (m/s)

$\alpha = \frac{Q_{uz}}{Q_{pl}}$

$\beta = \frac{v}{v_{pl}}$

$a = \frac{h}{DN(H)}$ – gradul de umplere

h – înălțimea de apă (m) $\Delta H_{j-k} = i_R \cdot L_{j-k}$

(9) Realizarea calculelor utilizând Tabelul 3.2. implică următoarele etape:
   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: $a \leq a_{max}$; $v \geq v_{mn}$. Nerealizarea acestei condiții impune refacerea calculului prin adoptarea $i_R > i_T$ și eventual utilizarea unui alt diametru sau formă de colector (ex: ovoid);
   c. coloanele 1 – 14 caracterizează tronsonul (j – k);
   d. coloanele 15 – 17 caracterizează capetele tronsonului;
   e. stabilirea Q_{pl}, v_{pl}, α, β și a se poate realiza cu diagrame de calcul, selectate corespunzător în raport cu materialul (rugozitatea relativă) și forma secțiunii de curgere;
   f. tronsoanele aval tronsonului (j – k) trebuie să păstreze $DN \geq DN_{j-k}$;
   g. cotele radierului în aceeași secțiune se determină considerând racordarea la creasta tuburilor adiacente secțiunii:

$$C_{R2} = C_{R1} - (DN_{k,k+i} - DN_{ik}) \qquad (3.14)$$

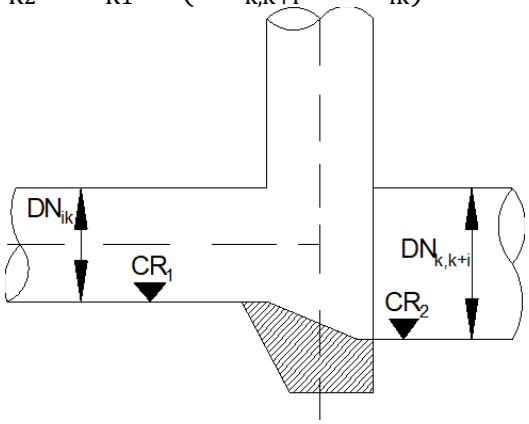


Figura 3.1. Racordare radier secțiune de calcul.

   h. rezultatele calculelor se consemnează în profile longitudinale elaborate pentru fiecare colector;
   i. se ține cont de poziția finală de racordare la colectorul următor;
   j. se ține cont de posibilitatea de ocolire a eventualelor obstacole de pe traseu (puncte fixe – alte rețele, cote impuse etc.).

3.4.3.3 Calculul hidraulic al rețelelor de canalizare în procedeu unitar

(1) Dimensionarea rețelei de canalizare în procedeu unitar se face pentru condițiile de funcționare pe timp de ploaie, la debitul dat de suma dintre:
   a. debitul de ploaie rezultat în secțiunea de calcul pentru intensitatea ploii de calcul, stabilită în ipoteza de intensitate constantă, obținută din curbele IDF aferente amplasamentului, pe baza timpului de ploaie și frecvenței normate corespunzătoare rețelei;
   b. debitul orar maxim de apă uzată și debitul infiltrațiilor colectate de rețea.

(2) Calculul manual se poate efectua tabelar, tronson cu tronson, în paralel cu elaborarea profilului longitudinal al colectorului, utilizând un tabel de tipul celui prezentat în Tabelul 3.3. și urmărind îndeplinirea cerințelor aplicabile, stabilite la 3.4.3.1 Criterii de proiectare a rețelelor de canalizare.

Tabelul 3.3. Tabel de calcul tronson canalizare unitară pe timp de ploaie i-k.

Tr.	L (m)	S (ha)	Va (m/s)	tp (min)	m	Φ	i (l/s,ha)	Qc (l/s)	i_T	i_R	DN(H) (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

în care:

L – lungime tronson (m)
S – suprafața de colectare (ha)
v_a – viteza apreciată (m/s)
t_p – timp de ploaie (min)
m – coeficient de reducere (0,8÷0,9)
Φ – coeficient de scurgere
i – intensitatea ploii de calcul (l/s, ha)
Q_c – debit de calcul (l/s)
i_T – panta teren
i_R – panta radier
DN(H) – diametru sau înălțime canal
Q_{pl} – debit secțiune plină (l/s)
v_{pl} – viteza secțiune plină (m/s)

$$\alpha = \frac{Q_c}{Q_{pl}}$$

$$\beta = \frac{v_{ef}}{v_{pl}}$$

$$a = \frac{h}{DN(H)} \leq 1{,}0$$

h – înălțimea de apă (m)
v_{ef} – viteza efectivă (m/s)
$\Delta h_{i-k} = i_R \cdot L$ (m)
$C_R^k = C_R^i - \Delta h_{i-k}$ (m)
Hs – adâncimea săpăturii

(3) Realizarea calculelor utilizând Tabelul 3.3. implică următoarele etape:
   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) și se calculează durata ploii de calcul aferent (col.5);
   c. în funcție de durata ploii de calcul, se alege coeficientul m (col.6);
   d. se determină, din curbele IDF sau din studiile speciale, intensitatea ploii de calcul (col.8), pentru f = normată și durata ploii de calcul-t_p aferent;
   e. se determină Q_c (col.9);
   f. se alege un diametru pentru colectorul de canalizare (col.12), cunoscând debitul și 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);
   h. se calculează înălțimea apei în colectorul de canalizare (col.18) și viteza efectivă de curgere a apei (col.19). Dacă valoarea acestei viteze diferă cu mai mult de 20% față de viteza apreciată (col.4), se reia calculul, adoptând în următoarea iterație valoarea $v_{ap} = v_{ef}$ obținută în iterația anterioară;
   i. se determină cotele radierului colectorului (col.22) astfel încât adâncimea de îngropare să fie minim 0,8 m (peste generatoarea superioară a canalului) și racordarea între două tronsoane vecine să se facă la creastă, adică păstrând continuă linia bolții superioare a canalului;
   j. colectoarele de canalizare în procedeu unitar, respectiv colectoarele pentru ape meteorice, pot funcționa pe timp de ploaie la secțiune plină (a=1,0).

(4) Pentru colectoare cu diametre DN > 1000 mm sau cu înălțime H > 1000 mm și debite reduse de ape uzate (pe timp uscat), pentru realizarea vitezei minime de autocurățire, se prevăd prin proiect măsuri de creștere a vitezei prin execuția unei rigole la baza colectorului. Această soluție se impune să fie analizată și pentru retehnologizarea colectoarelor de mari dimensiuni existente, cu funcționare în procedeu unitar.

(5) Același calcul se utilizează și în cazul rețelelor de canalizare ape meteorice, în acest caz debitul de dimensionare fiind dat de suma dintre:
   a. debitul de ape meteorice rezultat în secțiunea de calcul pentru intensitatea ploii de calcul, stabilită pe baza timpului de ploaie și frecvenței normate corespunzătoare rețelei;

b. debitul infiltrațiilor colectate de rețea.

(6) Verificarea rețelei de canalizare în procedeu unitar se face pentru condițiile de funcționare pe timp uscat, la debitul maxim dat de suma dintre debitul orar maxim de apă uzată și debitul infiltrațiilor colectate de rețea (verificarea asigurării vitezei de autocurățire).

3.4.3.4 Modelarea hidraulică a rețelelor de canalizare gravitaționale

(1) Pentru toate rețelele de canalizare care deservesc comunități cu peste 1000 de locuitori, Operatorul sistemului de canalizare are obligația elaborării, prin proiectanți de specialitate, a modelului hidraulic al întregii rețele:
   a. proiectele de extindere/reabilitare a rețelelor de canalizare existente se elaborează exclusiv după actualizarea modelului hidraulic al rețelei existente și verificarea funcționării corespunzătoare a rețelei în configurația proiectată, prin simulări pe modelul hidraulic aferent configurației respective;
   b. modelul hidraulic se elaborează cu respectarea următoarelor cerințe minime:
      i. documentația de modelare hidraulică include:
         A. modelul propriu-zis în format electronic;
         B. raportul de modelare hidraulică, în care sunt indicate toate informațiile relevante privind ipotezele de calcul considerate și rezultatele obținute pentru fiecare scenariu și sub-scenariu analizat;
      ii. permite editarea de către Operatorul sistemului de canalizare, în vederea sprijinirii procesului decizional privind dezvoltarea rețelei și abordarea situațiilor de urgență, prin rularea de simulări suplimentare, cu modificarea modelului inițial privind configurația sau parametrii de funcționare a rețelei;
      iii. se actualizează, prin grija Operatorului sistemului de canalizare:
         A. periodic, la intervale de maxim 5 ani;
         B. la maxim 1 an după realizarea de modificări permanente în configurația sau parametrii de funcționare ai rețelei.

(2) Prin excepție de la (1):
   a. în cazul:
      i. racordurilor individuale noi/înlocuite;
      ii. înlocuirilor de tronsoane existente cu colectoare noi având aceleași diametre și puncte de conectare, cu preluarea tuturor racordurilor existente și scoaterea din funcțiune a colectorului înlocuit, se admite elaborarea proiectului lucrărilor respective fără actualizarea modelului hidraulic, sub rezerva furnizării prin acordul de furnizare emis de Operatorul Sistemului de canalizare (aviz bazat pe simulările realizate de Operator pe modelul hidraulic existent), pentru fiecare punct de conectare:
         A. debitul maxim admis pentru preluarea în rețeaua de canalizare;
         B. posibilitatea preluării apei de la utilizator, gravitațional cu nivel liber, sau necesitatea realizării de către utilizator a unei stații de pompare proprii, în amonte de căminul de racord;
         C. cota minimă la radier, admisă pentru instalarea căminului de racord.
   b. în cazul extinderilor de rețea cu lungimea de maxim 500 m și deservind maxim 100 de gospodarii/proprietăți, se admite elaborarea proiectului lucrărilor respective fără actualizarea de către proiectant a modelului hidraulic al sistemului existent, în următoarele condiții:
      i. pentru fiecare punct de conectare, prin acordul de furnizare emis de Operatorul Sistemului de canalizare (aviz bazat pe simulările realizate de Operator pe modelul hidraulic existent), se indică:

A. debitul maxim admis pentru preluarea în rețeaua de canalizare;
B. posibilitatea preluării apei de la utilizator, gravitațional cu nivel liber, sau necesitatea realizării unei/unor stații de pompare, în amonte de punctul de racord;
C. cota radier, nivelul maxim al apei, diametrul și materialul colectorului existent la punctul de racordare;

ii. în cadrul proiectului lucrărilor de extindere, se elaborează modelul hidraulic aferent acestora;

iii. în perioada dintre începerea execuției și punerea în funcțiune a lucrărilor, Operatorul Sistemului de canalizare actualizează modelul hidraulic al sistemului existent, prin integrarea în acesta a modelului hidraulic elaborat de proiectant.

(3) Construirea modelului hidraulic al unei rețele de canalizare, pentru simularea funcționării acesteia din punct de vedere tehnologic, constă în parcurgerea următoarelor etape principale:

a. pentru o rețea nouă de canalizare:

i. elaborarea propunerii inițiale privind condițiile generale de colectare a apelor uzate și meteorice, bazate pe analiza condițiilor specifice:
A. privind apele uzate menajere (ex: cote teren, clădiri cu/fără subsoluri, categorii și repartiție spațiala utilizatori);
B. privind apele meteorice, după caz (ex: caracterizarea suprafețelor după tip, pantă, grad de impermeabilizare, dimensiuni, amplasare etc.).

ii. trasarea rețelei de canalizare pe planul de situație al localității și stabilirea schemei de calcul;

iii. stabilirea tuturor conexiunilor între nodurile rețelei de canalizare;

iv. stabilirea, pentru fiecare nod, a minim următoarelor elemente:
A. coordonate X,Y pentru prezentarea sub formă de hărți a parametrilor hidraulici rezultați în cadrul simulărilor efectuate pe modelul hidraulic al rețelei de canalizare;
B. cote geodezice;
C. numerotarea nodurilor;
D. determinarea și alocarea debitelor descărcate în rețea;
E. stabilirea adâncimilor minime necesare la racorduri;
F. nominalizarea nodurilor atipice din rețeaua de canalizare (subtraversări, stații de pompare, bazine de retenție, guri de descărcare etc.):
- stația de pompare este atașată unui bazin de aspirație; descrierea stației de pompare în modelul numeric al rețelei de canalizare se realizează prin:
1) precizarea cotelor la radierul colectoarelor conectate la bazinul de aspirație;
2) precizarea dimensiunilor în plan și adâncimii bazinului de aspirație;
3) precizarea curbelor caracteristice ale pompelor care echipează stația de pompare: curba caracteristică a pompei $H = f(Q)$ și curba caracteristică de randament $\eta = f(Q)$;
4) precizarea nivelelor de pornire și oprire, pentru fiecare pompă.
- pentru simulări preliminare, se poate utiliza abordarea simplificată, în care stația de pompare este schematizată fără indicarea curbelor.
- prezența gurilor de scurgere și a punctului de intrare în stația de epurare se realizează prin stabilirea nodului în care sunt amplasate obiectele și precizarea cel puțin a cotelor la radierele aferente; opțional, mai poate fi

precizat nivelul apei în aval, atunci când se verifică funcționarea rețelei la descărcarea în receptor cu nivel variabil în timp.

v. stabilirea pentru fiecare tronson a minim următoarelor elemente:
   A. lungime;
   B. coeficienți de rugozitate corespunzători materialelor alese;
   C. forma secțiunii și dimensiunile aferente;
   D. cota radier la capătul amonte;
   E. cota radier la capătul aval;
   F. se va acorda atenție deosebită la declararea caracteristicilor și analiza rezultatelor aferente conductelor de refulare, la care:
      - se impune indicarea în model a sensului de curgere, prin declararea existentei clapetei antiretur;
      - gradul de umplere efectiv are valoarea 1;

vi. stabilirea, pentru fiecare dintre bazinele de colectare a apelor meteorice, (determinate utilizând metoda poligoanelor Thiessen, menționată la 3.4.1 punctul (11)), a minim următoarelor elemente:
   A. suprafață;
   B. coeficient mediu de scurgere;
   C. pantă medie;
   D. nodul/colectorul în care se face descărcarea apei meteorice.

b. pentru rețele existente, se impune:
   i. constituirea/actualizarea bazei de date GIS care reflectă cu precizie corespunzătoare amplasamentele, traseele, conectivitatea hidraulică și caracteristicile elementelor rețelei existente;
   ii. determinarea prin măsurători "in situ" a tuturor elementelor cerute la (1) a;
   iii. înainte de elaborarea de simulări privind modificarea situației existente, elaborarea modelului hidraulic aferent rețelei existente și calibrarea acestuia pe baza măsurătorilor de debite și niveluri realizate.

c. pentru analize de detaliu în zone urbane, se impune să se analizeze situațiile efective de funcționare, în care, în locul unei ploi constante, așa cum s-a prezentat paragraful 3.3.2– aplicabil pentru suprafețe reduse și calcul manual, se ia în considerare o ploaie cu intensitate variabilă. În acest sens, este necesară elaborarea unui model hidrologic dedicat:
   i. bazat pe modelul digital detaliat al terenului, cu o rezoluție sub 5,0 m în plan (rezultate optime se obțin pentru o rezoluție sub 1,0 m) și o precizie pe verticală sub 0,20 m;
   ii. capabil să evalueze cantitatea de apă generată la nivelul bazinelor sau sub-bazinelor de colectare;
   iii. se menționează faptul că, pentru o simulare exactă a modului în care apa se deplasează la suprafața terenului în zone urbane, sunt necesare atât modele hidrodinamice 2D cât și un model digital de mare precizie al terenului. Astfel, se utilizează o modelare cuplată, 2D la suprafața terenului și 1D+ pentru rețeaua de canalizare, cu cuplare prin intermediul gurilor de scurgere.

(4) Calculul rețelei de canalizare se consideră finalizat atunci când, pentru toate scenariile și sub scenariile aplicabile sistemului, analizate de Proiectant, sunt îndeplinite cerințele aplicabile stabilite la 3.4.3.1 Criterii de proiectare a rețelelor de canalizare.

3.4.3.5 Construcții accesorii în rețeaua de canalizare gravitațională

(1) Pentru asigurarea funcționalității, în același timp cu exploatarea sigură și facilă a rețelelor de canalizare, pe colectoarele rețelei se prevăd accesorii și construcții conexe, ca de exemplu: racorduri, cămine/camere, stavile, deversoare, sifoane, puncte de monitorizare debite/nivele, guri de scurgere, guri de zăpadă, bazine de retenție.

3.4.3.5.1 Cămine de vizitare

(1) Căminele de vizitare din rețelele de canalizare sunt construcții verticale care fac legătura între nivelul terenului și colectoare, pentru asigurarea următoarelor funcțiuni:
   a. accesul personalului de operare la colectoare;
   b. ventilarea rețelei;
   c. spălarea periodică a rețelei.

(2) Amplasarea căminelor de vizitare se face:
   a. la începutul fiecărui colector;
   b. pe aliniamentele colectoarelor;
   c. în secțiunile de schimbare a diametrelor și/sau direcției în plan vertical și/sau orizontal;
   d. în secțiunile de intersecție și racordare cu alte canale;
   e. în secțiunile unde este necesară spălarea rețelei.

(3) Amplasamentele și soluțiile constructive aferente căminelor de vizitare se stabilesc cu respectarea prevederilor aplicabile stabilite prin SR EN 752, STAS 2448, SR EN 1917, SR EN 13476 (standard pe părți), SR CEN/TS 13598-3 (standard pe părți), SR EN ISO 23856, SR EN 295 (standard pe părți), SR EN 681 (standard pe părți), completate cu următoarele cerințe minime:
   a. căminele se instalează:
      i. pe domeniul public;
      ii. fără a se afecta celelalte instalații subterane.
   b. structura căminului asigura minim următoarelor cerințe:
      i. etanșeitate la apa freatică:
         1) trecerea colectoarelor/conductelor prin pereți se face fără afectarea etanșeității căminului. Se recomandă evitarea spargerii ulterioare turnării căminului/realizării elementelor prefabricate, prin realizarea golurilor odată cu execuția/instalarea structurii și utilizarea de piese de trecere speciale, etanșe;
         2) se prevăd trepte anti-alunecare, protejate anticoroziv. Se recomandă evitarea spargerii ulterioare turnării căminului/ realizării elementelor prefabricate, prin instalarea de elemente etanșe aferente sau direct instalarea treptelor odată cu execuția structurii.
      ii. protecție împotriva înghețului;
      iii. protecție la plutire,
      iv. rezistența la solicitări mecanice;
      v. pentru facilitarea accesului personalului în operațiunile de inspecție/intervenție, la partea inferioară a căminului se amenajează rigolă deschisă, profilată hidraulic pentru racordarea radierelor capetelor colectoarelor.
   c. dimensiunile interioare ale căminelor se prevăd cu asigurarea minim a următoarelor cerințe:
      i. permit acces ușor și posibilitate de intervenție facilă la colector:
         1) accesul se face printr-un coș cu diametrul interior minim 0,80 m;
         2) căminele instalate pe colectoare cu adâncimea de pozare de minim 2,00 m se prevăd cu o camera de lucru cu dimensiuni minime:

A. înălțime 1,80 m;
B. diametru interior 1,0 m.

3) cămine instalate pe colectoare cu adâncimea de pozare sub 2,00 m se prevăd fără cameră de lucru, coşul de acces cu diametrul interior de minim 800 mm putând fi prelungit până la cota radierului.

ii. se acoperă cu placi, recomandabil realizate din elemente prefabricate, prevăzute cu goluri de acces;

d. golurile de acces în cămine se prevăd cu ansambluri de capace cu goluri şi rame conforme cu prevederile SR EN 124, asigurând-se:
   i. deschiderea minimă (pas liber) 600 mm şi balama îngropată;
   ii. posibilitate de blocare, pentru deschidere fiind utilizată cheie/unealtă specifică;
   iii. protejare internă şi externă cu acoperire epoxidică pentru condiții foarte corozive şi erozive;
   iv. instalarea ramelor şi a capacelor se face astfel încât acestea să fie aduse la cota amplasamentului:
      1) ansamblurile ramă+capac se incastrează în plăci, asigurând-se:
         A. etanşeitatea şi integritatea ansamblului cămin-capac;
         B. aducerea la cota terenului odată cu execuția căminului;
         C. readucerea la cota terenului, de fiecare dată când se realizează lucrări de modernizare/reabilitare a carosabilului.
      2) în cazul amplasării în zone carosabile cu structuri realizate cu mixturi asfaltice la cald, se recomandă utilizarea de ansambluri capac+ramă cu autonivelare, capabile să preia încărcările din trafic şi din variațiile de temperatură, fără transfer direct asupra structurii căminului, asigurând-se în acelaşi timp:
         A. etanşeitatea şi integritatea ansamblului cămin-capac;
         B. evitarea degradării carosabilului adiacent;
         C. reducerea costurilor aferente lucrărilor de aducere la cotă.
   v. se recomandă utilizarea de capace de clasă minim D400, chiar şi în situația amplasării în spații necarosabile.

(2) În cămine nu pot fi amplasate alte instalații decât cele aferente rețelei de canalizare.

(3) Nu se admite introducerea colectoarelor/conductelor dincolo de fața interioară a căminului de vizitare.

(4) Pentru conectarea colectorului cu căminul de vizitare, se recomandă să se utilizeze un tronson independent, din acelaşi material şi acelaşi diametru cu colectorul, având lungimea de maxim 2 m.

(5) Se recomandă ca proiectantul să analizeze, în ansamblul proiectului rețelei de canalizare, uniformizarea tipo-dimensională a căminelor.

(6) Alegerea configurației căminelor de vizitare se face ținând cont de:
   a. diametrele colectoarelor pe care le deservesc;
   b. necesitatea racordării hidraulice între colectorul/colectoarele din amonte şi colectorul din aval;
   c. necesitatea asigurării spațiului de lucru în interiorul căminului;
   d. necesitatea reducerii dimensiunilor în plan ale căminelor de vizitare.

3.4.3.5.1.1 Cămine de vizitare de trecere

(1) Se prevăd cămine de vizitare de trecere:
   a. la începutul fiecărui colector;
   b. pe tronsoanele în aliniament, distanța între două cămine adiacente se adoptă:
      i. maxim 80 m, pentru colectoare cu diametrul până la 1500 mm;

ii. maxim 100 m, pentru colectoare cu diametrul între 1500 și 2000 mm;
iii. maxim 150 m, pentru colectoare cu diametrul peste 2000 mm.

(2) Se pot executa cămine de vizitare de trecere cu radiere decalate și profilarea adecvată a cunetei, fără alte măsuri suplimentare, pe colectoare cu diametrul până la 800 mm, la care se îndeplinesc în mod cumulativ următoarele condiții:
a. viteza de curgere nu depășește viteza maximă indicată de producătorul tuburilor;
b. este necesară adâncirea locală a profilului colectorului cu mai puțin de 0,80 m, diferența măsurată între radierul amonte și bancheta căminului de vizitare.

3.4.3.5.1.2 Cămine de vizitare de intersecție

(1) Căminele de vizitare de intersecție se amplasează la intersecția a 2 sau mai multe colectoare.

(2) Intersecțiile se realizează cu respectarea simultană a următoarelor condiții:
a. alinierea colectoarelor se face la generatoarea superioară;
b. intersecția se face în același sens cu direcția de curgere apei în rețea sau cel mult perpendicular pe direcția de curgere. Nu se admit intersecții pentru care curentul de apă deversat în cămin este invers sensului normal de curgere.

(3) În cazul colectoarelor cu DN < 500 mm, intersecția se poate realiza în cămine de vizitare obișnuite. În acest caz, se recomandă evitarea descărcării în același cămin a mai mult de 3 colectoare la aceeași cotă radier.

(4) În cazul colectoarelor cu DN ≥ 500 mm, construcțiile se realizează sub formă de camere de intersecție, la care se impune realizarea unei racordări hidraulice:
a. forma și dimensiunile camerelor se adoptă în funcție de numărul colectoarelor care se intersectează;
b. amestecul curenților se face fără fenomene hidraulice care să deterioreze contracția, să genereze remuu care ar afecta curgerea în amonte sau să genereze zone stagnante în care se pot produce depuneri:
i. axul colectorului de preluat, cu diametrul D, se racordează la colectorul din aval cu o raza de la 1,5D pana la 10D;
ii. axul colectorului la care se face racordarea se poziționează tangent la curbura colectorului de preluat;
iii. colectorul de preluat se continuă în interiorul camerei cu o rigolă până la punctul de intersecție cu colectorul la care se face racordarea, rezultând o muchie verticală până la radier.

(5) Forma camerei rezultă pe baza dimensiunilor generate prin:
a. realizarea de pereți perpendiculari pe axul fiecărui capăt de colector care intră/iese din cameră;
b. asigurarea dimensiunilor în plan, necesare la fiecare perete, pentru înglobarea pieselor de trecere aferente capetelor fiecărui colector.

3.4.3.5.2 <u>Cămine pentru schimbarea de direcție</u>

(1) Căminele de vizitare pentru schimbarea direcției se amplasează în pozițiile unde este necesară schimbarea direcției colectoarelor, fiind realizate cu respectarea următoarelor condiții:
a. pentru colectoare cu diametrul până la 500 mm, schimbarea de direcție se poate realiza la unghiuri de maxim 90°, în cămine de vizitare obișnuite, cu profilarea hidraulică a rigolei;
b. pentru colectoare cu diametrul între 500 mm și 1000 mm:

i. se admite schimbarea de direcție în cămine de vizitare obișnuite, cu profilarea corespunzătoare a rigolei, numai dacă unghiul este de cel mult 45°. Pentru unghiuri între 45° și 90° se execută 2 cămine de vizitare;
ii. dacă nu este posibilă realizarea a 2 cămine, se utilizează camere de schimbare de direcție.

c. pentru colectoare cu diametrul peste 1000 mm, se utilizează camere de schimbare de direcție.

(2) Forma și dimensiunile camerelor se adoptă în funcție de dimensiunile și unghiul sub care se realizează schimbarea direcției.

(3) Pe radierul camerei se execută un jgheab (rigolă) care să permită o dirijare ușoară a apei și o curgere normală.

(4) Pentru debite mici, raza de curbură minimă admisă este de 1,5 D, în care D este diametrul colectorului.

(5) Pentru debite mari, respectiv colectoare cu dimensiuni mari, raza de curbură se stabilește în funcție de debit și viteză. În general, raza de curbură pentru diametre peste 500 mm este de (3—5) diametre, uneori putând ajunge și până la 10 diametre.

3.4.3.5.3 Cămine de rupere de pantă

(1) Căminele de rupere de pantă se prevăd cu următoarele scopuri:
a. protecția colectoarelor prin limitarea vitezei de curgere și disiparea energiei;
b. împiedicarea depunerii suspensiilor în secțiunea de coborâre bruscă a radierului canalului.

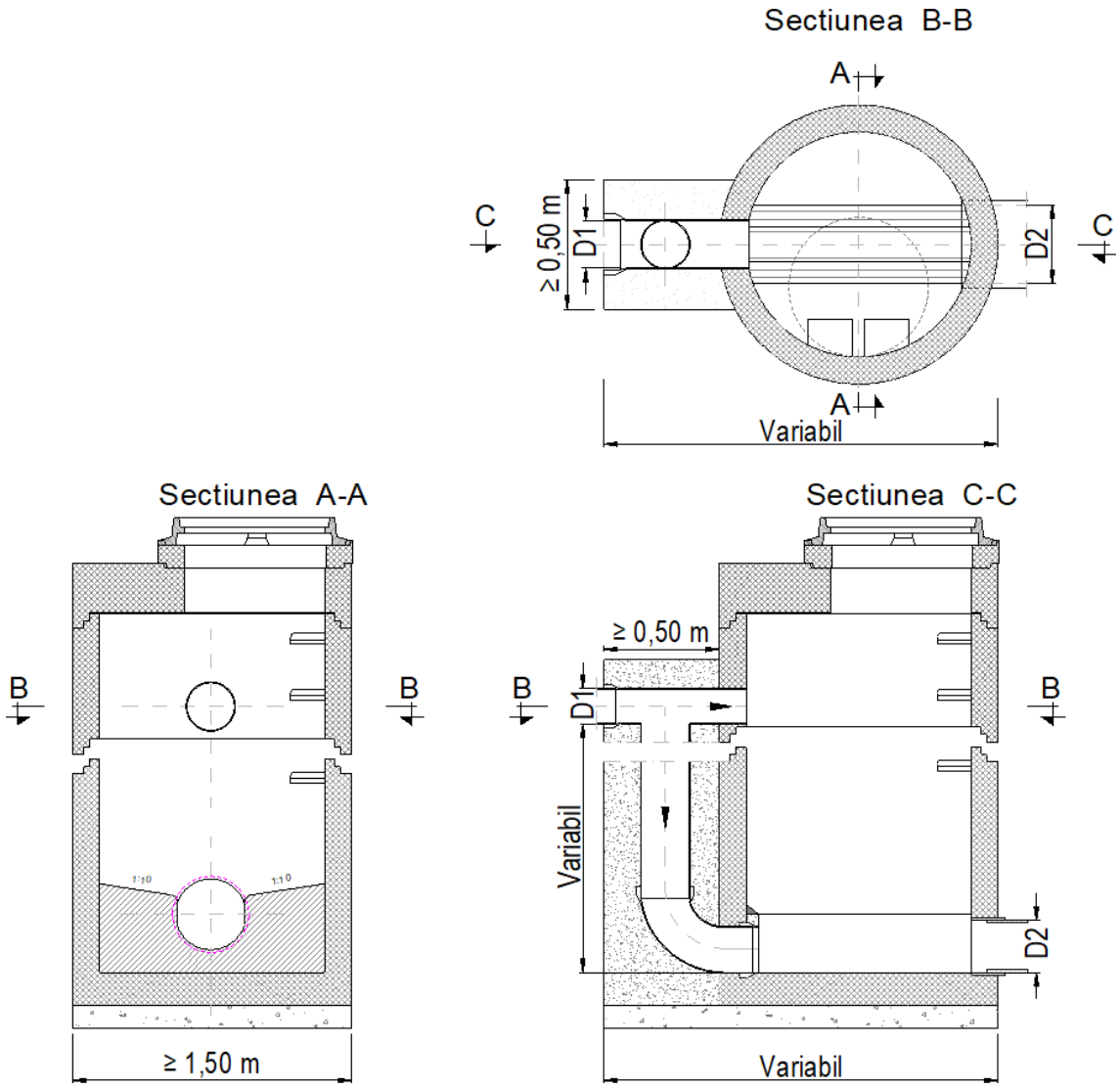


Figura 3.2. Configurație cămin de rupere de pantă.

(2) Pentru colectoare cu diametrul până la 500 mm și diferență de nivel între radierul amonte și banchetă de peste 0,80 m, căminele de rupere de pantă se pot executa în configurații similare celei din Figura 3.2:

a. construcția constă dintr-un cămin asemănător căminelor de vizitare, pe exteriorul căruia se instalează o ramificație, o conductă orizontală și o conductă verticală din material rezistent la uzură, înglobate în beton. În condiții de funcționare normală, apa circulă prin tubul vertical, iar când debitul este mai mare, o parte din acesta curge prin tubul orizontal;
b. tubul orizontal se adoptă de diametru egal cu D1, iar tubul vertical se dimensionează urmărindu-se evitarea formării de depuneri:
   i. pentru D1 ≤ 300 mm, diametrul tubului vertical adoptă minim 150 mm;
   ii. pentru D1 între 300 și 500 mm, diametrul tubului vertical adoptă minim 200 mm.

(3) Pentru colectoare cu diametrul peste 500 mm, se prevăd camere de rupere de pantă, configurația și dimensiunile fiind stabilite prin proiect, ținând cont de minim următoarele elemente:

a. diametrul colectoarelor amonte și aval;
b. diferența de nivel între radierele colectoarelor amonte și aval;
c. prevederea, după caz, a unui paravan în zona de cădere a apei, pentru protecția personalului de exploatare;

d. profilarea hidraulică a radierului camerei, după caz, pentru asigurarea disipării energiei.

(4) Pentru descărcarea apei din conductele de refulare se adoptă măsuri de protecție a colectorului și căminului de conectare, pentru evitarea fenomenelor de eroziune locală și deranjamente pentru personalul de exploatare; de exemplu, conectarea se poate face printr-un cămin cu o configurație similară căminelor de rupere de pantă prezentate la Figura 3.2, dar fără segmentul de tub orizontal.

3.4.3.5.4 Cămine de spălare

(1) Pentru tronsoane de canalizare a apelor uzate în procedeu divizor, fie din rețele existente, fie din rețele noi, proiectate conform excepțiilor indicate la (2), unde viteza de autocurățire nu poate fi asigurată, operațiunile de exploatare includ spălarea regulată.

(2) Spălarea se poate face:
a. cu utilaje specializate;
b. prin amenajarea unor cămine de spălare, prevăzute cu volum de acumulare a apei pentru spălare și instalații specifice, care să asigure descărcarea în amonte de tronsoanele respective a unui volum de apă suficient pentru antrenarea depunerilor formate pe radierul canalului.

(3) Întrucât eficiența spălării este cu atât mai mare, respectiv volumul de apă necesar pentru spălare este mai redus, cu cât debitul și presiunea sunt mai mari, se recomandă spălarea cu utilaje specializate.

(4) Suplimentar față de tronsoanele pe care nu se asigură viteza de autocurățire, indicate în breviarul de calcul/raportul de modelare hidraulică aferent rețelei de canalizare, Operatorul actualizează programul acestuia de monitorizare a depunerilor și spălare regulată, conform situațiilor constatate în funcționarea rețelei de canalizare.

3.4.3.5.5 Racorduri

(1) Racordul reprezintă partea din rețeaua publică de canalizare care asigură legătura între rețeaua publică de canalizare și rețeaua interioară a unei incinte sau a unei clădiri.

(2) Principalele componente ale unui racord sunt:
a. cămin de racord;
b. conducta de racord;
c. conectarea conductei de racord la colectorul public, stradal.

(3) Racordul, între colectorul stradal și căminul de racord, inclusiv căminul de racord, aparține rețelei publice de canalizare, indiferent de modul de finanțare a realizării acestuia.

(4) Amplasamentele și soluțiile constructive aferente racordurilor se stabilesc cu respectarea următoarelor cerințe minime:
a. căminele de racord, folosite pentru inspecția și întreținerea racordului:
i. se instalează:
A. în afara spațiului carosabil, la limita de proprietate;
B. fără a se afecta celelalte instalații subterane;
C. ori de cate ori este posibil, pe domeniul public.
ii. adâncimea căminului de racord se adoptă astfel:
A. maxim 1,5 m pentru clădiri:
1. fără subsol;
2. clădiri cu subsoluri având cota radier la ieșire din clădire la mai mult de 1,5 m sub cota terenului;

3. clădiri aflate în situații particulare în care nu este posibilă preluarea gravitațională a apei uzate de la utilizator, întrucât fie colectorul stradal existent este pozat la cotă superioară cotei instalațiilor interioare, fie soluția de pozare a colectorului stradal proiectat sub cota instalațiilor interioare nu este rațională.

B. întotdeauna inferioară adâncimii de pozare a colectorului stradal aferent, pentru asigurarea descărcării gravitaționale cu nivel liber, fără risc de influențare a capacității hidraulice a racordului (remu) sau punere sub presiune a instalațiilor interioare;

iii. structura căminului asigură minim următoarelor cerințe:

A. etanșeitate la apa freatică;
B. protecție împotriva înghețului;
C. protecție la plutire;
D. rezistență la solicitări mecanice.

iv. în căminul de racord nu pot fi amplasate alte instalații decât cele aferente racordului.

v. se acoperă cu plăci în care se încastrează capace și rame conforme cu prevederile SR EN 124:

A. cu goluri, cu deschiderea minimă (pas liber) 300 mm și balama îngropată;
B. cu posibilitate de blocare, pentru deschidere fiind utilizată cheie/unealtă specifică;
C. protejate intern și extern cu acoperire epoxidică pentru condiții foarte corozive și erozive;
D. ramele capacelor se încastrează în placi, cu asigurarea corespunzătoare a etanșeității și integrității ansamblului cămin-capac;
E. instalarea ramelor și capacelor se face astfel încât acestea să fie aduse la cota amplasamentului;
F. se recomandă utilizarea de capace de clasă minim C250, chiar și în situația amplasării în spații necarosabile.

b. conducta de racord:

i. între căminul de racord și punctul de conectare la colectorul stradal se prevede conducta de racord cu DN ≥ 150 mm;

ii. profilul conductei de racord se adoptă întotdeauna descrescător spre punctul de conectare, panta minimă recomandată fiind de 0,003;

iii. între căminul de racord și colectorul stradal se realizează exclusiv tronsoane rectilinii (nu se admite instalarea de coturi pe traseul conductei de racord).

c. conectarea canalului de racord la colectorul stradal – se poate face atât direct la tuburile colectorului stradal, cât și prin conectare la căminele de pe colectorul stradal. Soluțiile se stabilesc cu respectarea următoarelor cerințe minime:

i. conectări la tuburile colectorului stradal:

A. se execută cu piese speciale de racord, care îndeplinesc următoarele cerințe:

1. sunt certificate pentru instalarea pe colectoare realizate din materialele și la diametrele aferente colectoarelor pe care sunt prevăzute;
2. sunt capabile să preia deviații unghiulare la punctul de îmbinare, pentru evitarea concentrării de eforturi în colector sau în conducta de racord;
3. montajul nu necesită scoaterea din funcțiune sau demontarea tubului pe care se montează;
4. pentru conectarea a două racorduri adiacente, se recomandă adoptarea unei distanțe minime interax de 2,0 m, măsurată în lungul colectorului stradal; în cazuri justificate, distanța se poate reduce până la 1,0 m.

ii. conectări la cămine de pe colectorul stradal:
   A. în cazul colectoarelor pozate la adâncimi de îngropare de până la 4,0 m, conectarea racordurilor la cămine se face direct la cămin, cu asigurarea diferenței de maxim 0,80 m între generatoarea superioară a colectorului și radierul conductei de racord;
   B. în cazul colectoarelor pozate la adâncimi de îngropare de peste 4,0 m, conectarea racordurilor la cămine se face obligatoriu cu rupere de pantă:
      1. pentru conducta verticală se utilizează minim DN 150 mm;
      2. intrarea în cămin se face cu asigurarea distanței de maxim 0,80 m între generatoarea superioară a colectorului și radierul conductei de racord.
   C. conectările cu racorduri se execută la cote diferite:
      1. în cazul căminelor realizate din elemente prefabricate, piesele de trecere etanșe pentru racorduri se instalează din fabrică, maxim 2 goluri/la același nivel, cu distanța interax pe verticală de minim 3xDN racord;
      2. în cazul căminelor din beton turnate în amplasament, piesele de trecere etanșe se execută la cote diferite, distanța interax pe verticală fiind de minim 3xDN racord.
   D. se recomandă limitarea la maxim 3 conducte de racord conectate la același cămin de pe colectorul stradal;
   E. descărcarea racordurilor în cămin trebuie să se realizeze în același sens cu direcția de curgere apei în rețea sau cel mult perpendicular pe direcția de curgere. Nu se admit racorduri pentru care curentul de apă deversat în cămin este invers sensului normal de curgere;

iii. indiferent de soluția de conectare adoptată, nu se admite introducerea conductei de racord dincolo de fața interioară a tubului sau căminului la care se face conectarea.

d. proiectele racordurilor se supun avizării Operatorului sistemului de canalizare;
e. pentru eficientizarea operării se recomandă standardizarea tipo-dimensională a materialelor și construcțiilor accesorii utilizate.

(2) Se realizează racorduri pentru toți utilizatorii cu acces la rețeaua publică de canalizare a apelor uzate menajere (procedeu divizor sau unitar).

(3) În situațiile indicate la (4)a.i.3) sau în alte situații specifice condițiilor din amplasament, soluțiile se stabilesc de Proiectant, prin analiza a cel puțin următoarelor variante:
   a. includerea în instalația utilizatorului a unei stații de pompare a apelor uzate menajere, cu descărcarea apei uzate în căminul de racord executat la adâncimea de maxim 1,5 m;
   b. în cazul în care numărul de clădiri conduce la concluzia că este eficientă soluția grupării racordurilor, se pot prelua racordurile aferente clădirilor respective într-un colector paralel cu colectorul stradal, cu:
      i. descărcarea apei uzate în aval, unde cotele permit preluarea gravitațională în colectorul stradal;
      ii. descărcarea apei uzate într-o stație de pompare comună și descărcarea apei uzate în colectorul stradal printr-o conductă de refulare.

(4) În cazul amplasamentelor cu densitate mare de clădiri, unde pozarea racordurilor aferente implică dificultăți deosebite (de exemplu: densitate mare de utilități, străzi modernizate pe care nu este rațională execuția excavațiilor/forajelor necesare în dreptul fiecărei proprietăți), se recomandă reducerea numărului de puncte de conectare la colectorul stradal, prin gruparea conductelor de racord în sistem „pieptene”.

3.4.3.5.6 Sifoane de canalizare

(1) Se prevăd în situațiile trecerii colectoarelor pe sub alte construcții, cursuri de apă, drumuri, căi ferate sau depresiuni.

(2) Sifoanele sunt alcătuite din:
   a. camere de intrare și ieșire pe fiecare latură a subtraversării;
   b. conducte de sifonare.

(3) Numărul de conducte de sifonare în cadrul aceleiași traversări se stabilește în funcție de tipul de sistem de canalizare:
   a. în procedeu separativ, se poate realiza un singur fir pentru fiecare funcțiune (ape uzate, ape meteorice);
   b. în procedeu unitar, se execută întotdeauna 2 fire:
      i. un fir va funcționa pe timp uscat;
      ii. al doilea fir devine funcțional la ploaie.

(4) Dimensionarea conductelor de sifonare se face cu asigurarea unor viteze minime de curgere:
   a. pentru canalizare în procedeu divizor: 0,5 ... 0,6 m/s la debitul de calcul;
   b. pentru canalizare în procedeu unitar:
      i. 1,25 ... 1,5 m/s la debitul de calcul;
      ii. 0,5 ... 0,6 m/s la debitul de verificare pe timp uscat.

(5) Pentru cerințe deosebite privind siguranța în exploatare, se impune dublarea conductelor de sifonare, fiecare fir fiind dimensionat la 0,75·Qcalcul.

(6) Cerințele de eliminare a riscului în funcționarea conductelor subtraversării impun:
   a. în cazul funcționarii la viteze de peste 3 m/s, alegerea de materiale cu rezistență sporită la abraziune, ca de exemplu: tuburi de oțel protejat, fontă ductilă, poliester armat cu fibră de sticlă de construcție specială, ceramică vitrificată, polimer beton;
   b. adoptarea de măsuri constructive pentru stabilitatea albiei, preluarea sarcinilor dinamice din circulație, consolidarea terenului în zona subtraversării.

(7) Pentru evitarea depunerilor la $Q_{uz\ or\ min}$, se recomandă adoptarea unor pante de 1:1-1:2 pentru tronsonul amonte, respectiv 1:3-1:6 pentru tronsonul aval.

(8) În situațiile când se impune izolarea conductelor de sifonare, se prevăd stavile de închidere în camerele de intrare/ieșire; vor fi prevăzute, în tronsoanele din camerele de intrare, sisteme care să permită spălarea (curățarea) conductelor de sifonare și/sau descărcarea rețelei de canalizare.

(9) Dimensionarea hidraulică a conductelor de sifonare are la bază ecuația:

$$\Delta H = \sum h_r \qquad (3.15)$$

în care:

ΔH – diferența minimă între nivelul din camera de intrare și nivelul din camera de ieșire;

$\sum h_r$ – suma pierderilor de sarcină locale și distribuite pe circuitul hidraulic între camera de intrare și ieșire.

(10) Schema unui sistem de sifon inferior pentru canalizare este prezentată în Figura 3.3.

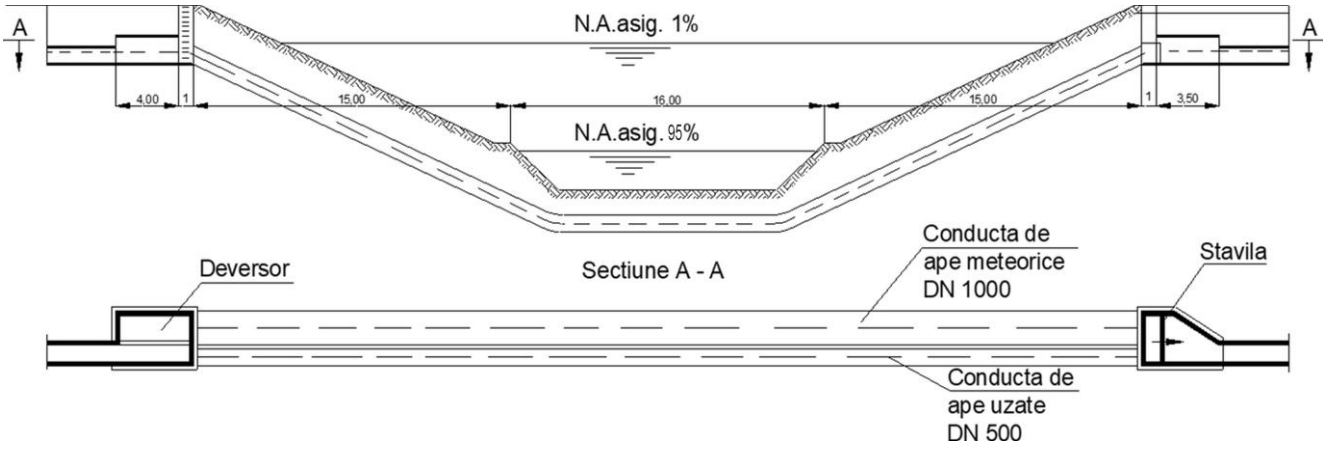


Figura 3.3. Schema sifon inferior pentru canalizare.

(11) Adâncimea de pozare sub nivelul talvegului se stabilește la obținerea avizului de gospodărire a apelor, funcție de adâncimea de afuiere din secțiunea respectivă.

3.4.3.5.7 Guri de scurgere

(1) Gurile de scurgere reprezintă partea din rețeaua publică de canalizare care asigură colectarea și descărcarea apelor meteorice în rețeaua de canalizare.

(2) Gurile de scurgere se execută, de regulă, sub formă de cămine circulare.

(3) Capacele gurilor de scurgere se prevăd de tip carosabile, clasa D400, conform SR EN 124.

(4) În interiorul căminului gurii de scurgere se instalează un recipient care să poată fi scos mecanizat pentru simplificarea curățirii gurilor de scurgere.

(5) După forma constructivă, gurile de scurgere se pot realiza:
   a. cu depozit și sifon, cu grătar carosabil, Tip A conform STAS 6701. Sifonul are rolul de a opri gazele din canalizare să ajungă în atmosferă;
   b. guri de scurgere fără depozit și fără sifon. Se utilizează pe rețeaua de canalizare meteorică în procedeu divizor, numai pe străzi asfaltate, unde cantitatea de materii în suspensie sau alte depuneri care pot fi antrenate în rețea este redusă (inexistentă).

(6) Racordurile aferente se execută din conducte cu DN 150 mm.

(7) Gurile de scurgere se amplasează:
   a. pe rigola străzii, amonte de trecerea de pietoni;
   b. în intersecțiile mari, la limita cu trotuarul, pe spații necirculate;
   c. pe platforme amenajate cu pante în spațiile puțin circulate.

(8) Distanța între gurile de scurgere se stabilește pe baza debitului capabil al rigolei (funcție de panta străzii și coeficientul de rugozitate a rigolei), astfel încât nivelul maxim al apei în rigolă (la ploaia de calcul) să fie sub nivelul superior al bordurii (gardă ≥ 5cm).

3.4.3.5.8 Guri de zăpadă

(1) Pe colectoarele de apă pluvială, sau în procedeu unitar, cu diametre de peste 1 000 mm sau secțiuni peste 800/1200 mm, care transportă debite de peste 250 l/s, se poate realiza descărcarea de zăpadă în rețeaua de canalizare. Se pot utiliza fie direct cămine de vizitare, fie guri de zăpadă.

(2) Gurile de zăpadă se realizează cu două deschideri de acces:

a. acces pentru personalul operatorului sistemului de canalizare;
b. acces pentru zăpadă, prin care zăpada este descărcată de la nivelul terenului, pe un podest inclinat cu panta minim 1:5, de unde alunecă în colectorul adiacent.

(3) Pentru a nu afecta buna funcționare a stațiilor de pompare, sifoanelor sau deversoarelor din rețea, gurile de zăpadă se instalează la minim 1000 m în amonte de acestea.

(4) Pentru a nu afecta traficul, gurile de zăpadă se instalează în puncte cu trafic rutier și pietonal mai redus, recomandabil pe străzi mai late sau în piețe.

(5) Se recomandă evitarea introducerii unui volum mare de zăpadă într-un timp scurt, sens în care se utilizează utilaje de transport cu volum mic.

(6) Întrucât odată cu zăpada sunt antrenate și materialele existente pe suprafața deszăpezită, de exemplu nisip, după topirea zăpezii se realizează inspecția și curățarea colectorului în aval de gura de zăpadă.

3.4.3.5.9 Deversoare

(1) Deversoarele se prevăd în rețelele de canalizare în procedeu unitar, pentru descărcarea unor volume de apă direct în receptor.

(2) Stabilirea raportului de diluare pentru apele uzate ce sunt descărcate în receptor se face utilizând următoarele relații:

$$n = 1 + n_0 \quad (3.16)$$

$$n_0 = Q_{meteoric} / Q_{uzat} \quad (3.17)$$

în care:

n_0 – coeficient de diluare.

(3) La adoptarea raportului de diluare se iau în considerare prevederile SR EN 752.

(4) Debitul de ape uzate în amestec cu ape meteorice care poate fi deversat în receptor se determină cu relația:

$$Q_{adm} = Q_{recept} \cdot \frac{CBO_5^{recept} - CBO_5^{adm}}{CBO_5^{uz} - CBO_5^{adm}} \ (m^3/s) \quad (3.18)$$

în care:

Q_{adm} – debitul de ape uzate și meteorice admise a fi descărcate în receptor, (m^3/s);
CBO_5^{recept} – consumul biochimic de oxigen la 5 zile aferent apei receptorului, înainte de deversor (mg O_2/l);
CBO_5^{uz} – consumul biochimic de oxigen la 5 zile aferent apelor uzate în amestec cu apele meteorice (mg O_2/l);
CBO_5^{adm} – consumul biochimic de oxigen la 5 zile aferent receptorului, conform prevederilor normei tehnice NTPA 001 (mg O_2/l).

(5) Deversoarele sunt alcătuite din:
a. camera de deversare;
b. canalul de evacuare a apei deversate în receptor;
c. gura de vărsare a canalului de evacuare.

(6) După forma constructivă, deversoarele pot fi:
a. deversor lateral - tipul cel mai utilizat;
b. deversor frontal;
c. deversor circular.

(7) Cerințele constructive obligatorii pentru deversoare includ:
a. asigurarea accesului și lucrului în camera deversorului:

i. se prevăd scări și rigole;
ii. înălțimea camerei deversorului, măsurată de la rigolă, se adoptă ≥ 1,80m.

b. Elemente privind evitarea inundării camerei deversorului la ape mari ale receptorului:
i. se prevede închiderea canalului de descărcare în receptor cu batardou;
ii. pentru receptorii cu variații mari și frecvente ale nivelului se prevăd:
1) stăvilare echipate cu stavile cu închidere automată;
2) senzori de nivel cu monitorizare on-line a nivelurilor amonte și aval.

c. pentru deversoarele amplasate la intrarea în stația de epurare, construcția camerei poate fi deschisă. Radierul camerei se prevede cu başă pentru reținerea corpurilor mari, curățată periodic cu o cupă tip graifer;

d. deversorul se prevede cu grătar rar.

3.4.3.5.10 Guri de descărcare

(1) Gurile de descărcare sunt construcții care se execută în punctul de descărcare a apelor de canalizare în receptor.

(2) Forma și dimensiunile gurilor de descărcare se adoptă ținând cont de:
a. mărimea debitelor receptorului;
b. cantitatea și calitatea apelor ce se evacuează;
c. condițiile specifice amplasamentului.

(3) Gurile de vărsare trebuie să îndeplinească următoarele condiții:
a. să asigure condiții hidraulice care să permită amestecul cu apele receptorului;
b. să nu fie inundată la ape mari pe râu;
c. să nu producă degradări ale malurilor și albiei receptorului sau alte perturbări în scurgerea normală acestuia;
d. se recomandă ca amplasarea gurilor de vărsare să se facă sub un unghi de 30 – 45º față de direcția de curgere a receptorului;
e. întreaga construcție este asigurată structural și din punct de vedere al stabilității, cu sisteme de protecție pentru toate situațiile de debite și nivele întâlnite pe râu;
f. gurile de vărsare necesare evacuării apelor uzate provenite din procedeu divizor de canalizare, precum și cele din procedeu unitar de canalizare, epurate mecanic sau biologic, trebuie să asigure o dispersie cât mai bună a apelor de canalizare în receptor.

(4) În secțiunea unde se termină canalul se execută un perete de beton, care să consolideze legătura dintre canal și patul receptorului.

(5) Patul receptorului se amenajează și taluzurile se perează pe cel puțin 10 m în amonte și 30 m în aval de punctul de descărcare.

(6) Se recomandă amenajarea gurilor de scurgere pentru disiparea energiei în zonele de contact între apele receptorului și apele descărcate.

(7) Radierul gurii de descărcare se adoptă la o înălțime suficientă în raport cu receptorul, încât să se evite colmatarea cu suspensii din apa receptorului.

(8) Pentru receptori cu debite mai mari, în vederea asigurării unui amestec complet și evitării afectării calității apei receptorului în apropierea malului, se recomandă construirea de tuburi de descărcare așezate în patul receptorului, cu descărcarea apelor cât mai aproape de talveg.

3.4.4 Rețele de canalizare cu vacuum

(1) Sistemele de canalizare vacuumatice sunt sisteme mecanice, pentru care funcționarea se realizează prin menținerea presiunii negative (-0,6...-0,7 bar) în rețeaua de conducte colectoare.

(2) Sistemele de canalizare vacuumatice sunt destinate transportului de apă uzată menajeră, nu și pentru ape meteorice.

(3) Implementarea sistemelor de canalizare vacuumatice trebuie să aibă la bază o analiză tehnico-economică comparativă cu sistemul clasic gravitațional.

(4) Aplicarea se realizează pentru sectoare/zone limitate la 1.500 – 2.000 utilizatori, şi lungimea 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).

(5) Profilul rețelei de conducte colectoare de vacuum trebuie să fie conceput și construit în așa numitul profil ”dinți de fierăstru”, sub forma unor tronsoane descendente prevăzute cu lifturi succesive similar schemei din Figura 3.4.

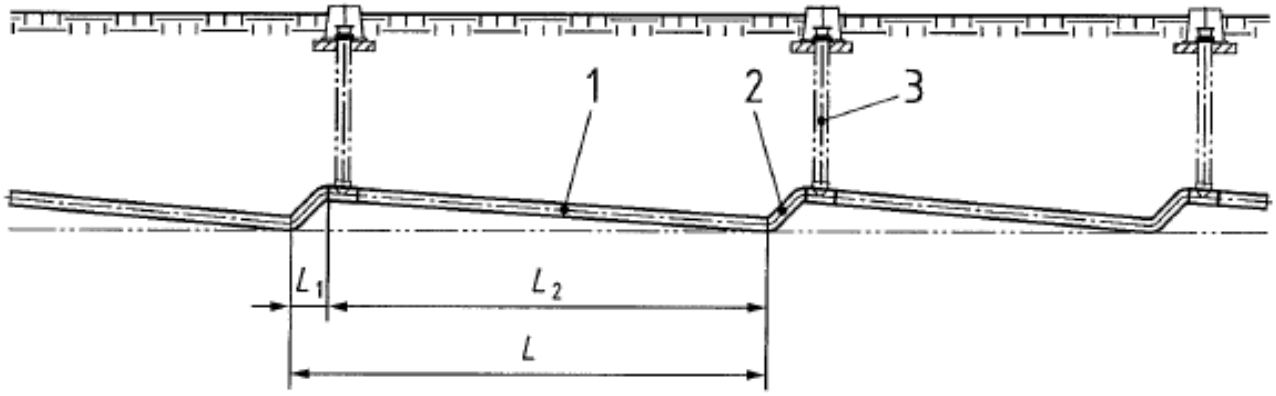


Figura 3.4. Configurație montaj conductă colector în rețelele vacuumatice [SR EN 16932-3/2018]
Notații: 1-conducta vacuum; 2-lift; 3-conducta de inspecție; L_1-lungime lift; L_2-lungime conductă vacuum; L-distanța între lifturi

(6) Lungimea unui lift trebuie să îndeplinească condiția: $L_1 > 2 \cdot \sqrt{h \cdot R}$
L_1-lungime lift;
h -înălțimea liftului, în metri [m];
R- raza minimă a cotului (de îndoire a conductei de vacuum), în metri [m].

(7) Funcție de configurația terenului (plat, pantă descendentă, pantă ascendentă), lifturile se prevăd după cum urmează:
   a. terenuri plate ($i_T \approx 0$)
      i. se adoptă tronsoane cu pantă descrescătoare $i_R = 2$ ‰;
      ii. distanţa între 2 lifturi consecutive $L_{min} = 6$ m, L_{max}=100 m;
      iii. numărul maxim de lifturi: 25.
   b. terenuri cu pantă descendentă:
      i. se prevede 1 lift la 100,0 m.
   c. terenuri cu pantă crescătoare/contrapantă:
      i. se adoptă tronsoane cu pantă descrescătoare $i_R = 2$ ‰.
      ii. distanţa între lifturi se adoptă funcție de mărimea contrapantei terenului.

(8) Camerele colectoare trebuie să prezinte rezistență la coroziune şi la agesivitatea apelor uzate. Acestea pot fi amplasate în stradă sau în curte.

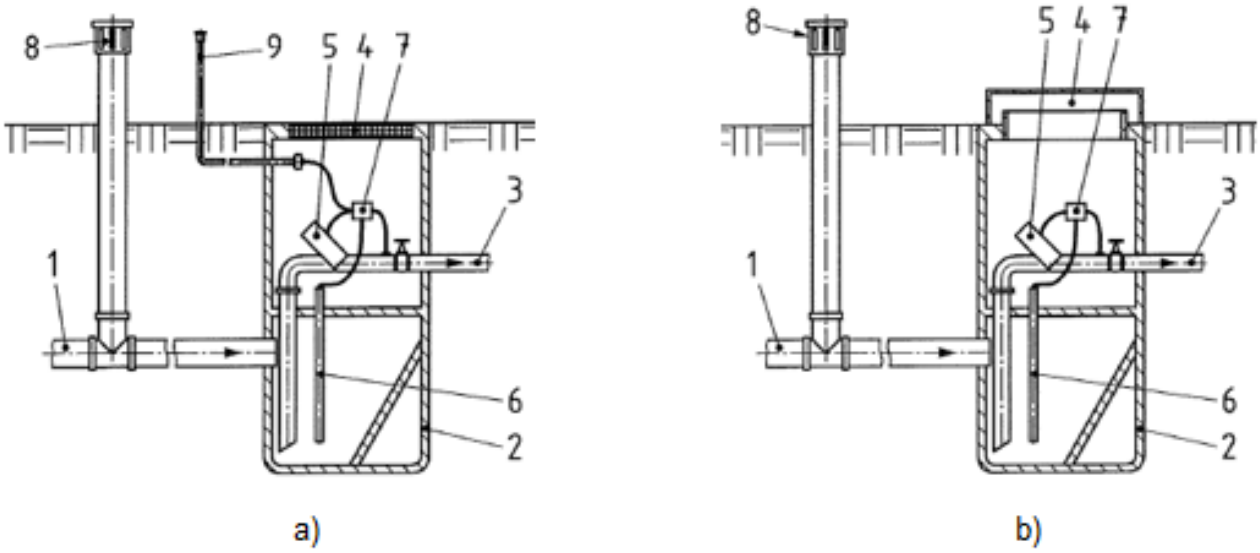
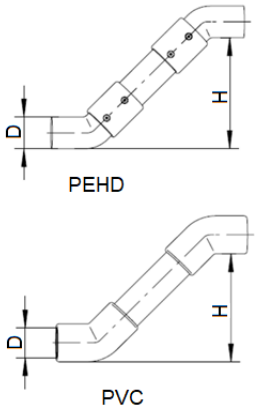


Figura 3.5. – Camere colectoare: a)-pentru instalare în stradă, b)-pentru instalare în curte [SR EN 16932-3/2018]

Notații: 1-conducta gravitațională; 2-camera colectare apă uzată; 3-conducta de vacuum; 4-capac camera colectoare; 5-vană de vacuum; 6-conductă senzor; 7-controler; 8-admisie aer; 9-conductă.

(9) Funcție de diametrul conductei de vacuum, înălțimea lifturilor poate fi după cum urmează:

D [mm]	**H [mm]**		
90	200	300	450
110	200	300	450
125	200	300	450
140	200	300	450
180	200	300	450
200		300	450
225		300	450
250		300	450



(10) Izolarea tronsoanelor rețelei se realizează cu vane montate pe ramificații, astfel încât să poată fi scoasă din funcțiune pentru intervenții maxim 20% din lungimea totală a rețelei.

(11) Configurația echipamentelor în stația de vacuum se adoptă ca în Figura 3.6.

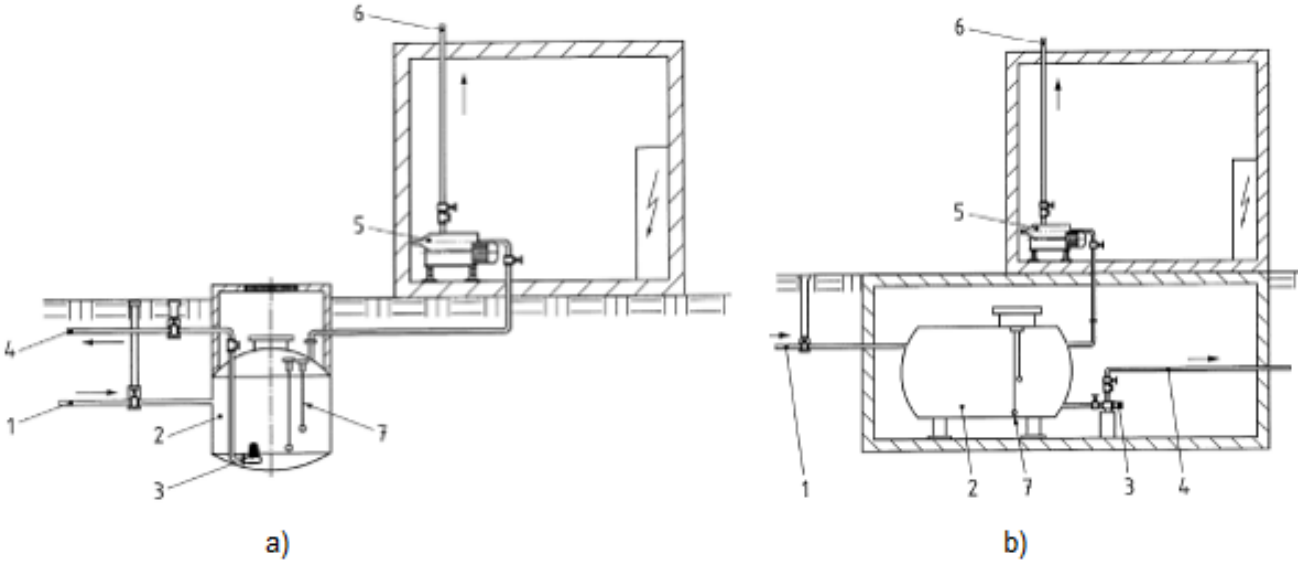


Figura 3.6. – Stație de vacuum: a) cu pompe de evacuare submersibile b) cu pompe de evacuare în cameră uscată [SR EN 16932-3/2018]
Notații:1-conducta de vacuum; 2-rezervor de vacuum; 3-pompe de evacuare; 4-conductă de refulare apă uzată; 5-pompă de vacuum; 6-conductă evacuare direct în atmosferă sau prin filru (bioflitru); 7-senzor de nivel.

3.4.4.1 Calculul hidraulic al rețelelor de canalizare cu vacuum

(1) Se calculează debitul maxim de apă uzată menajeră ($Q_{uz\ or\ max}$), funcție de numărul de utilizatori.

(2) Se calculează lungimea totală a rețelei de canalizare vacuumatică.

(3) Se determină lungimea celui mai lung tronson până la stația de vacuum.

(4) Se calculează densitatea populației, ca fiind raportul dintre numărul total de consumatori de apă și lungimea celui mai lung tronson.

(5) Se calculează debitul total de aer al rețelei de canalizare vacuumatică (Q_L), ca fiind produsul dintre debitul maxim de apă uzată și raportul aer/apă. Valoarea raportului aer/apă se alege din Tabelul 3.4, cunoscând lungimea celui mai lung tronson și densitatea populației.

Tabelul 3.4. Raportul aer/apă

Lungimea tronsonului	**Densitatea populației (loc./m)**			
	0,05 loc./m	**0,1 loc./m**	**0,2 loc./m**	**0,5 loc./m**
	Media raportului Aer /Apa			
500 m	3,5 – 7	3 – 6	2,5 – 5	2 – 5
1000 m	4 – 8	3,5 – 7	3 – 6	2,5 – 5
1500 m	5 – 9	4 – 8	3,5 – 7	3 – 6
2000 m	6 – 10	5 – 9	4 – 8	3,5 – 7
3000 m	7 – 12	6 – 10	5 – 9	4 – 8
4000 m	8 -15	7 – 12	6 – 10	(5 – 9)*
* Doar în cazuri exceptionale				

(6) Diametrul conductelor colectoare se determină conform Tabelul 3.5.

Tabelul 3.5. Debite, diametre.

Media raportului apă/aer	**Diametru conductă [mm]**						
	Dn 65	**Dn 80**	**Dn 100**	**Dn 125**	**Dn 150**	**Dn 200**	**Dn 250***
	Populație conectată						
2	0 - 110	0 - 350	250 - 600	350 - 900	500 - 1400	750 - 2100	(1100 - 3000)
4	0 - 65	0 - 200	135 - 140	200 - 500	300 - 800	400 - 1200	(600 - 1650)
6	0 - 45	0 - 140	95 - 240	140 - 350	200 - 500	300 - 800	(400 - 1150)
8	0 - 35	0 - 105	75 - 185	105 - 270	150 - 425	220 - 625	(300 -850)
10	0 - 30	0 - 85	60 - 150	85 - 220	120 - 340	175 - 500	(250 - 700)
12	0 - 25	0 - 75	50 - 125	75 - 180	100 - 290	150 - 425	(200 - 600)
* Doar în cazuri exceptionale							

(7) Se stabilește numărul de lifturi, funcție de lungimea maxim admisă între două lifturi consecutive.

(8) Se determină pierderea de sarcină pentru fiecare lift. Pierderea de sarcină pe lift se calculează cu relația h = H – D;

în care:

h – pierdere de sarcină în lift;
H - este înălțimea liftului (20 cm, 30 cm, 45 cm);
D – diametrul interior a conductei colector.

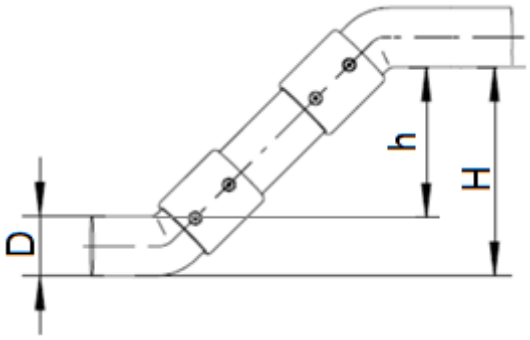


Figura 3.7. – Configurație lift

(9) Se determină pierderea de sarcină pentru fiecare tronson de conductă colector și apoi pierderea de sarcină pentru toată lungimea rețelei, însumând pierderile de sarcină pe tronsoane. Pierderea de sarcină pe rețea trebuie să fie mai mică de 5 m.

(10) Calculul debitului de aer pentru alegerea pompelor de vacuum. Se folosește relația:

$$Q_{aer}^{nec} = k \cdot Q_L \cdot \frac{p_{at}}{p_{rv}} \qquad (3.19)$$

în care:

k - este un coeficient de siguranță; k = 1,25;
Q_L – debitul total de aer al rețelei de canalizare vacuumatice, (mc/h);
p_{at} – presiunea absolută atmosferică; p_{at} = 100 kPa;
p_{rv} – presiune absolută în rezervorul de vacuum; p_{rv} = 40 kPa.

(11) Numărul pompelor de vacuum se alege astfel încât în stația de vacuum să existe o pompă de rezervă.

(12) Se calculează volumul rezervorului de vacuum. Volumul rezervorului de vacuum rezultă din însumarea volumului de apă uzată, volumului de aer și a volumului de rezervă.

a. volumul de apă se calculează cu relația:

$$V_W = 0{,}25 \cdot \frac{Q_{uz\ or\ max}}{f} \quad (3.20)$$

b. volumul de aer se calculează cu relația:

$$V_L = 0{,}25 \frac{Q_{Lp}}{2} \cdot \frac{p_{max}+p_{min}}{(p_{max}-p_{min})\cdot f \cdot n_p} \quad (3.21)$$

c. volumul de rezervă este volumul calculat pentru conducta colectoare între rezervor și primul lift.

$Q_{uz\ or\ max}$ – debitul orar maxim de apă uzată, (m^3/h);
f – frecvența de porniri pe oră, f=12 porniri pe oră;
Q_{Lp} – debitul de aer pentru o pompă de vacuum, (m^3/h);
p_{min} – presiunea minimă de oprire a pompei de vacuum, p_{min} = 35 kPa;
p_{max} – presiunea maximă de pornire a pompei de vacuum, p_{max} = 45 kPa;
n_p – numărul de pompe.

(13) Volumul total al rezervorului de vacuum trebuie să respecte cerința $V_{total} \geq 3 \cdot V_W$.

(14) Selectarea pompelor de apă uzată, pentru evacuarea apei uzate colectate în rezervorul de vacuum se face pe baza parametrilor debit, înălțime de pompare și NPSH.

3.4.4.2 Construcții accesorii în rețeaua de canalizare cu vacuum

(1) Stația de vacuum – obiectul tehnologic în care se generează vacuumul necesar sistemului. În stația de vacuum sunt amplasate pompele de vacuum, rezervorul de vacuum și pompele de evacuare a apei uzate. Componentele principale sunt:
   a. clădirea stației de vacuum se realizează după tehnologia de construcţie specifică clădirilor supraterane, semiîngropate sau subterane;
   b. clădirea supraterană a staţiei de pompare se caracterizează printr-o infrastructură simplă, similară unei hale industriale, având fundaţie continuă (pentru construcţia de zidărie portantă) sau discontinuă (pentru construcţia metalică cu pereți din panouri tip sandwich);
   c. vasul de vacuum poate fi montat vertical sau orizontal.

(2) Camere de colectare cu bazin de colectare a apei uzate și unitatea care adăpostește vana de vacuum.

(3) Conducte de inspecție, necesare pentru introducerea mingilor gonflabile utilizate la izolarea unor sectoare din rețeaua vacuumatică sau pentru conectarea manometrelor pentru testare și verificare privind neetanseitățile. Conductele de inspecție se montează, de regulă, imediat după un lift, la distanțe de maxim 100 m. Conductele de inspecție finale se montează atât la capătul conductelor principale de vacuum, cât și la capătul conductelor de ramificație.

(4) Vane de separare, montate la distanțe de 450 m și la ramificațiile laterale.

(5) Conductele colectoare se pozează astfel încât să prevină deteriorarea acestora din cauza traficului rutier.

(6) Patul de pozare a conductelor vacuumate se realizează perfect neted şi cu panta continuă corespunzător pantelor date în proiect. Ultimul strat de 10 cm al şanţului se sapă manual, pentru a se putea realiza o netezime maximă la panta cerută.

(7) Racordurile la ramurile principale, atât ale ramurilor secundare cât şi ale camerelor colectoare, se realizează în mod obligatoriu la 45°, cu ajutorul pieselor speciale Y, atât în secţiunile transversale ale ramurilor principale, cât şi în secţiunile longitudinale ale acestora.

(8) În timpul execuției se realizează ridicarea topografică pe toate traseele, rezultand cotele de pozare a conductelor cu poziţia lor exactă în plan vertical şi orizontal, cu evidenţierea precisă a lifturilor, îmbinărilor şi a racordurilor „Y”.

(9) Conductele colectoare de vacuum se testează prin probe de presiune și probe de vacuum. Proba de presiune se face pentru verificarea îmbinărilor la o presiune de 1,5 ori presiunea nominală a conductelor. Proba de vacuum la o presiune a vidului de -0,8 bar și timp de probă de 4 ore, cu măsurarea și urmărirea variației presiunii cu un manovacuumetru. Presiunea vidului întimpul probei de vacuum nu trebuie să scadă cu mai mult de 1% pe oră.

3.4.5 Rețele de canalizare sub presiune

(1) Aplicarea se realizează pentru amplasamente limitate la 10.000 utilizatori; alegerea sectoarelor pentru soluția cu rețea de canalizare sub presiune este determinată de dificultățile de execuție a unei rețele de tip gravitațional, impuse de configurația terenului, existența apei subterane și greutăți ulterioare de intervenție în cazul adâncimilor de pozare mari (5...7 m).

(2) Soluția se adoptă pe baza unei analize tehnico-economice de opțiuni între:
   a. rețea cu funcționare gravitațională cu asigurarea vitezei de autocurățire (0,7 m/s) prin pante pronunțate și una sau mai multe stații de pompare în rețea.
   b. rețea de canalizare sub presiune.

   În ambele opțiuni se vor lua în calcul:
   a. consumurile energetice specifice [kWh/m^3 apă uzată);
   b. costurile anuale de operare luând în considerare intervențiile pentru întreținere pentru o perioadă determinată (10 ani);
   c. costurile de investiții.

(3) Se asigură personal calificat pentru operarea rețelei de canalizare, care să verifice anual starea agregatelor de pompare și a dotărilor din rețeaua de canalizare sub presiune.

(4) Condițiile impuse pentru pozarea conductelor rețelei de canalizare sub presiune sunt:
   a. toate traseele vor avea pante continue ascendente sau descendente între punctele joase și punctele înalte;
   b. în toate punctele joase se montează (în cămine) piese manloc, care să permită accesul pentru utilaj/instrumente de verificare/curățire a tronsonului de conductă adiacent;
   c. în toate punctele înalte se montează ventile sau sisteme care să permită introducerea/evacuarea aerului la umplerea sau golirea conductelor;
   d. în toate nodurile în amonte de joncțiunea cu utilizatorul, se montează clapeți de sens, astfel încât să se asigure un sens unic al curgerii apelor uzate;
   e. sistemul de conducte sub presiune se verifică la proba de presiune conform prevederilor SR EN 805:2000.

(5) Se iau în considerare, în mod suplimentar, solicitarile speciale. Toate ţevile şi fitingurile de pe conductele de presiune trebuie să corespundă unei presiuni nominale de cel puţin 10 bar.

3.4.5.1 Calculul hidraulic al rețelelor de canalizare sub presiune

(1) Conceptul funcționării reţelei de canalizare sub presiune – reţea ramificată. La o cameră de recepţie pot fi racordate una sau mai multe clădiri. Numărul maxim de clădiri este limitat de capacitatea generatorului de presiune.

(2) Calculele de dimensionare a conductelor reţelei de canalizare se realizează astfel încât viteza minimă de curgere a apei în conducte să corespundă valorilor prezentate în Tabelul 3.6.

Tabelul 3.6. Viteze minime de curgere

Nr. crt.	Dn [mm]	Viteza minimă [m/s]
1	32-100	0.70
2	150	0.80
3	200	0.90
4	250	0.95
5	300	1.00
6	400	1.10

(3) Diametrele minime admise Dn 32 mm; acestea se regăsesc la racordurile stațiilor de pompare la rețeaua principală.

(4) Ipoteza impusă: viteza minimă în rețeaua de conducte care formează canalizarea v ≥ 0,7 m/s.

(5) Această ipoteză, corelată cu diametrul minim conduce la un debit minim egal cu 0,56 dm^3/s.

(6) Orice cămin de recepție care deservește un utilizator de minim 2 persoane trebuie să fie echipat cu o electropompă cu debitul min 2,025 m^3/h.

(7) Stabilirea diametrelor conductelor se face folosind ecuația de continuitate pentru determinarea debitelor pe tronsoane, prin cumulare pe baza debitelor stațiilor de pompare de la utilizatori. Alegerea diametrelor se efectuează pe baza vitezelor recomandate în Tabelul 3.6.

(8) Înălțimea de pompare pentru electropompele care asigură pomparea apelor uzate din nodul „i" este:

$$H_p = \left(C_p^{(k)} + \sum_i^k h_r + \sum h_{racord}\right) - C_i^{min} \qquad (3.22)$$

în care:

$C_p^{(k)}$ - cota piezometrică în nodul aval (k);

$\sum_i^k h_r$- suma pierderilor de sarcină distribuite și locale pe tronsonul i-k;

$\sum h_{racord}$ - suma pierderilor de sarcină hidraulică pe racordul de la stația de pompare din nodul i;

C_i^{min} - cota piezometrică în nodul (i).

(9) Pierderile de sarcină hidraulică se determină:

$$\sum h_r = \frac{v^2}{2g}\left[\frac{\lambda L}{D} + \sum \zeta_i\right] \qquad (3.23)$$

în care:

v – viteza medie în conductă (i-k); [m/s];

λ - coeficient de pierdere de sarcină distribuită (Darcy), (se determină cu formula Colebrook- White).

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \lg\left(\frac{2{,}51}{Re\sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3{,}71 \cdot D}\right) \qquad (3.24)$$

în care:

Re – numărul Reynolds, $Re = \frac{v \cdot D}{\nu}$ (adimensional);

D – diametrul interior al conductei (m);

k – coeficient de rugozitate absolută;

R – raza hidraulică (m);

ν – coeficient de vâzcozitate cinematică;

v – viteza apei în conductă (m/s);

L - lungimea tronsonului [m];

D – diametrul nominal al tronsonului [m];
$\sum \zeta_i$- suma coeficienților de pierderi de sarcină locală; vană, coturi, reducții, clapeți, ș.a.

(10) În cazul racordării unui număr mai mare de utilizatori la același cămin (camera de recepție) și a unui număr mare de astfel de cămine pe o ramură a rețelei, se utilizează diagrama de simultaneitate din Figura 3.8, obținută pe baza datelor statistice înregistrate în exploatarea rețelelor de canalizare sub presiune existente.

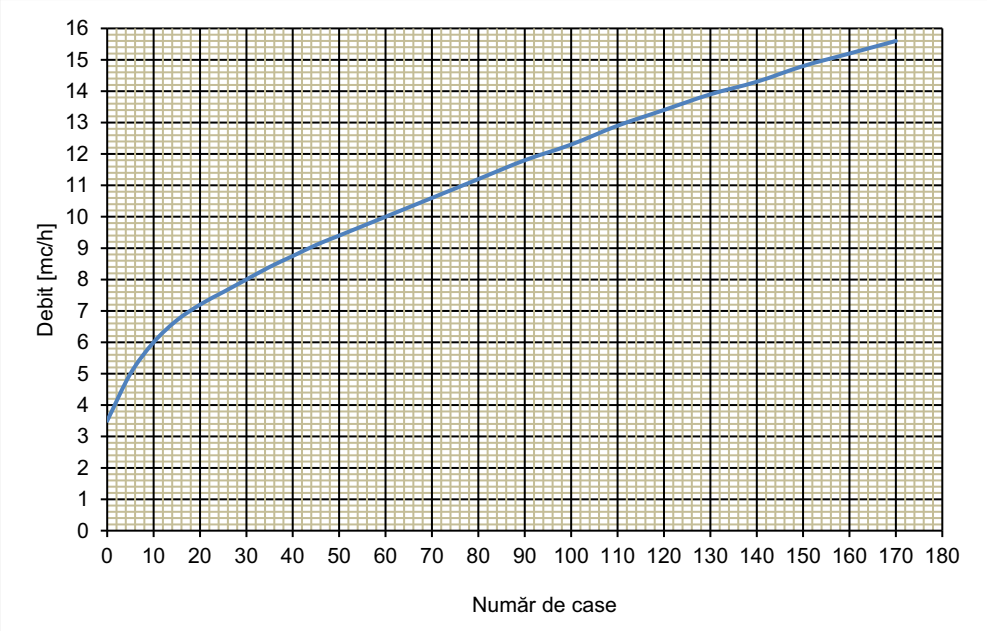


Figura 3.8. – Diagrama de simultaneitate.

(11) Cu valorile de debit și înălțime de pompare, se aleg pompele ce se montează în camerele de colectare apă uzată.

(12) Condiția fundamentală a funcționării rețelei este asigurarea vitezelor minime și optime pe tronsoanele rețelei.

3.4.5.2 Construcții accesorii în rețeaua de canalizare sub presiune

(1) Stație de pompare prefabricată, cu cameră colectoare. Se montează la limita de propietate sau în cazuri excepționale poate fi montată și în curtea utilizatorilor.

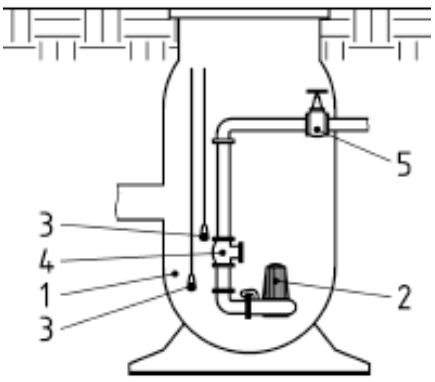


Figura 3.9. Stație de pompare pentru rețele de canalizare sub presiune [SR EN 16932-2/2018]
Notații: 1-camera colectare apă uzată; 2-pompa submersibilă; 3-senzor de nivel; 4-clapetă antiretur; 5-vană de izolare

(2) Volumul util al camerei de colectare se determină pe baza numărului de utilizatori racordați, considerând volumul util egal cu 30% din $Q_{uz\ zi\ med}$; se consideră că numărul de porniri/opriri ale pompei din dotarea căminului nu va depăşi 8...10 /zi; se va adăuga un volum de avarie (25% din volumul util), pentru situații speciale (avarie electrică).

(3) 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. ventilație.

(4) Echipamentul generator de presiune este de tip electropompă cu tocător; aceasta porneşte automat la un nivel maxim presetat şi se opreşte automat după câteva secunde, când s-a evacuat tot volumul de apă acumulat în camera de recepție.

(5) Se prevăd vane (robinete), pentru a facilita întreţinerea şi a localiza avariile şi pentru a putea efectua intervenţii/reparații, pe fiecare tronson de conductă.

(6) La canalizarea sub presiune, se utilizează vane (robinete) asigurate împotriva coroziunii sau rezistente la coroziune, cu trecerea netedă. Tijele filetate trebuie să fie confecţionate din materiale rezistente la coroziune.

3.4.6 Traversări

(1) Traversările se concep şi realizează astfel încât, în caz de avarie, să nu afecteze siguranța căii de comunicație, iar reparația la colector/conductă să se poată face fără restricții de circulație.

(2) Subtraversările de căi ferate şi drumuri cu rețele de canalizare, se fac fără săpătură deschisă, cu respectarea prevederilor STAS 9312 şi a condițiilor impuse de administratorul obiectivului subtraversat, caracteristicile traversării ținând cont de:
   a. adâncimea de pozare (h) se adoptă cu asigurarea distanțelor minime:
      i. 1,50 m - între cota superioară a îmbrăcămințiirutiere şi generatoarea superioară a tubului de protecție;
      ii. 0,80 m sub cota radierului rigolei/şanțului drumului.
   b. diametrul şi materialul tubului de instalat;
   c. tehnologiile de execuție şi materialele disponibile pentru tubul de protecție;
   d. necesitatea instalării tubului:
      i. cu distanțiere speciale în interiorul tubului de protecție, având minim 100 mm mai mult decât diametrul tubului protejat, astfel încât să permită introducerea sau scoaterea acestuia prin simplă tragere;
      ii. cu cămine/camere de inspecție la capete şi cu asigurarea etanşării la trecerea prin pereți.
   e. caracteristicile litologice şi stratificațiile evidențiate de investigațiile de teren (sondaje/foraje).

(2) Prin excepție de la prevederile de la punctul (2), pentru drumuri nemodernizate sau pentru care carosabilul existent este degradat şi nu se justifică protejarea acestuia:
   a. subtraversările cu colectoare de canalizare/conducte de refulare se pot instala cu săpătură deschisă, ținând cont însă de celelalte cerințe specificate la punctul (2);
   b. după realizarea subtraversării, drumul se reface la starea inițială.

(3) În situațiile în care este necesară instalarea unui număr de minim 2 conducte (ex: colectoare şi/sau conducte de refulare), cu subtraversarea pe distanțe de peste 20 m a unor căi de comunicație la care fie nu este admisă/posibilă, fie nu este rațională realizarea de excavații pentru remedierea eventualelor avarii (de exemplu: subtraversări de autostrăzi/căi ferate cu peste 2 linii) se analizează prin calcul tehnico-economic minim două variante pentru instalare:

a. pozare cu subtraversări independente;
b. pozare în galerii de protecție vizitabile, cu respectarea următoarelor condiții minime:
   i. se asigură acoperirea de minim 1,5 m între cota suprafeței căii de comunicație și fața superioară a galeriei;
   ii. se asigură dimensiunile minime aferente spațiului de lucru interior:
      A. înălțimea interioară a galeriei de minim 1,8 m;
      B. distanța pentru acces și intervenție minim 0,8 m între generatoarea exterioară a tubului cu diametrul maxim și fața interioară a peretelui galeriei;
      C. distanța pentru intervenție de minim 0,2 m între generatoarea exterioară a tubului cu diametrul maxim și fața interioară a peretelui galeriei.
   iii. se asigură etanșeitatea ansamblului, prin etanșarea rosturilor structurii și realizarea trecerilor prin pereți cu piese de trecere speciale, etanșe;
   iv. se asigură stabilitatea conductelor în interiorul galeriilor, prin utilizarea de materiale și sisteme de susținere adecvate pozării respectivelor materiale, în cazul îmbinărilor cu mufă, fără inducerea de eforturi la nivelul mufelor (de exemplu: sistem de rezemare cu suporți metalici demontabili sau console metalice/din beton armat, prevăzute cu sistem de fixare cu scafă de rezemare pe minim 120° și platbandă de oțel, cu garnitură de cauciuc pe întreaga circumferință a prinderii);
   v. în cazurile în care dimensiunile elementelor instalate nu permit scoaterea acestora prin golurile de acces aferente camerelor de la capetele galeriei, plăcile de acoperire ale camerelor se prevăd cu posibilitatea demontării, cu asigurarea etanșeității zonei de contact dintre placă și pereții camerei;
   vi. schimbările de direcție necesare se realizează în exteriorul galeriilor, cu prevederea măsurilor corespunzătoare pentru asigurarea stabilității (ex: camere de schimbare direcție, pentru colectoare; îmbinări zăvorâte, masive de ancoraj etc. pentru conducte de refulare);
   vii. în cazuri justificate, se admite instalarea de conducte din sistemul de alimentare cu apă și conducte din sistemul de canalizare în interiorul aceleiași galerii, caz în care, conductele de apă se amplasează la cotă superioară față de conductele de canalizare, cu asigurarea distanței minime pe verticală de 0,5 m între generatoarele exterioare ale celor 2 tuburi.

(4) În cazul cursurilor de apă sau lacurilor, subtraversările se fac cu respectarea condițiilor impuse de administratorul obiectivul subtraversat, caracteristicile traversării stabilindu-se ținând cont de următoarele cerințe minime:
   a. se recomandă subtraversarea fără săpătură deschisă, în tub de protecție având minim 100 mm mai mult decât diametrul tubului protejat, astfel încât să permită introducerea sau scoaterea acestuia prin simpla tragere;
   b. adâncimea de pozare (h) se adoptă sub adâncimea de afuiere indicată de administratorul obiectivului subtraversat, prin avizul/acordul emis de acesta.

(5) În cazul cursurilor de apă sau altor obstacole la care soluțiile de subtraversare fie nu sunt posibile, fie nu sunt raționale din punct de vedere al investiției necesare, traversarea se poate face aerian, cu respectarea condițiilor impuse de administratorul obiectivul supra-traversat, utilizând soluții ca:
   a. suspendare de suprastructura unui pod - tuburile urmând a fi ancorate sub consola trotuarului sau de antretoazele podului;
   b. soluții de pozare autoportante.

(6) În cazul utilizării soluțiilor de tipul celor prevăzute la (5)a, se impun următoarele condiții:
   a. se face verificarea statică și de rezistentă a ansamblului pod existent-supratraversare;
   b. obținerea acordului Beneficiarului podului, cu respectarea condițiilor impuse de acesta.

(7) În cazul utilizării soluțiilor de tipul celor prevăzute la(5)b, soluțiile constructive se adoptă pe baza unor calcule comparative între sistemele de pozare aplicabile (de exemplu: estacadă, tub susținut de

cabluri metalice, tub susținut pe piloni/de un tablier pe pile și culei etc.). Alegerea soluției depinde în mare măsură de condițiile geotehnice de fundare ale infrastructurii și de condițiile pentru execuția acesteia.

(8) Dacă amplasamentele căminelor de vizitare din capetele traversărilor sunt amplasate în zone inundabile, căminele se realizează astfel încât să nu fie înecate în caz de inundație.

3.4.7 Stații de pompare ape uzate

(1) În reţeaua de canalizare gravitațională, staţiile de pompare se folosesc:
   a. în zonele depresionare, unde relieful terenului nu poate asigura curgerea gravitațională;
   b. în diferite secţiuni ale reţelei, unde cotele radier ale colectoarelor înregistrează adâncimi de 6...7 m, datorate pantelor impuse de realizarea vitezei minime de autocurăţire;
   c. în amplasamente pentru care stația de epurare este amplasată la cote mai ridicate faţă de colectoarele rețelei de canalizare.

(2) Adoptarea soluţiei cu staţie de pompare în reţeaua de canalizare se decide printr-un calcul tehnico-economic luând în considerare:
   a. costurile de investiție;
   b. costurile operării reţelei (curăţirea periodică a depunerilor);
   c. costurile cu energia electrică utilizată în staţii de pompare.

(3) Amplasamentul construcției staţiei de pompare ape uzate se realizează într-un spaţiu special destinat, care să se încadreze în planurile urbanistice zonale și generale luând în considerare disfuncțiunile create mediului, eventualele mirosuri, evacuarea reținerilor pe grătare, nivelul de zgomot, dar și consecințele unei eventuale avarii în timpul funcționării, după cum urmează:
   a. în construcție subterană sau supraterană, cu asigurarea unei distanțe minime de 50 m față de clădirile de locuit și cu amenajarea unei zone verzi în amplasamentul stației de pompare ape uzate;
   b. numai în construcție subterană, acolo unde nu este posibilă respectarea distanței minime de 50 m față de clădirile de locuit, de preferat în afara părții carosabile a drumului, adiacent propietăților riverane; în situația în care stațiile de pompare ape uzate se amplasează în partea carosabilă sau în trotuar, acestea vor avea obligatoriu prevăzute măsuri structurale suplimentare, pentru preluarea corespunzătoare a încărcărilor provenite din trafic;
   c. stațiile de pompare ape uzate se prevăd cu dispozitive care să prevină zgomotul, vibrațiile și mirosurile neplăcute, iar utilajele de pompare au capacitatea de a toca sau prelua corpuri, fibre precum și alte elemente prezente în mod uzual în apa uzată, pentru a compensa eventuala lipsă a grătarelor, acolo unde este cazul.

(4) Stațiile de pompare ape uzate sunt alcătuite din:
   a. bazinul de recepție pentru primirea apelor uzate, înmagazinarea acestora, adăpostirea pompelor (imersate), armăturilor montate pe conductele de refulare a pompelor, grătarelor, conductelor de refulare a pompelor. Construcția bazinului de recepție poate fi din beton armat realizat în sistem tip cheson sau poate fi în construcție prefabricată din diverse materiale agrementate tehnic (PEID, PAFSIN etc.);
   b. echipamentul tehnologic de bază, alcătuit din pompe. Se recomandă să se monteze pompe submersibile pentru ape uzate, prevăzute cu sisteme de glisare pe verticală, astfel încât revizia, repararea sau înlocuirea pompelor să se facă cu ușurință;
   c. echipament electric, compus din instalațiile de forță, instalațiile de automatizare a funcționării, dispozitive de măsurare;
   d. sistem de evacuare a solidelor reținute în grătarul stației de pompare ape uzate, dupa caz;
   e. instalații de ventilare a structurii stației de pompare ape uzate;

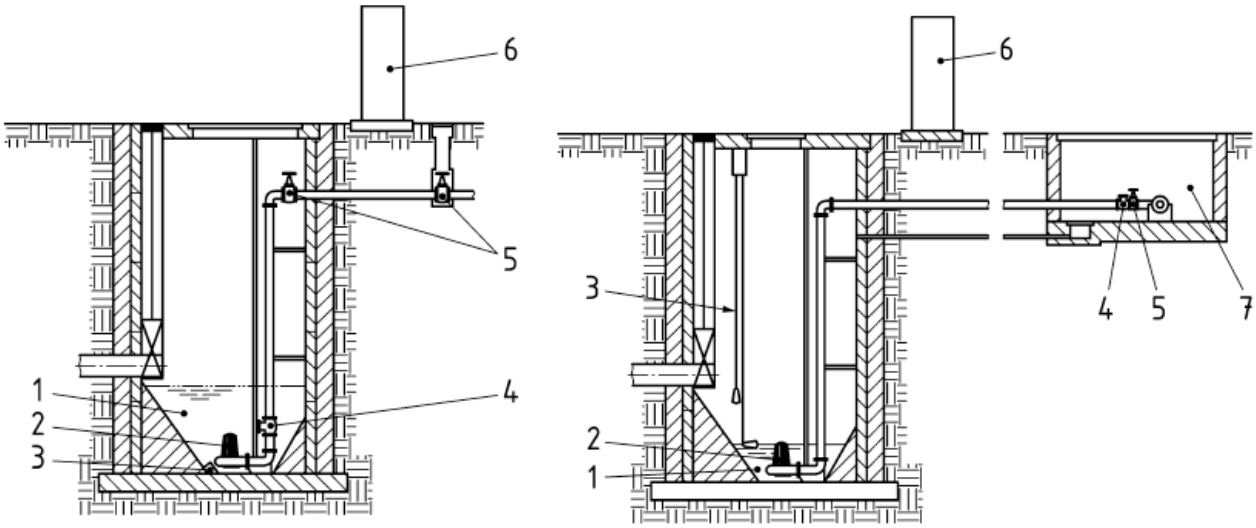
f. pentru protejarea personalului de exploatare, armăturile de pe conductele de refulare a pompelor (clapeți antiretur, vane), pot fi montate în cămine de vane construite lângă stația de pompare ape uzate.

(5) Volumul bazinului de recepție ape uzate se stabilește ținând cont de:
   a. variația orară a debitelor de apă uzată influente în stația de pompare;
   b. variația 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;
   d. timpul de stagnare a apei uzate în bazin, astfel încât să se evite producerea depunerilor şi intrarea în procesul de fermentare.

(6) Volumul util al bazinului de recepție se stabilește în funcție de debitul maxim ce trebuie pompat pentru un timp de 2...15 minute cu relația:

$$V_u = Q_{max} \cdot t \ (m^3) \qquad (3.25)$$

în care: Q_{max} este debitul maxim care trebuie pompat



a) b)

Figura 3.10. Stație de pompare ape uzate cu pompe submersibile: a)-fără cămin de vane; b)-cu cămin de vane exterior [SR EN 16932-2/2018]
Notații: 1-bazinul de colectare ape uzate;2-pompa submersibilă; 3-senzor nivel; 4-clapetă antiretur; 5-vane pe refulare; 6-tablou echipament electric şi de automatizare a staţiei; 7-cămin de vane

(7) Pentru staţii de pompare ape uzate de capacitate redusă (<5 l/s) volumul bazinului de recepţie (prefabricat din masă plastică sau din beton) se determină pentru timpi de ordinul 3 – 5 min.

(8) Bazinul de recepție ape uzate se prevede cu grătare (sau tocătoare) pe traseul de acces a apei uzate în bazin. Interspațiile grătarelor vor avea dimensiuni mai mici decât pasajul rotoric al pompelor.

(9) Pentru construcția în sistem cheson a bazinului de recepţie a staţiei de pompare ape uzate, 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 adoptă măsuri pentru evacuarea gazelor prin prevederea instalaţiilor de ventilaţie;
   d. la staţii de capacitate mare (>10.000 m^3/zi), se ia în considerare compartimentarea bazinului pe fiecare unitate de pompare.

(10) 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 prevede un compartiment al instalaţiilor hidraulice în care se face accesul independent de bazinul de recepţie; în planşeul superior al bazinului de recepţie se prevăd galerii închise cu grătare, care să permită extragerea pompelor, grătarelor cu reţineri, precum şi ventilaţie naturală.

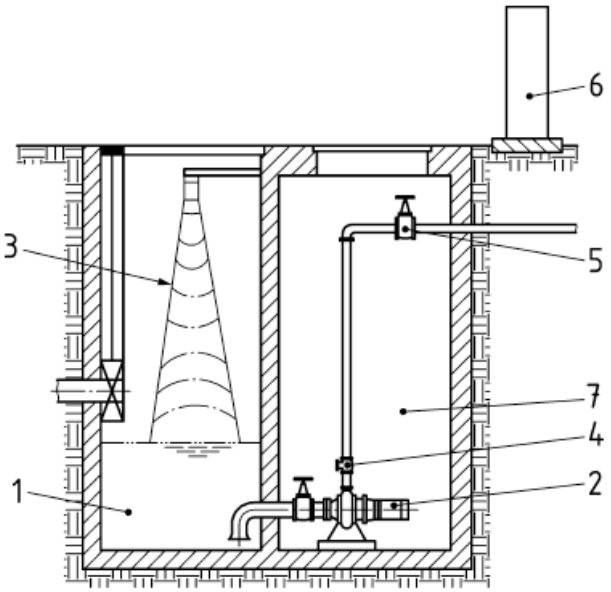


Figura 3.11. Staţie de pompare ape uzate cu pompe montate în camera uscată [SR EN 16932-2/2018]
Notaţii: 1-bazin colectare ape uzate; 2-grup de pompare (pompa+motor); 3-senzor de nivel; 4-clapetă antiretur; 5- vana de izolare; 6-tablou electric de comandă şi automatizare; 7-camera uscată

(11) La staţiile de pompare ape uzate de capacitate mare, dotate cu electropompe 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 minute înainte de acces.

(12) Elementele componente ale staţiilor de pompare ape uzate dotate cu electropompe în cameră uscată sunt:
a. echipamente hidromecanice de bază, constituite din grupuri de pompare;
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 a apei, dispozitive de atenuare a loviturii de berbec, 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.

(13) Alimentarea cu energie electrică a staţiilor de pompare ape uzate se realizează atât din sistemul energetic național cât şi printr-un sistem alternativ de alimentare cu energie electrică care să asigure

continuitate și siguranță în funcționare (generatoare de curent, panouri fotovoltaice, panouri solare etc.).

(14) Instalațiile electrice aferente bazinelor de aspirație se proiectează conform reglementărilor tehnice specifice în vigoare, privind protecție antiexplozivă și antideflangrantă.

(15) Echipamentul electric aferent stațiilor de pompare ape uzate trebuie să respecte cel puțin gradul de protecție IP 44, conform EN 60529.

(16) În caz de avarie a 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).

(17) Stațiile de pompare ape uzate se echipează cu pompe de rezervă. Numărul pompelor de rezervă se stabilește corespunzător prescripțiilor STAS 12594, cap. 2.4.3.

(18) Amplasarea agregatelor în interiorul construcţiei staţiei de pompare (sala pompelor), se face cu respectarea distanţelor minime dintre agregate, corespunzător prevederilor STAS 12594, tabel 2. Aceste distanţe permit proiectantului stabilirea gabaritelor necesare pentru clădirea staţiei de pompare.

(19) Sala pompelor, instalațiile hidraulice, instalațiile de încălzire si instalațiile de ventilație se dimensionează corespunzător prescripțiilor STAS 12594.

(20) Structura se dimensionează astfel încât să prevină flotabilitatea stației de pompare ape uzate, în cazul în care există nivel de apă subterană.

(21) Pompele se aleg din catalogul producătorilor sau folosind softuri de selecție a pompelor, astfel încât curbele caracteristice să corespundă valorilor de debit, înălțime de pompare și randament.

(22) Înălțimea de pompare a stației de pompare ape uzate se determină cu relația:

$$H_p = H_g + h_r \qquad (3.26)$$

în care:

H_g – înălțime geodezică de pompare, (m)

$$H_g = N_{max}^{ref} - N_{min}^{SPAU} \qquad (3.27)$$

N_{max}^{ref} - cota maximă pentru ax conductă refulare (stabilită pentru intregul traseu), (m)

N_{min}^{SPAU} - cota minimă pentru nivelul apei în SPAU, (m)

h_r – pierderi de sarcină totale (locale+liniare) pe traseul de refulare a stației de pompare, (m)

$$h_r = M \cdot Q^2 \qquad (3.28)$$

M - modul de rezistență hidraulică, (s^2/m^5)

Q – debitul pompat (m^3/s)

$$M = 0{,}0826 \frac{\lambda \cdot L}{D^5} \qquad (3.29)$$

λ – coeficient Darcy

$$\lambda = \frac{8 \cdot g}{C^2} \qquad (3.30)$$

C – coeficientul Chezy

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6} \qquad (3.31)$$

n – coeficient de rugozitate; funcție de materialul conductei de refulare; este dat de fabricantul condutei de refulare

R – raza hidraulică, (m)

$$R = \frac{A}{P} = \frac{D}{4} \quad (3.32)$$

A - Aria secțiunii udate, (m^2)
P – perimetrul udat, (m)
D – diametrul conductei, (m).

(23) Diametrul minim admis pentru conducta de refulare este corespunzător SR EN 12050-1/2015.

(24) Viteza minimă de curgere pe conductele de refulare apă uzată este de 0,7 m/s.

(25) Materialul conductei de refulare a stației de pompare ape uzate trebuie să prezinte rezistență la coroziune și la acțiunea apelor uzate transportate.

(26) Pe traseul conductei de refulare, în punctele de cotă înaltă, se prevăd ventile de aerisire pentru apă uzată.

3.4.8 Toalete publice

(1) Gradul de dotare a localităților urbane, cu toalete publice, depinde de:
   a. sistematizarea urbană;
   b. punctele de aglomerare urbană;
   c. existența rețelelor exterioare de alimentare cu apă, canalizare și electrice;
   d. condițiile impuse de organismele abilitate privind măsurile de protecție a mediului.

(2) Gradul de dotare a toaletelor publice cu obiecte sanitare, armături și accesorii este în conformitate cu prevederile din normele și normativele în vigoare și cu normele europene similare, pentru asigurarea confortului igienico-sanitar și a condițiilor legale de protecție a mediului.

(3) Toaletele publice se realizează pe genuri.

(4) Toaletele publice pot fi realizate în construcții fixe sau mobile.

(5) Se recomandă amplasarea toaletelor publice în toate locurile care presupun aglomerări sau trafic intens de persoane:
   a. gări, autogări, aeroporturi, porturi, stadioane, săli de sport, ștranduri etc.;
   b. piețe agroalimentare, parcuri extinse și pentru copii, grădini botanice, grădini zoologice etc.;
   c. puncte de frontieră;
   d. clădiri publice: școli, teatre, săli de concert, restaurante mari, complexe comerciale, expoziții, circuri etc.;
   e. clădiri administrative, bănci, sedii de firme etc.;
   f. parcări (din localități și din afara lor);
   g. campinguri, popasuri turistice;
   h. în curțile sau imediata apropiere a lăcașelor de cult.

(6) În plus, se prevăd toalete publice și în localitățile cu lungimi mari ale arterelor de circulație și valori ridicate ale numărului turiștilor în tranzit.

(7) În locurile unde este necesară amplasarea toaletelor, dar nu se poate realiza racordarea la rețeaua de canalizare, se prevăd măsuri corespunzătoare de gestionare a apelor uzate colectate, cu respectarea prevederilor legale și avizelor/autorizațiilor de mediu aferente (ex: fose septice, stații de epurare etc.).

(8) Amenajarea toaletelor publice se face de preferință în construcții supraterane, independente sau cuplate cu alte funcțiuni, în zone animate, cu circulație și supraveghere intensă.

(9) Se recomandă evitarea amenajării toaletelor publice subterane, în construcții cu folosință exclusivă.

(10) În zonele aglomerate și cu trafic intens - piețe, străzi comerciale, bulevarde, stații ale mijloacelor de transport public etc., se recomandă amplasarea unor cabine sanitare preechipate, racordate direct la rețelele stradale de distribuție, respectiv canalizare. Distanța minimă dintre cabine se prevede de 300 m, numărul de cabine stabilindu-se în funcție de intensitatea traficului.

(11) Componentele principale, minim necesare, ale unui closet public sunt următoarele:
a. construcția (cabina);
b. obiectele sanitare:
    i. vase de closet;
    ii. pisoare;
    iii. lavoare;
    iv. obiecte sanitare specifice persoanelor cu handicap locomotor și accesorii aferente;
    v. sifoane de pardoseală;
c. instalațiile de alimentare cu apă:
    i. racordul;
    ii. instalațiile de alimentare cu apă a lavoarelor și dispozitivele de spălare a vaselor de closet, pisoarelor și pardoselii;
d. instalațiile de canalizare:
    i. conductele de racord a obiectelor sanitare;
    ii. coloane de scurgere și de ventilare;
    iii. colectoare orizontale;
    iv. racordul instalației interioare la colectorul exterior de canalizare, prin intermediul căminului de racord;
e. accesoriile obiectelor sanitare:
    i. cuiere;
    ii. port hârtie;
    iii. oglinzi;
    iv. etajere;
    v. uscătoare de mâini;
    vi. accesorii de igienizare;
f. instalația de încălzire;
g. instalația de ventilare locală/generală;
h. instalația de iluminat;
i. sistemul de indicatoare.

(12) Obiectele sanitare aferente toaletelor publice pentru bărbați includ: pisoare, toalete și lavoare.

(13) Pisoarele sunt prevăzute cu robinete de spălare continuă, special construite pentru pisoare.

(14) Evacuarea apei uzate de la pisoare se face printr-o rigolă căptușită cu gresie, la un sifon racordat la colectorul de canalizare. Amplasarea obiectelor sanitare în toaletele publice se face cu respectarea dimensiunilor din STAS 1504.

(15) Pentru menținerea curățeniei se prevăd robinete dublu serviciu, chiuvete, sifoane de pardoseală.

(16) Celelalte obiecte sanitare sunt dotate cu armături și accesorii obișnuite, ca la orice instalație sanitară.

(17) Semnalizarea toaletelor publice se realizează în așa fel încât să fie vizibilă, fără însă a fi stridentă.

(18) La construcțiile fixe care adăpostesc toalete publice se prevăd:
a. căi de acces sigure și facil de utilizat:
    i. scările se acoperă cu materiale antiderapante și se prevăd cu "mână curentă";
    ii. intrarea în incinta closetului public se face prin uși cu deschidere automată acționată pe bază de senzori (fotocelule etc.).

b. pentru spațiile alocate cabinelor, pisoarelor, lavoarelor, încăperilor pentru personal, depozite de materiale, asigură:
    i. utilizare facilă;
    ii. finisarea pereților prin acoperire cu faianța, în zonele pisoarelor și lavoarelor;
    iii. finisarea pereților prin vopsire sau zugrăvire în culori agreabile, în celelalte zone;
    iv. pardoselile să fie acoperite cu finisaje corespunzătoare condițiilor de agresivitate aplicabile și rezistente la uzură;
    v. realizarea de zugrăveli rezistente, într-o paletă coloristică agreabilă.
c. acționarea simplă a ușilor de la cabine, prin împingere sau tragere, fără elemente care să le blocheze, dar cu dispozitive de închidere în interior;
d. hidroizolarea compartimentelor.

(19) Alimentarea cu apă a toaletelor publice se face din rețelele exterioare prin conducte de racord, prevăzute cu robinete de închidere. Pe conductele de racord se prevăd contoare.

(20) Evacuarea apelor uzate se face printr-o conductă racordată la rețeaua exterioară de canalizare.

3.4.9 Instalații de canalizare în piețe publice, fixe, volante, amplasate în aer liber

(1) Dotarea cu instalații hidroedilitare a piețelor publice fixe și volante amplasate în aer liber, pe platouri, este o condiție strict necesară pentru desfășurarea activităților economice specifice, cu respectarea regulilor igienico-sanitare, în vederea asigurării sănătății populației.

(2) Piețele agroalimentare se realizează cu respectarea exigențelor din normele igienico-sanitare aplicabile, precum și a autorizațiilor de funcționare. În acest sens, se prevăd lucrări hidroedilitare de canalizare (colectarea apelor de scurgere provenite de pe suprafețe și/sau uzate).

(3) Principalele dotări necesare pentru canalizare în piețele publice fixe și volante, amplasate în aer liber, sunt următoarele:
a. bazine din beton (spălătoare), racordate la rețeaua exterioară de canalizare prin intermediul unui cămin de racord;
b. separator de nisip (sau nămol), prevăzut în cazul unor debite mari de ape uzate evacuate de la mai multe bazine (spălătoare). În acest caz, apele uzate evacuate din spălătoare sunt colectate în separatorul de nisip, unde sunt pre-epurate și apoi deversate în rețeaua exterioară de canalizare;
c. toalete publice.

(4) Se recomandă ca amplasarea toaletelor publice în zona piețelor să se facă la distanțe de minim 50 m de platourile destinate desfacerii mărfurilor, asigurându-se condițiile de protecție sanitară.

(5) În cazul piețelor organizate stabile, în aer liber dar cu sectoare protejate prin copertine, apa din precipitații, colectată în bazine, poate fi utilizată pentru spălarea platformelor, rezultând în acest fel economii semnificative de apă din rețeaua publică.

(6) În cazul piețelor publice fixe, funcție de destinația acestora (respectiv, funcție de cantitatea de materii plutitoare și/sau în suspensie), se recomandă prevederea (realizarea și utilizarea) de stații de pre-epurare. Aceste stații de pre-epurare pot avea în componență separatoare de nămol (nisip) sau de grăsimi, când o pondere semnificativă a apelor de scurgere provine de la sectoarele de comercializare a cărnii, a produselor lactate și piscicole.

(7) Pentru piețele volante se are în vedere, în funcție de condițiile hidroedilitare locale, și posibilitatea folosirii de grupuri sanitare mobile.

(8) La proiectarea instalațiilor de canalizare din piețele publice, fixe sau volante, amplasate în aer liber, supuse reabilitării se aplică prescripțiile tehnice din standardele și normativele în vigoare.

(9) În proiectul instalațiilor de canalizare pentru piețele publice, fixe sau volante, amplasate în aer liber, se iau în considerare următoarele elemente:
   a. echiparea cuvelor cu dispozitivele necesare pentru asigurarea funcționării normale respectiv cu grătare și site pentru reținerea resturilor vegetale și a pământului rezultat din spălări, precum și cu armături pentru spălare sub jet;
   b. dotarea obligatorie a piețelor cu puncte pentru colectarea deșeurilor și cu toalete publice amplasate și amenajate în condiții corespunzătoare de protecție sanitară:
      i. gurile de scurgere destinate colectării apelor meteorice și a celor de spălare a platformelor vor fi cu depozit pentru a proteja canalizarea împotriva formării de depozite de materiale care le-ar putea colmata;
      ii. realizarea unui sistem de colectoare de canalizare propriu pieței (când mărimea și programul de funcționare justifică investiția) care, înainte de racordul cu rețeaua publică de canalizare, să treacă apele colectate printr-un sistem de pre-epurare.

3.4.10 Materiale pentru tuburile din rețeaua de canalizare

(1) Alegerea materialului din care se execută colectoarele în care curgerea se face cu nivel liber se face considerând elementele generale, aplicabile, precizate în normativul NP133, Volumul I, capitolul 7.1.3 - punctele 1-3, în funcție de condițiile de funcționare (debite, profil, viteze) și de condițiile locale (agresivitatea solului, capacitatea portantă a solului, încărcări statice si dinamice). Se are în vedere:
   a. diametrul necesar;
   b. tipurile de îmbinări și caracteristicile acestora;
   c. încărcările statice și dinamice exterioare, evaluate pe bază de calcul;
   d. rezistența la coroziune internă sau externă.

(2) Pentru alegerea materialelor unei rețele de canalizare se analizează mai multe opțiuni de material pe baza:
   a. avantaje și dezavantaje tehnice;
   b. costuri de investiție;
   c. riscuri potențiale în întreruperea funcționării datorate avariilor specifice materialului;
   d. comportarea în timp a materialului, exprimată prin durata de viață și modificarea parametrilor de rezistență în timp; se ia în considerare și influența calității apei transportate asupra materialului tuburilor.

(3) Toate tipurile de materialele folosite la construcția colectoarelor de canalizare și a conductelor de refulare vor respecta prevederile Hotărârii Guvernului nr. 668/2017 și a Hotărârii Guvernului nr. 750/2017.

(4) Descrierile detaliate ale fiecărui tip de material specific (de ex: gama de diametre, presiuni de funcționare admise, clasele de rigiditate, grosimi de perete, dimensiuni de legătură mufă-racord etc.) se regăsesc în standardul de produs caracteristic tubului.

(5) O descriere succintă a principalelor tipuri de materiale utilizate frecvent pentru construcția colectoarelor de canalizare este prezentată în tabelul următor.

Tabelul 3.7. Tipuri de materiale utilizate la construcția rețelelor de canalizare gravitaționale cu nivel liber

Nr. crt.	Material	Caracteristici generale	Avantaje	Dezavantaje
1	PVC-U[1] (Policlorură de vinil ne plastifiat) cu perete compact	Gama de diametre uzuale Dn= 110 - 630 mm, clase de rigiditate SN2, SN4, SN 8, produse conform SR EN 1401 (standard pe părți). Fitingurile pot fi produse prin injecție în matriță sau fabricate din țeavă și / sau produse injectate.	− Greutate redusă. − Ușurință la manipulare și instalare. − Durată îndelungată de viață. − Rezistență la coroziune. − Rugozitate redusă.	− Este necesară protecție mecanică suplimentară pentru anumite categorii de soluri și încărcări (înglobarea în nisip sau pietriș cu nisip compactat). − Mai scump decât PVC-U cu perete structurat neted;
2	PVC-U cu perete structurat neted (coextrudat/ multistrat/ spumificat)	Gama de diametre uzuale Dn= 110 - 630 mm, clase de rigiditate SN2, SN4, SN 8, produse conform SR EN 13476-2. Tuburile și fitingurile din PVC-U cu perete structurat neted, compus din 3 straturi coextrudate simultan: două straturi (cel interior și cel exterior) din PVC-U compact, între acestea regăsindu-se un strat expandat din PVC-U (miezul), cu sau fără mufă integrată la unul dintre capete. Se îmbină cu fitinguri produse conform SR EN 1401 (standard pe părți), realizate prin injecție în matriță sau cu fitinguri fabricate prin termoformare și sudură sau lipire din țeavă.	− Preț scăzut. − Greutate redusă. − Ușurință la manipulare și instalare. − Durată îndelungată de viață. − Rezistenta la coroziune. − Rugozitate redusă.	− Instabilitate calitativă datorata grosimii miezului expandat care nu poate fi controlat în producție, conducând la dificultăți în asigurarea clasei de rigiditate pe toată lungimea tubului. − Este necesară protecție mecanică suplimentară (înglobarea în nisip sau pietriș cu nisip compactat). − Nu sunt rezistente la impact, rezultând pierderi de material în timpul transportului și manipulării în perioada de execuție.
3	PP (polipropilenă) cu perete compact	Gama de diametre uzuale Dn= 160 -1000 mm, clase de rigiditate SN8, SN10, SN12 și SN16, produse conform SR EN 1852-1. Fitingurile pot fi produse prin injecție în matriță sau fabricate din țeavă și / sau produse injectate.	- Greutate redusă. - Ușurință la manipulare și instalare. - În baza calculelor statice, se poate renunța la înglobarea tubului în nisip sau pietriș cu nisip; rezistente la acțiuni dinamice. - Durată îndelungată de viață. - Rezistentță la coroziune. - Rugozitate redusă.	− Mai scump decât PVC-U.
4	PP (polipropilena) cu perete multistrat, tip A	Gama de diametre uzuale Dn= 160 -1000 mm, clase de rigiditate SN8, SN10, SN12 și SN16, produse conform SR EN13476-2 sau Există și pentru gama de diametre Dn = 160 -500 mm, produse conform ONR 20513. Sunt definite ca fiind de Tip A și au suprafețele interioară și exterioară netede.	− Greutate redusă. − Ușurință la manipulare și instalare. − În baza calculelor statice, se poate renunța la înglobarea tubului în nisip sau pietriș cu nisip. − Durată îndelungată de viață. − Rezistență la coroziune. − Rezistente la acțiuni dinamice − Rugozitate redusă.	− Mai scump decât PVC-U.

[1] NOTĂ: Materialul a purtat o perioadă sigla “PVC KG” devenind cunoscut și chiar specificat ca atare în documentatii tehnice. Prescurtarea KG, provine din originalul german “Kunststoff Grundleitung”, care înseamnă “material plastic montat subteran”. Standardul SR EN 1401-1 (standard pe părți) ce definește acest sistem, nu are nici o referință la sigla “PVC-KG”.

Nr. crt.	Material	Caracteristici generale	Avantaje	Dezavantaje
		Se produc prin coextrudate în trei straturi, în același mod ca țevile PVC-U multistrat. Fitingurile pot fi produse prin injecție în matriță sau fabricate din țeavă și / sau produse injectate.		
5	PP corugată (polipropilena cu perete multistrat, tip B)	Gama de diametre uzuale Dn= 160-1400 mm, clase de rigiditate SN8, SN10, SN12 și SN16, conform SR EN13476-3. Au o suprafață interioară netedă și o suprafață exterioară profilată, fiind definite Tip B. Suprafața exterioară profilată a țevii de Tip B se obține prin extrudarea simultană a două țevi concentrice, țeava exterioară fiind preluată de un dispozitiv segmentat și profilat, care creează ondulațiile specifice țevii corugate. Îmbinarea tuburilor din PP cu perete structurat se face prin procedeul cep-mufă cu inel de etanșare elastomeric. Mufele tuburilor sub DN 500 mm sunt produse separat, prin injecție în matriță și sunt sudate ulterior la capătul tuburilor debitate deja la lungimea standard,	− Greutate redusă. − Ușurință la manipulare și instalare. − În baza calculelor statice, se poate renunța la înglobarea tubului în nisip sau pietriș cu nisip. − Durată îndelungată de viață. − Rezistenta la coroziune. − Rugozitate redusă. − Geometria tuburilor corugate este o structură rezistentă din punct de vedere mecanic, realizată prin utilizarea unei cantități minime de material (cu aceeași cantitate de material, se obține o lungime mai mare de tub cu același diametru și rigiditate inelară decât se poate obține pentru un tub cu o altă structură de perete). − Îmbinările pot fi blocate pentru protecție la smulgere/eforturi longitudinale.	− În anumite soluri, este necesară protecție mecanică suplimentară (înglobarea în nisip sau pietriș cu nisip compactat).
6	PEID cu perete compact	Gama de diametre uzuale Dn= 110 - 1200 mm, clase de rigiditate SN4 și SN8 Produse conform SR EN 12666-1 Îmbinările pot fi cu inel elastomeric, prin sudură cap la cap, electrofuziune sau îmbinări mecanice. Fitingurile pot fi produse prin injecție în matriță, sau fabricate din segmenți de țeavă și / sau produse injectate.	− Greutate redusă. − Ușurință la manipulare și instalare. − Durată îndelungată de viață. − Rezistenta la coroziune. − Rugozitate redusă. − Materiale ușoare cu avantajele care decurg din aceasta la execuție și montaj − Rezistențe la coroziune atât a apei cât și a terenului în care se pozează.	− Material moale, care se zgârie ușor, necesită realizarea unui pat de pozare corespunzător − Coeficienți de dilatație termică ridicați, care necesită măsuri adecvate de pozare − Nu rezistă la acțiunea dioxidului de clor și sunt solubile la hidrocarburi
7	PEID cu perete corugat	Gama de diametre uzuale Dn = 110 - 1200 mm, clase de rigiditate SN4 și SN8, produse conform SR EN13476-3 Îmbinarea tuburilor din PEID cu perete structurat se face prin procedeul cep-mufă cu inel de etanșare elastomeric. Mufele tuburilor sub DN 500 mm sunt produse separat, prin injecție în matriță și sunt sudate ulterior la capătul tuburilor debitate deja la lungimea standard.	− Greutate redusă. − Ușurință la manipulare și instalare. − Durată îndelungată de viață. − Rezistenta la coroziune. − Rezistente la acțiuni dinamice − Rugozitate redusă. − Geometria tuburilor corugate este o structură rezistentă din punct de vedere mecanic, realizată prin utilizarea unei cantități minime de material (cu aceeași cantitate de material, se obține o lungime mai mare de tub cu același diametru și rigiditate inelară decât se poate	− Material moale, care se zgârie ușor, necesită realizarea unui pat de pozare corespunzător − Coeficienți de dilatație termică ridicați care necesită măsuri adecvate de pozare − Nu rezistă la acțiunea dioxidului de clor și sunt solubile la hidrocarburi

Nr. crt.	Material	Caracteristici generale	Avantaje	Dezavantaje
			obține pentru un tub cu o altă structură de perete)	
8	Poliesteri armați cu fibră de sticlă și inserție de nisip (PAFSIN)	Gama de diametre uzuale Dn= 100-4000 mm, clase de rigiditate SN 2.500, SN 5.000 și SN10.000, produse conform SR EN ISO 23856, ASTM D3262, ASTM 2996, ASTM 2997. Pot fi produse prin înfășurare sau înfoliere. Îmbinarea tuburilor se realizează cu manșon și garnitură de etanșare din masă plastică sau cauciuc, înglobată în carcasă de PAFSIN.	− Greutate redusă, în raport cu tuburile din ceramică vitrificată sau beton. − Se pot executa inclusiv sectiuni ovoid/clopot. − Ușurință la manipulare și instalare. − Durată îndelungată de viață. − Rezistenta la coroziune. − Rugozitate redusă. − Se pot utiliza pentru pozare fără săpătura deschisă.	− Este necesară protecție mecanică suplimentară pentru anumite categorii de soluri și încărcări. − Greutate mai mare în comparație cu tuburile din material plastic. − Răspuns slab la sarcinile dinamice. − Necesită atenție sporită la transport, manipulare și montaj. − Costul este între PVC/ PP și ceramica vitrificată.
9	Beton armat și beton armat precomprimat	Gama de diametre uzuale Dn= 300 - 3000 mm. Produse conform SR EN 1916. Pot fi produse prin: -turnare centrifugală. -vibropresare. Îmbinarea tuburilor se face cu cep-buză sau cep-mufă cu inel de etanșare.	− Rezistente la acțiuni dinamice − Se pot executa inclusiv secțiuni ovoid/clopot. − Rezistență bună la agresivitatea apei interioare și exterioare. − Fac parte din categoria tuburilor rigide care preiau sarcinile externe verticale, sarcinile transmise terenului adiacent fiind mici. − Se pot utiliza pentru pozare fără săpătură deschisă.	− Refacerea avariilor costisitoare. − Greutate ridicată a tuburilor. − Preț mai ridicat față de tuburile din mase plastice. − Pe parcursul pozării acestor tuburi, stratul de fundare al patului de pozare trebuie realizat ținând cont de calculele de predimensionare pentru a preîntâmpina apariția tensiunilor la îmbinarea cep-mufă și eventualele deteriorări ale acestora.
10	Beton polimer	Gama de diametre uzuale Dn = 300-2500 mm, clase de rigiditate SN 2.500, SN 5.000 și SN 10.000, produse conform DIN 54815, DIN 4263. Îmbinarea se realizează printr-o cuplă fabricată din rășini poliesterice, armate cu fire de sticlă (PAFS) ce are incorporate inele duble de etanșare și distanțiere din cauciuc elastomeric. Cupla este montată din fabrica la unul din capetele tubului. La tuburile cu montaj în săpătură deschisă, mufa este de tip clopot și este profilată din turnare.	− Durată îndelungată de viață. − Se pot executa inclusiv secțiuni ovoid/clopot. − Rezistenta la condiții foarte corozive și agresive. − Fac parte din categoria tuburilor rigide care preiau sarcinile externe verticale, sarcinile transmise terenului adiacent fiind mici;. − Se pot utiliza pentru pozare fără săpătură deschisă.	− Lungimea de fabricare a tuburilor este de maxim 3,0 m. − Rugozitate mai mare față de tuburile din mase plastice și PAFSIN. − Greutate ridicată a tuburilor. − Preț mai ridicat față de conductele din mase plastice. − Pe parcursul pozării acestor tuburi, stratul de fundare al patului de pozare trebuie realizat ținând cont de calculele de predimensionare, pentru a preîntâmpina apariția tensiunilor la îmbinarea cep-mufă și eventualele deteriorări ale acestora.
11	Ceramică vitrificată	Gama de diametre uzuale Dn= 125-1000 mm, produse prin extrudare, conform SR EN 295. Îmbinarea tuburilor se face cu cep-mufă cu element de etanșare.	− Durată de viață de peste 100 de ani. − Rezistență la coroziune. − Caracteristici hidraulice superioare tuburilor din beton.	− Lungimea de fabricare a tuburilor este de maxim 2,5 m. − Refacerea avariilor costisitoare.

Nr. crt.	Material	Caracteristici generale	Avantaje	Dezavantaje
			− Fac parte din categoria tuburilor rigide care preiau sarcinile externe verticale, sarcinile transmise terenului adiacent fiind mici. − Rezistența la coroziune acoperă întreaga gama de pH 0-14. − Se pot utiliza pentru pozare fără săpătura deschisă.	− Necesită atenție sporită la transport, manipulare și montaj (material casant la șocuri accidentale din montaj). − Cost ridicat, față de tuburile din alte materiale. − Pe parcursul pozării acestor tuburi, stratul de fundare al patului de pozare trebuie realizat ținând cont de calculele de predimensionare, pentru a preîntâmpina apariția tensiunilor la îmbinarea cep-mufă și eventualele deteriorări ale acestora.

(6) Principalele tipuri de materiale utilizate frecvent pentru construcția conductelor sub presiune, cum este cazul conductelor de refulare aferente stațiilor de pompare a apelor uzate, sunt prezentate în normativul NP133, Volumul I, capitolul 7.1.3 Materiale și îmbinări pentru conducte sub presiune – punctele 7 și 8.

(7) Principalele tipuri de îmbinări utilizate pentru construcția colectoarelor de canalizare sunt:
   a. îmbinarea cu mufă - cea mai des întâlnită fiind folosită la aproape toate tipurile de tuburi pentru canalizare. Pentru asigurarea etanșeității, este folosit un element de etanșare (inel/garnitură elastomeric).
   b. îmbinare cu cep și buză, folosită la tuburile din beton. Etanșeitatea îmbinării se face cu element de etanșare (inel/garnitură elastomerică). Pentru a asigura etanșeitatea pe toată durata de viață a rețelei, se recomandă folosirea elementului de etanșare în locul mortarului de ciment.
   c. îmbinare cu manșoane:
      i. îmbinare cu manșoane mecanice, preponderent folosită pentru:
         1. conectarea a două conducte din materiale diferite și/sau diametre diferite;
         2. remedierea avariilor la conductele aflate în exploatare.
      ii. îmbinare cu manșoane prin sudură, folosită mai ales la conductele din material plastic.

3.5 Managementul apelor meteorice

(1) Pentru perimetrul construibil al localităților sau obiectivelor social-economice unde nu este rațională preluarea apelor meteorice de către rețelele de canalizare:
   a. la nivelul factorilor de decizie responsabili cu elaborarea strategiilor de dezvoltare/sistematizare a localităților, inclusiv P.U.G, P.U.Z și P.U.D. se analizează și implementează concepte de reducere a cantităților de apă meteorică colectate în sistem centralizat, care ar implica realizarea și exploatarea unor sisteme de canalizare costisitoare, neraționale;
   b. deciziile se adoptă exclusiv pe baza rezultatelor studiilor de specialitate elaborate integrat la nivelul centrului populat, studii prin care se analizează debitele de ape meteorice provenite din ploi excepționale, precum și posibilitățile de scurgere superficială a acestor debite (pe străzi, alei, terenuri) astfel încât să nu se producă inundații, ținându-se seama de prevederile de la subcapitolul 3.4.2, împreună cu prevederile STAS 4068/1, STAS-4068/2 și STAS 4273;
   c. debitele excedentare astfel determinate se folosesc la elaborarea studiilor și proiectelor de sistematizare a perimetrelor afectate.

(2) Conceptele sustenabile care se implementează, de management integrat al resurselor și dezvoltare de soluții cu impact redus, se bazează pe:
   a. conceptul reținerii apei din ploi la locul de cădere cu metode alternative de control secvențial de tip ecologic și execuția de bazine de infiltrație - acumulare cu/fără reutilizarea acestor ape.
   b. reducerea suprafețelor impermeabile în amenajările urbane.
   c. identificarea și amenajarea traseelor favorabile pentru descărcarea apelor meteorice direct în emisar, prin rigole/canale cu un control prealabil al calității apei descărcate.
   d. utilizarea de metode combinate de control de tip ecologic (verde și gri) într-un sistem secvențial de control: de exemplu, bazine de retenție temporară și rezervoare naturale (bazine) de apă cu vegetație permanentă, filtre, șanțuri de infiltrare, fâșii vegetale etc.

(3) Abordarea strategică pentru implementarea managementului apelor meteorice ia în considerare:
   a. identificarea condițiilor existente a folosințelor beneficiare și resurselor ce trebuie protejate;
   b. inventarierea și cuantificarea surselor de poluare și a posibilelor efecte asupra receptorului;
   c. analiza datelor disponibile și a dotărilor pentru monitorizare și modelare;
   d. inventarierea normelor legale și a măsurilor administrative existente și identificarea măsurilor de îmbunătățire a acestora;
   e. pregătirea de planuri de măsuri pe termen lung, privind controlul resurselor, operare, întreținere și monitorizare.

3.5.1 Soluții bazate pe natură

(1) Definiții:
   a. soluții bazate pe natură: acțiuni de protejare, gestionare durabilă și restaurare a ecosistemelor naturale sau modificate, care abordează provocările societale în mod eficient și adaptativ, oferind simultan bunăstare umană, capacitatea ecosistemelor de adaptare la factorii perturbatori și beneficii pentru biodiversitate; acestea sunt concepute pentru a aborda provocările majore cu care societatea se confruntă, cum ar fi pierderea biodiversității, schimbările climatice, degradarea terenurilor, securitatea alimentară, riscurile de dezastre, dezvoltarea urbană, securitatea apei, precum și dezvoltarea socială și economică, sănătatea umană și o gamă largă de servicii ecosistemice, aplicând în același timp garanții sociale și de mediu, bazându-se pe garanțiile relevante existente;
   b. infrastructură verde: o rețea planificată strategic, alcătuită din zone naturale și seminaturale, precum și din alte elemente de mediu, care este concepută și gestionată pentru a oferi o gamă largă de servicii ecosistemice; aceasta integrează spații verzi (sau acvatice, în cazul ecosistemelor de acest tip) și alte elemente fizice ale zonelor terestre (inclusiv de coastă) și ale celor marine; pe uscat, infrastructurile verzi sunt prezente atât în mediul rural, cât și în cel urban;
   c. măsuri naturale de retenție a apei: măsuri multifuncționale, care urmăresc să protejeze și să gestioneze resursele de apă și să abordeze provocările legate de apă prin restaurarea sau menținerea ecosistemelor, precum și a trăsăturilor și caracteristicilor naturale ale corpurilor de apă folosind mijloace și procese naturale; obiectivul lor principal este de a îmbunătăți, precum și de a conserva, capacitatea de reținere a apei a acviferelor, a solului și a ecosistemelor, în vederea îmbunătățirii stării acestora.

(2) Proiectarea utilizând metode alternative bazate pe o metodologie de dezvoltare cu impact redus, sustenabilă, de tip infrastructură verde axată pe soluții bazate pe natură și măsuri naturale de retenție a apei, trebuie să urmărească următoarele obiective:
   a. folosirea apei meteorice ca o resursă;
   b. managementul apei meteorice aproape de locul unde cade;
   c. managementul apei de șiroire la suprafață, printr-o combinație secvențială de metode de control al apelor meteorice;

d. să permită infiltrarea apei de ploaie în sol;
e. să favorizeze evapo-transpirația;
f. încetinirea scurgerii și stocarea apei de șiroire, pentru reducerea debitelor;
g. reducerea contaminării apei de șiroire, prin prevenirea poluării și controlul ei aproape de sursa de producere;
h. tratarea apei de șiroire pentru a reduce riscul de poluare a mediului.

(3) În contextul adaptării la schimbările climatice, a necesității reducerii riscurilor de dezastre și necesității protecției resurselor de apă, se impune susținerea implementării soluțiilor bazate pe natură care sprijină infrastructura verde, a sistemelor durabile de drenaj care combină elemente de infrastructură convențională gri cu cele verzi, ajută la creșterea cantităților de apă acumulate în corpurile de apă și reduce vulnerabilitatea la inundații și secete.

(4) Metode de dezvoltare cu impact redus, utilizând soluții bazate pe natură și măsuri naturale de retenție a apei, care pot fi implementate în spațiul urban, pot fi de tipul celor prezentate în continuare, lista nefiind exhaustivă:
a. deconectarea suprafețelor impermeabile. Această metodă presupune colectarea apei meteorice de șiroire aproape de sursă prin interceptarea, filtrarea sau tratarea mai complexa, infiltrarea sau refolosirea ei, pe măsură ce se deplasează de pe suprafața impermeabilă spre sistemul de drenaj. De obicei, aceste soluții sunt instalate adiacent clădirilor rezidențiale și comerciale;
b. jardiniere stradale cu plante. Jardinierele stradale pot fi alcătuite din diferite materiale (beton, lemn, plastic) plasate pe/deasupra solului, cu o bază impermeabilă, care permit infiltrarea apei meteorice prin solul din jardiniera înainte de a fi evacuată;
c. fâșii cu vegetație de filtrare. Sunt zonele cu vegetație în care debitul interceptat din zonele adiacente impermeabile, are viteze de curgere mai reduse decât în mod natural, care permit suspensiilor și poluanților atașați să sedimenteze și/sau să fie filtrate de vegetație;
d. șanțuri înierbate. Contribuie la atenuarea și filtrarea volumului de apă meteorică, conducând la reducerea debitului și a concentrațiilor poluanților din apa meteorică;
e. fâșii vegetale uscate. Fâșiile vegetale uscate sau fâșiile de filtrare, sunt celule de bioretenție, configurate sub formă de canale acoperite cu gazon sau alt tip de vegetație (altul decât plantele ornamentale). Fâșia vegetală uscată este un sistem de filtrare care înmagazinează apa temporar și apoi filtrează volumul captat;
f. fâșii vegetale umede. Fâșiile vegetale umede pot asigura preluarea și filtrarea apei meteorice și sunt o combinație între o fâșie vegetală uscată și o zonă umedă;
g. acoperișuri verzi. Acoperișurile verzi (cunoscute și sub numele de acoperișuri vegetale, acoperișuri ecologice etc.) sunt suprafețe de acoperiș care conțin, în mod tipic, materiale de drenaj și protecție la umezeală și un mediu de creștere proiectat să susțină creșterea plantelor;
h. sisteme de colectare apă meteorică. Asigură interceptarea, depozitarea și eliberarea apei meteorice pentru folosințe ulterioare;
i. pavaj permeabil. Sunt tipuri de pavaje care permit apei meteorice să se infiltreze printre golurile suprafeței pavate într-un rezervor substrat unde este stocat temporar și/sau infiltrat în pământ. Există o varietate de pavaje permeabile care includ beton permeabil, asfalt poros și blocuri de pavaj cuplate permeabil;
j. grădini vegetale (de ploaie). Sunt poziționate lângă clădiri, suprafețele pavate sau asfaltate și conțin plante autohtone, solul acestora contribuind la acumularea unei părți din apa de ploaie;
k. tehnici de filtrare locală. Filtrele pentru apa meteorică de șiroire sunt o metodă practică de tratare a apei colectate de pe suprafețe mici cu impermeabilitate ridicată;
l. bioretenția:
    i. zone de bioretenție individuale pot deservi arii de scurgere cu grad ridicat de impermeabilitate, de până la un hectar ca mărime. Apa meteorică de șiroire este condusă

către o depresiune superficială, cu vegetație care încorporează multe dintre mecanismele naturale existente într-un ecosistem vegetal de îndepărtare a poluanților;

ii. zone umede construite. Zonele umede construite, numite uneori zone umede pluviale, sunt depresiuni superficiale, de dimensiuni mari, prin comparație cu zonele de bioretenție individuale, care primesc debite de ape meteorice pentru tratarea calității acesteia. Au de obicei, o adâncime mai mica de 30 cm și acoperire mare cu vegetație diversificată. Apa de șiroire dintr-un eveniment ploios stocată o perioada lungă timp, permite dezvoltarea proceselor biologice de îndepărtare a poluanților;

m. iazuri:

i. iazuri umede. Au în componență un bazin permanent de apă stătătoare care asigură sedimentarea și epurarea biologică. Apa de șiroire din fiecare precipitație intră în bazin și înlocuiește apa rămasă din evenimentele precedente. Bazinul funcționează și ca o barieră împotriva repunerii în suspensie a sedimentelor acumulate din ploile anterioare. Atunci când sunt dimensionate corect, iazurile umede au un timp de retenție care variază de la câteva zile la câteva săptămâni, ceea ce permite funcționarea numeroaselor mecanisme naturale de îndepărtare a poluanților;

ii. iazuri cu retenție extinsă. Un iaz cu retenție extinsă asigură reținerea apei meteorice de șiroire între 12 și 24 de ore după fiecare ploaie. O structură de deversare controlează debitul de apă meteorică deversată, în așa fel încât se acumulează și este stocată în construcția de retenție. Stagnarea temporară favorizează sedimentarea suspensiilor și reduce debitul de vârf transportat în secțiunea aval.

(5) Din experiența actuală în utilizarea de soluții bazate pe natură pentru gestionarea apelor meteorice în vederea reducerii debitelor de vârf și decompensarea rețelelor de canalizare, s-a constatat că dintre metodele de dezvoltare cu impact redus implementate la nivel de management al spațiilor publice, soluțiile cu eficiențe ridicate sunt următoarele, menționate în ordine descrescătoare: bioretenție > grădini vegetale de ploaie > acoperișuri verzi > pavaje permeabile.

(6) Deoarece printr-o proiectare și execuție defectuoasă, care nu ține cont de condițiile amplasamentului, și prin lipsa unei întrețineri regulate, implementarea soluțiilor bazate pe natură în mediul urban, în special cele bazate pe infiltrație, pot să provoace și unele efecte nedorite, trebuie prevăzute măsuri pentru evitarea acestor efecte. Se menționează, cu titlu de exemplu, potențiale efecte nedorite:

a. scurgerile de suprafață colectate de pe străzi publice, parcări sau centre comerciale, afectează prin percolare zone proprietate privată, deoarece mărimea zonelor de infiltrație este insuficientă;
b. suprafețele pe care se realizează infiltrația se pot colmata cu particulele antrenate;
c. apa captată în bazinele de infiltrație poate conduce în anumite situații la inundarea subsolurilor învecinate;
d. reabilitarea bazinelor de infiltrație poate fi costisitoare;
e. în anumite situații, soluțiile bazate pe natură pot conduce la degradarea calității apei subterane;
f. scurgerile pot conține concentrații de hidrocarburi care impun utilizarea unor separatoare de hidrocarburi, care să asigure reținerea acestora, înaintea utilizării altor metode de control.

(7) Se impune ca bazinele de infiltrație și șanțurile de infiltrare să fie întreținute metodic și sistematic. Măsurile generale minimale de întreținere a acestora sunt:

a. inspecții, realizate la intervale regulate. Se recomanda inspecții anuale și după fiecare ploaie importantă. Inspecția presupune verificarea zonelor cu posibile depuneri, pantele malurilor, semne de eroziune sau cu posibile deteriorări din cauza traficului, vegetație abundentă;
b. întreținere de rutină. Se referă la proceduri care trebuie desfășurate regulat, ca de exemplu scarificare, îndepărtarea depunerilor, defrișarea vegetației abundente, întreținerea stării vegetației;
c. intervenții în caz de necesitate:

i. reparația zonelor erodate sau cu stricăciuni structurale;
ii. îndepărtarea depunerilor; în mod uzual se realizează la intervale de peste 1 an, cu excepția perioadelor în care în zonă sunt șantiere;
iii. o atenție deosebită se acordă situațiilor în care sedimentele conțin acumulări de metale grele sau alți poluanți toxici.

d. alte măsuri de întreținere pentru situații normale:
i. cositul suprafețelor înierbate;
ii. îndepărtarea depunerilor mari și algelor;
iii. controlul dezvoltării insectelor.

e. în operarea tuturor obiectelor incluse în această secțiune sunt imperativ necesare lucrări periodice de întreținere. Neglijarea întreținerii periodice poate duce la eșecul funcționării adecvate a acestor metode de control.

3.5.2 Bazine de retenție

(1) Bazinele de retenție se dimensionează cu respectarea prevederilor SR 1846-2, cap. 4.4, având următoarele funcțiuni:
a. asigurarea compensării debitelor maxime din ploi, cu descărcarea acestora în perioade mai lungi, prin:
i. reținerea apelor meteorice poluate, care spală străzile în primele minute ale ploii;
ii. reducerea vârfului de debit când durata ploii este egală cu timpul de concentrare;
iii. înmagazinarea temporară a unui volum care altfel ar stagna pe străzi, când durata ploii este mai mare ca durata ploii de calcul;
iv. reținerea poluanților preluați de apele meteorice în prima parte a scurgerii apelor de șiroire.
b. Protecția mediului acvatic al receptorului.

(2) Construcția bazinelor de retenție pentru apele meteorice se analizează în corelație cu planul urbanistic al zonei canalizate, astfel încât acestea să se încadreze în sistemul urban al zonei. Se recomandă o folosință suplimentară pentru bazinul de retenție (de exemplu, în cazul sistemului divizor, utilizarea apei pentru spălat și stropit). Aceste bazine se curăță periodic.

(3) Pentru dimensionarea bazinelor de retenție din cadrul rețelelor publice de canalizare, se impune elaborarea de modele hidraulice specializate, cu realizarea de analize de detaliu privind situațiile efective de funcționare, în care, în locul ipotezei simplificatoare aferente unei ploi constante, care stă la baza calculelor prezentate la subcapitolul 3.3.2. aplicabile pentru suprafețe reduse și calcul manual, se ia în considerare situația reală a unei ploi de calcul cu intensitate variabila în timp. În acest sens, se parcurg următorii pași de calcul:
a. cu histograma ploii de calcul se stabilește ploaia căzută pe suprafața bazinului de canalizare;
b. se stabilesc caracteristicile colectorului de canalizare prevăzut a fi montat în aval de bazinul de retenție și se calculează debitul maxim ce poate fi transportat de acest colector;
c. cunoscând valorile debitelor instantanee ale ploii și debitul maxim ce poate fi transportat prin colectorul de canalizare, se determină diferențele între debite, care transformate în volume, reprezintă cantitatea de apă de acumulat în bazinul de retenție proiectat;
d. calculul volumului acumulat se face prin integrarea suprafeței rezultată între curba hidrografului ploii de calcul și linia debitului maxim transportat prin colectorul de canalizare. Integrarea se poate face prin metoda trapezelor, volumul total fiind calculat prin însumarea volumelor parțiale.

(4) Prin excepție de la prevederile (3), pentru bazine de canalizare cu suprafață totală mai mică de 2 km^2, se pot dimensiona soluții pentru reducerea vârfului debitului apelor meteorice, aplicând metoda prevăzută in SR 1846 – 2 Anexa B.1.2, utilizând următoarele ipoteze simplificatoare:

a. durata ploii de calcul este egală cu timpul de concentrare superficială (t_{cs});
b. ploaia de calcul se consideră constantă în timp.

(5) În acest caz, calculul se face parcurgând următorii paşi:
a. se obține valoarea debitului maxim admis a fi descărcat în rețeaua de canalizare din aval, valoarea fiind stabilită prin avizul/acordul prealabil emis de operatorul sistemului de canalizare;
b. se evaluează, conform prevederilor de la subcapitolul 3.3.2, caracteristicile ploii de calcul aplicabile amplasamentului:
   i. timpul de concentrare;
   ii. valoarea intensității corespunzătoare frecvenței normate şi duratei ploii de calcul, extrasă din curba IDF/recomandabil din studiul meteorologic actualizat, aferent amplasamentului.
c. după calculul valorii debitului de ploaie şi cunoscând debitul maxim ce poate fi descărcat în colectorul de canalizare din aval, se calculează volumul bazinului de retenție cu relațiile următoare:

$$\mathbf{V_{bazin\ retentie}} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{2}} \cdot \mathbf{T_t} \cdot \frac{(\mathbf{Q_{max}} - \mathbf{q_{max}})^2}{\mathbf{Q_{max}}} \ [m^3] \qquad (3.33)$$

$$\mathbf{T_t} = \mathbf{t_{cs}} \cdot (\mathbf{1} + \boldsymbol{\alpha}) \ \text{[secunde]} \qquad (3.34)$$

în care:

Q_{max} – debitul maxim de ploaie aferent bazinului de colectare;
q_{max} – debitul maxim admis a fi descărcat in rețeaua de canalizare din aval;
T_t – durata totală a hidrografului de debit, în sec
α – raportul adimensional supraunitar dintre durata ramurii descendente şi durata ramurii ascendente a hidrografului debitului în secţiunea de calcul. Valoarea α se adoptă:
- 2.5 pentru bazine cu suprafata de pana la 1 km^2;
- 3.5 pentru bazine cu suprafata de 2 km^2;
- prin interpolare liniara pentru bazine cu suprafata intre 1 si 2 km^2.

(6) Conceptul constructiv al bazinului de retenție se stabileşte cu respectarea următoarelor principii:
a. bazinul de retenție se concepe să includă un compartiment mai mic, distinct, cu rol de cameră de încărcare a bazinului principal - asigură reținerea suspensiilor în primele 10 minute ale ploii, care are încărcări foarte mari; această apă are caracteristicile unei ape uzate menajere din punct de vedere al MTS şi CBO_5;
b. în momentul în care bazinul de încărcări este plin, printr-un deversor începe umplerea bazinului principal. Bazinul principal este prevăzut cu un grătar des care are rolul de a nu permite pătrunderea materialelor grosiere;
c. bazinul de retenție principal preia vârful ploii, astfel încât, la umplerea completă a acestuia, volumul suplimentar de apă va fi descărcat în colectorul de canalizare;
d. după încetarea ploii, bazinul de retenție principal se goleşte în colectorul de canalizare;
e. nămolul decantat se evacuează în rețeaua de canalizare a apelor uzate menajere.

(7) Realizarea bazinului de retenție se face cu integrarea acestuia în peisagistica zonei, ori de cate ori este posibil. Dacă terenul permite, se poate crea un luciu de apă, cu avantaje urbanistice şi financiare în ceea ce priveşte amenajarea bazinului de retenție.

(8) În operarea bazinelor de retenție sunt necesare lucrări periodice de întreținere. În acest sens, se prevăd toate facilitățile necesare evacuării nămolului reținut, golirii complete şi spălării acestuia, în vederea evitării mirosurilor neplăcute ce pot să apară datorită stagnării apei pe o perioadă mai îndelungată.

3.6 Execuția obiectelor din cadrul rețelelor de canalizare

(1) Execuția lucrărilor se face în conformitate cu proiectul aferent și cu respectarea prevederilor generale specificate în normativul NP 133, volumul I, capitolul 7.3.

3.6.1 Execuția rețelelor de canalizare

(1) Tehnologia de execuție a rețelei trebuie să țină cont de materialele din care sunt realizate tuburile.

(2) Rețeaua se execută întotdeauna dinspre aval spre amonte, tronsoanele finalizate putând fi date în exploatare.

(3) Execuția se face pe tronsoane cu lungimi limitate, numai după ce pentru respectivele tronsoane sunt asigurate materialele necesare și forța de muncă, iar amplasamentul este eliberat.

(4) Execuția rețelelor de canalizare se poate face, în funcție de tehnologia prevăzută prin proiect sau utilizată de antreprenor cu următoarele metode:
   a. metode manuale;
   b. metode mecanice;
   c. cu metode care implică utilizarea roboților specializați în realizarea operațiunilor de execuție și montaj rețele;
   d. combinații ale metodelor anterior menționate.

(5) Indiferent de metoda utilizată pentru execuția rețelelor, antreprenorul va respecta elementele impuse prin proiect, cerințele funcționale și normele de securitate și protecție a muncii.

(6) La pozarea tuburilor se respectă indicațiile producătorului materialului.

(7) Tehnologia de execuție a rețelei cuprinde fazele:
   a. aprovizionarea cu materiale, în ritmul execuției;
   b. trasarea lucrărilor;
   c. desfacerea pavajelor, pe o lățime suficientă pentru desfășurarea lucrărilor în conformitate cu prevederile proiectului, cerințele impuse de emitentul Autorizației de Construire, respectiv următoarele cerințe:
      i. stratul de sol vegetal se depozitează separat de celelalte materiale, în vederea reutilizării;
      ii. toate materialele reutilizabile rezultate din desfacerea pavajelor se depozitează fără afectarea traficului rutier sau pietonal;
      iii. materialele nereutilizabile se evacuează din amplasament.
   d. realizarea săpăturii (cu sprijinire de taluz vertical) și depozitare corespunzătoare a materialului excavat (astfel încât să nu blocheze circulația, curgerea apei, traficul, pietonii);
   e. realizarea lucrărilor necesare de sprijinire sau deviere provizorie/definitivă a altor utilități aflate în amplasament;
   f. pentru lucrările de înlocuire a unor colectoare existente, în situația în care se folosește traseul existent, realizarea lucrărilor provizorii necesare pentru scoaterea tronsonului de tub și a construcțiilor accesorii care se înlocuiesc, din ansamblul existent;
   g. îmbinarea tuburilor în tranșee:
      i. manual, pentru tuburile cu greutăți reduse;
      ii. cu echipamente și utilaje adecvate, pentru tuburi grele;
      iii. după coborârea tuburilor în tranșee:

1) fundul săpăturii/patul de pozare se adâncește corespunzător în dreptul îmbinărilor dintre tuburi, pentru evitarea rezemării tubului numai pe mufe și pentru a permite alinierea tuburilor pentru execuția îmbinării etanșe;
2) se realizează îmbinarea tuburilor unul după altul, cu asigurarea etanșării corespunzătoare.

h. instalarea conductelor de racord și execuția conectărilor aferente la colectorul stradal;
i. montarea construcțiilor accesorii aferente prevăzute (cămine, racorduri etc.);
j. realizare parțială umplutură:
   i. după un control de nivelment și verificarea calității execuției lucrării, se completează umplutura, în straturi de 10-15 cm pe primii 0,30 m deasupra tubului, compactată manual (pe tuburi se așază numai pământ afânat, eventual cernut, eliminându-se bolovanii mari sau resturi din beton, pământ înghețat sau din alte materiale dure);
   ii. se trece de minimum 3 ori cu elementul de compactare și montarea benzii de semnalizare și detecție, la minim 0,30 m peste generatoarea superioara a tuburilor.
k. realizare inspecție CCTV și întocmire raport aferent de către un contractor specializat, cu prezentarea următoarelor informații minime privind fiecare tronson:
   i. înregistrarea cu camera video CCTV a interiorului colectorului;
   ii. profilul longitudinal aferent, cu indicarea pantelor tronsoanelor, precum și a cotelor radier efectiv executate la fiecare cămin de vizitare.
l. proba de etanșeitate;
m. efectuarea eventualelor remedieri și repetarea probei de etanșeitate;
n. completare umplutură, în straturi de 10 – 30 cm, compactată manual sau mecanic (cu pământul rezultat din săpătură);
o. refacerea îmbrăcăminții drumului;
p. spălarea tronsonului;
q. punerea în funcțiune a tronsonului finalizat.

(8) Metodele de montare a tuburilor prefabricate se stabilesc în funcție de dimensiunile și de greutatea acestora.

(9) La finalizarea instalării colectoarelor de canalizare, inclusiv a tuturor accesoriilor aferente, înainte de programarea și convocarea probei de etanșeitate, următoarele verificări reprezintă precondiții pentru realizarea probelor de etanșeitate:
a. concordanța lucrărilor executate cu proiectul;
b. pozițiile și execuția căminelor/camerelor, inclusiv echiparea acestora:
   i. toate capetele tuburilor care intră în cămin sunt tăiate la fața interioară a căminului;
   ii. rigola este profilată hidraulic;
   iii. treptele sunt instalate în poziția finală;
   iv. etanșările sunt realizate.
c. calitatea îmbinărilor.
d. raportul CCTV elaborat pentru toate tronsoanele de colector stradal supus probelor, după instalarea și spălarea colectorului, căminelor și racordurilor aferente.

(10) Proba de etanșeitate se realizarea cu respectarea prevederilor aplicabile din SR EN 1610, completate cu următoarele cerințe:
a. proba se face numai cu apă;
b. în cadrul probei de etanșeitate se asigură următoarele:
   i. racorduri - se instalează capace pe capătul conductelor dinspre utilizator, la intrarea în căminul de racord;
   ii. cămine de vizitare - capătul aval al tronsonului testat se obturează cu balon;
   iii. presiunea de verificare:

1) este de maxim 5 m col H_2O (în capătul aval al tronsonului) și minim 1 m col H_2O (în capătul amonte al aceluiași tronson). Diferența maximă de cotă a radierului colectorului, admisă pentru testarea în cadrul unui singur tronson, este de 4 m.
2) se măsoară de la generatoarea superioară a colectorului, prin umplerea tronsonului sau a construcției verificate, până la nivelul terenului aferent punctului de control având cota minimă pe tronsonul testat.

iv. după umplerea colectoarelor și/sau a căminului și după atingerea presiunii de verificare necesară, poate fi necesar un timp de așteptare (perioada în care apa utilizată la proba de etanșeitate este absorbită de întregul tronson), care în general este de o oră.

v. durata de verificare este, de regulă, de 30 minute.

c. la finalul probei, obturatoarele pneumatice se depresurizează și se observă condițiile de curgere până la scurgerea completă a apei utilizate pentru probă;
d. este interzisă utilizarea de obturatoare pneumatice la care depresurizarea necesită coborârea personalului în cămin;
e. proba se execută pe timp răcoros, dimineața sau seara, pentru ca rezultatele să nu fie influențate de variațiile de temperatură.

(11) Proba se consideră reușită pe tronsonul respectiv, dacă sunt îndeplinite cumulativ următoarele condiții:
a. la examinarea vizuală să nu prezinte scurgeri vizibile de apă, pete de umezeala pe tuburi și în special în zona îmbinărilor;
b. la sfârșitul duratei de probă, nivelul măsurat în punctul de control aferent tronsonului nu a scăzut cu mai mult de 10 cm față de nivelul inițial (menținerea presiunii în timpul probei de etanșeitate);
c. volumul total de apă adăugată în timpul probei nu depășește valoarea stabilită prin proiect.

(12) După efectuarea probei de etanșeitate se efectuează următoarele verificări și probe:
a. întocmirea procesului-verbal a probei de etanșeitate;
b. umplerea tranșeei în zona îmbinărilor;
c. umplerea tranșeei;
d. verificarea gradului de compactare conform prevederilor proiectului;
e. refacerea părții carosabile a drumului conform prevederilor din proiect;
f. refacerea trotuarelor;
g. refacerea spațiilor verzi;
h. executarea marcării și reparării rețelelor conform STAS 9570-1.

(13) Înainte de execuția umpluturilor la cota finală, se execută ridicarea topografică detaliată a colectoarelor (plan și profil longitudinal) cu precizarea căminelor (configurația acestora în plan, diametrele și cotele radier de intrare/ieșire), racordurilor etc.

(14) Releveele rețelelor se anexează Cărții tehnice a Construcției și se centralizează în formatul stabilit de operatorul sistemului de canalizare, în vederea integrării în sistemul geografic informațional (GIS), deținut de acesta.

(15) Înainte de punerea în funcțiune, se face spălarea rețelei, conform actelor normative specifice, aplicabile, în vigoare.

(16) Punerea în funcțiune a rețelei se face de către personalul Operatorului sistemului de canalizare.

3.6.2 Execuția stațiilor de pompare ape uzate

(1) Stațiile de pompare ape uzate pot fi executate în sistem tip cheson sau stație de pompare prefabricată tip monobloc.

(2) Execuția stațiilor de pompare ape uzate presupune existența unui plan privind realizarea excavațiilor amplasamentului. Acest plan trebuie să cuprindă lucrările de execuție a săpăturilor, sprijiniri, lucrări de drenaj.

(3) La execuția săpăturilor se acordă o mare atenție terasamentelor care se pot prăbuși, se folosesc balustrade pentru a preveni căderea personalului în interiorul săpăturii, se asigură că utilajele și traficul din zona mențin o distanță de siguranță suficientă față de malul săpăturii.

(4) Suprafața de la fundul gropii excavate pentru montarea stațiilor de pompare prefabricate trebuie să fie săpată uniform. Dacă este necesar, se împrăştie nisip grosier, fără pietre, pe fundul gropii şi se presează în mod adecvat cu o maşină de compactat. Placa de fundaţie din beton pe care urmează să fie montată staţia de pompare va fi o construcţie prefabricată sau va fi turnată, fie direct pe fundul gropii, fie pe stratul de pietriş compactat.

(5) Soluția aleasă pentru execuția stațiilor de pompare ape uzate trebuie să asigure următoarele cerințe:
   a. sisteme care să permită separarea/reținerea solidelor înainte de trecerea prin pompe;
   b. să asigure condiții igienice de întreținere și intervenții;
   c. condițiile de lucru/mediu din camera pompelor (cheson/stație prefabricată) trebuie să permită atât funcționarea în condiții de siguranță, cu un grad de protecție corespunzător, cât și protecția la intervenția neautorizată. În acest sens se vor avea în vedere următoarele:
      i. dacă se optează pentru cheson în mediu uscat, tablourile electrice de forță și automatizare se montează în interiorul chesonului;
      ii. dacă se optează pentru cheson în mediu umed, panoul de comandă, acționare, automatizare și protecție se montează în exterior, la limita proprietăților, pe stâlp sau soclu de beton, în cutie cu grad de protecție min IP 56.
   d. modul de separare, stocare și transport al solidelor să nu afecteze fiabilitatea pompelor;
   e. soluția constructivă de execuție asigură etanşeitatea corespunzătoare a structurii, pe toată durata normată de viață a acesteia, pentru a exclude posibilitatea de infiltrații.

(6) Pentru execuția stațiilor de pompare tip cheson în mediu umed, se poate construi adiacent chesonului un cămin de beton care să permită instalarea armăturilor necesare pe conductele de refulare (vane, clapeți antiretur).

(7) La execuție se acordă o atenție deosebită la poziționarea pieselor metalice înglobate pentru trecerea conductelor și pentru fixarea ghidajelor necesare instalării grătarului de reținere solide, precum și cotului suport și barelor de ghidaj pentru instalarea pompelor.

(8) Montarea electropompelor submersibile de ape uzate implică parcurgerea următoarelor etape:
   a. pregătirea radierului/fundaţiei, curăţirea părţilor filetate a şuruburilor de fundaţie, a găurilor filetate şi nefiletate din placa de bază;
   b. trasarea axelor fundaţiei, a golurilor şuruburilor de fundaţie şi a ghidajului şi verificarea cotelor de nivel şi de montaj ale suportului pompei şi ghidajului (corelarea între suportul pompei şi ghidajul fixat la partea superioară de rama golului de montaj din planşeul chesonului);
   c. montarea plăcii de bază (cotului suport) și ghidajului, efectuându-se totodată controlul planeității plăcii de bază, cu ajutorul nivelei și verticalității ghidajului cu ajutorul firului cu plumb. Orizontalitatea se realizează prin strângerea piuliţelor şuruburilor de fundaţie. Se verifică în permanenţă orizontalitatea, reajustând cât este necesar cu ajutorul unor bailagare, până când piuliţele sunt complet strânse și placa de bază este orizontală;

d. montarea unității pompă-motor pe cotul suport şi verificarea corectitudinii poziției de montaj a cotului suport și ghidajului, prin manevre de scoatere și introducere a pompei.

(9) Construcția stațiilor de pompare ape uzate va fi prevăzută cu chepenguri metalice de acces la utilaje.

(10) Accesul personalului de exploatare și întreținere în stație se face prin trapa specială prevăzută cu scară de acces. Scara de acces se realizează din materiale rezistente în mediu coroziv.

(11) Instalația hidraulică din interiorul stației de pompare ape uzate se execută din materiale rezistente la coroziune, iar îmbinările între conducte și armături vor fi îmbinări cu flanșe.

(12) Instalația hidraulică se execută astfel încât să existe posibilitatea de golire a conductei de refulare în bazinul stației de pompare ape uzate.

(13) Stația de pompare ape uzate se execută cu instalație de ventilație.

(14) După montarea instalației hidraulice, se realizează proba de presiune și etanșeitate pentru conducte și armături și probe de funcționare a pompelor pentru verificarea parametrilor stației. Probele de presiune și etanșeitate se realizează corespunzător prescripțiilor SR EN 12050-1.

(15) Finalizarea probelor de funcționare se face prin întocmirea fișei de testare a funcționării stației de pompare ape uzate. Aceasta cuprinde verificarea următoarelor aspecte: diametrul interior al stației, înălțime stație, debit pompat, înălțime de pompare, putere pompă, curent nominal, funcționare stație (nivel min=oprit, nivel max.=oprit, nivel alarmă=pornit toate pompele), sens de rotație, zgomot, vibrații, împământare etc.

(16) Materialul de umplutură a gropilor în care au fost montate stațiile de pompare prefabricate este alcătuit din material granular, având o dimensiune uniformă a granulelor (pietriș sau nisip), sub 32 mm. Stratele de umplutură se realizează succesiv, cu grosimi de maxim 50 cm, stabilite conform prevederilor SR EN 16907. Pe o distanță de pană la 30 cm față de peretele stației de pompare prefabricate, compactarea se execută manual.

(17) Întocmire proces verbal de recepție la terminarea lucrărilor de execuție.

3.7 Exploatarea rețelelor de canalizare

3.7.1 Elemente generale

(1) Exploatarea rețelelor de canalizare, în condițiile stabilite de autoritățile administrației publice locale, se poate face prin compartimente de specialitate autorizate din aparatul propriu al consiliilor locale sau de agenți economici atestați și autorizați în condițiile Legii nr. 241/2006 a serviciului de alimentare cu apă şi de canalizare, republicată, cu modificările și completările ulterioare, în specialitatea alimentări cu apă și canalizare, de către Autoritatea Națională de Reglementare pentru Serviciile Comunitare de Utilități Publice (A.N.R.S.C.). Exploatarea se face prin contracte de prestări de servicii, încheiate cu consiliile locale.

(2) Activitatea de exploatare a rețelelor de canalizare este complexă, întrucât rețeaua de canalizare:
   a. este obiectul de legătură utilizator-operator și sursa majorității conflictelor;
   b. este obiectul cel mai extins și mai solicitat;
   c. este obiectul cel mai dinamic - practic, dezvoltarea este continuă, generând-se noi relații furnizor – consumator;
   d. este primul obiect al sistemului și problemele de calitate/cantitate din rețea se răsfrâng asupra obiectelor din aval;
   e. poate să genereze probleme de siguranța traficului, sănătate publică și de mediu, ca urmare a unei rețele incorect alcătuite sau exploatate, prin apariția de deversări si/sau exfiltrații.

(3) Exploatarea rețelei de canalizare se realizează pe baza instrucțiunilor de exploatare și întreținere specifice. Măsurile curente pentru supravegherea rețelei sunt:
   a. verificarea debitelor transportate prin rețea și a nivelului apei în puncte critice - se poate face prin monitorizare on-line, măsurători sistematice sau prin controlul sesizărilor consumatorilor asupra calității serviciului. O exploatare bună a sistemului implică procesarea rapidă a valorilor colectate în timp real din sistem și interpretarea lor de către personal specializat: debite mari/ mici, nivelul apei prea ridicat, presiuni anormale pe conductele de refulare etc. În acest sens, în sistemele retehnologizate de canalizare se instalează elemente automate de monitorizare (traductori care arată starea de funcționare/rezervă/avarie a pompelor, starea închis/deschis a vanelor, nivelul/volumul apei în bazinele de aspirație, presiunea apei pe conductele de refulare etc).
   b. pentru cunoașterea performanțelor funcționale ale rețelei de canalizare, pe lângă monitorizarea on-line și supravegherea regulată a rețelei, în cazuri mai complexe, se face un audit/expertiză specializată, elaborate de specialiști certificați.
   c. operatorul sistemului de canalizare, utilizând modelul hidraulic al întregii rețele, actualizat periodic pentru reflectarea situației efective a rețelei, poate:
      i. să evalueze rapid cauzele probabile ale respectivelor situații reclamate de utilizatori;
      ii. să compare rezultatele simulărilor hidraulice cu rezultatele măsurătorilor din teren, identificând rapid diferențele și metodele de remediere necesare;
      iii. să evalueze parametrii de funcționare pentru racorduri noi solicitate de utilizatori suplimentari.
   d. verificarea funcționarii corecte a construcțiilor accesorii:
      i. cămine/camere/cămine de racord - integritatea capacelor, starea carosabilului adiacent capacelor, integritatea structurilor, formarea de depuneri etc.;
      ii. colectoare – formarea de depuneri/blocaje, demufarea tuburilor, perforarea tuburilor de rădăcini etc.;
      iii. guri de scurgere - cel puțin o data la 3 luni.
   e. verificarea calității și tipului de apă descărcată de utilizatori în rețea;
   f. urmărirea funcționării corecte a stațiilor de pompare;
   g. realizarea intervențiilor în rețea pentru realizarea de noi racorduri, remedierea unor avarii, realizarea de lucrări noi de extindere;
   h. spălarea rețelei - sistematic, pentru tronsoanele cu viteze de curgere reduse, indicate prin proiect sau identificate în timpul exploatării cu depuneri. În acest scop se folosesc utilaje specializate de spălare;
   i. în lipsa altor surse de apă de spălare, apa utilizată poate fi apă potabilă, care se contorizează la consum tehnologic;
   j. se respectă reglementările tehnice specifice, privind reabilitarea conductelor pentru transportul apei, aplicabile, în vigoare.

(4) Inspecția se face de același personal, pentru a se obișnui cu detaliile și a putea sesiza diferențele.

(5) Pentru dimensionarea numărului de personal de supraveghere se recomandă minim:
   a. 1 echipa de minim 3 oameni la 20-30 km de rețea de canalizare în mediul urban;
   b. 1 echipa de minim 3 oameni la 10-20 km de rețea de canalizare în mediul rural.

(6) Rezultatul inspecției se notează într-o fișă.

(7) Fișele se stabilesc prin Regulamentul tehnic de exploatare a lucrărilor și pot fi elaborate fie pe hârtie, fie în format electronic.

(8) Lucrările pentru supravegherea rețelelor de canalizare stau la baza:
   a. realizării planului și executării lucrărilor de întreținere;
   b. declanșării etapei de reparație, când este cazul.

3.7.2 Regulamentul de exploatare și întreținere

(1) Exploatarea rețelei de canalizare cuprinde totalitatea operațiunilor și activităților efectuate de către personalul angajat în vederea funcționării corecte a sistemului de canalizare în scopul colectării apelor uzate și a apelor meteorice canalizate, în condiții corespunzătoare igienico-sanitare și de siguranță.

(2) Ținând seama de mărimea sistemului (ca debit), componența sa (construcții, instalații, obiecte tehnologice), gradul de automatizare a proceselor și dotarea cu aparatură automată de măsură și control a unor indicatori de calitate a apei uzate, pentru exploatarea și întreținerea corespunzătoare a ansamblului stație de epurare - rețea de canalizare la nivelul parametrilor de funcționare prevăzuți în proiect, este necesară elaborarea unui Regulament de exploatare și întreținere care să conțină principalele reguli, prevederi și proceduri necesare funcționării corecte a acestuia.

(3) Regulamentele de exploatare și întreținere se elaborează prin grija beneficiarului (primărie, regie de gospodărie comunală, societate privată etc.) fie de către operatorii de servicii conform legislației în vigoare, fie de către personalul propriu sau de o societate de proiectare de specialitate, avându-se în vedere indicațiile din proiect, instrucțiunile de exploatare, avizele și recomandările organelor abilitate (companiile de gospodărirea apelor, inspectoratele sanitare și cele de protecția mediului), precum și alte prescripții legale existente în domeniu.

(4) Regulamentul de exploatare și întreținere cuprinde în mod detaliat descrierea construcțiilor și instalațiilor sistemului de canalizare, releveele acestora, schema funcțională, modul în care sunt organizate activitățile de exploatare și întreținere, responsabilitățile pentru fiecare formație de lucru și loc de muncă, măsurile igienico - sanitare și de protecția muncii, de apărare împotriva incendiilor, sistemul informațional adoptat, evidențele ce trebuie ținute de către personalul de exploatare, modul de conlucrare cu alte societăți colaboratoare, cu beneficiarul etc.

(5) După definitivare, Regulamentul de exploatare și întreținere se aprobă de către Consiliul de administrație al unității care exploatează sistemul de canalizare și de către autoritățile locale (primărie, consiliul local, consiliul județean etc.).

(6) Regulamentul va fi completat și reaprobat de fiecare dată când în sistemul de canalizare se produc modificări constructive și funcționale, reabilitări ale unor obiecte tehnologice, schimbarea unor utilaje și/sau echipamente sau alte operațiuni care ar putea afecta procesele tehnologice. Din cinci în cinci ani, regulamentul se reactualizează pentru a se ține seama de experiența acumulată în decursul perioadei de exploatare anterioară.

(7) Prevederile regulamentului se aplică integral și în mod permanent de către personalul de exploatare și întreținere, acesta fiind examinat periodic, la intervale de cel mult un an sau ori de câte ori se constată o insuficientă cunoaștere a regulamentului, situație care ar putea conduce la o exploatare sau o întreținere necorespunzătoare a construcțiilor și instalațiilor sistemului de canalizare.

(8) Regulamentul de exploatare și întreținere se va întocmi având în vedere următoarele documentații principale:
   a. proiectul construcțiilor și instalațiilor sistemului de canalizare precum și toate documentațiile și actele modificatoare;
   b. releveele construcțiilor după terminarea lucrărilor de execuție, care țin seama de toate modificările efectuate pe parcursul execuției;
   c. planurile de situație, schemele funcționale, dispozițiile generale ale construcțiilor și instalațiilor;
   d. instrucțiunile de exploatare ale construcțiilor și instalațiilor elaborate de către proiectant;
   e. fișele tehnice ale utilajelor și echipamentelor montate în sistem;
   f. avizele organelor abilitate privind realizarea și exploatarea lucrărilor de investiție;
   g. documentația referitoare la recepția de la terminarea lucrărilor și de la recepția definitivă;

h. cartea tehnică a construcțiilor;
i. schema administrativă a personalului de exploatare.

3.7.3 Măsuri de protecția muncii și a sănătății populației

3.7.3.1 Măsuri de protecția și securitatea muncii la execuția, exploatarea și întreținerea rețelei de canalizare

(1) Activitățile impuse de execuția, exploatarea și întreținerea rețelei de canalizare prezintă pericole importante datorită multiplelor cauze care pot provoca îmbolnăvirea sau accidentarea celor care lucrează în acest mediu, de aceea este necesar a se lua măsuri speciale de instruire și prevenire.

(2) Accidentele și îmbolnăvirile pot fi cauzate în principal de:
a. prăbușirea pereților tranșeelor sau excavațiilor realizate pentru montajul tuburilor sau pentru fundații;
b. căderea tuburilor sau a altor echipamente în timpul manipulării acestora;
c. intoxicații sau asfixieri cu gazele toxice emanate (CO, CO_2, gaz metan, H_2S etc.);
d. îmbolnăviri sau infecții la contactul cu mediul infectat (apa uzată);
e. explozii datorate gazelor inflamabile;
f. electrocutări datorită cablurilor electrice neizolate corespunzător din rețeaua electrică a stației;
g. căderi în cămine sau în bazinul de aspirație al stației de pompare a apelor uzate menajere etc.

(3) Pentru a preveni evenimentele de tipul celor enumerate mai sus, este necesar ca tot personalul care lucrează în rețeaua de canalizare să fie instruit la angajare și regulat în activitatea curentă, prin participarea la cursuri dedicate teoretice și practice.

(4) Toți lucrătorii care lucrează la exploatarea și întreținerea rețelei de canalizare trebuie să facă un examen medical riguros și să fie vaccinați împotriva principalelor boli hidrice (febră tifoidă, dizenterie etc.). De asemenea, zilnic, aceștia trebuie controlați astfel încât celor care au răni sau zgârieturi oricât de mici, să li se interzică contactul cu rețeaua de canalizare. Toți lucrătorii sunt obligați să poarte echipament de protecție corespunzător (cizme, salopete și mănuși), iar la sediul sectorului să aibă la dispoziție un vestiar cu două compartimente, unul pentru haine curate și unul pentru haine de lucru, precum și dușuri, săpun, prosop etc.

(5) Echipele de control și de lucru pentru rețeaua de canalizare trebuie să fie dotate, în afară de echipamentul de protecție obișnuit, cu lămpi de miner tip Davis, măști de gaze și centuri de siguranță, detectoare de gaze toxice (oxid de carbon, amoniac, hidrogen sulfurat) sau inflamabile (metan).

(6) Înainte de intrarea în cămine sau în canal este necesar să se deschidă 3 capace în amonte și în aval pentru a se realiza o aerisire de 2-3 ore, precum și a se verifica prezența gazelor cu ajutorul lămpii de miner. Dacă lămpile se sting, se recurge la ventilarea artificială, iar intrarea în cămin se face numai cu măști de gaze și centuri de siguranță, lucrătorul fiind legat cu frânghie ținută de un alt lucrător situat la suprafață.

(7) De asemenea, când muncitorii se află în cămine sau parcurg trasee ale unor canale amplasate pe partea carosabilă, trebuie luate măsuri cu privire la circulația din zonă prin semnalizarea punctului de lucru cu marcaje rutiere corespunzătoare atât pentru zi cât și pentru noapte.

(8) În unele cazuri există pericol de a se produce explozii datorită gazelor ce se degajă din apele uzate, sau ca rezultat al unor procese de fermentare care se pot produce în rețelele de canalizare. În aceste situații, nu este permis accesul în cămine decât cu lămpi de tip miner și este interzisă categoric aprinderea chibriturilor sau fumatul.

(9) O atenție deosebită se acordă pericolului de electrocutare prin prezența cablurilor electrice îngropate în vecinătatea rețelelor de canalizare, precum și a instalațiilor de iluminat în zone cu umiditate mare care trebuie prevăzute cu lămpi electrice funcționând la tensiuni nepericuloase de 12-24 V.

3.7.3.2 Măsuri de protecția și securitatea muncii pentru stațiile de pompare

(1) Pentru exploatarea stațiilor de pompare se respectă prevederile legislației în vigoare privind regulile igienico-sanitare și de protecție a muncii. Dintre măsurile de bază, se prevăd următoarele:
   a. se folosesc salopete de protecție a personalului în timpul lucrului;
   b. se păstrează curățenia în clădirea stației de pompare;
   c. se asigură întreținerea și folosirea corespunzătoare a instalațiilor de ventilație;
   d. folosirea instalației de iluminat la tensiuni reduse (12-24 V), verificarea izolațiilor, a legăturilor la pământ precum și a măsurilor speciale de prevenire a accidentelor prin electrocutare la stațiile de pompare subterane unde frecvent se poate produce inundarea camerei pompelor;
   e. folosirea servomotoarelor sau a mecanismelor de multiplicare a forței sau cuplului la acționarea vanelor în cazul automatizării funcționării stației de pompare;
   f. la stațiile de pompare având piese în mișcare (rotoare, cuplaje etc.), se prevăd cutii de protecție pentru a apăra personalul de exploatare în cazul unui accident produs la apariția unei defecțiuni mecanice;
   g. pentru prevenirea leziunilor fizice, este necesar ca la efectuarea reparațiilor, piesele grele care se manipulează manual să fie manevrate din poziția de ridicare corectă, astfel încât să se evite fracturile și leziunile coloanei vertebrale;
   h. pentru evitarea eforturilor fizice este rațional a se păstra în bune condiții de funcționare instalațiile mecanice de ridicat.

3.7.4 Protecția sanitară

(1) Regulamentul de exploatare și întreținere a rețelelor de canalizare cuprinde și prevederi referitoare la aspectele igienico-sanitare, prevederi stabilite în mod obligatoriu în colaborare cu organele locale ale inspecției sanitare de stat.

(2) Privitor la personalul de exploatare, conducerea administrativă precizează felul controlului medical, periodicitatea acestuia, modul de utilizare a personalului găsit cu anumite contraindicații medicale, temporare sau permanente, minimum de noțiuni igienico-sanitare care trebuie cunoscute de anumite categorii de muncitori etc.

(3) Societatea care exploatează și întreține sistemul de canalizare este obligată să acorde îngrijirea necesară personalului de exploatare, în care scop:
   a. va angaja personalul de exploatare numai după un examen clinic, radiologic și de laborator făcut fiecărei persoane;
   b. va asigura echipamentul necesar de lucru pentru personal (cizme, mănuși de cauciuc, ochelari de protecție, măști de gaze, centură de salvare cu frânghie etc.) conform prevederilor legale în vigoare;
   c. va face instructajul periodic de protecție sanitară (igienă) conform prevederilor legale în vigoare;
   d. în stația de epurare va exista o trusă farmaceutică de prim ajutor, eventual un aparat de respirat oxigen cu accesoriile necesare pentru munca de salvare;
   e. se vor asigura muncitorilor condiții decente în care să se spele, să se încălzească și să servească masa (o încăpere încălzită și vestiar cu dușuri cu apă rece și apă caldă);
   f. medicul societății care exploatează și întreține sistemul de canalizare este obligat să urmărească periodic (lunar) starea de sănătate a personalului de exploatare;

g. personalul stației de epurare se va supune vaccinării contra tuturor bolilor transmisibile din apa uzată, impuse de Ministerul Sănătății, la intervalele prevăzute de instrucțiunile emise de către acesta.

3.7.5 Măsuri de apărare împotriva incendiilor

(1) În general, în rețelele de canalizare (rețea, stații de pompare) pericolul de incendiu poate apare în locurile și în situațiile în care se pot produc gaze de fermentare sau degajări de vapori în canale datorate prezentei unor substanțe inflamabile (eter, dicloretan, benzină etc.) în apa uzată provenită de la unele industrii sau societăți comerciale care nu respectă la evacuarea în rețeaua de canalizare prevederile tehnice legale în vigoare.

(2) Incendiul poate apare și în locurile unde există substanțe inflamabile (magazii, depozit de carburanți, centrală termică, sobe care utilizează drept carburant gazele naturale etc.).

(3) În spaţiile clădirilor aferente reţelelor de canalizare (reţea, staţii de pompe), cât şi în spaţiile cu risc mare de incendiu se respectă prevederile atât a normelor generale de apărarea împotriva incendiilor, și a normelor de apărare împotriva incendiilor specifice diverselor domenii de activitate, cât a dispoziţiilor generale de apărare împotriva incendiilor adoptate pentru anumite domenii de activitate (unităţi sanitare, clădiri de birouri, spaţii şi construcţii pentru comerţ).

(4) Dintre măsurile suplimentare care trebuie luate, se menționează mai jos câteva, specifice construcțiilor și instalațiilor din sistemul de canalizare:
   a. asigurarea ventilării corespunzătoare a camerelor și a bazinelor înainte de accesul personalului de exploatare pentru prevenirea asfixierilor din lipsă de oxigen, inhalării unor gaze letale sau aprinderii unor vapori inflamabili;
   b. folosirea echipamentului electric antiexploziv;
   c. controlul periodic al atmosferei din spațiile închise pentru a determina prezenta gazelor toxice și inflamabile;
   d. interdicțiile privind utilizarea surselor de aprindere în apropierea instalațiilor, rezervoarelor de fermentare a nămolului, construcțiilor, canalelor și căminelor de vizitare unde s-ar putea produce și acumula gaze inflamabile;
   e. spaţiile, încăperile ori clădirile aferente reţelelor de canalizare încadrate ca fiind locuri periculoase (tablouri electrice, zone cu instalaţii electrice de înaltă tensiune, zonele unde există pericolul de cădere/accidentare a utilizatorilor, spaţiile unde se pot acumula gaze inflamabile etc.) se marchează cu indicatoarele de securitate prevăzute în Hotărârea Gunernului nr. 971/2006 privind cerinţele minime pentru semnalizarea de securitate şi/sau de sănătate la locul de muncă, cu modificările şi completările ulterioare.

(5) Echiparea construcţiilor şi instalaţiilor aferente clădirilor specifice sistemelor de canalizare se realizează în conformitate cu prevederile normativului P118/2.

(6) Se asigură echiparea construcţiilor/spaţiilor și instalaţiilor aferente sistemului de canalizare cu stingătoare de incendiu în conformitate cu prevederile Normelor generale de apărare împotriva incendiilor, aprobate prin Ordinul ministrului afacerilor interne nr. 163/2007 şi a Normelor tehnice privind utilizarea, verificarea, reîncărcarea, repararea şi scoaterea din uz a stingătoarelor de incendiu, aprobate prin Ordinul ministrului afacerilor interne nr. 138/2015;

(7) Pe durata exploatării spaţiilor şi construcţiilor aferente reţelelor de canalizare, stingătoarele de incendiu precizate la alin. 6 se utilizează, verifică, reîncărcă, repară şi se scot din uz, în conformitate cu prevederile Normelor tehnice privind utilizarea, verificarea, reîncărcarea, repararea şi scoaterea din uz a stingătoarelor de incendiu, de către persoanele autorizate potrivit legislaţiei specifice.

(8) Echiparea cu instalaţii de detectare, semnalizare, alarmare şi stingere a incendiilor se realizează în conformitate cu prevederile normativului P118/3.

3.7.6 Măsuri specifice de exploatare a rețelei de canalizare

(1) Controlul periodic interior și exterior al construcțiilor și instalațiilor, precum și a calității apelor uzate are ca scop asigurarea funcționării normale a rețelei și a construcțiilor aferente.

(2) Controlul calitativ al apelor uzate se referă în primul rând la verificarea calității apelor uzate care intră în rețeaua de canalizare și dacă, la evacuare, acestea corespund cu prevederile normativelor în vigoare privind stabilirea limitelor de descărcare a apelor uzate în rețeaua publică de canalizare și a limitelor de descărcare în receptorii naturali.

(3) Principalele condiții ce se impun apelor uzate evacuate în rețelele de canalizare sunt:
   a. să nu fie agresive pentru materialul din care este executată rețeaua;
   b. să nu fie nocive sau să emită gaze toxice, vătămătoare pentru personalul de exploatare;
   c. să nu prezinte pericol de incendiu și de explozie;
   d. să nu creeze dificultăți în realizarea proceselor de preepurare și de epurare și să nu conțină substanțe care să precipite în contact cu apa uzată din rețeaua de canalizare;
   e. să nu conțină materii în suspensie, care să corodeze pereții canalului sau să se depună și să provoace blocaje;
   f. să nu conțină corpuri plutitoare, să nu conțină hidrocarburi, uleiuri și grăsimi care să adere la pereții canalului etc.

(4) Astfel, în scopul protejării rețelelor de canalizare și instalațiilor de epurare:
   a. valorile normate servesc pentru:
      i. aprecierea calității apelor existente și stabilirea priorității lucrărilor de protecție a construcțiilor sistemului de canalizare;
      ii. stabilirea de condiții limitative pentru calitatea apelor uzate evacuate de la fiecare unitate industrială sau comercială, condiții care se precizează în avizele și autorizațiile de funcționare prin care organele de gospodărirea apelor reglementează evacuarea apelor uzate.
   b. se urmărește respectarea cu strictețe a limitelor maxim admisibile prevăzute de norma tehnică NTPA 002.

(5) Controlul exterior se face cu frecvența impusă de importanța canalizării și istoricul de funcționare (zonele cu mai multe probleme raportate sunt controlate mai des), de către o echipă formată din minim trei persoane (1 șef de echipa și 2 muncitori), care:
   a. parcurge traseul colectorului;
   b. desface capacele căminelor de vizitare și ale gurilor de scurgere verificând starea lor generală, precum și dacă sunt înfundate;
   c. verifică eventualele denivelări ale traseului sau pavajul în jurul căminului, precum și starea capacelor, a canalelor de racord etc.
   d. în cazul terenurilor macroporice, se verifică în mod deosebit existența și cauza unor eventuale tasări produse sau a unor surse de exfiltraţii a apei din canal în exteriorul acestuia.

(6) În cazul controlului exterior, nu se coboară în cămin evitându-se astfel posibilitatea producerii unor accidente, echipa nefiind dotată cu echipamentul adecvat pentru intrarea sau vizualizarea colectoarelor.

(7) Controlul interior se efectuează minim anual, până la de patru ori pe an, în scopul verificării modului de funcționare a canalizării (a modului cum se face curgerea) și stabilirii necesității curățirii, spălării sau efectuării altor reparații.

(8) Întrucât majoritatea colectoarelor sunt nevizitabile, precum și pentru asigurarea constituirii de înregistrări care să permită urmărirea în timp a comportamentului rețelei, se recomandă realizarea controlului interior prin investigați video/foto, ideal înregistrări CCTV cu echipamente capabile atât de filmarea interiorului colectorului, cât și de determinare a pantelor acestuia.

(9) La conductele de refulare sub presiune se verifică vanele, armăturile, sifoanele și ventilele de aerisire - dezaerisire.

(10) În cadrul controlului, la toate categoriile de colectoare, se urmărește influența rețelei de canalizare asupra nivelului apelor freatice atât în ceea ce privește infiltrațiile, cât și eventualele exfiltrații datorate unor neetanșeități.

(11) La canalele situate în terenuri macroporice sensibile la umezire acestei operații trebuie să i se acorde o atenție deosebită.

(12) În general operațiile de întreținere se realizează cu menținerea în funcțiune a rețelei de canalizare.

(13) Spălarea și curățirea canalelor se efectuează ori de câte ori rezultă ca necesar, aceasta stabilindu-se în urma controlului. În general o rețea de canalizare, în special în procedeul unitar nu ar necesita spălare. Însă, având în vedere faptul ca debitele sunt variabile, iar forma secțiunii și panta canalului nu asigură întotdeauna realizarea vitezei de autocurățire, este necesar a se stabili tronsoanele, necesitatea și frecvența de curățire și spălare, operație care se face de obicei în primul an de funcționare. Bineînțeles, aceasta nu se poate stabili definitiv decât după construirea și sistematizarea întregului teritoriu aferent (executarea construcțiilor, drumurilor, aleilor etc.).

(14) În funcție de frecvența la care se stabilește necesitatea efectuării spălării, tronsoanele rețelei de canalizare se împart în patru categorii:
   a. categoria I - necesită spălare odată pe an;
   b. categoria II - necesită spălare de 2 ori pe an;
   c. categoria III - necesită spălare de 3 ori pe an;
   d. categoria IV - necesită spălare de 4 ori pe an.

(15) Spălarea și curățirea se poate face cu apă din rețeaua de alimentare cu apă potabilă, industrială sau chiar cu apă uzată:
   a. sistemul cel mai simplu este de a închide golurile de intrare și de ieșire din căminul de vizitare amplasat în amonte de tronsonul care trebuie spălat, cu ajutorul unor obturatoare pneumatice, acționate de la nivelul terenului. În căminul astfel izolat se introduce apă cu ajutorul unui furtun pe o înălțime cât mai mare (în general de cca 2,0 m) și după umplere, se deschide brusc obturatorul aval creându-se un curent de apă cu viteze mari, care asigură o bună spălare. După spălare, furtunul se retrage din cămin, pentru a nu exista o legătură permanentă între rețeaua de canalizare și rețeaua de alimentare cu apă potabilă;
   b. aceeași operațiune se poate face prin acumularea de apă uzată la închiderea obturatorului aval, însă durează un timp mai îndelungat și se poate ca remuul provocat în amonte să ducă la inundarea unor racorduri și subsoluri;
   c. cel mai eficient mod de spălare implica folosirea unor utilaje speciale de tip auto curățitor, care realizează punerea sub presiune a apei dintr-o cisternă și evacuarea acesteia prin intermediul unui furtun prevăzut cu o piesă specială de spălare și curățare sub presiune a colectoarelor.

(16) În cazul în care spălarea/desfundarea se face pe un tronson important, este rațional ca după terminarea operațiunii să se facă o inspecție CCTV. Rezultatul vizualizării va fi arhivat, va fi comparat cu rezultatele anterioare și va constitui un moment de referință pentru decizii în viitoarea soluție de reabilitare. La un asemenea tronson, de regulă și coroziunea tubului, din cauza hidrogenului sulfurat, este avansată.

(17) Tot ca mijloace de curățire se folosește bila de gheață care se introduce în canal şi este împinsă de apă. În caz că se blochează şi nu poate disloca depunerile, se topește. În mod asemănător se folosește un balon de cauciuc care se poate dezumfla prin înțepare, dacă se blochează.

(18) Când se produce o înfundare, aceasta acționează ca un dop care poate împiedica parțial sau total curgerea, provocând ridicarea nivelului apei din canal în amonte, uneori chiar până la nivelul terenului, fapt ce poate produce inundarea racordurilor şi instalațiilor de canalizare situate la cote mai joase. Din cauza acestor inconveniente este necesar ca desfundarea canalelor să se facă cât mai operativ. Pentru remediere se recomandă utilizarea de autocurățitoare, prevăzute cu echipamente specializate, de mare presiune.

(19) În cazul extrem în care nu se poate realiza desfundarea, se determină cât mai exact, cu ajutorul bastoanelor articulate, poziția porțiunii înfundate şi se execută o săpătură deschisă, pentru desfundare, fiind necesară deci spargerea şi înlocuirea tuburilor respective.

(20) Curățirea lucrărilor anexe este necesar a se efectua periodic pentru a se asigura buna lor funcționare. Astfel:
   a. gurile de scurgere (cu depozit) se controlează de până la două ori pe lună şi se curață, dacă se constată acumularea de sedimenteŞ
   b. tronsoanele din aval de gurile de zăpadă se curăță după topirea zăpezilor, cu ocazia controlului.

(21) O problemă deosebită o poate constitui aducerea cotei capacului de cămin la cota căii de circulație. Efectul denivelării este dublu: perturbări ale traficului, mergând până la accidente în trafic şi deteriorarea construcției căminului şi colectoarelor/conductelor legate la cămin, din cauza sarcinilor dinamice suplimentare şi a vibrațiilor. Când denivelarea depăşește 1,0 cm, se iau măsuri pentru refacere. În cazul căminelor amplasate în zone carosabile cu structuri realizate cu mixturi asfaltice la cald, se recomandă înlocuirea capacelor denivelate cu ansambluri capac ramă cu auto-nivelare, capabile să preia încărcările din trafic şi din variațiile de temperatură fără transfer direct asupra structurii căminului, asigurându-se în acelaşi timp:
   a. etanşeitatea şi integritatea ansamblului cămin-capac;
   b. evitarea degradării carosabilului adiacent;
   c. reducerea costurilor aferente lucrărilor de aducere la cotă.

(22) Dacă în apropierea canalizării sunt arbori bătrâni, este posibil ca rădăcinile acestora să fi intrat în colector, prin crăpături sau rosturile de îmbinare incorect executate sau deteriorate în timp. În acest caz, se introduce o freză specială pentru tăierea rădăcinilor, în scopul deblocării rapide a colectorului. După aceea, în urma poziționării locului de intrare a rădăcinilor, se descoperă colectorul, se taie rădăcinile şi se refac îmbinările şi tuburile defecte, din exterior.

(23) O atenție specială se acordă subtraversărilor cu sifoane de canalizare. Se marchează nivelul apei în căminul amonte, în perioada când funcționarea este normală, la debitul maxim şi se verifică acest nivel periodic, săptămânal. Dacă nivelul a crescut, trebuie verificată cauza. Dacă, în secțiunea după sifon, nivelul este normal, înseamnă ca tronsonul sifon este colmatat. La o rețea în procedeu unitar, se verifică sifonul după fiecare ploaie importantă.

(24) În cazul exploatării bazinelor de retenție, principalele probleme sunt:
   a. se produce o sedimentare a suspensiilor; depunerile se îndepărtează rapid (imediat după trecerea ploii şi golirea bazinului), pentru a nu intra în fermentare şi produce o zonă insalubră; sistemul de curățire trebuie ținut în stare permanentă de funcționare (protecția contra vandalismului este necesară);
   b. controlul răspândirii mirosului sau a diverşilor vectori (muşte, țânțari etc.) care împrăştie bacterii şi virusuri ce pot produce îmbolnăvirea populației din zonă; aceasta se face printr-o bună spălare şi împrăştierea de dezinfectanți;

c. dacă în exploatare se constată că scurgerea apei este dificilă, mai ales la spălare, se iau măsuri de reprofilare a fundului bazinului.

(25) În cazul exploatării gurilor de vărsare, întrucât apa râului are debite variabile, la debite mari malurile pot fi erodate. Gura de vărsare trebuie controlată după fiecare viitură, verificând-se:
a. stabilitatea malurilor râului pe circa 100 m în aval şi 500 m în amonte;
b. stabilitatea construcției gurii de vărsare;
c. tendința râului, la ape mici, de îndepărtare faţă de gura de vărsare;
d. tendința râului de blocare a gurii de vărsare;
e. tendința de modificare a malului opus, sub impactul curentului produs de apa evacuată din canalizare;
f. tendința râului de spălare a albiei lângă gura de vărsare; dacă apar fenomene de spălare, trebuie făcută rapid o consolidare adecvată.

(26) Toate observațiile făcute, la intervale cu atât mai mici cu cât fenomenele observate sunt mai active, servesc pentru fundamentarea deciziei de intervenție pentru reparație. Lucrările se execută de către constructori specializați.

3.7.6.1 Repararea rețelelor de canalizare

(1) Degradarea sau avarierea rețelei de canalizare poate avea cauze multiple, de la o exploatare sau întreținere defectuoasă până la calamități naturale cum ar fi cutremure, ploi torențiale, inundații, surpări de terenuri etc. Ca urmare a unei exploatări necorespunzătoare, se pot menționa, de exemplu: degradările produse asupra tuburilor de canalizare de către agresivitatea apelor evacuate de unele industrii care nu respectă condițiile de calitate, necontrolarea la timp a etanşeității canalelor, necurățirea corespunzătoare etc.

(2) Reparațiile curente constau din schimbarea grătarelor la gurile de scurgere şi a capacelor defecte la căminele de vizitare, fixarea treptelor dislocate, repararea pieselor uzate ale utilajelor, repararea tencuielilor, zidăriilor şi a altor elemente de construcție.

(3) Reparațiile capitale constau în general din lucrări de refacere sau consolidare a unor porțiuni sau tronsoane de canal care, fie că au fost deteriorate datorită acțiunii agresive a apelor uzate, a tasărilor de teren datorită exfiltrațiilor, fie este necesară consolidarea lor ca urmare a schimbării condițiilor de trafic, de sistematizare etc. Uneori este necesară repararea unor tronsoane distruse sau prezentând fisuri care pot evolua în timp și pot duce la prăbușiri în caz că nu se intervine.

(4) Repararea avariilor trebuie făcută în cel mai scurt timp posibil (necesitând lucru continuu în trei schimburi) deoarece prin obturarea secțiunii de curgere, ca și în cazul înfundărilor, tronsoanele din amonte intră sub presiune şi pot provoca inundarea subsolurilor, a rețelelor şi galeriilor subterane învecinate.

(5) De asemenea, în cazul unor exfiltraţii mari în terenul înconjurător, se poate produce contaminarea pânzei freatice sau poate fi periclitată stabilitatea clădirilor învecinate.

(6) Repararea avariilor se face, de regulă, cu materiale având aceleași caracteristici tehnice și dimensiuni cu cele din care este executată canalizarea.

(7) În nici un caz nu este admisă diminuarea capacitații de transport a canalizării pe porţiunea respectivă prin montarea unor tuburi cu:
a. secțiunea interioară mai mică;
b. rugozitate semnificativ mai ridicată;
c. fără asigurarea continuității pantei între tronsoanele menținute în amonte și aval.

(8) Devierea apelor uzate pe perioada intervențiilor este una din problemele cele mai dificile ce trebuie rezolvată la executarea reparației rețelelor de canalizare în cazul avariilor sau a unor degradări importante, deoarece în majoritatea situațiilor întâlnite în practică nu se poate opri funcționarea tronsoanelor din amonte.

(9) Uneori nu este posibil - la canalele prevăzute cu deversor - să se devieze parțial debitele ce vin din amonte. De asemenea, la rețelele de canalizare în procedeu unitar este posibil ca pe unele tronsoane să se astupe temporar gurile de scurgere, pentru a împiedica pătrunderea apelor meteorice în canal.

(10) Pentru fiecare intervenție se analizează toate posibilitățile pentru a reduce la minim debitul de apă ce urmează a fi deviat, activitatea de organizare a intervenției putând fi facilitată de analiza preliminară a simulărilor executate de personalul de specialitate al Operatorului, utilizând modelul hidraulic al rețelei.

(11) Dacă porţiunea pe care se face devierea cuprinde racorduri, trebuie avută în vedere colectarea temporară a apelor uzate respective pe perioada în care se face intervenția.

(12) La canalele nevizitabile (circulare sau ovoid) devierea apelor se face de obicei între două cămine prin izolarea totală a tronsonului unde urmează a se face reparația.

(13) Unul dintre cele mai eficiente sisteme constă în folosirea unui obturator expandabil (elastic) din cauciuc:
   a. asigură atât etanșarea secțiunii în care acesta se montează, cât și aspirația printr-un furtun legat la o pompă. Pompa asigură refularea debitului de apă uzată din tronsonul unde se intervine, într-un colector apropiat sau în tronsonul din aval, prin căminele aferente;
   b. după efectuarea reparației, spre exemplu pentru înlocuirea unor tuburi distruse - operație ce se execută prin săpătură deschisă numai în porţiunea aferentă - obturatorul este desumflat și scos prin plutire, iar apoi este ridicat prin tragere la nivelul străzii.

(14) În cazul că este necesară reparația prin înlocuirea sau repararea etanșării (îmbinărilor) unui număr mai mare de tuburi, se face săpătură deschisă de obicei între două cămine adiacente, iar devierea se face printr-un canal temporar, paralel cu canalul existent, care va conduce apa uzată dintr-un cămin în celălalt. În unele situații, devierea se face pe porțiuni mai scurte prin montarea în șanț a unor tuburi cu ramificație. Este necesară asigurarea măsurilor adecvate pentru preluarea apei uzate de la toate racordurilor de canalizare existente pe porţiunea respectivă.

3.7.6.2 Eploatarea stațiilor de pompare ape uzate

(1) Se realizează pe baza regulamentului de exploatare şi întreţinere, specific fiecărei stații de pompare ape uzate, funcție de prescripțiile furnizorilor de pompe, motoare, utilaje și echipamente montate în stațiile de pompare.

(2) Se desfășoară în baza procedurilor de exploatare întocmite pentru operarea utilajelor și instalațiilor existente în stațiile de pompare ape uzate și a normelor de siguranța și securitatea muncii.

(3) Exploatarea stațiilor de pompare cuprinde programarea planificată pentru lucrări de întreținere curentă, revizii tehnice, reparații curente și capitale a utilajelor de pompare.

(4) Exploatarea și întreținerea grătarelor stațiilor de pompare ape uzate asigură evacuarea solidelor reținute, îndepărtarea din stație a acestora, curățirea recipientelor și salubrizarea recipientelor de depozitare intermediară a depunerilor solidelor provenite de la grătare, menținerea unui mediu salubru în amplasamentul stațiilor de pompare ape uzate.

(5) Programul de funcționare a pompelor din stațiile de pompare se corelează, astfel încât numărul orelor de funcționare pentru fiecare pompă să fie aproximativ același.

(6) Înainte de pornirea pompei, se verifică dacă senzorul de control al nivelului apei în bazin este funcțional, integritatea instalației hidraulice de refulare, integritatea instalației electrice, legătura de împământare, sistemul de etanșare.

(7) Pe parcursul funcționării, în exploatarea pompelor se urmăresc și se înregistrează, fie automat pentru stațiile de pompare automatizate, fie manual pentru stațiile de pompare neautomatizate, următoarele:
   a. presiunile pe refularea pompelor;
   b. debitul pompat;
   c. consumul de energie electrică;
   d. perioada de funcționare pentru fiecare pompă;
   e. nivelul vibrațiilor;
   f. nivelul de zgomot care este dat de funcționarea liniștită a pompelor, care trebuie să se realizeze fără zgomote anormale;
   g. curentul absorbit de motoarele pompelor.

(8) În cadrul activităților de inspecții și revizii preventive se urmăresc:
   a. etanșeitatea instalației de refulare la îmbinările cu flanșe;
   b. nivelul depunerilor pe radierul bazinului stației de pompare ape uzate. Dacă se constată că acesta influențează funcționarea pompelor, se va proceda la curățirea acestuia;
   c. indicațiile aparatelor de măsură și control a parametrilor hidraulici și electrici ai stației de pompare ape uzate;
   d. funcționalitatea instalației de ventilație;
   e. starea funcțională a armăturilor montate pe instalația hidraulică de refulare;
   f. starea fizică a elementelor constructive din stația de pompare (capac de acces, scara de acces, podest, sistem de ghidaj grătar, sistem de ghidaj pompe etc).

(9) Lucrările de intervenție la construcția stației de pompare trebuie să asigure un aspect adecvat al clădirii, o protecție bună pentru instalațiile hidraulice și electrice și acces ușor pentru personal și pentru utilaje. Cu cât lucrările sunt făcute mai curând după identificarea degradărilor, cu atât ele sunt mai rapide și mai puțin costisitoare. Intervenția la construcție se face după metodele utilizate la construcțiile civile. Aceeași atenție va fi dată și spațiului ce asigura protecția sanitară.

(10) Accesul la staţie se asigură permanent.

(11) Se acordă atenţie deosebită comportării staţiei de pompare pe durata ploilor, cu asigurarea funcţionarii preaplinului, unde există, şi efectele punerii sub presiune a reţelei, în amonte.

(12) La instalaţia electrică se respectă cerinţele normativelor în vigoare. Important este ca siguranţa funcţionării să fie mare. La toate staţiile de pompare importante (cu consecinţe importante în caz de nefuncţionare) se asigură dublă alimentare cu energie, generatoarele de urgență fiind verificate și intreținute conform reglementărilor aplicabile și instrucțiunilor producătorului.

(13) Sistemele de protecţie a pompelor vor fi monitorizate de sistemul de automatizare, cu verificări lunare şi efectuarea reparațiilor necesare de personal specializat.

(14) Grătarele se curăță cel puţin de 3 ori/zi. Materialele colectate se pun în saci etanşi şi se evacuează astfel ca să nu producă neplăceri utilizatorilor din vecinătate.

(15) Ori de cate ori este pusă în funcţiune o pompă ce a avut rol de pompă de rezervă, se verifică starea acesteia, legăturile şi punerea la pământ. Atunci când pompa de rezervă este de tip „rezervă rece", înainte de montare se face verificarea de personal de specialitate, sau de furnizorii pompei.

(16) Anual se organizează un program de verificare a tuturor pompelor. Pentru pompele la care apar probleme, se asigură verificarea în atelierele firmei furnizoare sau ale unei firme autorizate. După o asemenea verificare, se reface diagrama Q = f (H), pentru fiecare pompă.

(17) Principalii parametri de funcţionare a staţiei de pompare se înregistrează sistematic. Datele preluate şi prelucrate pot asigura valorile indicatorilor de performanţă, estimări asupra debitului de ape uzate, eficienţei funcţionării staţiei etc.

4 Stații de epurare

4.1 Definiții. Tipuri de procedee de epurare

4.1.1 Epurarea mecanică

(1) Asigură reținerea din apele uzate a:
   a. substanțelor grosiere, în suspensie sau plutitoare (grătare rare și dese);
   b. grăsimi în stare liberă, substanțe petroliere (separatoare grăsimi);
   c. particulelor minerale discrete: nisipuri d > 0,2 mm (deznisipatoare);
   d. particule minerale și organice în suspensie (decantoare primare).

(2) Epurarea mecanică (primară) este obligatorie în toate schemele stațiilor de epurare independent de mărimea debitului și configurația tehnologică a proceselor și treptelor de epurare considerate.

4.1.2 Epurarea biologică convențională (secundară)

(1) Asigură reținerea din apele uzate a materiilor în suspensie, substanțelor organice coloidale și dizolvate (biodegradabile) având ca principal constituent carbonul.

(2) Este puțin eficientă în reținerea: azotului, fosforului, metalelor grele, detergenților, germenilor și paraziților și a substanțelor ”refractare”.

4.1.3 Epurarea avansată

(1) Asigură reținerea din apele uzate a substanțelor: azot, fosfor, detergenți, anumite metale grele și unele substanțe refractare.

(2) Epurarea avansată poate fi realizată prin procese încorporate în epurarea biologică destinate reținerii compușilor carbonului și/sau poate fi realizată în procese independente după treapta de epurare biologică convențională.

4.1.4 Epurarea terțiară

(1) Implică obiecte tehnologice independente de cele din treapta de epurarea biologică convențională și/sau avansată.

(2) Are rolul de a reduce și mai sever concentrația de poluanți din apele uzate, atunci când condițiile de evacuare în emisar sunt restrictive.

4.2 Studii privind calitatea apelor uzate

4.2.1 Calitatea apelor uzate influente în stația de epurare

(1) Calitatea apei uzate la intrarea în stația de epurare se evaluează pe baza indicatorilor reglementați de norma tehnică NTPA 002.

(2) Indicatorii dominanți pentru evaluarea calității apei uzate care sunt necesari pentru proiectarea stației de epurare sunt:
   a. pH-ul apei;
   b. concentrația de suspensii;
   c. consumul chimic de oxigen, CCO-Cr, determinat prin metoda cu bicromat de potasiu;

d. consumul biochimic de oxigen la 5 zile, CBO_5;
e. concentrația de azot total;
f. concentratia de azot Kjeldahll;
g. concentrația de azot amoniacal;
h. concentrația de fosfor total;
i. substanțe extractibile în solvenți organici;
j. alcalinitatea;
k. concentrația elementelor care pot avea efect inhibitor asupra procesului biologic: metale grele, micropoluanți organici.

(3) Evaluarea calității apei uzate influentă în stația de epurare se face printr-un studiu de calitate apă uzată care cuprinde:
a. analiză completă care să includă toți indicatorii din norma tehnică NTPA 002 o dată pe lună, timp de cel puțin 1 an;
b. analize parțiale care să conțină indicatorii dominanți specificați anterior – 2 probe pe saptămână, pentru o perioadă de cel puțin 1 an.

(4) Analizele de calitate a apei se efectuează pe probe medii zilnice obținute compozit din probe momentane proporționale cu debitul sau obținute din probe momentane proporționale cu timpul (un volum/ora).

(5) Normele tehnice, hotărârile şi standardele naţionale care reglementează condiţiile de descărcare în mediu natural al apelor uzate sunt prezentate în următorul tabel.

Tabelul 4.1. Norme tehnice, hotărâri şi standarde naţionale care reglementează condiţiile de descărcare în mediul natural a apelor uzate.

NTPA 002-2002	Normativ privind condițiile de evacuare a apelor uzate în rețelele de canalizare ale localităților şi direct în stațiile de epurare.
NTPA 001-2002	privind stabilirea limitelor de încărcare cu poluanti a apelor uzate industriale şi urbane la evacuarea în receptorii naturali.
NTPA 011-2002	Norma tehnica privind colectarea, epurarea si evacuarea apelor uzate orasenesti

4.2.2 Indicatori de calitate pentru efluentul stației de epurare

(1) Valorile maxim admisibile ale indicatorilor de calitate a efluentului epurat pentru CBO_5, CCO-Cr, MTS, N_T şi P_T sunt reglementaţi în ţara noastră prin normale tehnice pentru protecţia apelor NTPA 001 și NTPA 011.

(2) La nivelul Uniunii Europene, valorile respective sunt prezentate în Directiva Consiliului Uniunii Europene nr. 91/271/EEC din 21 mai 1991 privind epurarea apelor uzate orășenești.

(3) Zonele sensibile sunt reprezentate de apele (receptorii naturali) care intră în una din următoarele categorii:
a. lacuri, alte ape de 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 azotați ridicate.

Tabelul 4.2. 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 %**
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 N_T = TKN + $N\text{-}NO_2$ +$N\text{-}NO_3$	NTPA 011 NTPA 001	10[d],(15)[e]	70–80	10[d] (15)[e]	70–80
Azot amoniacal NH_4^+	NTPA 001	2[d] (3)[e]	ns	ns	ns
Azotaţi NO_3^-	NTPA 001	25[d] (37)[e]	ns	ns	ns
Azotiţi NO_2^-	NTPA 001	1[d](2)[e]	ns	ns	ns
Fosfor total (PT)	NTPA 011 NTPA 001	1[d] (2)[e]	70–80	1[d] (2)[e]	80

NOTĂ:

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 norma tehnică 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 l.e. şi în condiţiile indicate la punctul a), de mai sus;
d) Pentru localităţi – peste 100.000 l.e.;
e) Pentru localităţi cu 10.000 –100.000 l.e.;
f) ns = nespecificat .

(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 și normelor tehnice indicate nu exclude obligația obținerii avizelor și autorizațiilor legale din domeniul apelor și protecției mediului.

4.3 Debitele și încărcările cu poluanți pentru stația de epurare

4.3.1 Concentrații și încărcări

(1) În cazul staţiilor de epurare noi sau acolo unde studiul de calitate apă uzată nu este relevant încărcările în poluanți se calculează pe baza încărcărilor specifice pornind de la ipoteza 1locuitor = 1l.e.

(2) Calculul concentrațiilor de poluanți [g/m^3] se face prin raportarea încărcărilor [kg/zi] la debitul mediu zilnic $Q_{uz\ zi\ med}$ [m^3/zi].

(3) În cazul retehnologizării și/sau extinderii staţiilor de epurare existente concentrațiile de poluanți se obțin prin analize de calitate a apei, pe baza studiului de calitate menționat în capitolul anterior.

(4) Calculul încărcărilor în poluanți se face prin înmulțirea concentrației poluantului [g/m^3] cu debitul mediu zilnic $Q_{uz\ zi\ med}$ [m^3/zi].

4.3.2 Locuitor echivalent

4.3.2.1 Stații de epurare noi

(1) În cazul stațiilor de epurare noi, pentru sisteme de apă uzată noi, se adoptă următoarele ipoteze:
   a. 1 locuitor fizic = 1 l.e.
   b. încărcările estimate pentru 1 l.e.:

CBO_5 = 60 g/l.e., zi	CCO-Cr = 120 g/ l.e., zi
MTS = 70 g/ l.e., zi	TKN = 11 g / l.e., zi
Pt = 1,8 g / l.e., zi.	

(2) Pentru sistemele care preiau ape uzate de la agenții economici, cu respectarea prevederilor normei tehnice NTPA 002 se efectuează:
   a. analize de calitate a apei deversată de către agenții economici în rețeaua de canalizare;
   b. măsurători ale debitelor apelor uzate descărcate de agenții economici.

(3) Analizele de calitate a apei deversate de agenții economici iau în considerare pe lângă indicatorii specificați în norma tehnică NTPA 002 și alți indicatori în acord cu procesul de producție, care pot conduce la dificultăți în procesul de epurare biologică: micropoluanți organici, metale grele.

(4) Cantitățile de poluanți rezultate din produsul concentrații [g/m^3] și debite [m^3/zi] se adaugă încărcărilor provenite de la populație.

4.3.2.2 Retehnologizare, extindere stații de epurare existente

(1) Pentru a calcula valoarea încărcării echivalente (l.e.) pe care o generează în mod efectiv consumatorii conectați în prezent la rețelele de canalizare care descarcă în stațiile de epurare existente se consideră următoarele:
   a. conform articolului 4.4 din Directiva 91/271/CEE, „Încărcarea exprimată în l.e. se calculează pe baza încărcării medii maxime săptămânale care intră în stația de epurare în cursul anului, cu excepția situațiilor neobișnuite, cum ar fi cele produse de precipitații intense". Dacă nu se întrunește numărul de probe menționat anterior poate fi suficient un eșantion de minim 40 probe care acoperă uniform toate zilele săptămânii pe durata intervalului de timp al măsurătorilor. Acolo unde carcateristicile de încărcare în CBO_5 a influentului variază sezonier, sau periodic cu mai mult de 20% sunt necesare câte 40 de probe pe sezon/perioadă (80 probe pe an). Pe acest tip de eșantion se stabilește mărimea încărcării CBO_5 (kg/zi) pentru percentila de 95%;
   b. pentru calcularea mediei săptămânale a încărcării în CBO_5 [kg/zi] se utilizează studiul de calitate apă uzată realizat conform capitolului 4.2.

(2) Încărcarea în CBO_5 [kg/zi] obținută se raportează la 60g/l.e.,zi pentru a obține numărul de locuitori echivalenți conectați în prezent.

(3) Valoarea l.e. obținută anterior se verifică prin deducerea încărcării echivalente datorate consumului non-casnic și comparare cu numărul de locuitori rezidenți conectați în prezent. Abaterea mărimii încărcării specifice pe locuitor fizic astfel obținută trebuie să fie mai mică de 15% în raport cu valoarea de 60 g/loc, zi.

(4) Pentru localitățile cu turiști încărcarea echivalentă pornește de la principiul: 1 turist egal cu 1 l.e.

4.3.3 Debite de calcul

(1) Debitele apelor uzate menajere se calculează în conformitate cu subcapitolul 3.3 și Capitolul 3 din normativul NP 133 - Vol. I - Sisteme de alimentare cu apă.

(2) Debitele de calcul și de verificare ale obiectelor tehnologice din stația de epurare sunt prezentate în tabelul următor.

Tabelul 4.3. 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)	
1	Deversorul din amontele staţiei de epurare	–	–	$Q_{T-n} \cdot Q_{uz\ or\ max}$	–	Mecanică
2	Canalul de legătură dintre deversor şi bazinul de retenţie şi de la acesta la emisar, sau dintre deversor şi emisar	$Q_{uz\ or\ max}$	–	$Q_{T-n} \cdot Q_{uz\ or\ max}$	–	
3	Canalul de acces la camera grătarelor	$Q_{uz\ or\ max}$	$Q_{uz\ or\ min}$	$n \cdot Q_{uz\ or\ max}$	$Q_{uz\ or\ min}$	
4	Grătare	$Q_{uz\ or\ max}$	$Q_{uz\ or\ min}$	$n \cdot Q_{uz\ or\ max}$	$Q_{uz\ or\ min}$	
5	Deznisipator – separator de grăsimi	$Q_{uz\ or\ max}$	$Q_{uz\ or\ min}$	$n \cdot Q_{uz\ or\ max}$	$Q_{uz\ or\ min}$	
6	Decantoare primare	$Q_{uz\ zi\ max}$	$Q_{uz\ or\ max}$	$Q_{uz\ zi\ max}$	$n \cdot Q_{uz\ or\ max}$	
7	Bazinul de retenţie al apelor meteorice	–	–	$Q_T - n \cdot Q_{uz\ or\ max}$	Q_T	

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)	
8	Deversor ape epurate mecanic	$Q_{uz\ or\ max} - Q_{uz\ zi\ max}$	–	$n \cdot Q_{ur\ or\ max} - Q_{uz\ zi\ max}$	$n \cdot Q_{uz\ or\ max}$	Biologică
9	Câmpuri de irigare şi de infiltrare, filtre de nisip şi iazuri (lagune) de stabilizare	$Q_{uz\ zi\ max}$	$Q_{uz\ or\ max}$	$Q_{uz\ zi\ max}$	$Q_{uz\ or\ max}$	
10	Deversorul din amontele treptei de epurare biologică şi canalul dintre acest deversor şi emisar	–	–	–	$n \cdot Q_{uz\ or\ max}$	
11	Filtre biologice percolatoare (clasice)	$Q_{uz\ zi\ max}$	$Q_{uz\ or\ max} + Q_{AR,max}$	$Q_{uz\ zi\ max}$	$Q_{uz\ or\ max} + Q_{AR,max}$	
12	Filtre biologice cu discuri sau alţi contactori biologici rotativi.	$Q_{uz\ zi\ max}$	$Q_{uz\ or\ max}$	$Q_{uz\ zi\ max}$	$Q_{uz\ or\ max}$	
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.	$Q_{uz\ or\ max} + Q_{AR,max}$	$Q_{uz\ or\ min} + Q_{AR,min}$	$Q_{uz\ or\ max} + Q_{AR,max}$	$Q_{uz\ or\ min} + Q_{AR,min}$	
15	Bazine cu nămol activat	$Q_{uz\ zi\ max}$	$Q_{uz\ or\ max} + Q_{nr,max}$	$Q_{uz\ zi\ max}$	$Q_{uz\ or\ max} + Q_{nr,max}$	
16	Canalele (sau conductele) dintre bazinele cu nămol activat şi decantoarele secundare, inclusiv camera de distribuţie a apei aerate la decantoarele secundare.	$Q_{uz\ or\ max} + Q_{nr,max}$	$Q_{uz\ or\ min} + Q_{nr,min}$	$Q_{uz\ or\ max} + Q_{nr,max}$	$Q_{uz\ or\ min} + Q_{nr,min}$	
17	Decantoarele secundare după filtrele biologice	$Q_{uz\ zi\ max}$	$Q_{uz\ or\ max} + Q_{AR,max}$	$Q_{uz\ zi\ max}$	$Q_{uz\ or\ max} + Q_{AR,max}$	
18	Decantoarele secundare după bazinele cu nămol activat.	$Q_{uz\ zi\ max}$	$Q_{uz,max,zi} + Q_{nr,max}$	$Q_{uz\ zi\ max}$	$Q_{uz\ or\ max} + Q_{nr,max}$	
19	Canalele (sau conductele) de legătură dintre decantoarele secundare şi emisar.	$Q_{uz\ or\ max}$	$Q_{uz\ or\ min}$	$Q_{uz\ or\ max}$	$Q_{uz\ or\ min}$	
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.	$Q_{nb,max}$	$Q_{nb,min}$	$Q_{nb,max}$	$Q_{nb,min}$	

nde:

$Q_{uz\ zi\ max}$ – debit zilnic maxim de apă uzată, (m^3/zi);

$Q_{uz\ or\ max}$– debit orar maxim de apă uzată, (m^3/h);

$Q_{uz\ or\ min}$– debit orar minim de apă uzată, (m^3/h);

$Q_{AR,max}$/ $Q_{AR,min}$ – debit de apă epurată pentru recirculare (se determină la dimensionarea filtrelor biologice clasice), (m^3/zi);

$Q_{nr,max}$ / $Q_{nr,min}$ – debit de nămol recirculat, (m^3/zi);

Q_{ne}/ $Q_{ne,min}$ – debit de nămol în exces, (m^3/zi);

$Q_{nb,max}$/$Q_{nb,min}$ – debit de nămol biologic, (m^3/zi);

Q_T – debitul total al amestecului de apă uzată cu apă meteorică, care intră în deversorul din amontele staţiei de epurare, (m^3/zi);

– coeficientul de majorare a debitului orar maxim al apei uzate necesar determinării debitului maxim admis pe timp de ploaie în staţia de epurare (conform SR 1846-1), considerat n =

.

4.4 Alegerea schemei stației de epurare

4.4.1 Gradul de epurare necesar

(1) Gradul de epurare necesar reprezintă eficiența, ce trebuie realizată obligatoriu de către stația de epurare pentru reținerea unui anumit poluant. Se calculează cu o relație de forma:

$$d = \frac{K_i - K_e}{K_i} \cdot 100\ (\%) \qquad (4.1)$$

în care:

d - gradul de epurare necesar, (%);
K_i – cantitatea (sau concentrația) de substanță poluantă influentă în SE, (kg S.U./an);
K_e – cantitatea (sau concentrația) de substanță poluantă efluentă din SE, (kg S.U./an);
K_i se stabilește pe baza volumului mediu anual de ape uzate (m^3/an) și concentrația medie a unui anumit poluant (g/m^3) stabilită pe baza studiilor hidrochimice.

(2) Calculul gradului de epurare se efectuează și pentru situațiile:
a. încărcări maxime cu poluanți ale apelor uzate influente în stația de epurare;
b. debite de apă uzată maxime: $Q_{uz\ zi\ max}$, $Q_{uz\ or\ max}$.

(3) Proiectantul adoptă soluțiile pentru procesele din ansamblul stației de epurare pentru respectarea gradului de epurare în toate situațiile de debite și încărcări maxime.

(4) Eficiențele (gradele de epurare) trebuie să se încadreze în normele impuse de legislația în vigoare privind protecția mediului în toate situațiile de debite și încărcări maxime.

(5) Pentru epurarea apelor uzate urbane, gradul de epurare necesar se determină pentru indicatorii: MTS, CBO_5, CCO-Cr, oxigen dizolvat, N, P_T. Cunoscându-se concentrațiile substanțelor poluante la intrarea și la ieșirea din stația de epurare, gradul de epurare necesar se determină cu relația (4.1). În funcție de valorile gradului de epurare necesar calculat pentru parametrii menționați se aleg procesele din schema tehnologică de epurare.

(6) Se consideră că pentru valorile gradului de epurare necesar indicate mai jos, este suficientă treapta de epurare mecanică:

- d = 40 ... 60 % – pentru MTS;
- d = 20 ... 40 % – pentru CBO_5;
- d = 20 ... 40% – pentru CCO-Cr; (4.2)
- d = 5 ... 10 % – pentru NT;
- d = 5 ... 10 % – pentru PT.

(7) Pentru valori mai mari ale gradului de epurare necesar pentru unul sau mai mulți poluanți față de valorile din relațiile (4.2) se impune completarea schemei de epurare cu treapta biologică cu/fără eliminarea pe cale biologică și/sau chimică a poluanților.

(8) Gradul de epurare care trebuie realizat de orice stație de epurare ia în considerare valorile maxime ale concentrațiilor în poluanți (CMA) conform normei tehnice NTPA 002 și valorile impuse efluentului conform normei tehnice NTPA 001. Acestea sunt prezentate în Tabelul 4.4

Tabelul 4.4. Valorile maxime ale concentrațiilor în poluanți (CMA) impuse prin norma tehnică NTPA.

Nr. crt.	Indicator	U.M.	Valori CMA conform normei tehnice NTPA 002	Valori CMA conform normei tehnice NTPA 001
1	MTS	mg/l	350	60
				35
2	CBO_5	mg O_2/l	300	20
				25
3	CCO – Cr	mg O_2/l	500	125

Nr. crt.	Indicator	U.M.	Valori CMA conform normei tehnice NTPA 002	Valori CMA conform normei tehnice NTPA 001
				70
4	$N - NH_4^+$	mg/l	30	2
				3
6	P_T	mg/l	5	1
				2

(9) La stabilirea gradului de epurare:
   a. se respectă cu prioritate valorile concentrațiile maxim admsibile la descărcarea în emisari (norma tehnică NTPA 001);
   b. se ține seama de capacitatea de autoepurare a emisarilor, de prevederile Legii Apelor nr. 107/1996, cu modificările și completările ulterioare, normele tehnice NTPA 001, NTPA 011,
   c. valorile pot fi modificate prin avizele și autorizațiile de gospodărire a apelor de către emitentul acestora pe baza încărcării cu poluanți existentă în sursa de apă în amonte de punctul de evacuare a apelor uzate și ținându-se seama de utilizatorii de apă din aval și de capacitatea de autoepurare a sursei de apă.

4.5 Scheme tehnologice pentru stații de epurare

4.5.1 Alegerea schemei stației de epurare

(1) Schema tehnologică generală a unei stații de epurare reprezintă ansamblul obiectelor tehnologice prevăzute pentru îndepărtarea substanțelor poluante din apele uzate – prin procese fizice, chimice, biologice, biochimice și microbiologice în vederea realizării gradului de epurare necesar, și se compune din:
   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 terțiară.
   b. linia (fluxul) de prelucrare a nămolului.

(2) Configurația schemei tehnologice a stației de epurare se stabilește pe baza valorilor gradelor de epurare necesare calculate pentru tipurile de poluanți care se găsesc în apele uzate influente.

(3) Schema tehnologică a stației de epurare se întocmește având în vedere următoarele:
   a. prevederea pe linia apei a unor obiecte tehnologice care să asigure realizarea unor grade de epurare necesare cel puțin egale cu valorile impuse;
   b. pentru un anumit obiect tehnologic se propune tehnologia cea mai performantă tehnic și economic care se poate adapta cel mai ușor condițiilor locale de spațiu, relief, posibilități de fundare, de execuție; pentru SE care deservesc localități cu $N \geq 10.000$ l.e. se analizează tehnic și economic minim 2 opțiuni pentru fiecare proces;
   c. asigurarea posibilităților de extindere a stației de epurare atât pe linia apei cât și pe linia nămolului;
   d. utilajele și echipamentele aferente obiectelor tehnologice trebuie să fie performante tehnic și energetic, fiabile, avantajoase din punct de vedere al investiției și cheltuielilor de exploatare;
   e. asigurarea flexibilităţii în funcţionare, prin prevederea numărului de linii tehnologice necesare în fluxul apei, respectiv în fluxul de prelucrare a nămolului, care să permită pe de o parte epurarea corespunzătoare la variaţii/scăderi importante ale debitului, sau în situaţii de oprire a anumitor obiecte tehnologice pentru lucrări de întreţinere sau reparaţii, dar și tratarea corespunzătoare a nămolului. Numărul de linii tehnologice în cele două fluxuri se va adopta de proiectant de la caz la caz în funcţie de mărimea staţiei, numărul minim de linii fiind n = 2.

(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 asigură prelucrarea nămolurilor primare şi biologice, până la un produs igienic, valorificabil şi uşor de integrat în mediul natural.

(7) Schema SE asigură în operare efecte minime asupra mediului înconjurător referitor la emisii de gaze, pulberi, zgomot, poluare sol şi subsol.

(8) Amplasamentul SE se prevede cu zonă de protecţie sanitară.

4.6 Proiectarea obiectelor tehnologice din treapta de epurare mecanică

4.6.1 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:

$$Q_T = Q_{uz\ or\ max} + Q_m \quad (l/s) \qquad (4.3)$$

în care:

Q_T – debitul total pe timp de ploaie al apei de canalizare care intră în camera deversorului (efluentul localităţii), (l/s);

$Q_{uz\ or\ max}$ – debit orar maxim de apă uzată, pe timp uscat, (m^3/h);

Q_m – debit de apă meteorică, calculat conform Normativului pentru proiectarea reţelelor de canalizare şi conform prevederilor SR 1846–2, 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:

$$Q_{SE} = n \cdot Q_{uz\ or\ max} \quad (l/s) \qquad (4.4)$$

în care:

n = 2 - coeficientul de majorare a debitului admis în staţia de epurare pe timp de ploaie; conform SR 1846 – 1, 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 apă din aval.

4.6.1.1 Debitul de calcul a deversorului

(1) Debitul la care se dimensionează deversorul este dat de relaţia:

$$Q_d = Q_T - Q_{SE} \quad (l/s) \qquad (4.5)$$

în care:

Q_T – este calculat cu relaţia (4.3), (l/s);

Q_{SE} – este calculat cu relaţia (4.4), (l/s).

Pentru situaţiile curente, când n = 2, relaţia (7.3) devine:

$$Q_d = Q_T - 2 \cdot Q_{uz\ or\ max} \quad (l/s) \qquad (4.6)$$

(2) În situaţii justificate, deversorul trebuie 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 normei tehnice NTPA 001), în scopul ocolirii staţiei de epurare; în această situaţie debitul de verificare a deversorului şi a canalului de ocolire este:

$$Q_v = Q_T = Q_m + Q_{uz\,or\,max} \quad (l/s) \qquad (4.7)$$

(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:

$$Q_d = k \cdot m \cdot L_d \cdot \varepsilon \cdot \sigma_n \cdot \sqrt{2g} \cdot h_m^{3/2} \quad (m^3/s) \qquad (4.8)$$

în care:

Q_d – debitul deversat este calculat cu relaţia (4.5) sau (4.6), (l/s);

k – coeficient de majorare a lungimii deversorului, pentru a ține 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 consideră 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 dimensionează astfel, încât nivelul maxim al apei aval de pragul deversor să fie situat la minim 15…20 cm sub cota crestei deversante.

(5) Coeficientul de contracţie laterală ε are expresia:

$$\varepsilon = 1 - 0{,}1 \cdot n \cdot \zeta \cdot \frac{L_d}{h_m} \qquad (4.9)$$

în care:

n – numărul de contracţii laterale ale lamei în dreptul pilelor şi culeilor;

ξ – coeficient de formă al pilei sau culeii, considerat în mod acoperitor 0,7…1,0;

h_m – înălţimea medie a lamei deversante (considerată cu variație triunghiulară pe lungimea L_d) se determină cu relaţia:

$$h_m = \frac{H_1 - H_2}{2} \ (m) \qquad (4.10)$$

în care:

H_1 – înălţimea apei în canalul amonte de deversor, dimensionat "la plin" (gradul de umplere a $= H_1/H_{c1} \approx 1{,}0$) pentru debitul Q_T dat de relaţia (4.3); în relaţia gradului de umplere, H_{c1} reprezintă înălţimea totală a canalului amonte.

(6) Orientativ, la dimensionarea deversorului se urmărește ca debitul specific deversat să se încadreze în domeniul:

$$q_d = \frac{Q_d}{L'_d} = 0{,}20 \ldots 0{,}80 \ (m^3/s, m) \qquad (4.11)$$

în care:

Q_d – debitul deversat determinat cu relaţia (4.5), iar L'_d este lungimea deversorului frontal, având expresia:

$$L'_d = \frac{L_d}{k} \ (m) \qquad (4.12)$$

în care:

L_d şi k sunt definiți mai sus.

a. dacă lungimea deversorului lateral $L_d \leq 10\,m$ se prevede prag deversor cu o singură lamă deversantă (deversare pe o singură parte);
b. dacă $L_d > 10\,m$, se prevede deversor cu două lame deversante (deversare pe două laturi), astfel încât lungimea camerei deversoare va fi:

$$L_{cd} = \frac{L_d}{2} \ (m) \qquad (4.13)$$

4.6.2 Bazinul de retenție

(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 retenție pot fi prevăzute pentru:
   a. înmagazinarea cantităţii de apă uzată pe o anumită perioadă de timp, când nu este posibilă descărcarea gravitaţională a acesteia 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 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 ($Q_{SE} = 2Q_{uz\ or\ max}$);
   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 cantităților 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 separativ. 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 epura 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:

$$Q_b = Q_d - Q_{dr} \quad (m^3/s) \qquad (4.14)$$

în care:

Q_b – debitul de calcul a bazinului de retenţie, (m^3/s);
Q_d – debitul amestecului de ape uzate cu ape de ploaie;
Q_{dr} – debitul amestecului de ape uzate cu ape de ploaie ce poate fi evacuat în emisar fără epurare;

(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 studiază comparativ, tehnic şi economic, cu soluţia mixtă ”bazin de retenţie – staţie de pompare” pentru introducerea apelor reținute din bazinul de retenție în fluxul tehnologic al stației de epurare.

(5) În cadrul proiectului aferent bazinelor de retenţie se precizează 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 retenție se propune o formă geometrică adecvată şi echiparea cu mixere.

(7) Se impune și analiza descărcării bazinului de retenție la debite și nivele mari pe emisar.

4.6.3 Stație recepție vidanje

(1) Atunci când este necesar, respectiv când nu toți clienții sistemului de canalizare nu sunt racordați la rețeaua de canalizare, dar dispun de fose septice vidanjabile, în stația de epurare este necesară amenajarea unei stație de recepție vidanje care cuprinde:
   a. bazin de retenție și omogenizare, subteran, cu pompe și mixer care se dimensionează în funcție de numărul estimat de vidanje care se vor descărca în stația de epurare;
   b. Platformă betonată de descărcare care este prevazută cu rețea de canalizare pentru preluarea apelor reziduale și de spălare și cu un aparat de spălare cu apă sub presiune;
   c. unitate pentru masurarea pH-ului.

(2) De regulă, debitul de apă uzată provenită din descărcarea vidanjelor care intră în procesul de epurare va fi mai mic de 10% din $Q_{uz\ zi\ max}$, pentru a nu destabiliza procesul de epurare.

(3) În mod excepțional, până la amenajarea stației de recepție vidanje, descărcarea acestora se poate realiza și direct în influentul stației de epurare sau în alte puncte din rețeaua de canalizare, în baza acordului de descărcare emis de operatorul stației de epurare.

4.6.4 Grătare rare și dese

(1) Grătarele sunt obiecte tehnologice care au rolul de a reţine din apele de canalizare suspensiile şi corpurile mari, grosiere.

(2) În funcție de cota colectorului pentru apele uzate influente în SE:
   a. grătarele se amplasează în amonte de stația de pompare în situațiile când cota radier colector influent nu depășește 3,0 m;
   b. pentru adâncimi mari ale colectorului influent (> 4 m) grătarele se amplasează în aval de stația de pompare cu măsuri pentru reținerea suspensiilor grosiere în chesonul stației de pompare și prevederea de pompe cu tocător;
   c. pentru 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 amonte de grătarele dese (curățate manual, b = 30 … 40 mm – de evitat; curățate mecanic, b = 10 … 20 mm).

(4) Pentru staţiile de epurare medii şi mari grătarele dese se prevăd numai cu curățare mecanică.

(5) La staţiile mici de epurare, pentru localități sub 10.000 locuitori, complet automatizate, se poate prevedea numai grătar fin curăţat mecanic.

4.6.4.1 Debite de dimensionare și verificare a grătarelor

(1) Debitele de calcul şi de verificare a grătarelor corespund celor din **Tabelul 4.3**:
   a. în procedeul de canalizare separativ:
      i. $Q_c = Q_{uz\ or\ max}$;
      ii. $Q_v = Q_{uz\ or\ min}$;
   b. în procedeul de canalizare unitar şi mixt:
      i. $Q_c = nQ_{uz\ or\ max}$;
      ii. $Q_v = Q_{uz\ or\ min}$.

4.6.4.2 Proiectarea grătarelor

(1) Dimensionarea grătarelor se conduce astfel încât, pentru debitul de calcul al apelor uzate, viteza medie a apei să fie:
   a. 0,7 – 0,9 m/s în canalul din amonte de grătar;
   b. 1,0 – 1,4 m/s în spațiul dintre barele grătarului.

(2) Pentru debitul de verificare ($Q_{uz\ or\ min}$), viteza medie a apei în canalul din amonte de grătar este de minim 0,4 m/s în scopul evitării depunerilor.

(3) Secţiunea transversală a canalului pe care este amplasat grătarul are formă dreptunghiulară.

(4) Dispozitivele de curăţare mecanică a reţinerilor de pe grătare sunt 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 ţine seama de valorile medii specifice indicate în Tabelul 4.5 şi de faptul că aceste cantităţi sunt variabile. În acest sens, se consideră un coeficient de variaţie zilnică K = 2 … 5.

(7) Volumul zilnic de substanţe reţinute pe grătare cu umiditate w = 80% este:

$$V_r = \frac{a \cdot N_L \cdot K}{1000 \cdot 365}\ (m^3/zi) \qquad (4.15)$$

în care:

a – este cantitatea de reţineri specifică, indicată în Tabelul 4.5, (l/om, an);
N_L– numărul de locuitori;
K – 2 … 5 coeficient de variaţie zilnică.

Tabelul 4.5. 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:

$$G_r = \gamma_r \cdot V_r \quad (kN/zi) \tag{4.16}$$

în care:

γ_r = 7,35 …9,31 kN/m^3– greutatea volumică specifică a reţinerilor pe grătare cu umiditatea w = 70 – 80%.

(9) Volumul zilnic de substanţă uscată (umiditate w′ = 0) din reţineri este:

$$V_{ru} = V_r \cdot \frac{100-w}{100} \ (m^3/zi) \tag{4.17}$$

în care:

w = 80% – este umiditatea reţinerilor.

(10) Cantitatea zilnică de substanţă uscată din reţineri rezultă:

$$G_{ru} = \gamma_{ru} \cdot V_{ru} \quad (kN/zi) \tag{4.18}$$

în care:

γ_{ru} = 15,68 …19,60 kN/m^3– greutatea specifică a substanţelor reţinute, în stare uscată.

(11) Numărul minim de grătare active este 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 prevăd 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) sunt construite cu o pantă de minim 1‰. În porţiunea amonte a camerei grătarelor, de formă divergentă, se realizează o pantă a radierului de minim 1% în scopul evitării depunerilor, iar radierul se va construi din beton rezistent la uzură. Cota radierului canalului în aval de grătar se recomandă a fi sub cota radierului amonte cu 10 …15 cm.

(15) Pierderea de sarcină prin grătar se determină cu relaţia:

$$h_w = \zeta_g \cdot \frac{v^2}{2g} \ (m) \tag{4.19}$$

în care:

ξ_g – este coeficientul de rezistenţă locală a grătarului, calculat cu formula lui următoare:

$$\zeta_g = \beta \cdot \left(\frac{s}{b}\right)^{4/3} \cdot \sin\alpha \tag{4.20}$$

în care:

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 (4.20) poate fi aplicată numai dacă este îndeplinită condiţia:

$$R_e = \frac{v_g \cdot b}{\nu} > 10^4 \qquad (4.21)$$

în care:

Re – este numărul Reynolds la mişcarea apei printre barele grătarului;
v_g – viteza medie a apei printre barele grătarului la debitul de calcul, (m/s);
ν – coeficientul cinematic de vâscozitate la temperatura medie anuală a apelor uzate, (m^2/s).

Tabelul 4.6. Variaţia coeficienţilor cinematic (ν) şi dinamic (η) de vâscozitate în funcţie de temperatură (Θ °C).

T (°C)	**0**	**10**	**20**	**40**	**60**
10^6 η (kg/s·m)	17,90	13,00	10,00	6,53	4,88
10^6 ν (m^2/s)	1,79	1,31	1,01	0,658	0,47

(17) Pentru a se ţine seama de înfundarea parţială a grătarului, se majorează de trei ori pierderea de sarcină teoretică determinată cu relaţia (4.19), astfel încât în practică se consideră pierderea de sarcină conform relaţiei (4.22), dar minimum 10 cm; la grătarele cilindrice fine, pierderea de sarcină minimă poate fi considerată $h_r = 7$ cm.

$$h_r = 3 \cdot h_w \ (\text{m}) \qquad (4.22)$$

(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 se diminuează;
c. pasarelele de acces la dispozitivele de tocare a reţinerilor sau la batardouri şi stăvilare se amplasează cu min. 50 cm deasupra nivelului maxim al apelor din canalul grătarelor. Se lăsă 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 prevăd parapete de minimum 80 cm înălţime, realizate din ţevi metalice (orizontale) cu diametrul $\phi = 20…25$ 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 a 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.

4.6.5 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 epurează 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 ține seama de recomandările furnizorului de echipament (aliniamente obligatorii amonte şi aval, funcționare înecată la debitmetre electromagnetice și neînecată la cele Khafagi – Venturi).

(4) Pentru că există posibilitatea acumulării de depuneri se pot utiliza numai anumite tipuri de debitmetre. Aceste tipuri de debitmetre sunt:
   a. canale de măsură cu îngustarea 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.

4.6.5.1 Debite de dimensionare

(1) Dimensionarea canalelor de măsurare se face la debitul maxim ce trebuie măsurat:
   a. în procedeul de canalizare separativ: $Q_c = Q_{uz\ or\ max}$;
   b. în procedeul de canalizare unitar şi mixt: $Q_c = 2Q_{uz\ or\ max}$.

(2) Dimensionarea canalelor pe care se amplasează debitmetrele trebuie făcută în strânsă legătură cu aparatele auxiliare de măsurare a nivelului amonte de care se dispune. Limitele extreme de indicare a nivelului trebuie să ofere o scală de măsurare care să cuprindă toată gama adâncimilor h_m ce se pot realiza în canalul respectiv pentru Q_{max}, respectiv Q_{min}.

(3) Necesitatea măsurării continue a debitului, a înregistrării, transmiterii la distanță și eventual a contorizării lui, este o problemă care asigură operarea corectă și modernă a stației de epurare.

(4) În schema stațiilor de epurare funcție de mărimea și importanța acestora, amplasarea debitmetrelor se poate face:
   a. în aval de deznispatoare;
   b. pe canalul (conducta) de evacuare a apelor epurate;
   c. în alte secțiuni de pe linia apei, a nămolului sau a biogazului unde tehnologia de epurare impune cunoașterea permanentă a debitelor respective.

4.6.6 Deznisipatoare

(1) Deznisipatoarele sunt construcţii descoperite care reţin particulele grosiere din apele uzate, în special nisipul, cu diametrul granulelor mai mare de 0,20 … 0,25 mm.

(2) Amplasarea deznisipatoarelor se face în mod curent după grătare şi înaintea separatoarelor de grăsimi. În cazul existenței 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 tangențiale;
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 considerare mărimea debitului, natura terenului de fundare, spațiul disponibil şi procedeul de canalizare; se va adopta soluția cu costuri reduse și care asigură și performanțele tehnologice cerute.

4.6.6.1 Debite de dimensionare și verificare

(1) Debitele de dimensionare şi de verificare ale deznisipatoarelor:
a. în procedeul de canalizare separativ:
   i. $Q_c = Q_{uz\ or\ max}$;
   ii. $Q_v = Q_{uz\ or\ min}$.
b. în procedeul de canalizare unitar și mixt:
   i. $Q_c = 2Q_{uz\ or\ max}$;
   ii. $Q_v = Q_{uz\ or\ min}$.

4.6.6.2 Parametri de dimensionare

(1) Numărul minim de compartimente este n = 2; se poate adopta un singur compartiment, la stațiile de epurare de capacitate redusă ($Q_{uz\ zi\ max} < 50$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 $\gamma = 2{,}65\ tf/m^3$, viteza orizontală $v_o = 0{,}3\ m/s$ şi diverse diametre ale granulelor (d) se consideră ca în Tabelul 4.7.

în care:

u_0 - viteza de sedimentare a unei particule solide într-un fluid aflat în repaus sau în regim de curgere laminar (mm/s);
u - valoarea vitezei la care particula de nisip sedimentează (chiar în condițiile unui regim de curgere turbulent) (mm/s).

Tabelul 4.7. Valori ale mărimii hidraulice și vitezei de sedimentare în curent, particule de nisip cu $\gamma = 2{,}65\ tf/m^3$

d (mm)	**0,20**	**0,25**	**0,30**	**0,40**
u_0 (mm/s)	23	32	40	56
u (mm/s)	16	23	30	45

(3) Viteza orizontală medie a apei în deznisipator se situează în domeniul: v_0 = 0,1 … 0,30 m/s; la intrarea şi ieşirea din compartimentele deznisipatoarelor se prevăd stavile de închidere în scopul izolării fiecărui compartiment în caz de revizii, avarii sau reparații; pentru manevrarea acestora se realizează pasarele de acces cu lățimea de 0,80 … 1,20 m, prevăzute cu balustrade.

(4) Încărcarea superficială, $\mathbf{u_s}$, respectă condiția:

$$u_s = \frac{Q_c}{A_0} \leq u\ (mm/s) \qquad (4.23)$$

în care:

A_o – suprafața orizontală a oglinzii apei la debitul de calcul, (m^2).

4.6.6.3 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 respectă dimensiunile recomandate pentru utilajul de evacuare a nisipului (podul curăţitor);
   d. cantitatea specifică de nisip ce trebuie evacuată se consideră:
   e. în procedeu separativ: C = 4 …6 m^3 nisip/ 100.000 m^3 apă uzată, zi;
   f. în procedeu unitar şi mixt: C = 8 … 12 m^3 nisip/ 100.000 m^3 apă uzată, zi;
   g. rigola longitudinală de colectare a nisipului are 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 $Q_{u,zi,max}$.

4.6.6.4 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 4.1 este prezentată schiţa unui deznisipator orizontal – tangenţial.

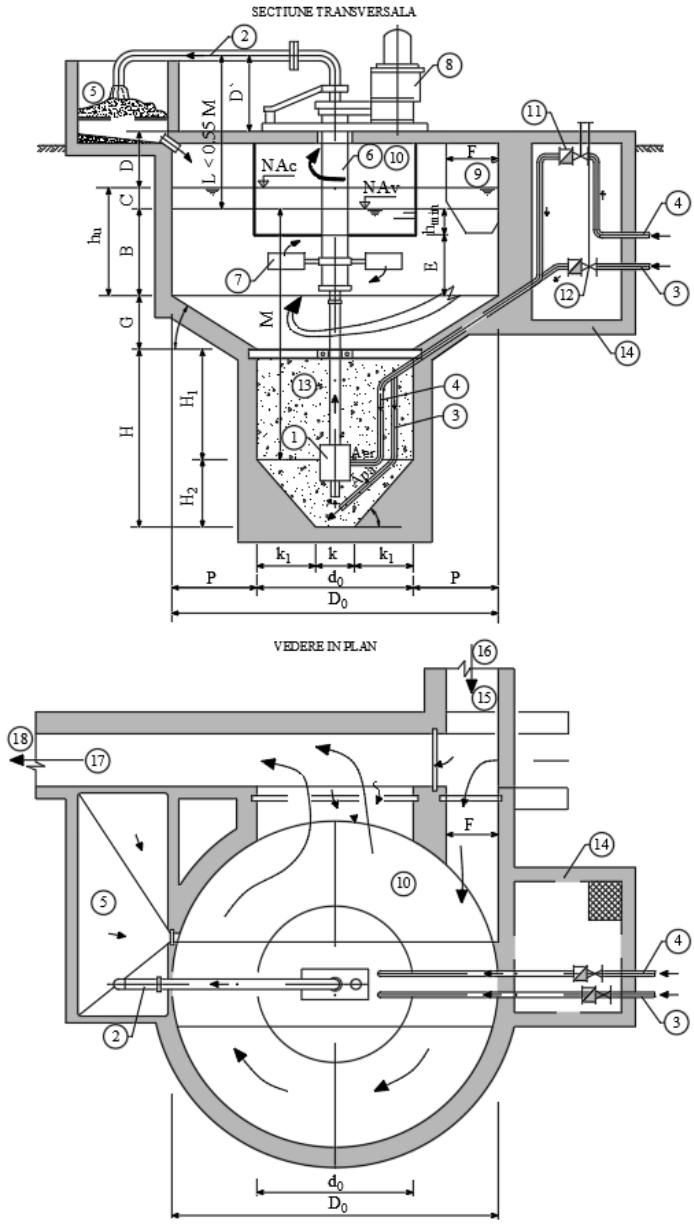


Figura 4.1. Deznisipator orizontal tangenţial. Secţiune transversală şi plan.
Notaţii: 1. Air – lift; 2. Conductă de evacuare nisip; 3. Conductă de apă; 4. Conductă de aer comprimat; 5. platformă pentru drenarea nisipului; 6. Tub mobil; 7. Palete; 8. Electromotor; 9. Deschidere de acces a apei în deznisipator; 10. Deschidere de evacuare a apei deznisipate; 11. Clapet antiretur; 12. Vană; 13. Spaţiu pentru colectarea nisipului; 14. Cămin de vizitare; 15. Canal de acces; 16. De la grătare;17. Canal de evacuare a apei deznisipate; 18. Spre debitmetru.

4.6.6.5 Deznisipator cu insuflare de aer

(1) Denumit 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 consideră:
   i. pentru debitul de calcul: $u_s = \frac{Q_c}{A_o} \leq 19 \dots 20\ (mm/s)$ (4.24)
   ii. pentru debitul zilnic maxim: $u_s' = \frac{Q_{uz\ zi\ max}}{A_o} \leq 9 \dots 9{,}5\ (mm/s)$ (4.25)

În cazul deznisipatoarelor aerate, $u_s \leq u$, a unei particule de diametru d care sedimentează chiar în condițiile turbulenței existente în bazin.

b. viteza medie orizontală:
$$V_o = \frac{Q_c}{n \cdot B_1 \cdot H} \leq 0{,}1 \dots 0{,}2 \quad (m/s) \qquad (4.26)$$

în care:
n – numărul de compartimente;
B_1 – lățimea unui compartiment;
H – adâncimea utilă, măsurată între nivelul apei și cota superioară a dispozitivului de insuflare a aerului;

c. raportul dintre lățime și adâncime: $\frac{B_1}{H} = 1{,}2$ (4.27)
d. suprafața secțiunii transversale: $S_1 = B_1 \cdot H < 15\ (m^2)$ (7.26)
e. raportul dintre lungimea și lățimea deznisipatorului: $m = \frac{L}{B_1} = 10 \dots 15;$ (4.28)
f. viteza de curgere a aerului prin conductele sistemului de aerare se consideră 15 ... 20 m/s;
g. timpul mediu de staționare a apei în bazin:
   i. pentru $Q_c = 2Q_{uz\ or\ max}$: t = 1 … 3 min.
   ii. pentru $Q_c = Q_{uz\ or\ max}$: 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, se menține prin reglarea debitului de aer insuflat funcție de debitul de apă vehiculat prin bazin, respectându-se relația:
$$\frac{Q_{aer}}{Q_c} = 0{,}025 \dots 0{,}1 \qquad (4.29)$$
j. lățimea unui compartiment se alege funcție de deschiderea podului curățitor;
k. aerul necesar se asigură de la o stație de suflante.

4.6.6.6 Deznisipator – separator de grăsimi cu insuflare de aer

(1) Aceasta construcție reunește 2 obiecte tehnologice distincte: deznisipatorul și separatorul de grăsimi. Avantajele rezultate:
   a. economie de investiție și de spațiu ocupat;
   b. reducerea cheltuielilor de exploatare;
   c. reducerea volumelor de lucrări de construcții.

(2) Deznisipatorul aerat este identic cu cel descris în § 4.6.5.5, la care ecranul longitudinal este prevăzut, la partea inferioară, cu un grătar din bare verticale pentru disiparea energiei curentului transversal de apă.

(3) Parametrii de proiectare pentru acest obiect sunt:
   a. debitele de calcul și de verificare:
      i. în procedeul de canalizare separativ:
         A. $Q_c = Q_{uz\ or\ max}$;

B. $Q_v = Q_{uz\ or\ min}$;

ii. în procedeul de canalizare unitar și mixt:

A. $Q_c = 2Q_{uz\ or\ max}$;

B. $Q_v = Q_{uz\ or\ min}$;

b. încărcarea superficială recomandată:
   i. $u \leq 6 \ldots 7$ mm/s, pentru Q_c;
   ii. $u_s \leq 6 \ldots 7$ mm/s, pentru Q_v;
c. timpul mediu de staționare în bazin:
   i. pentru Q_c: t = 2 …5 min.
   ii. pentru Q_v: t = 10 … 15 min.
d. debitul specific de aer: $q_{aer} = 0,5 \ldots 1,3$ m^3 aer/h, m^3 volum util;
e. raportul debitelor de aer și de apă:

$$\frac{Q_{aer}}{Q_c} = 0,1 \ldots 0,22 \quad (4.30)$$

$$\frac{Q_{aer}}{Q_v} = 0,2 \ldots 0,5 \quad (4.31)$$

(4) Grăsimile separate din apă se colectează într-un compartiment situat în zona aval de unde sunt evacuate gravitațional sau prin pompare într-un cămin de colectare a grăsimilor, în bazinul de aspirație al stației de pompare a nămolului sau direct la fermentare, dacă sunt biodegradabile.

(5) Schema deznisipatorului – separator de grăsimi cu insuflare de aer este dată în Figura 4.2.

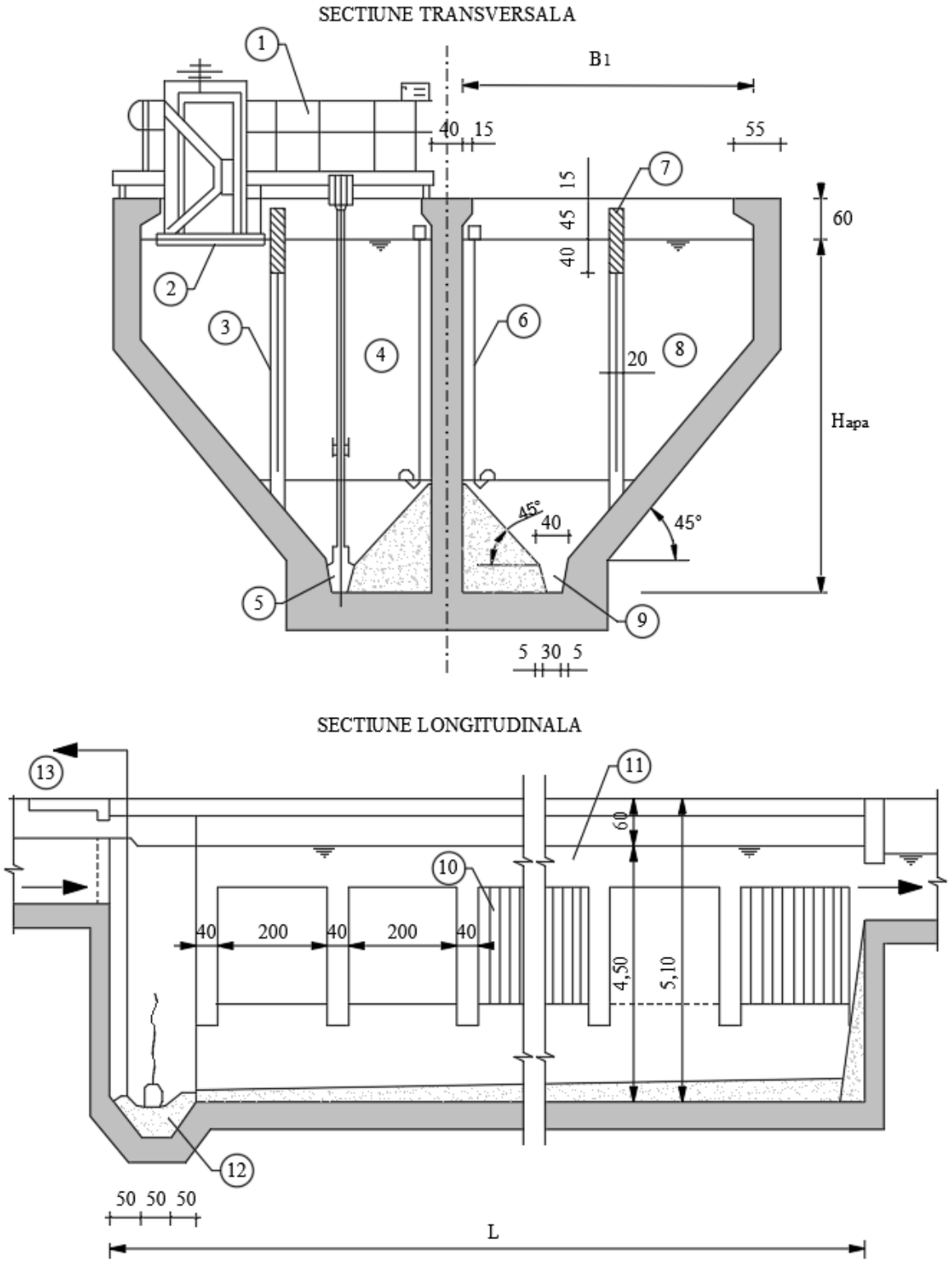


Figura 4.2. Deznisipator – separator de grăsimi cu insuflare de aer.

Notații: 1. Pod curățitor; 2. Lamă pentru grăsimi; 3. Grătar pentru disiparea energiei; 4. Zonă de desnisipare; 5. Lopată; 6. Sistem aerare; 7. Ecran longitudinal; 8. Zonă de separare a grăsimilor; 9. Rigolă pentru nisip; 10. Grătar (pieptene) pentru disiparea energiei; 11. Ecran longitudinal; 12. Bașe pentru nisip; 13. Spre instalația de spălare a nisipului.

4.6.7 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 solvenţi organici, este $\geq 20\ mg/dm^3$ (se ține seama de 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 ($Q_{uz\ zi\ max}$= 50 … 250 l/s) şi mari ($Q_{uz\ zi\ max}$ > 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 (§ 4.6.5.5);
   b. separatoare de grăsimi cu insuflare de aer la joasă presiune (0,5 ÷ 0,7 atm.);
   c. separatoare de grăsimi cu plăci paralele sau cu tuburi înclinate.

4.6.7.1 Debite de dimensionare şi verificare

(1) Debitele de dimensionare si de verificare ale separatoarelor de grăsimi sunt:
   a. debitul de calcul al separatoarelor de grăsimi este pentru toate procedeele de canalizare: $Q_c = Q_{uz\ zi\ max}$;
   b. debitul de verificare:
      i. în procedeu separativ: $Q_v = Q_{uz\ or\ maxr}$;
      ii. în procedeu unitar şi mixt: $Q_v = 2Q_{uz\ or\ max}$.

4.6.7.2 Parametri de proiectare

(1) Separatoarele de grăsimi se prevăd 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 ține seama de prevederile STAS 12264.

(2) Parametrii de proiectare recomandați pentru separatoarele de grăsimi cu insuflare de aer de joasă presiune sunt:
   a. viteza de ridicare a particulelor de grăsime v_r = 8 … 15 m/h;
   b. încărcarea superficială:

$$u_s = \frac{Q_c}{A_o} = \frac{Q_c}{n \cdot B_1 \cdot L} \leq v_r\ (mm/s) \qquad (4.32)$$

   în care:

n – numărul de compartimente în funcțiune;
B_1 – lățimea unui compartiment, B_1 = 2,0 … 4,5 m;
L – lungimea utilă, (m);
A_o – aria suprafeței orizontale, (m^2);

c. se recomandă raportul $\frac{L}{B_1} \geq 2{,}5$;

d. timpul mediu de trecere a apei prin separator:

$$t = \frac{V}{Q_c} = \frac{n \cdot S_1 \cdot L}{Q_c} = \frac{L}{v_L} \geq 5 \ldots 12 \quad (4.33)$$

în care:
V – volumul util al separatorului de grăsimi, (m^3);
n – numărul de compartimente în funcțiune;

S_1 – aria secțiunii transversale a unui compartiment :

$$S_1 = \frac{B_1 + b}{2} \cdot H \quad (m^2) \quad (4.34)$$

H – adâncimea apei în separator, H = 1,2 … 3,0 m;
L – lungimea utilă, (m);
v_L – viteza longitudinală de curgere a apei prin separator (valoarea medie pe secțiune) se calculează cu relația:

$$v_L = \frac{Q_c}{n \cdot S_1} = \frac{L}{t} \quad (cm/s) \quad (4.35)$$

e. viteza longitudinală de curgere trebuie să îndeplinească condiția:

$$v_L \leq 15 \cdot u_s \quad (4.36)$$

f. 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:

$$t_v = \frac{V_v}{Q_v} = \frac{V + n \cdot B_1 \cdot L \cdot h_v}{Q_v} \geq 4 \ldots 5 \text{ min} \quad (4.37)$$

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, este necesară reglarea debitului de aer insuflat funcţie de mărimea debitului de apă epurat; se prevăd, în acest sens, dispozitive de reglare automată;

h. debitul specific de aer insuflat se consideră (raportarea se face la $Q_{uz\ zi\ max}$):
   i. 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;
   ii. 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:

$$Q_{aer} = q_{aer} \cdot Q_c \quad (m^3/h) \quad (4.38)$$

4.6.8 Decantoare primare

(1) Decantoarele primare sunt construcţii descoperite care au rolul să reţină materiile 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 sunt 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) Valorile orientative ale eficienţelor reţinerii prin decantare primară a materiilor în suspensie (MTS), a substanţelor organice exprimate prin consumul chimic de oxigen (CCO-Cr), a azotului şi a fosforului sunt prezentate în Tabelul 4.8.

Tabelul 4.8. Eficienţele de reţinere a principalilor poluanţi în funcţie de timpul de decantare

e (%)	Timp de decantare[1)]		
	0,75 h – 1 h	1,5 h – 2 h	> 2,5 h
$e_{x,CCO}$	30	35	40
e_S	50	60	65
e_N	10	10	10
e_P	10	10	10
[1)]Timpul de decantare la debitul $Q_{uz\ zi\ med}$			

Sursa: DWA 131 - 2016 - Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen.

(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 $Q_{uz\ zi\ max}$ 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.

4.6.8.1 Debite de dimensionare şi verificare

(1) Debitele de calcul şi verificare a decantoarelor primare sunt:
   a. debitul de calcul:
      i. pentru procedeu separativ: $Q_c = Q_{uz\ zi\ max}$;
      ii. pentru procedeu unitar şi mixt: $Q_c = Q_{uz\ zi\ max}$;
   b. debitul de verificare:
      i. pentru procedeu separativ: $Q_v = Q_{uz\ or\ max}$;
      ii. pentru procedeu unitar sau mixt: $Q_v = 2Q_{uz\ or\ max}$;

4.6.8.2 Parametri de dimensionare a decantoarelor primare

(1) Numărul de decantoare este 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 asigură 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 se prevede 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 siguranță.

(3) Parametrii de dimensionare a decantoarelor primare sunt:
   a. debitul apelor uzate (§ 4.6.7.1);
   b. viteza de sedimentare a particulelor (u); în lipsa unor date experimentale, u, se va stabili în funcție de eficiența impusă în reținerea suspensiilor (e_s) și de concentrația inițială în suspensii a apelor uzate (c_{uz}), conform Tabelul 4.9.

Tabelul 4.9. Valori ale vitezei de sedimentare.

Nr. crt.	**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 (u_s) trebuie să respecte condiția:

$$u_s = \frac{Q_c}{A_o} \leq u \qquad (4.39)$$

în care:
Ao – suprafața orizontală a luciului de apă din decantor, (m^2);
u – viteza de sedimentare stabilită conform Tabelul 4.8.

   d. viteza maximă de curgere a apei prin decantor:
      i. pentru decantoarele orizontale: v_{max} = 10 mm/s;
      ii. pentru decantoarele verticale: v_{max} = 0,7 mm/s.
   e. timpul de decantare la debitul de calcul (t_{dc}) şi de verificare (t_{dv}):
      i. la debitul de calcul, timpul de decantare se recomandă să fie de minim: t_{dc} = 1,5 h;
      ii. la debitul de verificare, timpul de decantare t_{dv} este de minim:
         A. $t_{dv} = 0{,}5$ h 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;
         B. $t_{dv} = 1$ h dacă procedeul de canalizare este separativ;
         C. $t_{dv} = 1$ h dacă decantoarele primare sunt urmate de filtre biologice.

(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 q_d = 4 … 7 l/s şi a distanţei dintre acestea 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 înălțimea egală a lamei de apă.

(6) În amonte de peretele deversor al rigolei de colectare a apei limpezite, la 0,30…0,40 m se prevede un ecran semi-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 este cu nivel liber.

(8) Lungimea deversoarelor se stabileşte astfel încât debitul specific de apă pentru 1 m lungime de deversor să nu depăşească valorile următoare:

a. $q_d^c \leq 60$ m^3/h.m, la Q_c;

b. $q_d^v \leq 180$ 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. Înălțimea de siguranță (garda hidraulică) a pereților decantorului deasupra nivelului maxim al apei se adoptă de minim 0,3 m.

4.6.8.3 Decantoare orizontale longitudinale

(1) Sunt bazine din beton armat, de regulă descoperite, cu secţiune transversală dreptunghiulară, având lăţimea unui compartiment b_1, adâncimea utilă h_u şi lungimea L (Figura 4.3).

(2) 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.

(3) 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 $4 \div 6$ ore, în scopul evitării intrării în fermentare a nămolului.

(4) Îndepărtarea nămolului din pâlnie se face prin conducte cu diametrul de minim 200 mm, 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 adoptă 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.

(5) Pentru lăţimi ale compartimentelor de decantare $b_1 > 6$ m se prevăd două pâlnii de colectare a nămolului; lăţimea unui compartiment nu va depăşi 9 m.

(6) Pentru evitarea antrenării spumei şi uneori a plutitorilor colectaţi de pe suprafaţa apei (frunze etc.) odată cu apa decantată, în aval de decantoare se prevăd pereţi semi-scufundaţi amplasaţi la $0{,}30 \div 0{,}50$ m în faţa deversoarelor şi la $0{,}25 \div 0{,}30$ 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.

(7) 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.

4.6.8.3.1 Dimensionarea decantoarelor orizontale longitudinale

(1) Dimensionarea decantoarelor orizontale longitudinale se face utilizându-se următoarele relaţii de calcul:

a. volumul decantorului:

i. dimensionare: $V_d = Q_c \cdot t_{dc}$ (m^3) (4.40)

ii. verificare: $V_v = Q_v \cdot t_{dv}$ (m^3) (4.41)

în care: Q_c, Q_v, t_{dc} , t_{dv} sunt definiți în paragrafele anterioare;

b. secțiunea orizontală a decantorului:

$$A_o = \frac{Q_c}{u_s} \quad (m^2) \tag{4.42}$$

$$A_o = n \cdot b_1 \cdot L \quad (m^2) \tag{4.43}$$

în care:

u_s – definită în paragraful anterior (Tabelul 4.7);
n – numărul de compartimente de decantare;
L, b_1 – conform Figura 4.3;

c. secțiunea transversală a decantorului:

$$S = \frac{Q_c}{v_o} \quad (m^2) \tag{4.44}$$

$$S = \frac{V_d}{L} \quad (m^2) \tag{4.45}$$

$$S = n \cdot b_1 \cdot h_u \quad (m^2) \tag{4.46}$$

în care:

v_o – viteza orizontală a apei definită în paragraful anterior;
L, b_1, h_u – conform Figura 4.3;

d. lungimea decantorului:

$$L = v_o \cdot t_{dc} \quad (m) \tag{4.47}$$

e. lățimea decantorului (valori recomandate: 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0m):

$$b_1 = \frac{A_o}{n \cdot L} \quad (m) \tag{4.48}$$

f. raportul:

$$4 \leq \frac{L}{b_1} \leq 10 \tag{4.49}$$

g. adâncimea utilă a spațiului de decantare:

$$h_u = u \cdot t_{dc} \quad (m) \tag{4.50}$$

$$\frac{L}{25} \leq h_u \leq \frac{L}{10} \tag{4.51}$$

h. debitul specific al deversorului (evacuare apă decantată):

$$q_d^c = \frac{Q_c}{n \cdot b_1} \leq 60 \quad (m^3/h, m) \tag{4.52}$$

$$q_d^v = \frac{Q_v}{n \cdot b_1} \leq 180 \quad (m^3/h, m) \tag{4.53}$$

- dacă aceste condiții nu sunt respectate, se prevăd lungimi de deversare suplimentare.

i. cantitatea zilnică de materii solide, exprimată în substanță uscată, în greutate, din nămolul primar este:

$$N_p = e_s \cdot c_{uz} \cdot Q_{uz,zi,med} \quad (kg/zi) \tag{4.54}$$

în care: e_s, c_{uz} – definite în Tabelul 4.8.

j. volumul de nămol primar:

$$V_{np} = \frac{N_p}{\gamma_n} \cdot \frac{100}{100 - w_p} \quad (m^3/\,zi) \tag{4.55}$$

în care:

$\gamma_n = 9{,}88 \ldots 11{,}76\ (kN/m^3)$ - greutatea specifică a nămolului cu umiditatea w_p = 95 … 96 %.

(2) Volumele de nămol reținute în decantorul primar se măresc în schemele de epurare în care se folosește coagulant sau când se trimite în decantor nămol biologic din decantoarele secundare.

(3) Volumul pâlniilor de nămol se stabileşte astfel 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 ÷ 6 h spre a se evita intrarea în fermentare a nămolului.

(4) Notând cu t_{ev} (h) timpul dintre două evacuări, rezultă numărul de evacuări (şarje):

$$n_{ev} = \frac{24}{t_{ev}} \qquad (4.56)$$

(5) Volumul de nămol dintre 2 evacuări aferent unui compartiment de decantare:

$$V_{ev} = \frac{V_{np}}{n_{ev} \cdot n}\ (m^3/\text{evacuare}) \qquad (4.57)$$

în care: V_{np}, n_{ev} – definiți anterior; n – numărul de compartimente de decantare;

(6) Se verifică dacă: $V_{pg} \geq V_{ev}$ (4.58)

(7) În schemele tehnologice unde în decantorul primar se trimite nămol în exces din decantoarele secundare (în schemele cu bazine cu nămol activat) sau nămol biologic (în schemele cu filtre biologice), atunci volumul pâlniei de nămol V_{pg} se majorează corespunzător.

(8) Adâncimea totală a decantorului, măsurată în secţiunea mijlocie (la distanţa L/2 de intrarea apei în decantor) este:

$$H = h_s + h_u + h_n + h_d \quad (m) \qquad (4.59)$$

în care:

h_s – 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 SR EN 1991-1-4 Eurocod 1;

h_u – adâncimea utilă a decantorului stabilită cu relaţia (4.50);

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;

h_d – înălţimea stratului de depunere, considerat în calcule de 0,20 … 0,30 m;

(9) Rigolele de colectare a apei limpezite se dimensionează 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 Figura 4.3 sunt prezentate dimensiunile recomandate pentru proiectarea decantoarelor longitudinale orizontale.

Tabelul 4.10. Dimensiuni caracteristice ale decantoarelor orizontale longitudinale.

Nr. crt.	**b_1 (m)**	**L (m)**	**A_{01}*=b_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: Semnificații notații tabel vezi Figura 4.3

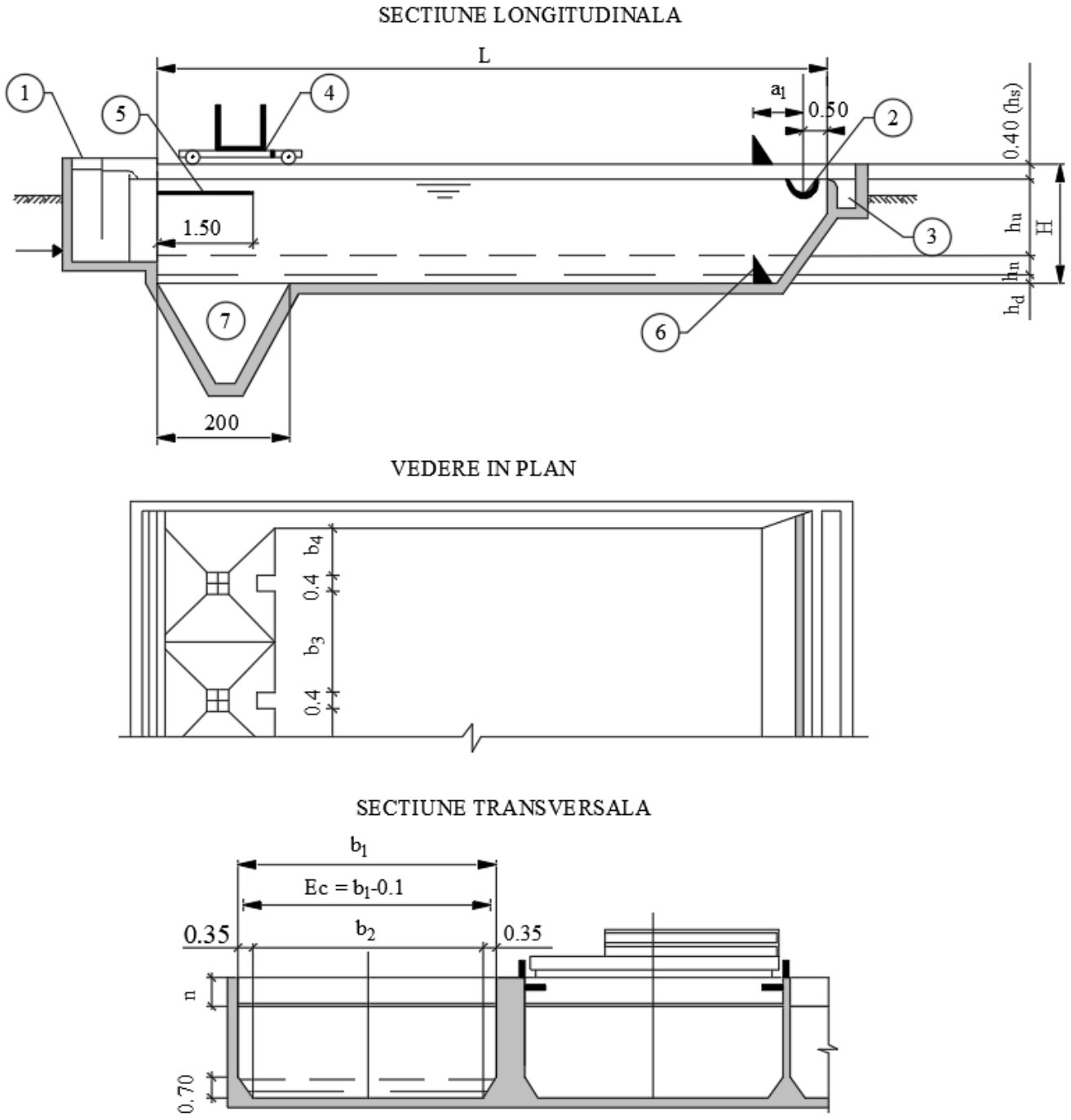


Figura 4.3. Decantor orizontal – longitudinal.
Notaţii: 1. Sistem de distribuţie a apei; 2. Jgheab pentru colectarea materiilor plutitoare; 3. Rigolă pentru colectarea apei decantate cu deversor triunghiular; 4. Pod raclor; 5. Tampon amonte pod raclor; 6. Tampon aval pod raclor; 7. Pâlnie colectoare pentru nămol.

4.6.8.4 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 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 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 pe 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 de colectare.

(6) Prevederile de mai sus nu exclud posibilitatea utilizării de poduri racloare submersate antrenate cu mecanisme speciale.

(7) Rigola de colectare a apei decantate se amplasează la exteriorul/interiorul peretelui exterior. În primul caz, în peretele exterior al decantorului se practică ferestre prevăzute pe muchia interioară cu deversoare metalice cu 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 deversori triunghiulari amovibili.

(8) Colectarea în rigolă a apei limpezite se face prin deversare neînecată. 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 rot./h.

(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.

4.6.8.4.1 Dimensionarea decantoarelor orizontale radiale

(1) Dimensionarea decantoarelor orizontale radiale se face utilizând următoarele relaţii de calcul:
   a. volumul decantorului:

$$V_d = Q_c \cdot t_{dc} \ (m^3) \quad (4.60)$$

$$V_d = Q_v \cdot t_{dv} \ (m^3) \quad (4.61)$$

în care: Q_c, Q_v, t_{dc}, t_{dv} sunt definiţi în § 4.6.7.2.

(2) Se adoptă valoarea cea mai mare rezultată din relaţiile (4.60) şi (4.61);
   a. secţiunea orizontală a oglinzii apei:

$$A_0 = \frac{Q_c}{u_s} \quad (m^2) \qquad (4.62)$$

b. adâncimea utilă a spațiului de decantare:

$$h_u = u \cdot t_{dc} \quad (m) \qquad (4.63)$$

Cu aceste elemente, din Tabelul 4.11, se stabilesc dimensiunile efective: D, d_3, h_u, A_0, V_d.

Tabelul 4.11. Dimensiuni caracteristice ale decantoarelor orizontale radiale.

Nr. crt.	**D (m)**	**D_2 (m)**	**d_1 (m)**	**A_{01}*=0,785(D^2_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;

Observație:

Pentru diametre D > 45m, se impun întocmite studii prealabile privind regimul de curgere și sistemele de colectare.

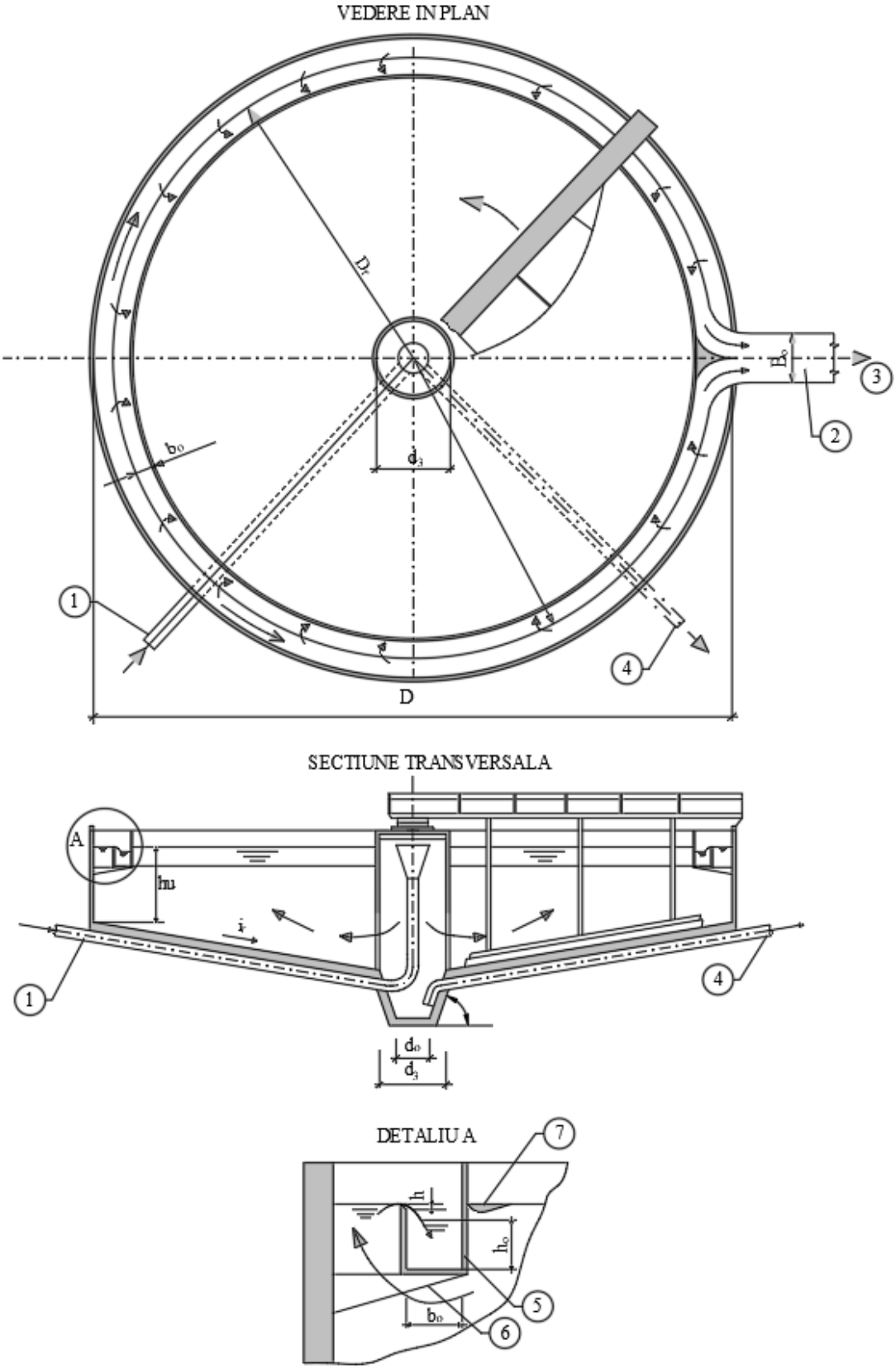


Figura 4.4. Decantor orizontal radial.Vedere în plan şi secţiuni caracteristice.
Notaţii: 1. Apă uzată; 2. Apă decantată; 3. Spre treapta biologică; 4. Evacuare nămol; 5. Rigolă de colectare a apei limpezite; 6. Console de susţinere a rigolei de colectare a apei limpezite; 7. Strat de spumă.

(3) După stabilirea dimensiunilor geometrice se verifică respectarea condițiilor următoare:

a. pentru decantoare cu D = 16 – 30 m:

$$10 \leq \frac{D}{h_u} \leq 15 \quad (4.64)$$

b. pentru decantoare cu D = 30 – 50 m:

$$15 \leq \frac{D}{h_u} \leq 20 \quad (4.65)$$

c. debitul specific deversat trebuie să îndeplinească condițiile (4.66) și (4.67):

$$q_d^c = \frac{Q_c}{\pi \cdot D_r} \leq 60\ (m^3/h, m) \quad (4.66)$$

$$q_d^v = \frac{Q_v}{\pi \cdot D_r} \leq 180\ (m^3/h, m) \quad (4.67)$$

în care: D_r – diametrul corespunzător peretelui deversor al rigolei;

d. adâncimea decantorului la perete (H_p) și la centru (H_c):

$$H_p = h_s + h_u\ (m) \quad (4.68)$$

$$H_c = h_s + h_u + h_p + h_n\ (m) \quad (4.69)$$

în care:

h_s – înălțimea de siguranță, (m);
h_u – înălțimea utilă, (m);
h_p – diferența de înălțime datorită pantei, (m);
h_n – înălțimea pâlniei de nămol (2 … 3 m).

(4) Volumul zilnic de nămol primar se determină conform relației (4.55) din § 4.6.7.3.1 și apoi se stabilesc durata dintre 2 evacuări, dimensiunile necesare pentru pâlnia de nămol, conductele și modul de evacuare a nămolului (prin diferență de presiune hidrostatică, pompare).

4.6.8.5 Decantoare cu etaj

(1) Sunt utilizate pentru colectivităţi sub 10.000 locuitori sau debite $Q_{uz,max,zi} < 15 – 20$ dm^3/s, în soluția 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 4.5.

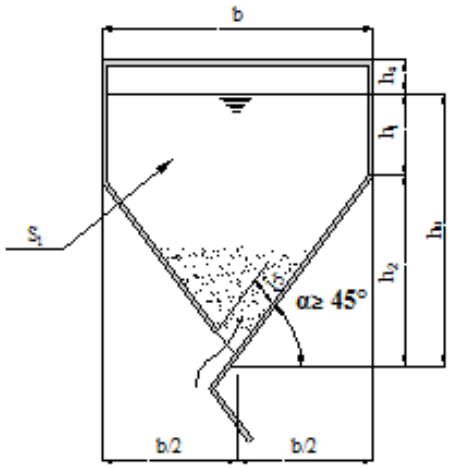


Figura 4.5. Secțiune transversală prin jgheabul de decantare al apei.

(4) Fermentarea se realizează la partea inferioară a jgheaburilor, fermentarea este de tip anaerob în regim criofil (la temperatura mediului ambiant).

(5) Dimensiunile recomandate pentru jgheaburi sunt:

$b = 1{,}0 \ldots 2{,}5$ m pentru $h_u = 2{,}0 \ldots 2{,}5$m

(6) Înclinarea faţă de orizontală a pereţilor jgheabului: $\alpha \geq 45°$.

(7) Dimensionarea jgheaburilor se face după metodologia şi parametrii recomandaţi la decantoarele orizontale longitudinale (conform cap. 4.6.7.3).

(8) 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 spațiului de colectare a nămolului;

(9) 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.

(10) 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).

(11) 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.

(12) 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.

(13) Adâncimea totală a decantorului nu depăşeşte 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.

(14) Proiectarea decantoarelor cu etaj:
   a. se determină volumul spațiului de fermentare:

$$V_F = \frac{m \cdot N}{1000} \quad (m^3) \qquad (4.70)$$

în care:

m – capacitatea specifică de fermentare conf. Tabelul 4.12, (dm^3/loc.,an);

N – numărul de locuitori.

Tabelul 4.12. 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)
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 unități de decantare cu etaj. Înălțimea (adâncimea) de acumulare a nămolului nu va depăși $h_n \leq 3 \ldots 4$ m;
   c. pe baza diametrului ales se adoptă lățimea jgheabului și se verifică relația:

$$u_s = \frac{Q_c}{n \cdot b_j \cdot L_j} \leq u \qquad (4.71)$$

în care:

u_s – încărcarea specifică , (m/h);
Q_c – debitul de calcul, $Q_{uz,zi,max}$, (m^3/zi);
b_j – lățimea jgheabului, (m);
L_j – lățimea jgheabului, (m);
u – viteza de sedimentare conform Tabelul 4.7 § 4.6.7.2.

d. se adoptă dimensiunile jgheabului după verticală: h_1,h_2,h_u; h_u - 2,0…2,5m;
e. se verifică viteza orizontală efectivă:

$$v_o = \frac{Q_c}{n_j \cdot S_j} \leq v_o = 10 \quad (mm/s) \qquad (4.72)$$

f. se determină timpii de decantare la debitul de calcul și de verificare conform cu expresia:

$$T = \frac{V_{jgheab}}{Q} = \frac{n_j \cdot S_j \cdot L_j}{Q} \quad (h) \qquad (4.73)$$

i. T > 1,5 h pentru Q_c;
ii. T > 0,5 h pentru Q_v.

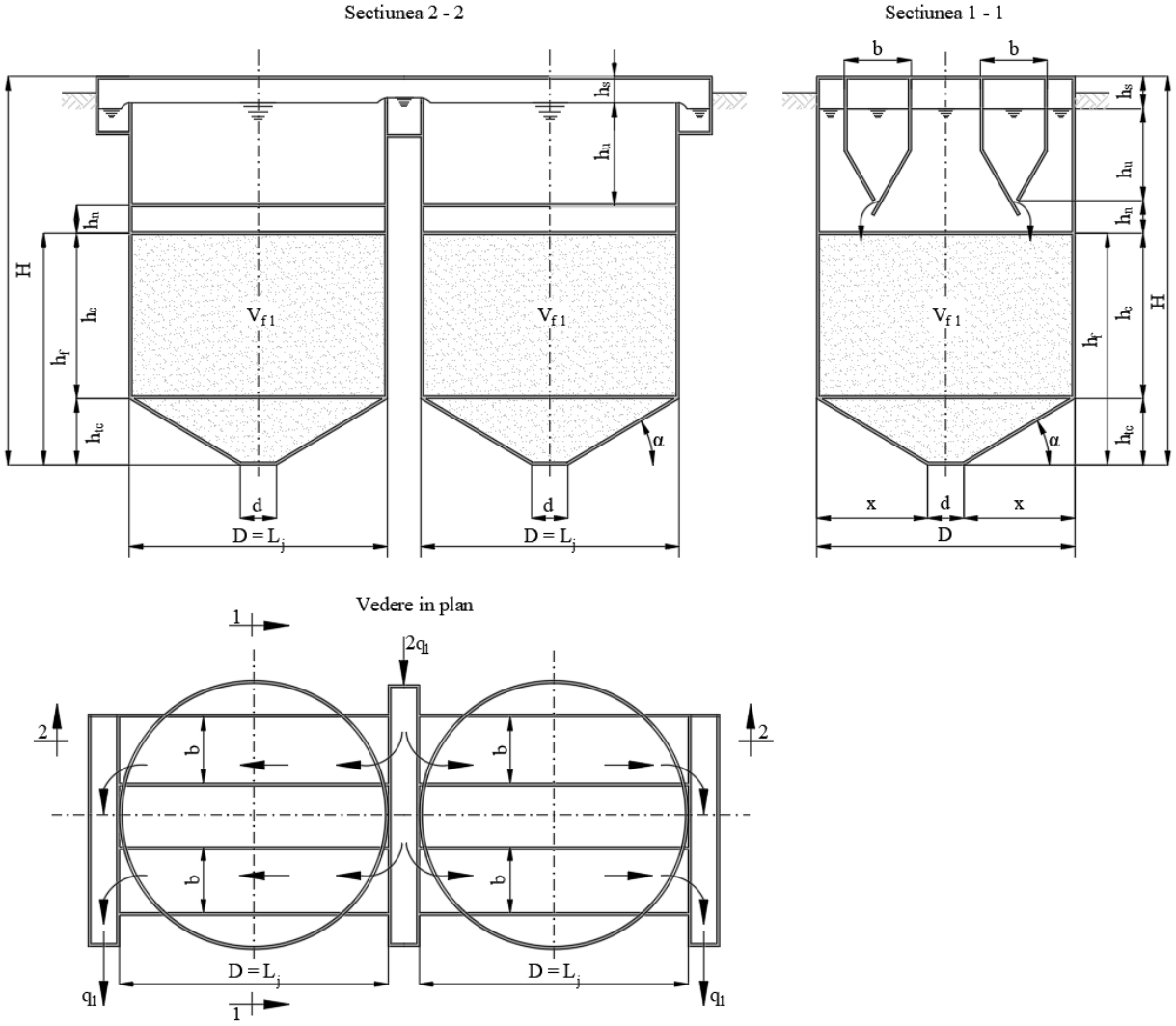


Figura 4.6. Decantoare cu etaj. Dispoziție în plan și secțiuni caracteristice.

(15) Evacuarea nămolului din zona de fermentare a decantoarelor cu etaj se realizează prin pompare; se dotează fiecare cuvă cu o electropompă submersibilă montată în partea de jos a zonei de fermentare (Figura 4.7).

(16) Se adoptă măsuri constructive pentru a se schimba periodic sensul de curgere a apei din jgheaburi pentru a se echilibra volumul de nămol din cele două bazine.

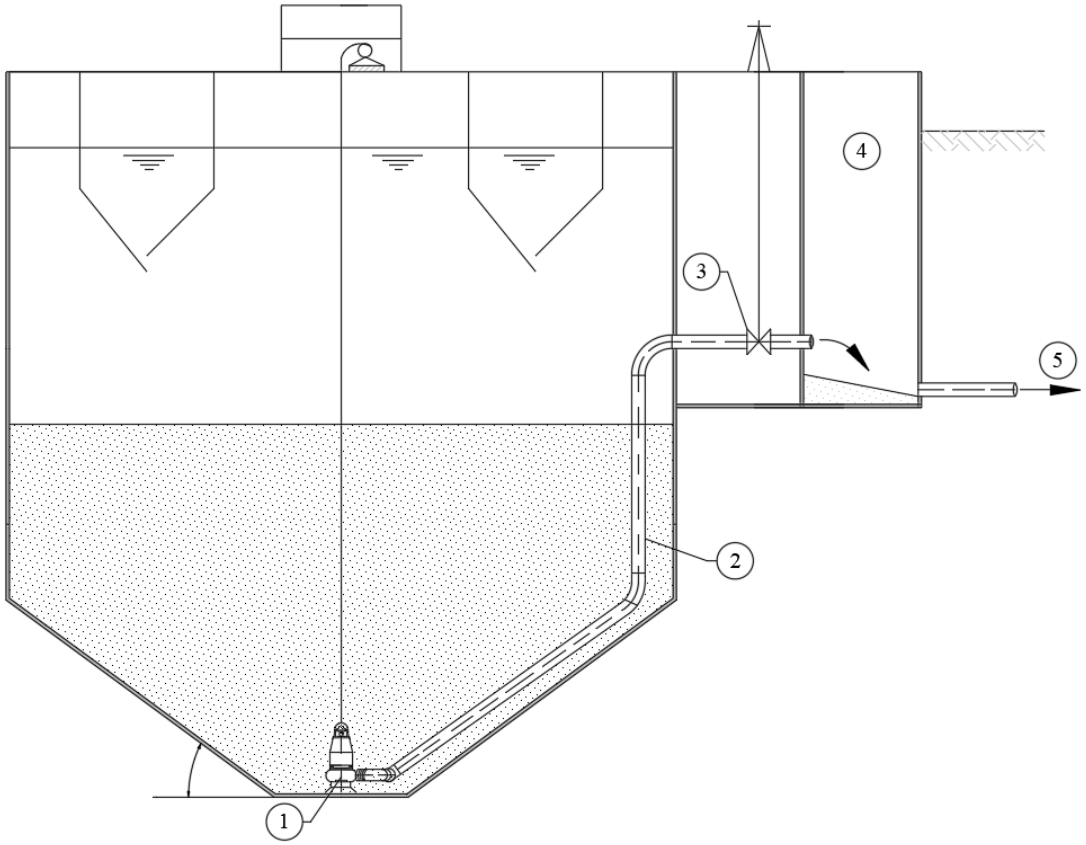


Figura 4.7. Decantor cu etaj - Sistem de evacuare nămol.
Notaţii: 1. Electro-pompa submersibila; 2. Conducta de refulare; 3. Vana; 4. Camera umeda; 5. Spre deshidratare.

4.6.9 Staţii de pompare apă uzată din staţiile de epurare

(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 întocmeşte o evaluare tehnico – economică în care se ia în considerare:
   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.

(4) Analiza se efectuează integral pentru linia apei astfel încât să se asigure un flux gravitaţional în staţia de epurare cu max. o singură staţie de pompare.

(5) Elementele componente care alcătuiesc staţiile de pompare sunt:

a. echipamente hidromecanice de bază, constituite din grupuri de pompă 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 a 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.

4.6.9.1 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, aceasta 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, aceasta poate fi amplasată şi în amonte de grătare.

(4) Proiectarea tehnologică a staţiilor de pompare pentru apele uzate din cadrul staţiei de epurare se face cu respectarea prevederilor STAS 12594 şi în conformitate cu prevederile cap. 3.4.7 din prezentul volum.

4.6.9.2 Parametri de proiectare

(1) Parametrii principali de proiectare tehnologică a 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 de materii în suspensie, vâscozitatea).

(2) Programul de funcţionare automată a staţiei de pompare urmăreşte 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 face numai dacă furnizorul pompei garantează prin fişa utilajului, acest lucru.

(4) Timpul de acumulare a apelor uzate corespunzător $Q_{uz\ or\ max}$ în bazinul de recepţie în cazul în care nu se cunoaşte graficul de variaţie a debitului influent, se consideră 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 consideră 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 respectă înecarea minimă prescrisă de furnizorul pompelor respective. În lipsa acestei indicaţii, se recomandă ca întreg corpul pompei să fie sub nivelul minim al apei din bazinul de recepţie.

(12) În cazul pompelor cu ax orizontal, cota axului pompei se stabileşte sub nivelul minim al apei din bazinul de recepţie.

(13) 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 4.13). Aceste distanţe permit proiectantului stabilirea gabaritelor necesare pentru clădirea staţiei de pompare. În acelaşi scop, se ţine seama şi de spaţiile necesare realizării instalaţiei hidraulice pe aspiraţia şi refularea pompelor.

Tabelul 4.13. Distanţe minime recomandate 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)		
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	-	-

Nr. crt.	Distanţa	Pompă cu ax orizontal	Pompă cu ax vertical	Pompă submersibilă
		Distanţa minimă (m)		
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	 - -

(14) La proiectarea construcţiei staţiilor de pompare se prevăd 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.

(15) Dacă staţia de pompare este prevăzută cu instalaţii de ridicat, înălţimea sălii pompelor sau sălii motoarelor se determină astfel încât între piesa ridicată şi celelalte agregate să existe în timpul transportului sau manevrării o distanţă de siguranţă de minim 0,50 m.

(16) 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, este de minimum 3,0 m.

(17) La staţiile de pompare echipate cu pompe submersibile, suprastructura (sala pompelor sau sala motoarelor) poate lipsi.

(18) În cazurile în care greutatea G a celui mai greu agregat sau subansamblu component depăşeşte 0,1t, instalaţiile de ridicat se prevăd 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 $G > 2,0\ t$.

(19) Distanţele instalaţiilor de ridicat faţă de pereţi, planşeu şi agregatele de pompare trebuie să respecte prescripţiile I.S.C.I.R.

(20) Postamentul pompelor cu ax orizontal are 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.

(21) Pentru colectarea pierderilor de apă din instalaţii, pardoseala se amenajează cu pantele şi rigolele de scurgere necesare. Apa este condusă spre o başă de unde, o pompă de epuisment refulează apa în bazinul de recepţie, în conducta de preaplin sau în conducta de golire a bazinului de recepţie în caz de avarii.

(22) La proiectarea instalaţiilor hidraulice aferente staţiilor de pompare trebuie avute în vedere următoarele:
   a. conductele de aspiraţie şi refulare să fie 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 prevede cel puţin un compensator de montaj pe conducta generală de refulare. Pe refularea fiecărei pompe se montează obligatoriu, în sensul

refulării, clapet antiretur şi robinet de închidere (vană de izolare). În cazul pompelor cu funcţionare independentă (având conducte de refulare individuale de înălţime şi lungime redusă), clapetul antiretur 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 realizează în pantă de cel puţin 5‰ 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.

(23) 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.

(24) La montarea mai multor conducte în paralel, în acelaşi canal, distanţa dintre pereţii conductelor este:

a. la îmbinarea cu flanşe:
i. minim 500 mm pentru $D_n \leq 400$ mm,
ii. minim 700 mm pentru $D_n > 400$ mm.
b. la îmbinarea prin sudură:
iii. minim 600 mm pentru $D_n \leq 400$ mm,
iv. minim 700 mm pentru $D_n > 400$ mm.

(25) Dimensionarea hidraulică a conductelor instalaţiei de pompare se face pentru valorile vitezei apei prin conducte prezentate în următorul tabel.

Tabelul 4.14. Viteze recomandate pe conductele de aspirație și pe conductele de refulare.

Nr. crt.	Diametrul conductei (mm)	Viteza apei (m/s)	
		Conducte de aspiraţie	Conducte de refulare
1	< 250	0,7 … 0,8	1,0 … 1,1
2	≥ 250	0,9 … 1,0	1,2 … 1,3

(26) Pentru evitarea îngheţării apei în conductele instalaţiei de pompare în perioadele de întrerupere a funcţionării staţiei, se va prevedea posibilitatea de golire a tuturor conductelor.

(27) 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 esențială în funcționarea stației de pompare. Când este cazul se asigură sursă de rezervă.

(28) 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 realizează pentru tensiune nepericuloasă (12 ... 24 V).

(29) 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.

(30) 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.

(31) 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.

(32) În cazul staţiilor de pompare care au încăperi anexe (atelier de întreţinere, grup sanitar, încăperi separate pentru instalaţii electrice) se asigură, prin încălzire, temperaturile normate.

(33) 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.

(34) 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.

(35) 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), se prevede o instalaţie de ventilaţie mobilă pentru introducere de aer proaspăt la locul de intervenţie şi posibilitatea de evacuare a aerului viciat în atmosferă.

(36) 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.

(37) Proiectarea instalaţiilor de ventilaţie se face cu respectarea prevederilor reglementărilor tehnice specifice privind protecţia antiexplozivă şi antideflagrantă.

(38) 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.

(39) Proiectul de execuţie al staţiei de pompare conţine 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.

(40) Exploatarea staţiilor de pompare se face conform instrucţiunilor de exploatare, care conţin şi măsurile de protecţia muncii, indicându-se, în detaliu, toate operaţiile pe care personalul trebuie să le efectueze în acest sens.

(41) Pentru evidenţa continuă a debitelor de ape uzate sau epurate pompate şi pentru indicarea nivelului apei în bazinul de recepţie, se prevăd aparate de măsură şi control corespunzătoare.

4.7 Proiectarea obiectelor tehnologice din treapta de epurare biologică / treapta de epurare avansată

4.7.1 Bilanțul general de substanțe pe linia apei

(1) Bilanțul de substanțe pe linia apei se calculează la debitul de calcul $Q_c = Q_{uz\ zi\ med}$.

4.7.1.1 Cantități de substanță influente în stația de epurare

(1) Pentru MTS:

$$N_i = \frac{c_{uz}}{1000} \cdot Q_c \quad (kg\ s.u./zi) \tag{4.74}$$

în care:

c_{uz} – concentrația MTS influentă în stația de epurare, (mg/l);

Q_c – debitul de calcul, (m^3/zi).

(2) Pentru CBO_5:

$$C_i = \frac{x_{5uz}}{1000} \cdot Q_c \quad (kg\ /zi) \tag{4.75}$$

în care:

x_{5uz} - concentrația CBO_5 din apa uzată influentă în stația de epurare, (mg O_2/l);

Q_c – debitul de calcul, (m^3/zi).

(3) Pentru CCO-Cr:

$$C_{i,CCO} = \frac{X_{CCO}}{1000} \cdot Q_c \quad (kg\ /zi) \tag{4.76}$$

în care:

X_{CCO} - concentrația CCO-Cr din apa uzată influentă în stația de epurare, (mg O_2/l);

Q_c – debitul de calcul, (m^3/zi).

(4) Pentru N_T:

$$K_N^i = \frac{c_N}{1000} \cdot Q_c \quad (kg\ /zi) \tag{4.77}$$

în care:

c_N - concentrația de azot total din apa uzată influentă în stația de epurare, (mg/l);

Q_c – debitul de calcul, (m^3/zi).

(5) Pentru P_T:

$$K_P^i = \frac{c_P}{1000} \cdot Q_c \quad (kg\ /zi) \tag{4.78}$$

în care:

c_P - concentrația de fosfor din apa uzată influentă în stația de epurare, (mg/l);

Q_c – debitul de calcul, (m^3/zi).

4.7.1.2 Concentrații ale substanțelor poluante influente în treapta biologică

(1) Concentrația materiilor totale în suspensie:

$$c_{uz}^b = (1 - e_s) \cdot c_{uz} \ (mg/l) \tag{4.79}$$

în care:

e_s – eficiența decantării primare în reținerea MTS, (%);

c_{uz} – concentrația MTS influentă în stația de epurare, (mg/l).

(2) Concentrația materiilor organice biodegradabile:

$$x_{5uz}^{b} = (1 - e_x) \cdot x_{5uz} \ (mg\ O_2/l) \quad (4.80)$$

în care:

e_x– eficiența decantării primare în reținerea CBO_5, (%);

x_{5uz} – concentrația CBO_5 din apa uzată influentă în stația de epurare, (mg O_2/l).

(3) Concentrația materiilor organice:

$$X_{CCO}^{b} = \left(1 - e_{x,CCO}\right) \cdot X_{CCO} \ (mg\ O_2/l) \quad (4.81)$$

în care:

$e_{x,CCO}$– eficiența decantării primare în reținerea CCO-Cr, (%);

X_{CCO} – concentrația CCO-Cr din apa uzată influentă în stația de epurare, (mg O_2/l).

(4) Concentrația în azot total:

$$c_N^{b} = (1 - e_N) \cdot c_N \ (mg/l) \quad (4.82)$$

în care:

e_N – eficiența decantării primare în reținerea azotului total, (%);

c_N – concentrația de azot total din apa uzată influentă în stația de epurare, (mg/l).

(5) Concentrația în fosfor total:

$$c_P^{b} = (1 - e_P) \cdot c_P \ (mg/l) \quad (4.83)$$

în care:

e_P – eficiența decantării primare în reținerea fosforului total, (%);

c_P – concentrația de fosfor din apa uzată influentă în stația de epurare, (mg/l).

(6) Dacă schema de epurare nu cuprinde decantor primar atunci eficiențele e_s,$e_{x,CCO}$,e_P,e_N, sunt nule iar concentrațiile influente în treapta biologică sunt egale cu cele influente în stația de epurare.

(7) Dacă schema de epurare cuprinde decantor primar se pot utiliza eficiențele (e_s,$e_{x,CCO}$,e_P,e_N) prezentate în Tabelul 4.8 eficiențe în funcție de timpul de decantare.

(8) Concentrațiile substanțelor poluante din efluentul stației de epurare sunt cunoscute deoarece sunt impuse de normele și normativele de protecție a apelor și definitivate prin acordurile sau autorizațiile de gospodărirea apelor și de mediu.

4.7.1.3 Cantități de substanță influente în treapta biologică

(1) Pentru MTS:

$$N_b = \frac{c_{uz}^{b}}{1000} \cdot Q_c \ (kg/zi) \quad (4.84)$$

în care:

c_{uz}^{b} – definit la paragraful anterior;

Q_c – debitul de calcul, (m^3/zi).

(2) Pentru CBO_5:

$$C_b = \frac{x_{5uz}^b}{1000} \cdot Q_c \quad (kg/zi) \tag{4.85}$$

în care:

x_{5uz}^b – definit la paragraful anterior;
Q_c – debitul de calcul, (m^3/zi).

(3) Pentru CCO-Cr:

$$C_{b,CCO} = \frac{X_{CCO}^b}{1000} \cdot Q_c \quad (kg/zi) \tag{4.86}$$

în care:

X_{CCO}^b – definit la paragraful anterior;
Q_c – debitul de calcul, (m^3/zi).

(4) Pentru N_T:

$$K_N^b = \frac{c_N^b}{1000} \cdot Q_c \quad (kg/zi) \tag{4.87}$$

în care:

c_N^b – definit la paragraful anterior;
Q_c – debitul de calcul, (m^3/zi).

(5) Pentru P_T:

$$K_P^b = \frac{c_P^b}{1000} \cdot Q_c \quad (kg/zi) \tag{4.88}$$

în care:

c_P^b – definit la paragraful anterior;
Q_c – debitul de calcul, (m^3/zi);

4.7.1.4 Cantități de substanță din efluentul stației de epurare

(1) Pentru MTS:

$$N_{ev} = \frac{c_{uz}^{adm}}{1000} \cdot Q_c \quad (kg/zi) \tag{4.89}$$

în care:

c_{uz}^{adm} – concentrația de MTS din efluentul stației de epurare, (mg/l);
Q_c – debitul de calcul, (m^3/zi).

(2) Pentru CBO_5:

$$C_{ev} = \frac{x_{5uz}^{adm}}{1000} \cdot Q_c \quad (kg/zi) \tag{4.90}$$

în care:

x_{5uz}^{adm} – concentrația de CBO_5 din efluentul stației de epurare, (mg/l);
Q_c – debitul de calcul, (m^3/zi).

(3) Pentru CCO-Cr:

$$C_{ev,CCO} = \frac{X_{CCO}^{adm}}{1000} \cdot Q_c \quad (kg/zi) \tag{4.91}$$

în care:

X_{CCO}^{adm} – concentrația de CCO-Cr din efluentul stației de epurare, (mg/l);
Q_c – debitul de calcul, (m^3/zi).

(4) Pentru N_T:

$$K_N^{ev} = \frac{c_N^{adm}}{1000} \cdot Q_c \quad (kg/zi) \tag{4.92}$$

în care:

c_N^{adm} – concentrația de N_T din efluentul stației de epurare, (mg/l);
Q_c – debitul de calcul, (m^3/zi).

(5) Pentru P_T:

$$K_P^{ev} = \frac{c_P^{adm}}{1000} \cdot Q_c \quad (kg/zi) \tag{4.93}$$

în care:

c_P^{adm} – concentrația de P_T din efluentul stației de epurare, (mg/l);
Q_c – debitul de calcul, (m^3/zi).

4.7.1.5 Cantități de substanță reținute în treapta biologică

(1) Pentru MTS:

$$N_b' = N_b - N_{ev} \quad (kg/zi) \tag{4.94}$$

în care: N_b, N_{ev} – definite anterior.

(2) Pentru CBO_5:

$$C_b' = C_b - C_{ev} \quad (kg/zi) \tag{4.95}$$

în care: C_b, C_{ev} – definite anterior.

(3) Pentru CCO-Cr:

$$C_{b,CCO}' = C_{b,CCO} - C_{ev,CCO} \quad (kg/zi) \tag{4.96}$$

în care: $C_{b,CCO}$, $C_{ev,CCO}$ – definite anterior.

(4) Pentru N_T:

$$K_N' = K_N^b - K_N^{ev} \quad (kg/zi) \tag{4.97}$$

în care: K_N^b, K_N^{ev} – definite anterior.

(5) Pentru P_T:

$$K_P' = K_P^b - K_P^{ev} \quad (kg/zi) \tag{4.98}$$

în care: K_P^b, K_P^{ev} – definite anterior.

4.7.2 Fracționarea consumului chimic de oxigen (CCO-Cr)

(1) Substanțele organice influente în treapta de epurare biolgică pot fi împărțite într-o fracție dizolvată și o fracție aferentă particulelor [1]:

$$X_{CCO}^b = X_{CCO,diz}^b + X_{CCO,p}^b \ (mg/l) \tag{4.99}$$

în care:

X_{CCO}^b - concentrația de CCO-Cr din influentul bazinului cu nămol activat, (mg/l);

$X^{b}_{CCO,diz}$ – concentrația de CCO-Cr dizolvat din influentul bazinului cu nămol activat, (mg/l);
$X^{b}_{CCO,p}$ - concentrația de CCO-Cr aferentă particulelor din influentul bazinului cu nămol activat, (mg/l).

(2) Fiecare din cele două fracții constă dintr-o fracție degradabilă și una inertă [1]:

$$X^{b}_{CCO} = X^{b}_{CCO,diz,deg} + X^{b}_{CCO,diz,inert} + X^{b}_{CCO,p,deg} + X^{b}_{CCO,p,inert} \quad \left(\frac{mg}{l}\right) \qquad (4.100)$$

în care:

X^{b}_{CCO} - concentrația de CCO-Cr din influentul bazinului cu nămol activat, (mg/l);
$X^{b}_{CCO,diz,deg}$ - concentrația de CCO-Cr dizolvat degradabil din influentul bazinului cu nămol activat, (mg/l);
$X^{b}_{CCO,diz,inert}$ - concentrația de CCO-Cr dizolvat inert din influentul bazinului cu nămol activat, (mg/l);
$X^{b}_{CCO,p,deg}$ - concentrația de CCO-Cr aferentă particulelor degradabile din influentul bazinului cu nămol activat, (mg/l);
$X^{b}_{CCO,p,inert}$ - concentrația de CCO-Cr aferentă particulelor inerte din influentul bazinului cu nămol activat, (mg/l).

(3) Fracția dizolvată inertă $X^{b}_{CCO,diz,inert}$ poate fi echivalată aproximativ cu concentrația de CCO-Cr dizolvat din efluentul decantorului secundar [1].

$$X^{b}_{CCO,diz,inert} = X^{efDS}_{CCO,diz,inert} = X^{efDS}_{CCO,diz} = f_s \cdot X^{b}_{CCO} \quad (mg/l) \qquad (4.101)$$

în care:

proporția fs a fracției dizolvate inerte din X^{b}_{CCO} este între 0,05 - 0,1. Se recomandă calcularea cu fs = 0,05 pentru apele uzate municipale.

(4) Concentrația de CCO-Cr aferentă particulelor inerte poate fi estimată ca o fracțiune din concentrația de CCO-Cr aferentă particulelor [1].

$$X^{b}_{CCO,p,inert} = f_A \cdot X^{b}_{CCO,p} = f_A \cdot \left(X^{b}_{CCO} - X^{b}_{CCO,diz}\right) \quad (mg/l) \qquad (4.102)$$

în care:

f_A poate fi între 0,2 și 0,35. Se recomandă calcularea cu f_A=0,3 pentru apele uzate municipale.

(5) Concentrația de CCO-Cr degradabil din influentul bazinului cu nămol activat [1]:

$$X^{b}_{CCO,deg} = X^{b}_{CCO} - X^{efDS}_{CCO,diz,inert} - X^{b}_{CCO,p,inert} \quad (mg/l) \qquad (4.103)$$

(6) Concentrația de CCO-Cr degradabil conține o fracție ușor degradabilă care este importantă pentru denitrificare și eliminarea excesului de fosfor încorporat biologic. Concentrația de CCO-Cr ușor degradabil se calculează [1]:

$$X^{b}_{CCO,Fdeg} = f_{CCO} \cdot X^{b}_{CCO,deg} \ (mg/l) \qquad (4.104)$$

în care:

f_{CCO}= 0,15 ... 0,25 pentru o apa uzată cu compoziție medie.

(7) Materiile totale în suspensie din influentul treptei biologice, c^{b}_{uz} , constau din fracții organice și anorganice, acestea din urmă nefiind incluse în X^{b}_{CCO} [1].

$$c^{b}_{uz} = c^{b}_{uz,org} + c^{b}_{uz,anorg} \ (mg/l) \quad (4.105)$$

sau

$$c^{b}_{uz,anorg} = f_B \cdot c^{b}_{uz} \ (mg/l) \quad (4.106)$$

în care:

f_B = 0,2 și 0,3. Se recomandă să se calculeze cu $f_B = 0{,}3$ pentru apele uzate brute și cu$f_B = 0{,}2$ pentru apele pretratate.

(8) Concentrația de CCO-Cr aferentă particulelor din influentul bazinului cu nămol activat nu este de obicei determinat analitic, ci se calculează astfel [1]:

$$X^{b}_{CCO,p} = X^{b}_{CCO} - X^{b}_{CCO,diz} \ (mg/l) \quad (4.107)$$

(9) Dacă $X^{b}_{CCO,diz}$ nu este cunoscut, dar a fost măsurat c^{b}_{uz}, concentrația de CCO-Cr aferentă particulelor din substanța uscată organică poate fi estimată la 1,6 g CCO/g de s.u. Acest lucru permite stabilirea următoarelor relații [1]:

$$X^{b}_{CCO,p} = X^{b}_{CCO} - X^{b}_{CCO,diz} = c^{b}_{uz} \cdot 1{,}6 \cdot (1 - f_B) \ (mg/l) \quad (4.108)$$

4.7.3 Epurarea biologică naturală

4.7.3.1 Câmpuri de irigare și infiltrare

(1) Câmpurile de irigare și infiltrare sunt 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 strângere a recoltei, în perioadele de îngheț.

(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 care 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 4.15.

Tabelul 4.15. Conţinutul apelor uzate și 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 utilizează numai ape epurate mecanic. Timpul de decantare primară se recomandă: 1,5 – 2,0 h.

(4) Răspândirea apelor uzate epurate mecanic pe câmpurile de irigare se poate utiliza numai dacă amplasamentul și solul sunt favorabile. Această caracteristică a solului depinde de: panta terenului natural, textura 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 se trimit pe câmpurile de infiltrare sau sunt 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 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 substanțe toxice, de infectare a solului;
   b. analiza tehnico-economică a aplicării irigaţiilor cu ape uzate pentru compensarea deficitului de umiditate;
   c. stabilirea compatibilității 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 geotehnic;
   h. studiu pedoclimatic pentru alegerea asolamentelor şi efectuarea investiţiilor pedoameliorative ale solului;
   i. stabilirea parametrilor tehnico-economici ai amenajării pentru evaluarea fezabilităţii proiectului şi alegerea variantei optime.

4.7.3.1.1 Parametri de proiectare pentru dimensionarea câmpurilor de irigare şi infiltrare

(1) Calitatea apei utilizată la irigații se stabileşte prin studii agro-pedologice.

(2) Necesarul de apă specific:

$$D = E_p - 10 \cdot P - F - R_i + R_f \quad (m^3/\text{lună}, ha) \qquad (4.109)$$

în care:

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 (4.109) se obţin valori negative ale necesarului specific de apă, acestea se consideră zero.

(3) Hidromodulul (debitul de irigare):

$$q = \frac{D_c}{T} \quad (dm^3/s, ha) \tag{4.110}$$

în care:

D_c – debitul lunar de calcul, (dm^3/ha);
T – durata de distribuire a apei pe parcursul unei luni, (s).

(4) În lipsa datelor necesare pentru determinarea bilanţului apei în sol, dimensionarea câmpurilor de irigare şi infiltrare, precum şi a instalaţiilor de alimentare cu apă si de desecare, se face pe baza normelor de irigare, a normelor de udare şi a normelor de infiltrare (Tabelul 4.15).

(5) Suprafaţa câmpurilor de irigare:

$$A_{ig} = \frac{Q_{uz,med,zi}}{N_{ig}} \quad (ha) \tag{4.111}$$

în care:

$Q_{uz,med,zi}$ – debitul uzat zilnic mediu epurat mecanic, (m^3/zi);
N_{ig} – norma de irigare, (m^3/ha,zi).

(6) Valorile normelor de irigare sunt prezentate în tabelul următor.

Tabelul 4.16. 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**	
Culturi principale	Cereale – toamnă	200	300	300
	Cereale – primăvară	200	450	450
	Rapiţă – toamnă	250	500	1500
	Cartofi timpurii	200	400	800
	Cartofi mijlocii	200	400	600
	Cartofi târzii	200	400	600
	Sfeclă	400	500	1500
	Trifoi	500	600	3000
Culturi principale	Porumb	500	750	4000
	Fânețe	500	750	4000
	Păşuni	500	750	7000
Culturi intercalate	Secară – nutreţ	200	400	1000
	Porumb – nutreţ	400	600	1500
	Trifoi	400	600	1500

*se stabilesc prin determinări ”in situ” valorile exacte pe baza regimului precipitaţiilor.

(7) Suprafaţa câmpurilor de infiltrare:

$$A_{if} = \alpha \cdot \frac{Q_{uz,med,zi}}{N_{if}} = \alpha \cdot \frac{A_{ig} \cdot N_{ig}}{N_{if}} \quad (ha) \tag{4.112}$$

în care:

α – coeficient care exprimă partea din debitul uzat zilnic mediu care se distribuie pe câmpurile de infiltrare;
$Q_{uz,med,zi}$ – debitul uzat zilnic mediu epurat mecanic, (m^3/zi);
N_{ig} – norma de irigare, (m^3/ha,zi);
N_{if} – norma de infiltrare, (m^3/ha,zi);
A_{ig} – suprafaţa câmpurilor de irigare, (ha);
A_{if} – suprafaţa câmpurilor de infiltrare, (ha).

(8) Suprafaţa necesară construcţiilor auxiliare:

$$A_d = k \cdot (A_{ig} + A_{if}) \quad (ha) \tag{4.113}$$

în care:

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;

A_{ig} – suprafaţa câmpurilor de irigare, (ha);

A_{if} – suprafaţa câmpurilor de infiltrare, (ha).

(9) Suprafaţa totală necesară amenajării câmpurilor de irigare şi infiltrare:

$$A_t = A_{ig} + A_{if} + A_d \quad (ha) \tag{4.114}$$

în care: A_{ig}, A_{if}, A_d definite anterior.

(10) Grosimea stratului de gheaţă care se formează pe timpul iernii:

$$h_g = \frac{\beta \cdot Q_{uz,med,zi} \cdot T_{îng}}{\gamma \cdot A_{îng}} + h_0 \quad (m) \tag{4.115}$$

în care:

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);

$Q_{uz\ zi\ med}$ – debitul uzat zilnic mediu epurat mecanic, (m^3/zi).

(11) Înălţimea stratului de gheaţă nu trebuie să depăşească 0,70 – 0,80 m, pentru a nu rezulta înălţimi mari necesare digurilor. Dacă această condiţie nu este respectată se aplică procedeul de infiltraţie sub gheaţă.

(12) Debitul de calcul a canalului principal de distribuţie a apei uzate:

$$Q_c = Q_{uz\ or\ max} \quad (dm^3/s) \tag{4.116}$$

în care:

$Q_{uz\ or\ max}$ – debitul uzat orar maxim epurat mecanic, (dm^3/s).

(13) Debitul de calcul ce revine unei parcele de 1ha, valoare pentru care se dimensionează canalele de distribuţie şi irigaţie a apei pe parcele:

$$q_{ig} = \frac{1000 \cdot N_{ig} \cdot t}{3600 \cdot t_u} \quad (dm^3/s, ha) \tag{4.117}$$

în care:

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 (4.117) rezultă mai mare decât $Q_{uz\ or\ max}$, în calcule se ia în considerare ultimul.

(14) Debitul apelor evacuate de pe parcela cu suprafaţa de 1 ha:

$$q_{des} = \frac{1000 \cdot \alpha \cdot N_{ig} \cdot t \cdot n}{86400 \cdot t_{des}} \quad (dm^3/s, ha) \qquad (4.118)$$

în care:

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.

(15) Debitul de calcul a unui dren:

$$Q_{dren} = q_{des} \cdot A_{des} \quad (dm^3/s) \qquad (4.119)$$

în care:

q_{des} – definit de (4.104);

A_{des} – suprafaţa deservită de un singur dren (ha) :

$$A_{des} = \frac{L \cdot b}{10000} \quad (ha) \qquad (4.120)$$

în care:

L – lungimea drenului (≤ 120 m);

b – distanţa între drenuri definită de (4.121) (m).

(16) Distanța dintre drenurile sau șanțurile de desecare:

$$b = 632 \cdot (H - h) \cdot \sqrt{\frac{k}{q_{des}}} \quad (m) \qquad (4.121)$$

în care:

H – adâncimea la care se aşează drenurile:

- 1,20 – 1,50 m pentru drenajul închis;
- 1,50 – 2,0 m pentru canalele de desecare.

h – adâncimea de drenare:

- 0,60 m pentru fâneaţă;
- 1,00 m pentru legume.

k – coeficientul de permeabilitate:

- 1,0 – 0,1 cm/s pentru nisip;
- 0,004 – 0,001 cm/s pentru soluri argilo-nisipoase.

q_{des} – definit de relaţia (4.104).

Distanţa dintre drenuri, pentru diferite pământuri şi adâncimi de aşezare poate fi adoptată orientativ din Tabelul 4.17.

Tabelul 4.17. Distanţa dintre drenuri pentru diferite soluri şi adâncimi.

Natura pământului	**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
Teren nisipos	16,0	26,0

4.7.3.2 Iazuri biologice

(1) Iazurile biologice sunt bazine naturale sau excavate în pământ, amenajate de cele mai multe ori în depresiuni naturale, având ca obiectiv epurarea apelor uzate brute sau epurate 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) 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.

(4) Iazurile biologice pot fi alcătuite din unul sau mai multe compartimente. În cazul în care iazurile sunt alcătuite din două sau mai multe compartimente, acestea sunt legate în serie sau în paralel.

(5) 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).

(6) 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 predominantă a vântului, gradul de acoperire a cerului, luminozitatea, evaporaţia, precipitaţiile;
   c. studii topografice;
   d. studii geotehnice din care să rezulte: adâncimea la care se află pânza freatică, structura, alternanţa şi duritatea rocilor, porozitatea pământurilor;
   e. condiţiile de evacuare, posibilităţile de reutilizare a apei epurate, combaterea mirosurilor, a muştelor, rozătoarelor;
   f. 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;
   g. protecţia sanitară.

4.7.3.2.1 Iazuri biologice anaerobe

(1) În iazurile anaerobe, particulele sunt reținute prin sedimentare și substanțele organice sunt reduse prin fermentare anaerobă. La temperaturi scăzute, iazul anaerob funcționează ca un iaz de decantare. Odată cu creșterea temperaturii, reducerea substanțelor organice prin fermentare anaerobă crește semnificativ. Nămolul decantat este stabilizat anaerob datorită perioadelor lungi de depozitare.

(2) Pentru a asigura un volum suficient pentru substanțele sedimentate și pentru a limita aportul de oxigen, se creează iazuri anaerobe cu o suprafață relativ mică și adâncime mai mare decât alte tipuri de iazuri.

(3) Iazurile anaerobe sunt folosite aproape exclusiv în combinație cu alte tipuri de iazuri sau alte procese de epurare. Reducerea substanțelor organice în iazurile anaerobe (aproximativ 30% până la 60%, în funcție de temperatură) nu este de obicei suficientă pentru a utiliza iazurile anaerobe ca etapă unică de epurare.

4.7.3.2.1.1 Parametri de proiectare pentru dimensionarea iazurilor biologice anaerobe

(1) Temperatura de dimensionare este temperatura medie a apei din iazuri în cea mai rece lună a anului. Dacă temperaturile apei sunt necunoscute, temperatura de dimensionare se consideră cu 2 °C până la 3 °C mai mare decât temperatura medie a aerului în luna cea mai rece.

(2) Pentru temperaturi $\leq 15^{o}C$ încărcarea organică se consideră $I_o \leq 0{,}24\ kg/m^3, zi$; eficiența iazurilor anaerobe în reținerea CCO-Cr este de aproximativ $e_{x,CCO}$ este de 30% [2]

(3) Concentrația de CCO-Cr în efluentul iazurilor anaerobe se determină:

$$X_{CCO}^{ef} = \left(1 - e_{x,CCO}\right) \cdot X_{CCO} \qquad (mg/l) \qquad (4.122)$$

în care:

X_{CCO} - concentrația de CCO-Cr în efluentul iazurilor anaerobe, (mg/l);
$e_{x,CCO}$- eficiența iazurilor anaerobe în reținerea CCO-Cr, (%).

(4) Volumul necesar se calculează cu relația:

$$V = \frac{C_{i,CCO}}{I_o} \quad (m^3) \qquad (4.123)$$

în care:

$C_{i,CCO}$ – cantitatea de substanță organică influentă în iazul anaerob, (kg/zi);
I_o – încărcarea organică, (kg/m^3,zi).

(5) Dacă se dorește o mineralizare extinsă a nămolului sedimentat volumul specific nu trebuie să fie mai mic de 0,5 m^3/l.e [2].

(6) Adâncimea iazului anaerob: h ≥ 3 m.

(7) Se recomandă valori ale raportului lungime:lățime între 1,5:1 şi 3:1 [2].

(8) Timpul de retenție hidraulică este:

$$T_r = \frac{V}{Q_{uz,zi,med}} \quad (zile) \qquad (4.124)$$

în care:

V – volumul util al iazului, (m3);
$Q_{uz,zi,med}$ - debitul uzat zilnic mediu, (m^3/zi).

(9) Acumularea specifică de nămol variază între 0,05 – 0,2 m^3/l.e.,an [2].

4.7.3.2.2 Iazuri biologice facultative

(1) Iazurile facultative sunt iazuri cu o adâncime maximă a apei de 2,0 m. Procesele aerobe sunt întreținute de oxigenul care difuzează prin suprafața liberă și de oxigenul furnizat în urma procesului de fotosinteză realizat de alge.

(2) Iazurile facultative sunt stratificate astfel: un strat aerob aproape de suprafață cu o proporție mare de alge și bacterii aerobe, o zonă de tranziție facultativă în care încă pătrunde o parte din lumina soarelui și oxigenul dizolvat este încă detectabil și o zonă anaerobă în apropierea sedimentului.

(3) Iazurile facultative sunt utilizate în principal pentru reducerea substanțelor organice, dar pot contribui și la reducerea nutrienților în anumite condiții (de exemplu, temperatura T > 15 °C, timp de retenție hidraulică suficient de lung pentru descompunerea C și N).

(4) Dacă în amonte nu există un iaz anaerob, primul iaz facultativ pe direcția curgerii trebuie prevăzut cu o bașă de nămol cu un volum comparabil cu cel al iazurilor anaerobe pentru colectarea și descompunerea sedimentelor și nămolului.

4.7.3.2.2.1 Parametri de proiectare pentru dimensionarea iazurilor biologice facultative

(1) Încărcare organică pe suprafață este determinată în funcție de temperatura medie a apei uzate în luna cea mai rece a anului și de radiația solară în luna cu cel mai puțin soare [2]:

$$I_{oA} = 61{,}5 \cdot (1{,}125 - 0{,}0023 \cdot T)^{(T-25)} \cdot f_{RS} \quad (g/m^2, zi) \tag{4.125}$$

în care:

T - temperatura de dimensionare,(°C);

f_{RS} - factor care ia în considerare radiația solară.

(2) Factorul care ia în considerare radiația solară se calculează cu relația [2]:

$$f_{RS} = 1 + [0{,}0008 \cdot (RS - 150)] \quad (-) \tag{4.126}$$

în care:

RS – radiația solară; RS = 100 – 135 (W/m^2).

(3) Se recomandă ca valoarea încărcării organice pe suprafață considerată la dimensionare să nu fie mai mică de 12 g/(m^2•d) [2].

(4) Aria iazului se calculează cu relația [2]:

$$A_{iaz} = \frac{C_{b,CCO}}{I_{oA}} \quad (m^2) \tag{4.127}$$

în care:

$C_{b,CCO}$ - cantitatea de substanță organică influentă în iazul facultativ, (kg/zi);

I_{oA} - încărcarea organică pe suprafață, (g/m^2,zi).

(5) Adâncimea iazului facultativ: $h = 1 - 2$ m.

(6) Se recomandă valori ale raportului lungime:lățime între 2:1 și 3:1 [2].

(7) Timpul de retenție hidraulică;

$$T_r = \frac{V}{Q_{uz,zi,med}} \quad (zile) \tag{4.128}$$

în care:

V – volumul util al iazului, (m^3);

$Q_{uz\ zi\ med}$ - debitul uzat zilnic mediu, (m^3/zi).

(8) Concentrația de CCO-Cr în efluentul iazurilor facultative se calculează cu relația [2]:

$$X_{CCO}^{ef} = X_{CCO} \cdot e^{-k_1 \cdot T \cdot T_r} \quad (mg/l) \tag{4.129}$$

în care:

T- temperatura de dimensionare, (°C);

T_r - timpul de retenție hidraulică, (zile);

k_1- coeficientul de degradare.

Coeficientul de degradare se determină cu relația:

$$k_1 = k_{1(20)} \cdot 1{,}05^{(T-20)} \quad (zile^{-1}) \tag{4.130}$$

în care:

$k_{1(20)} = 0{,}15 \ (zile^{-1})$

(9) Acumularea specifică de nămol variază între 0,03 – 0,05 m^3/l.e.,an [2].

4.7.3.2.3 Iazuri biologice aerate

(1) În iazurile aerate, aportul de oxigen și amestecul sunt asigurate prin aerare tehnică. În comparație cu iazurile opționale, cerințele de suprafață și influența factorilor de mediu precum vântul și radiația solară sunt reduse.

(2) Iazurile aerate pot fi alimentate fie cu ape uzate epurate mecanic, fie cu efluentul iazurilor anaerobe din amonte.

4.7.3.2.3.1 Parametri de proiectare pentru dimensionarea iazurilor biologice anaerobe

(1) Încărcare organică este determinată în funcție de temperatura medie a apei uzate în luna cea mai rece a anului [2]:

$$I_o = 33{,}6 \cdot 1{,}0353^{T} \cdot k_1 \cdot k_2 \ \ (g/m^3 \cdot zi) \qquad (4.131)$$

în care:

k_1 – coeficient care ia în considerare numărul de trepte aerate;
k_2 – coeficient care ia în considerare rugozitatea pantei.

(2) Valorile recomandate pentru coeficientul k_1 sunt [2]:
a. $k_1 = 0{,}75$ – o treaptă de aerare;
b. $k_1 = 1{,}0$ – două trepte de aerare;
c. $k_1 = 1{,}3$ – trei trepte de aerare.

(3) Valorile recomandate pentru coeficientul k_2 sunt [2]:
a. $k_2 = 0{,}8$ – etanșare cu geomembrană;
b. $k_2 = 1{,}0$ – etanșare naturală;
c. $k_2 = 1{,}2$ – etanșare cu pietriș.

(4) Numărul de trepte de aerare depinde de gradul de epurare necesar privind CCO-Cr. Valorile orientative privind eficiența de reducere a concentrației de CCO-Cr în funcție de numărul treptelor de aerare sunt prezentate în Tabelul 4.18.

Tabelul 4.18. Valorile orientative ale eficienței de reducere a concentrației de CCO-Cr în funcție de numărul de trepte de aerare.

Număr trepte de aerare	Eficiența de reducere a concentrației de CCO-Cr (%)
1	75
2	82
3	90

Sursa: DWA T4 - 2016 – Bemessung von Klaranlagen in warmen und kalten Klimazonen.

(5) Volumul necesar se calculează cu relația:

$$V = \frac{C_{i,CCO}}{I_o} \quad (m^3) \qquad (4.132)$$

în care:

$C_{i,CCO}$ – cantitatea de substanță organică influentă în iazul aerob, (kg/zi);
I_o – încărcarea organică, (kg/m^3,zi).

(6) Adâncimea iazului aerob: $h = 2{,}5 - 2$ m.

4.7.3.3 Filtre cu stuf

(1) Filtrele cu stuf sunt construcții executate prin excavare și impermeabilizare în care sunt dispuse straturi succesive de pietriș și nisip. Pe suprafața stratului granular se plantează o cultură de plante specifice (stuf - *Phragmites australis*).

(2) La trecerea apei uzate prin stratul de nisip au loc procese fizice (filtrare), chimice (adsorbția) dar și procese biologice care conduc la degradarea aerobă a încărcării organice a apei de către biomasa atașată pe mediul granular.

(3) Influentul filtrelor cu stuf este supus în prealabil deznisipării și reținerii obiectelor de dimensiuni mari.

(4) Tehnologia este aplicabilă stațiilor de epurare cu până la 5000 l.e.

4.7.3.3.1 Filtre cu stuf cu flux vertical

(1) Filtrele cu stuf cu flux vertical se prevăd să funcționeze în trepte succesive. Principalul parametru de proiectare este încărcarea de 20 – 25 g CBO_2/m^2,zi, pentru întreaga suprafață cultivată, astfel [3]:
   a. treapta I:
      i. reprezintă 60% din întreaga suprafață cultivată;
      ii. se dimensionează la o încărcare de 40 g CBO_5/m^2,zi;
      iii. suprafața necesară: 1,2 m^2/l.e. – pentru canalizare în procedeu separativ, respectiv 1,5 m^2/l.e. pentru canalizare în procedeu unitar;
      iv. suprafața de filtrare se împarte la un număr de unități de filtrare. Numărul de filtre obținut se multiplică cu 3 pentru a asigura pentru fiecare unitate o perioadă de repaus de 2/3 din timp;
      v. mediul de filtrare: stratul de suprafață cu grosimea de 40 cm din pietris cu dimensiunea granulelor de 2 – 8 mm este amplasat pe un strat intermediar de pietriș cu dimensiunea granulelor de 10 – 20 mm, respectiv unul de drenaj cu dimensiunea granulelor de 20 – 40 mm;
      vi. debitul de apă uzată cu care se alimentează prima treaptă este mai mare decât viteza de infiltrare astfel încât să permită distribuirea uniformă a apei uzate pe toată suprafața filtrului. Acumularea de depuneri la suprafață conduce la reducerea permeabilității și la uniformizarea distribuției apei uzate în mediul filtrant.
   b. treapta II:
      i. are rol de finisare a calității apei;
      ii. reprezintă 40% din întreaga suprafață cultivată;
      iii. suprafața necesară: 0,8 m^2/l.e.;
      iv. în această treaptă perioada de stagnare este egală cu cea de funcționare. Numărul de unități de filtrare este multiplu de 2 și egal cu 2/3 din numărul de filtre utilizate în prima treaptă;
      v. mediul de filtrare: stratul de suprafață cu grosimea de 30 cm din nisip este amplasat pe un strat de drenaj cu dimensiunea granulelor de 20 – 40 mm;
      vi. apa filtrată este colectată cu ajutorul țevilor perforate conectate la conducte de aerisire.

(2) Sistemul poate funcționa gravitațional dacă există o diferență de 3 – 4 m între cota terenului în amonte de stația de filtre, respectiv cota terenului în aval de stația de filtre. Pentru stații de 3000 – 4000 l.e. treapta de pompare devine necesară [3].

(3) Operarea sistemului constă în [3]:
   a. tunderea și eliminarea stufului - anual (toamna);

b. curățarea sistemului de alimentare din prima treaptă – trimestrial;
c. analiza concentrației de azotați din apă – săptămânal – indică starea culturii;
d. curățarea gratarelor – săptămânal;
e. verificarea funcționării corecte a echipamentelor electromagnetice – săptămînal.

4.7.3.3.2 Filtre cu stuf cu flux orizontal

(1) În varianta cu flux orizontal stratul filtrant este saturat total cu apă. Sistemul este alimentat printr-un sistem de distribuție situat într-un capăt al filtrului iar efluentul este colectat la capătul opus, în partea inferioară a filtrului astfel încât curgerea este practic orizontală. Conducta de colectare este conectată la un sifon care permite reglarea înălțimii preaplinului și a nivelului apei în filtru. Nivelul apei se menține la 5 cm sub suprafața stratului filtrant pentru a evita scurtcircuitarea procesului.

(2) Parametrii principali de proiectare [3] sunt:
a. pentru concentrații de CBO_5 de 150 – 300 mg O_2/l suprafața plantată este de 5 m^2/l.e.;
b. pentru concentrații de CBO_5 de 300 – 600 mg O_2/l suprafața plantată este de 10 m^2/l.e.;
c. adâncimea filtrului – 60 cm – adâncimea maximă de penetrare a radăcinilor;
d. material filtrant: pietriș cu dimensiunea granulelor de: 3 – 6 mm, 5 – 10 mm, 60-12 mm.
e. plante: stuf (*Phragmites australis*) cu densitatea de 4 plante/m^2;
f. pentru suprafețe mai mari de 500 m^2 se recomandă împărțirea în unități mai mici care permit operarea eficientă.

(3) Operarea sistemului constă în [3]:
a. curățarea sistemului de alimentare din prima treaptă – săptămânal;
b. reglarea nivelului apei în filtru – săptămânal;
c. analiza concentrației de azotați din apă – săptămânal – indică starea culturii;
d. întreținerea sistemului de pre-epurare – săptămânal.

4.7.4 Epurarea biologică cu biomasă atașată

4.7.4.1 Filtre biologice percolatoare (cu picurare) de înălțime redusă

(1) Sunt 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) 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 reducerea încărcării organice volumetrice a filtrului biologic.

(3) Filtrele biologice percolatoare joase, sunt alcătuite din următoarele elemente constructive principale (Figura 4.8).

(4) Parametrii de proiectare a filtrelor biologice percolatoare sunt:
a. debitele de dimensionare şi verificare:
   i. dimensionare: $Q_c = Q_{uz\ zi\ max}$;
   ii. derificare: $Q_v = Q_{uz\ or\ max} + Q_{AR,max}$.

   în care:
   $Q_{uz\ zi\ max}$– debitul apelor uzate zilnic maxim, (m^3/zi);
   $Q_{uz\ or\ max}$– debitul apelor uzate orar maxim, (m^3/h);
   $Q_{AR,max}$ – debitul de recirculare a apei epurate, (m^3/zi).

b. debitul apei epurate de recirculare se calculează cu relaţia:

$$Q_{AR} = R \cdot Q_c \quad (m^3/zi) \tag{4.133}$$

în care:

R – coeficient de recirculare:

$$R = \frac{Q_{AR}}{Q_C} \tag{4.134}$$

(4) Coeficientul de recirculare se determină dintr-o ecuaţie de bilanţ de substanţe scrisă pentru intrarea în filtrul biologic:

$$x_{5,uz}^{dp} \cdot Q_c + x_{5,uz}^{adm} \cdot Q_{AR} = x_{5,uz}^{b} \cdot (Q_c + Q_{AR}) \tag{4.135}$$

în care:

$x_{5,uz}^{dp}$ – concentraţia în CBO_5 a apelor decantate primar, (mg/l);

Q_c – debitul de calcul, (m^3/zi);

Q_{AR} – debitul de recirculare, (m^3/zi);

$x_{5,uz}^{adm}$ – concentraţia în CBO_5 a efluentului, impusă de norma tehnică NTPA 001, (mg/l);

$x_{5,uz}^{b}$ – 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.

(5) Din relaţiile (4.134) şi (4.135) rezultă:

$$R = \frac{x_{5,uz}^{dp} - x_{5,uz}^{b}}{x_{5,uz}^{b} - x_{5,uz}^{adm}} \tag{4.136}$$

(6) Concentraţia în CBO_5 a apelor decantate primar X_{5uz}^{dp} se determină cu relaţia:

$$x_{5,uz}^{dp} = (1 - e_{xd}) \cdot (1 - e_x) \cdot x_{5,uz} \quad (mg/l) \tag{4.137}$$

în care:

$x_{5,uz}^{dp}$ – concentraţia în CBO_5 a apelor decantate primar, (mg/l);

e_{xd} – eficienţa treptei de degrosisare privind reţinerea materiei organice biodegradabile, (%);

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/l).

(7) Cu valorile de mai sus, se determină coeficientul de recirculare R aplicând relaţia (4.136).

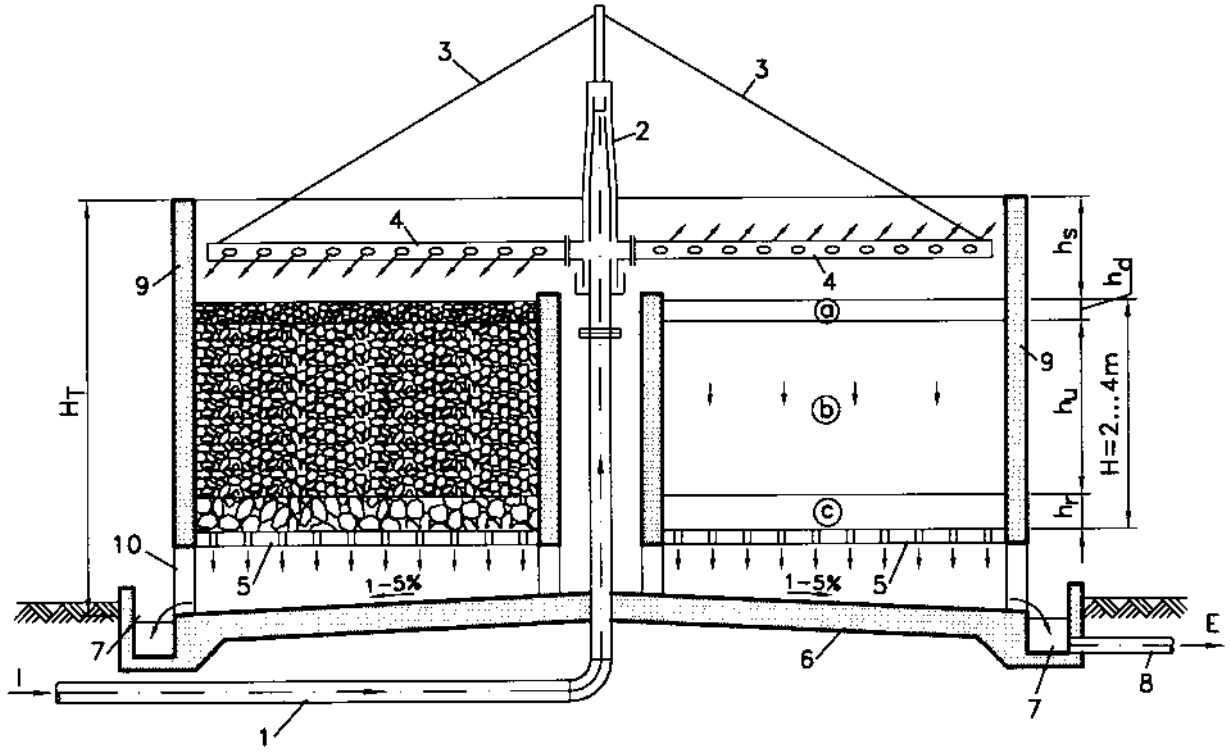


Figura 4.8. Filtru biologic percolator de înălţime redusă (”jos”)
Notaţii: I-influent; 1-conductă de alimentare cu apă decantată a filtrului;2-cap rotativ; 3-tiranţi; 4-conductă de distribuţie perforată;5-radier drenant; 6-radier compact; 7-rigolă perimetrală de colectare a apei filtrate; 8-conductă 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).

(8) Factorul hidraulic al recirculării reprezintă raportul dintre debitul de apă uzată introdus în filtru pe timpul recirculării şi debitul de calcul:

$$F_h = \frac{Q_c + Q_{AR}}{Q_c} = 1 + R \qquad (4.138)$$

$$F_b = \frac{F_h}{[1+(1-f)\cdot R]^2} \qquad (4.139)$$

în care:

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 4.19. 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	**F_h= 1+R**	1,5	2	3	4	5	6	9	16
3	$\mathbf{F_b = \frac{F_h}{(1+0,1R)^2}}$	1,36	1,65	2,08	2,36	2,55	2,67	2,78	2,56

(9)Deoarece factorul biologic al recirculării nu mai 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.

(10) Încărcarea organică a filtrului biologic reprezintă raportul dintre cantitatea de substanţă organică (exprimată în CBO_5)şi volumul de material filtrant. Se determină cu relația:

$$I_o = \frac{C_b}{V_{mf}} \quad (g\ CBO_5/m^3, zi) \tag{4.140}$$

în care:

C_b – cantitatea de substanță organică exprimată în CBO_5 influentă în treapta biologică, (kg CBO_5/zi);

V_{mf}– volumul de material filtrant, (m^3):

$$V_{mf} = \frac{C_b}{I_o} \quad (m^3) \tag{4.141}$$

(11) Încărcarea hidraulică a filtrului biologic se determină ca raport între debitul de apă uzată admis în filtru şi suprafaţa orizontală a filtrului:

$$I_h = \frac{Q_c + Q_{AR}}{A_o} \quad (m^3/m^2, h) \tag{4.142}$$

în care:

A_o – aria orizontală a filtrului, (m^2):

$$A_o = \frac{Q_c + Q_{AR}}{I_h} \quad (m^2) \tag{4.143}$$

Valorile I_o şi I_h se adoptă conform Tabelul 4.20.

Tabelul 4.20. Parametri de proiectare ai filtrelor biologice.

Nr. crt	Parametru	U.M.	Tipul filtrului biologic			
			Încărcare mică	**Încărcare medie**	**Încărcare normală**	**Încărcare mare**
1	$\mathbf{I_o}$	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

în care: I_o – încărcarea organică a filtrului, (g CBO_5/m^3,zi);
I_h – încărcarea hidraulică a filtrului,(m^3/m^2,h);
d_{xb} – gradul de epurare necesar pentru CBO_5, din treapta de epurare biologică, (%);
$x_{5,uz}^{adm}$ – concentrația în CBO_5 a efluentului, impusă de norma tehnică NTPA 001, (mg/l).

(12) Înălţimea totală a stratului de material filtrant H , va avea valori cuprinse între 2,0 şi 4,0 m:

$$H = \frac{V_{mf}}{A_o} = x_{5,uz}^{b} \cdot \frac{I_h}{I_o} \quad (m) \tag{4.144}$$

(13) Eficienţa ansamblului filtru biologic-decantor secundar se poate calcula pentru schema cu o singură treaptă de epurare biologică, cu formula:

$$E = \frac{1}{1+0{,}014 \cdot \sqrt{\frac{I_o}{F_h}}} \quad (4.145)$$

în care:

I_o şi I_h – definite anterior;.

(14) Este necesar să fie îndeplinită condiția:

$$E \geq d_{xb} \quad (4.146)$$

(15) În cazul în care există treaptă dublă de epurare cu filtre biologice, eficienţa celei de-a doua trepte se calculează cu relaţia (4.145) în care se introduce încărcarea organică considerată pentru treapta a doua.

(16) 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.

(17) Forma constructivă în plan a filtrului biologic depinde de sistemul de distribuţie a apei pe filtru; se adoptă forma circulară pentru distribuitoarele rotative şi forma 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 prevede posibilitatea de ocolire (by-pass) a cuvei.

4.7.4.2 Filtre biologice cu discuri

(1) Filtrele biologice cu discuri (FBD) au rolul de a asigura reținerea substanţelor organice biodegradabile aflate în stare coloidală sau dizolvată din apele uzate decantate primar. Pot fi utilizate și în scheme de epurare prin care se urmărește nitrificarea.

(2) Filtrele biologice cu discuri se amplasează în fluxul tehnologic după decantoarele primare şi în amontele decantoarelor secundare. Decantorul primar şi decantorul secundar nu pot lipsi din schema de epurare care conţine filtre biologice cu discuri.

(3) În schemele de epurare cu filtre biologice cu discuri se poate recircula opțional apă epurată.

(4) Filtrele biologice cu discuri sunt 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.). Oxigenul introdus prin rotație este suficient și nu devine un factor limitativ pentru nitrificare dacă cel puțin 40% din suprafața biodiscului este constant deasupra nivelului apei.

(5) Discurile au diametrul cuprins între 0,60 şi 3,0 m şi sunt realizate din materiale uşoare de tip lupolen sau styropor (materiale asemănătoare polistirenului expandat), dar mult mai dense (compacte) și cu muchiile rezistente şi stabile. Ele au grosimea d = 10 ... 15 mm şi se asamblează pe un ax, în pachete, distanţa dintre discuri considerându-se, w = 15…20 mm.

(6) Discurile se mai numesc biodiscuri, aria discului corespunde aproximativ cu suprafața biologic activă.

(7) Din punct de vedere constructiv, o instalație de filtre biologice cu biodiscuri se compune din (Figura 4.9):

a. unul sau mai multe jgheaburi în care sunt imersate biodiscurile;
b. axele pe care sunt montate pachetele din biodiscuri (fiecare ax este amplasat într-un jgheab);
c. electromotoarele de acționare a axelor și reductoarele de turație aferente;
d. conductele sau canalele de admisie a apei uzate decantate primar în jgheaburi;
e. conducta sau canalul de evacuare a apei din jgheaburi;
f. clădirea care adăpostește instalația de filtre biologice cu biodiscuri.

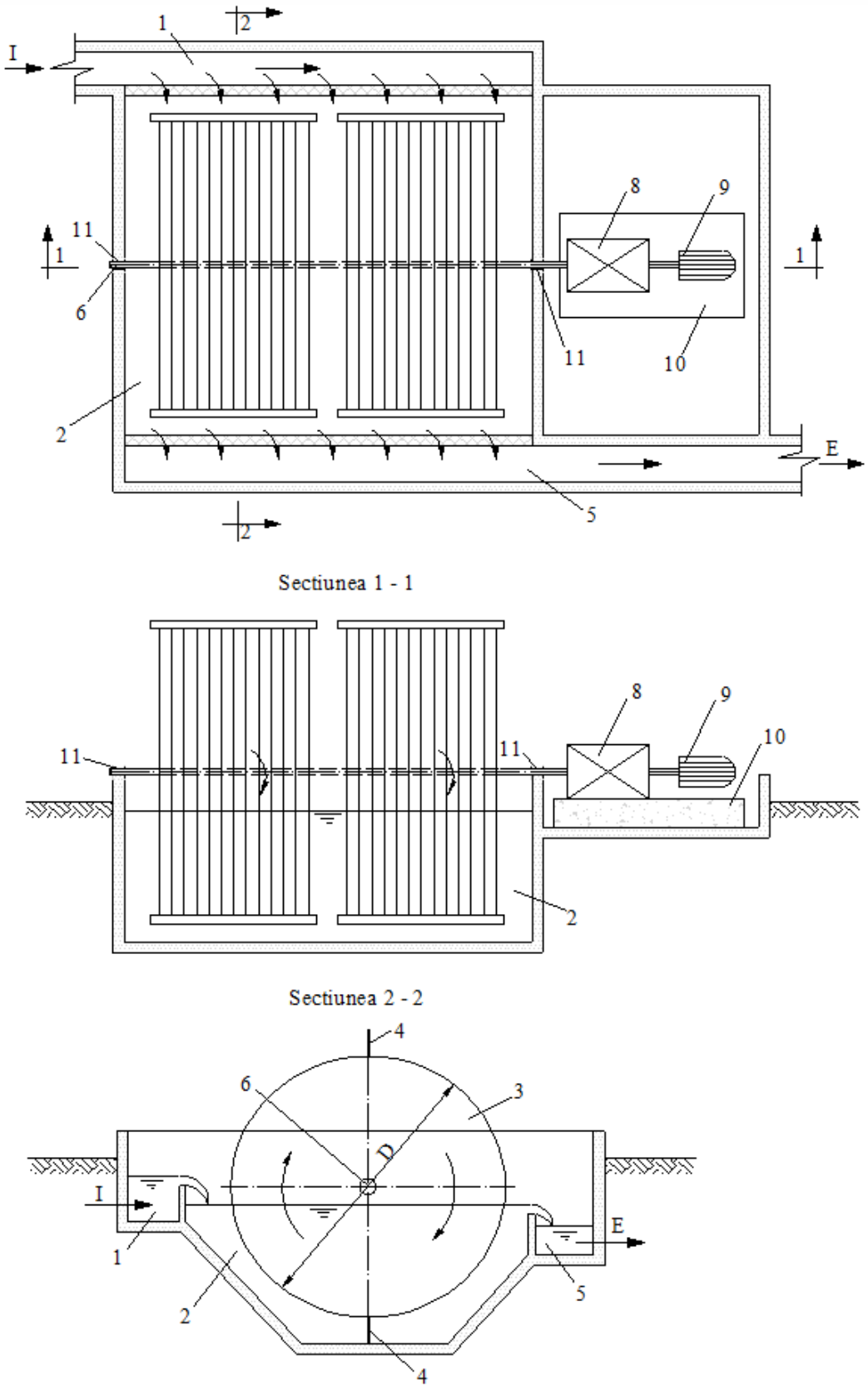


Figura 4.9. Filtru biologic cu discuri.

Notații: I – influent; E – efluent; 1 – rigolă de admisie a apei decantate primar în instalația de filtrare; 2 – jgheab în care sunt cufundate biodiscurile; 3 – biodisc; 4 – riglă pentru împiedecarea depunerilor; 5 – rigolă de colectare; 6 – ax; 7 – pachet din biodiscuri; 8 – motoreductor; 9 – motor electric; 10 – postament de beton; 11 – lagăr.

(8) Jgheaburile cu biodiscuri se montează, în general, în serie.

(9) Instalaţia de filtre biologice cu 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 epurate. Instalația poate fi realizată sub forma unor instalaţii monobloc modulate pentru anumite valori ale debitului de ape uzate.

4.7.4.2.1 Parametri de proiectare

(1) Debitul de calcul al filtrelor biologice cu biodiscuri este:

$$Q_c = Q_{uz\ zi\ max} \quad (m^3/zi) \tag{4.147}$$

(2) Debitul de verificare al filtrelor biologice (fără recircularea apei epurate) este:

$$Q_v = Q_{uz\ or\ max} \quad (m^3/h) \tag{4.148}$$

(3) Suprafața necesară a biodiscurilor pentru reducerea carbonului se calculează cu relația [4]:

$$A_{d,C}^{nec} = \frac{C_{b,CCO} \cdot 1000}{I_{sd,C}} \quad (m^2) \tag{4.149}$$

în care:

$C_{b,CCO}$ – cantitatea de CCO-Cr influentă în treapta de epurare biologică, (kg/zi);

$I_{sd,C}$ – încărcarea organică specifică a biodiscurilor, $(g/m^2 \cdot zi)$.

(4) Suprafața necesară a biodiscurilor pentru nitrificare se calculează cu relația [4]:

$$A_{d,N}^{nec} = \frac{C_{b,KN} \cdot 1000}{I_{sd,KN}} \quad (m^2) \tag{4.150}$$

în care:

$C_{b,KN}$ – cantitatea de azot Kjeldahll influentă în treapta de epurare biologică, (kg/zi);

$I_{sd,KN}$ – încărcarea cu azot Kjeldahll specifică a biodiscurilor, $(g/m^2 \cdot zi)$.

(5) Suprafața totală necesară a biodiscurilor se calculează cu relația [4]:

$$A_d^{nec} = A_{d,C}^{nec} + A_{d,N}^{nec} \quad (m^2) \tag{4.151}$$

în care:

$A_{d,C}^{nec}$ - suprafața necesară a biodiscurilor pentru reducerea carbonului, (m^2);

$A_{d,N}^{nec}$ - suprafața necesară a biodiscurilor pentru nitrificare, (m^2).

(6) Pentru epurare convențională se recomandă jgheaburi cu biodiscuri montate în serie, cu 2 până la 4 trepte. Valorile încărcării organice specifice a biodiscurilor la o temperatură a apei uzate de 12°C sunt prezentate în Tabelul 4.21.

Tabelul 4.21. Valorile încărcării organice specifice a biodiscurilor, la o temperatură a apei uzate de 12°C, pentru epurare biologică convențională

Nr. crt.	Epurare biologică convențională	$C_{i,CCO} = 6$ kg/zi	$C_{i,CCO} \geq 120$ kg/zi
1	Încărcarea organică specifică a biodiscurilor ($I_{sd,C}$)	$I_{sd,C12°C}$ $(g/m^2 \cdot zi)$	$I_{sd,C12°C}$ $(g/m^2 \cdot zi)$
2	Jgheaburi montate în serie cu 2 trepte	$\leq 8,0$	≤ 16
3	Jgheaburi montate în serie cu 3 sau 4 trepte	$\leq 8,0$	≤ 20

Notă: Valorile intermediare se obțin prin interpolare. Sursa: DWA 281-A - 2021- Bemessung von Tropfkörperanlagen, Anlagen mit Rotationstauchkörpern und Anlagen mit getauchten Festbetten.

(7) Pentru epurare cu nitrificare se recomandă jgheaburi cu biodiscuri montate în serie, cu 3 până la 4 trepte. Valorile încărcării cu azot Kjeldahll specifice a biodiscurilor la o temperatură a apei uzate de 12°C sunt prezentate în Tabelul 4.22.

Tabelul 4.22. Valorile încărcării organice specifice a biodiscurilor și a încărcării cu azot Kjeldahll specifice a biodiscurilor, la o temperatură a apei uzate de 12°C, pentru epurare cu nitrificare

Nr. crt.	**Epurare biologică cu nitrificare**	$\mathbf{C_{i,CCO} = 6\ kg/zi}$	$\mathbf{C_{i,CCO} \geq 120\ kg/zi}$
1	Încărcarea organică specifică a biodiscurilor ($I_{sd,C}$)	$I_{sd,C,12^oC}$ $(g/m^2 \cdot zi)$	$I_{sd,C12^oC}$ $(g/m^2 \cdot zi)$
2	Jgheaburi montate în serie cu 3 trepte	$\leq 8,0$	≤ 16
3	Jgheaburi montate în serie cu 4 trepte	$\leq 8,0$	≤ 20
4	Încărcarea cu azot Kjeldahll specifică a biodiscurilor ($I_{sd,KN}$)	$I_{sd,KN,12^oC}$	$I_{sd,KN,12^oC}$
5	Jgheaburi montate în serie cu 3 trepte	$\leq 1,2$	$\leq 1,6$
6	Jgheaburi montate în serie cu 4 trepte	$\leq 1,2$	$\leq 2,0$

Notă: Valorile intermediare se obțin prin interpolare. Sursa: DWA 281-A - 2021- Bemessung von Tropfkörperanlagen, Anlagen mit Rotationstauchkörpern und Anlagen mit getauchten Festbetten.

(8) Dacă temperatura apei uzate este constant $> 12^oC$, valorile încărcărilor specifice a biodiscurilor pot fi calculate în funcție de temperatura apei uzate cu relațiile [4]:

a. $I_{sd,C} \leq 1,06^{(T-12)} \cdot I_{sd,C,12^oC}$ $(g/m^2 \cdot zi)$ (4.152)

b. $I_{sd,KN} \leq 1,06^{(T-12)} \cdot I_{sd,KN,12^oC}$ $(g/m^2 \cdot zi)$ (4.153)

în care:

T – temperatura apei uzate, (°C);

$I_{sd,C}$ - încărcarea organică specifică a biodiscurilor, $(g/m^2 \cdot zi)$;

$I_{sd,C,12^oC}$ - încărcarea organică specifică a biodiscurilor la o temperatură a apei uzate de 12°C, $(g/m^2 \cdot zi)$;

$I_{sd,KN}$ – încărcarea cu azot Kjeldahll specifică a biodiscurilor, $(g/m^2 \cdot zi)$;

$I_{sd,KN,12^oC}$ - încărcarea cu azot Kjeldahll specifică a biodiscurilor la o temperatură a apei uzate de 12°C, $(g/m^2 \cdot zi)$.

(9) Volumul jgheabului se consideră $\geq 4\ l/m^2$ suprafață necesară [4].

4.7.4.3 Bioreactoare cu medii plutitoare (MBBR)

(1) Tehnologia de epurare a apelor uzate în bioreactoare cu medii plutitoare (MBBR – Moving Bed Biological Reactors) presupune dezvoltarea biomasei implicate în epurarea apei uzate pe medii suport realizate din materiale speciale (în mod uzual polipropilenă) cu densitate mai mică decât a apei care se deplasează în masa de apă asigurându-se astfel contactul biomasei cu substratul. Datorită suprafeței mari pe care se atașează biomasa sistemul permite o capacitate de epurare ridicată pentru o amprentă redusă.

(2) Mișcarea continuă a mediilor suport se realizează cu ajutorul aerului în sistemele aerobe, respectiv cu ajutorul mixerelor în sistemele anoxice și anaerobe.

(3) Atașată pe aceste medii suport biomasa este protejată, cantitatea se auto-reglează și depinde de încărcarea apei brute și de timpul de retenție. Procesul permite variații relativ ridicate ale încărcărilor.

(4) Gradul de umplere a reactorului cu medii suport este între 10 – 60%, în funcție de aplicație.

(5) Zona de colectare a apei din reactor este prevăzută cu site care au rolul de a menține în reactor mediile suport.

(6) Nămolul rezultat din degradarea compușilor organici și a celor cu azot se detașează continuu de pe mediile suport, este evacuat odată cu efluentul bazinului și se reține ulterior printr-o treaptă adecvată.

(7) Tehnologia MBBR poate fi utilizată pentru stații de epurare noi sau pentru retehnologizarea stațiilor de epurare existente. De asemenea, în cazul necesității de extindere a stațiilor de epurare, acolo unde nu există spațiu disponibil, implementarea tehnologiei MBBR în bazinele existente poate să fie o soluție care poate conduce la o creștere fie a capacității stației, fie a calității apei epurate.

4.7.5 Epurarea biologică cu biomasă în suspensie

4.7.5.1 Bazine cu nămol activat

4.7.5.1.1 Generalităţi

(1) Pentru dimensionarea bazinelor cu nămol activat trebuie cunoscute:
   a. schema de epurare cuprinzând obiectele componente de pe linia apei şi linia nămolului;
   b. concentraţiile în poluanţi din influentul bazinelor cu nămol activat;
   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.

(2) Îndepărtarea azotului și a fosforului din apele uzate se realizează frecvent, în aceleași bazine în care se reţin substanţele organice biodegradabile. La instalațiile de epurare existente, dacă nu există posibilitatea de mai sus, eliminarea azotului se face într-o treaptă independentă, amplasată în aval de bazinul cu nămol activat.

(3) Epurarea biologică cu biomasă în suspensie trebuie să cuprindă următoarele instalații tehnologice de bază:
   a. în cazul în care este necesară numai reținerea substanțelor organice biodegradabile:
      i. bazin biologic (se reţin substanţele pe bază de carbon);
      ii. decantor secundar (reține biomasa dezvoltată în bazinul biologic);
      iii. instalații de recirculare a nămolului activat și de evacuare a nămolului în exces.
   b. în cazul în care este necesară numai nitrificarea:
      i. bazin biologic (se reţin substanţele pe bază de carbon și se transformă azotul amoniacal în azotați);
      ii. decantor secundar (reține biomasa dezvoltată în bazinul biologic);
      iii. instalații de recirculare a nămolului activat și de evacuare a nămolului în exces;
   c. în cazul în care este necesară îndepărtarea azotului:
      i. bazin biologic (se reţin substanţele pe bază de carbon și se realizează nitrificare și denitrificare);
      ii. decantor secundar;
      iii. instalații pentru nămolul activat de recirculare (recirculare externă) și de evacuare a nămolului în exces; instalații de recirculare internă pentru aprovizionarea cu azotați a zonei de denitrificare;
      iv. un bazin selector aerob amplasat în amonte de bazinul biologic, în scopul evitării dezvoltării bacteriilor filamentoase;
      v. sursă externă de carbon organic (dacă este necesară).
   d. în cazul în care este necesară îndepărtarea substanțelor organice biodegradabile, a azotului și a fosforului:

i. bazin anaerob în amonte de bazinul biologic pentru reținerea fosforului; poate juca rol de selector;
ii. bazin biologic în care se realizează îndepărtarea substanțelor organice biodegradabile, nitrificarea și denitrificarea;
iii. decantor secundar;
iv. instalații pentru nămolul activat de recirculare (recirculare externă) și de evacuare a nămolului în exces; instalații de recirculare internă pentru aprovizionarea cu azotați a zonei de denitrificare;
v. sursă externă de carbon organic (dacă este necesară).

(4) În calculele de dimensionare se ține seama că volumul total al bazinului cu nămol activat (V) nu cuprinde volumul bazinului anaerob (V_{AN}) sau volumul selectorului aerob (V_{sel}).

(5) Vârsta nămolului (T_N) reprezintă un parametru important pentru dimensionarea bazinului cu nămol activat. Aceasta poate fi definită ca durata medie de retenție a flocoanelor de nămol activat din bazinul biologic. Tehnic, vârsta nămolului reprezintă raportul dintre cantitatea de materii solide în suspensie existentă în bazinul biologic și cantitatea de materii solide în suspensie (ca ”substanță uscată”) care părăsește zilnic sistemul bazin biologic – decantor secundar.

(6) Dacă bazinul biologic conține atât zonă anoxică pentru denitrificare, cât și zonă aerobă pentru eliminarea substanțelor organice biodegradabile și nitrificare, vârsta nămolului pentru zona aerobă se determină cu relația:

$$T_{Naerob} = \frac{c_{na} \cdot V_N}{(Q_c - Q_{ne}) \cdot c_{uz}^{adm} + Q_{ne} \cdot c_{ne}} \quad \text{(zile)} \qquad (4.154)$$

în care:

c_{na} – concentrația nămolului activat, (kg/m^3);
$V_N = V - V_D$, volumul zonei aerobe, (m^3);
V_D – volumul zonei anoxice pentru denitrificare, (m^3);
$Q_c = Q_{uz,max,zi}$ – debitul de calcul a bazinului cu nămol activat, (m^3/zi);
c_{uz}^{adm} – concentrația în MTS din efluentul epurat, (kg/m^3);
Q_{ne} – debitul nămolului de recirculare, (m^3/zi);
c_{ne} – concentrația nămolului în exces, (kg/m^3).

(7) La proiectarea bazinului cu nămol activat se urmărește și se respectă următoarele cerințe:
a. realizarea unei concentraţii suficiente a nămolului activat din bazinele cu nămol activat (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. 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.

(9) În procesul de nitrificare-denitrificare se reține și o parte din fosfor pe cale biologică. În scopul reținerii fosforului în exces, este necesară prevederea unui bazin anaerob în amonte de bazinele cu nămol activat.

(10) Debitele de calcul ale apelor uzate influente în treapta de epurare biologică sunt determinate conform Tabelul 4.3.

(11) 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 a nămolului de recirculare externă sau/şi a nămolului de recirculare internă.

(12) Valoarea debitelor de verificare trebuie corect apreciată deoarece, pe de o parte, trebuie respectaţi parametrii tehnologici (timpi de retenţie), iar pe de altă parte garda hidraulică (diferenţa dintre cota coronamentului şi nivelul maxim al apei din obiectul tehnologic) trebuie să fie suficientă pentru a evita realizarea unor niveluri de apă care să depăşească coronamentul construcţiei.

4.7.5.1.2 Dimensionarea bazinelor cu nămol activat

4.7.5.1.2.1 Debite de dimensionare și verificare

(1) Debitele de dimensionare şi de verificare pentru bazinul cu nămol activat sunt:
   a. debitul de calcul: $Q_c = Q_{uz\ zi\ max}$;
   b. debitul de verificare: $Q_v = Q_{uz\ or\ max} + Q_{nr,max}$.

în care:

$Q_{uz\ zi\ max}$ – debit zilnic maxim de apă uzată, (m^3/zi);
$Q_{uz\ or\ max}$ – debit orar maxim de apă uzată, (m^3/h);
$Q_{nr,max}$ – debitul de nămol recirculat, (m^3/zi).

4.7.5.1.2.2 Vârsta nămolului

(1) Vârsta nămolului este un parametru de proiectare a instalațiilor de epurare biologică și depinde de:
   a. tipul tehnologiei de epurare biologică;
   b. temperatura minimă a apei uzate brute;
   c. mărimea stației de epurare (exprimată în cantitatea de substanță organică influentă).

(2) Pentru staţii de epurare convenţionale fără nitrificare, în care au loc numai procese de reținere a substanţelor organice pe bază de carbon, dimensionarea bazinului cu nămol activat se face pentru vârsta nămolului cuprinsă între 4 zile ($C_{i,CCO} > 12000$ kg/zi) și 5 zile ($C_{i,CCO} \leq 2400$ kg/zi) [1].

(3) În cazul staţiilor de epurare cu nitrificare, deci când este necesară oxidarea amoniului la azotaţi, vârsta nămolului pentru dimensionare aferentă zonei aerobe se determină cu relaţia [1]:

$$T_{N,aerob} = FS \cdot 3{,}4 \cdot 1{,}103^{(15-T)} \quad \text{(zile)} \qquad (4.155)$$

în care:

FS – factor de siguranță ce ia în calcul:
- variația încărcărilor cu poluanți din bazinul cu nămol activat;
- variația pe termen scurt a temperaturii apei uzate;
- modificarea pH – ului.

(4) FS se poate adopta în funcție de mărimea stației de epurare [1]:
   a. FS = 2,1 pentru staţii de epurare cu $C_{i,CCO} \leq 2400$ kg/zi ($\leq$ 20 000 LE);
   b. FS = 1,5 pentru staţii de epurare cu $C_{i,CCO} > 12000$ kg/zi ($>$ 100 000 LE);
   c. Chiar şi în cazul în care se prevede un bazin de egalizare pentru echilibrarea încărcărilor zilnice, FS nu se adoptă mai mic de 1,2;
   d. 3,4 – coeficient care ține seama de viteza maximă de creştere a bacteriilor nitrificatoare la 15^0C;

e. T – temperatura de dimensionare 12°C; la valori ale temperaturii sub 8 – 10 °C, nitrificarea nu se mai produce și astfel pot crește concentrațiile de amoniu în efluentul bazinului cu nămol activat.

(5) Pentru proiectare se recomandă utilizarea valorilor factorului de siguranță, în funcție de factorul de vârf al încărcării cu azot (f_N) și de valorile medii de monitorizare ale azotului amoniacal ($c_{NH_4^+}^{efl}$), valori prezentate în **Tabelul 4.23**.

Tabelul 4.23. Valorile factorului de siguranță în funcție de factorul de vârf al încărcării cu azot și valorile medii de monitorizare ale azotului amoniacal

$c_{NH_4^+}^{efl}$ $(mg\ NH_4^+/l)$	**Factor de siguranță (FS) în funcție de factorul de vârf al încărcării cu azot (f_N)**					
	1,4	**1,6**	**1,8**	**2,0**	**2,2**	**2,4**
1,0	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4
2,0	1,2	1,2	1,2	1,3	1,4	1,6
2,5	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,5
5	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,5

Sursa: DWA T4 - 2016 – Bemessung von Klaranlagen in warmen und kalten Klimazonen.

(6) Vârsta nămolului, pentru stații cu nitrificare – denitrificare, se definește [1]:

$$T_{N,dim} = \frac{T_{N,aerob}}{1-\frac{V_D}{V}} \text{ (zile)} \quad (4.156)$$

sau

$$T_{N,dim} = \frac{FS \cdot 3{,}4 \cdot 1{,}103^{(15-T)}}{1-\frac{V_D}{V}} \text{ (zile)} \quad (4.157)$$

(7) În timpul iernii, când temperatura apei uzate este mai scăzută decât 12^oC, în scopul menținerii vârstei nămolului $T_{N,dim}$, astfel încât nitrificarea să nu fie afectată, raportul V_D/V pentru aceste temperaturi mai scăzute (T_i), se calculează cu relația [1]:

$$\frac{V_D}{V} = 1 - \frac{FS \cdot 3{,}4 \cdot 1{,}103^{(15-T_i)}}{T_{N,dim}} \text{ (zile)} \quad (4.158)$$

(8) Acest lucru permite ca în perioada unor temperaturi scăzute, sub temperatura de dimensionare, să poată fi redusă zona de denitrificare în favoarea zonei de nitrificare, dacă bazinul cu nămol activat este proiectat pentru această situație. În orice caz, trebuie evitată considerarea unor temperaturi prea scăzute, deoarece nu există experiență privind dimensionarea staţiilor de epurare la temperaturi sub 8°C.

(9) Dacă, din relația (4.151) rezultă o valoare negativă pentru raportul V_D/V, atunci se consideră $V_D/V = 0$ şi se calculează valoarea factorului de siguranţă FS din ecuaţia (4.150). În această situaţie valoarea factorului de siguranţă poate fi scăzută până la FS =1,2. Sub această valoare pentru FS volumul bazinului cu nămol activat se mărește [1].

(10) În cazul stațiilor de epurare cu stabilizarea aerobă a nămolului şi nitrificare vârsta nămolului considerată la dimensionare este $T_{N\,dim} \geq 20$ zile [1].

(11) În cazul stațiilor de epurare cu nitrificare – denitrificare și stabilizarea nămolului vârsta nămolului este $T_{N\,dim} \geq 25$ zile [1].

(12) În cazul în care temperatura apei T din bioreactor (media pe două săptămâni) este constant mai mare de 12^oC, vârsta nămolului se poate reduce conform relaţiei [1]:

$$T_{N,dim} \geq 25 \cdot 1{,}072^{(12-T)} \text{ (zile)} \quad (4.159)$$

4.7.5.1.2.3 Determinarea concentraţiei de azot din azotatul care trebuie denitrificat

(1) Pentru determinarea raportului dintre volumul zonei de denitrificare (V_D) şi 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 [1]:

$$c^{D}_{N-NO_3} = c^{b}_{N} - c^{efl}_{N_{org}} - c^{efl}_{N-NH_4} - c^{efl}_{N-NO_3} - c^{BM}_{N_{org}} - c_{N_{org,inert}} \ (mg\ N - NO_3/l) \qquad (4.160)$$

în care:

$c^{D}_{N-NO_3}$ –concentraţia medie zilnică de azot din azotatul care trebuie denitrificat, (mg N-NO_3^-/l);

c^{b}_{N} – concentraţia de azot total din influentul bazinului cu nămol activat, (mg N/l);

$c^{efl}_{N_{org}}$ – concentraţia de azot organic din efluentul staţiei de epurare admisă la dimensionare, (mg N_{org}/l);

$c^{efl}_{N-NH_4}$ – concentraţia de azot din NH_4^+ din efluentul staţiei de epurare admisă la dimensionare, (mg N- NH_4^+ /1);

$c^{efl}_{N-NO_3}$ – concentraţia de azot din NO_3^- din efluentul staţiei de epurare admisă la dimensionare, (mg N- NO_3^- /l);

$c^{BM}_{N_{org}}$ – concentraţia de azot organic încorporat în biomasă care părăseşte sistemul bioreactor-decantor secundar prin nămolul în exces, (mg N_{org} /1);

$c_{N_{org,inert}}$– concentraţia de azot organic legat de particule inerte (mg N_{org} /1).

(2) În valoarea concentraţiei medii zilnice de azot total (c_N) din influentul staţiei de epurare se neglijează azotul din azotaţi şi azotiţi, care în general nu depăşeşte 5% din 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 introduce în c_N valoarea azotului aferentă acestor azotaţi.

(3) Concentraţia în azot se determină din concentraţia în azotaţi, cu relaţia (4.161), cunoscându-se că la 1 mg de azot total corespund 4,427 mg NO^-_3 :

$$c_{N-NO_3} = \frac{c_{NO_3}}{4{,}427} \ (mg\ N - NO_3/l) \qquad (4.161)$$

În cazul staţiilor de epurare care cuprind fermentare anaerobă a nămolului precum şi concentrare şi deshidratare mecanică a acestuia, azotul din supernatant se include în concentraţia de azot din influentul staţiei de epurare (c_N), cu excepţia cazului în care există tratare separată a supernatantului.

(4) Concentraţia în azot organic ($c^{efl}_{N_{org}}$) din efluentul staţiei de epurare admisă la dimensionare se calculează ca diferenţă între azotul total şi celelalte forme de azot conform cerinţelor reglementate pentru fiecare situaţie în parte.

(5) Pentru a avea siguranţa că în efluentul staţiei de epurare nu se depăşeşte concentraţia limită de azot amoniacal de 2,0 mg N – NH^+_4/l, în calculele de dimensionare se consideră $c^{efl}_{N-NH_4} = 0$.

(6) Azotul organic încorporat în biomasă, la dimensionare se consideră [1]:

$$c^{BM}_{N_{org}} = 0{,}07 \cdot X_{CCO,BM} \ (mg\ N_{org}/l) \qquad (4.162)$$

în care:

$X_{CCO,BM}$ – concentraţia în CCO-Cr din biomasa formată, (mg /l).

(7) Concentraţia de azot organic legat de particule inerte, la dimensionare se consideră [1]:

$$c_{N_{org,inert}} = 0{,}03 \cdot \left(X_{CCO,inert,BM} + X^{b}_{CCO,p,inert}\right) (mg\ N_{org}/l) \qquad (4.163)$$

în care:

$X_{CCO,inert,BM}$- concentraţia în CCO-Cr din solidele inerte rămase din descompunerea endogenă a biomasei, (mg/l);

$X^{b}_{CCO,p,inert}$ - concentrația de CCO-Cr aferentă particulelor inerte din influentul bazinului cu nămol activat, (mg/l).

(8) Concentraţia de azot din NO^{-}_{3} din efluentul staţiei de epurare ($c^{efl}_{N-NO_3}$) se stabilește conform legislației în vigoare (Tabelul 4.2).

4.7.5.1.2.4 Determinarea raportului $\left(\frac{V_D}{V}\right)$

(1) Consumul total de oxigen pentru reducerea substanțelor organice pe bază de carbon se calculează cu relația următoare [1]:

$$OC_C = X^{b}_{CCO,deg} + X_{CCO,ext} - X_{CCO,BM} - X_{CCO,inert,BM} \qquad (mg/l) \qquad (4.164)$$

(2) Consumul de oxigen pentru reducerea substanțele uşor degradabile şi a sursei externe de carbon pentru scheme de epurare cu zonă preanoxică se poate determina cu relația [1]:

$$OC^{preanoxic}_{C,Fdeg} = f_{CCO} \cdot X^{b}_{CCO,deg} \cdot (1 - Y) + X_{CCO,ext} \cdot \left(1 - Y_{CCO,ext}\right) (mg/l) \quad (4.165)$$

(3) Consumul de oxigen pentru reducerea substanțelor organice pe bază de carbon din sursă externă de carbon pentru denitrificarea intermitentă se poate determina cu relația [1]:

$$OC^{int}_{C,Fdeg} = X_{CCO,ext} \cdot \left(1 - Y_{CCO,ext}\right) \qquad (mg/l) \qquad (4.166)$$

(4) Consumul de oxigen pentru reducerea carbonului în zona de denitrificare pentru diferite procese poate fi calculat astfel [1]:

a. denitrificare în amonte:

$$OC_{C,D} = 0{,}75 \cdot \left[OC^{preanoxic}_{C,Fdeg} + \left(OC_c - OC^{preanoxic}_{C;Fdeg}\right) \cdot \left(\frac{V_D}{V}\right)^{0{,}68}\right] \ (mg/l) \quad (4.167)$$

b. denitrificare simultană fără bazine anaerobe în amonte:

$$OC_{C,D} = 0{,}75 \cdot OC_C \cdot \left(\frac{V_D}{V}\right) \qquad (mg/l) \qquad (4.168)$$

c. denitrificare intermitentă cu dozare de substrat extern în perioada de denitrificare:

$$OC_{C,D} = 0{,}75 \cdot \left[OC^{int}_{C,Fdeg} + \left(OC_C - OC^{int}_{C,Fdeg}\right) \cdot \left(\frac{V_D}{V}\right)\right] \qquad (mg/l) \qquad (4.169)$$

(5) Pentru determinarea raportului V_D/V se efectuează următoarele iterații [1]:

a. se stabilește vârsta nămolului;
b. se calculează concentrația de CCO-Cr din biomasa formată $X_{CCO,BM}$ (ec. 4.180);
c. se calculează concentrația medie zilnică de azot din azotatul care trebuie denitrificat $c^{D}_{N-NO_3}$ (ec. 4.160);
d. se calculează consumul total de oxigen pentru reducerea substanțelor organice pe bază de carbon OC_C (ec. 4.164);
e. se calculează consumul de oxigen pentru reducerea carbonului în zona de denitrificare $OC_{C,D}$ pentru procesul aplicat (ec. 4.167, ec. 4.168 sau ec. 4.169).

(6) Compararea consumului de oxigen $OC_{C,D}$ cu aportul de oxigen din reducerea azotatului indică reducerea concentrației de azotat. Se efectuează iterații modificând raportul V_D/V până când în formula (4.170) $x = 1$.
Dacă $x > 1$ se reduce raportul V_D/V; dacă $x < 1$ se mărește raportul V_D/V [1].

$$x = \frac{OC_{C,D}}{2{,}86 \cdot c^{D}_{N-NO_3}} \qquad (4.170)$$

(7) Pentru proiectare nu se recomandă un raport V_D/V mai mic de 0,2 și mai mare de 0,6 [1].

(8) Dacă din calcule rezultă V_D/V=0,6 nu se mărește raportul V_D /V, ci se studiază următoarele măsuri [1]:
a. ocolirea parţială a decantorului primar;
b. tratare separată a supernatantului;
c. adaos (sursă) de carbon extern.

(9) În cazul adoptării soluției cu sursă externă de carbon, se calculează surplusul de azot din azotatul care trebuie denitrificat (pentru care trebuie asigurat substrat suplimentar); concentraţia de CCO suplimentară se determină [1]:

$$X_{CCO,ext} = 5 \cdot \Delta c^{D}_{N-NO_3} \quad (mg/l) \qquad (4.171)$$

în care:

$X_{CCO,ext}$ – concentrația de CCO suplimentară, (mg /l);
$\Delta c^{D}_{N-NO_3}$ – surplusul de azot din azotatul care trebuie denitrificat, (mg $N–NO_3$ /l).

(10) Ca surse externe de carbon, pot fi utilizate următoarele substanţe: metanol, etanol şi acetaţi. În Tabelul 4.24 sunt prezentate caracteristicile acestor surse externe de carbon.

Tabelul 4.24. Caracteristicile surselor externe de carbon.

Nr. crt.	Parametrul	U.M.	Metanol	Etanol	Acid acetic
1	Densitate	kg / m^3	790	780	1060
2	X_{CCO}	kg / kg	1,50	2,09	1,07
3	X_{CCO}	g / l	1,185	1,630	1,135
4	$Y_{CCO,ext}$	g CCO_{BM}/g CCO_{deg}	0,45	0,42	0,42

Sursa: DWA 131 - 2016 - Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen.

(11) Dintre aceste surse, acetații și metanolul sunt recomandați atât ca eficiență în ceea ce privește rata de dezvoltare a bacteriilor denitrificatoare, cât și ca preț.

4.7.5.1.2.5 Reținerea fosforului din apele uzate urbane

(1) Îndepartarea fosforului se poate realiza prin:
a. procese biologice;
b. precipitare chimică;
c. procese biologice completate cu precipitarea chimică (pre-precipitare, precipitare simultană sau post- precipitare).

(2) Reținerea biologică a fosforului se realizează în bazine de amestec anaerobe amplasate, de regulă, în amonte de bazinul cu nămol activat. Bazinele se dimensionează:
a. pentru un timp minim de contact t = 0,5.....0,75 h;
b. pentru debitul: $Q_{uz\ or\ max} + Q_{re}$ (m^3/zi).

(3) Eficienţa reţinerii 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 stabileşte o reţinere mai scăzută a fosforului biologic în exces.

(5) Determinarea concentraţiei de fosfor care trebuie reţinută prin precipitare simultană se face din ecuaţia de bilanţ a fosforului [1]:

$$c_{P,prec} = c_P - c_{P,efl} - c_{P,BM} - c_{P,bio,ex} \quad (mg\ P/l) \tag{4.172}$$

în care:

$c_{P,prec}$ – concentraţia de fosfor total care trebuie reţinută prin precipitare simultană, (mg P/l);
c_P – concentraţia de fosfor total din influentul bazinului cu nămol activat, (mg P/l);
$c_{P,efl}$ – concentraţia de fosfor total din efluentul staţiei de epurare, (mg P/l);
$c_{P,BM}$ – concentraţia de fosfor total încorporatat în biomasă, (mg P/l);
$c_{P,bio,ex}$ – concentraţia de fosfor biologic în exces, (mg P/l).

(6) Dacă concentraţia $c_{P,prec} > 0$, este nevoie, pe lângă reţinerea 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 prevede, 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 consideră egală cu concentraţia admisibilă de fosfor total din efluent:

$$c_{P,efl} = c_P^{adm} \quad (mg\ P/l) \tag{4.173}$$

în care:

c_P^{adm} =1,0 (2,0) mg P/l.

(9) Concentraţia de fosfor încorporat în biomasă [1]:

$$c_{P,BM} = 0{,}005 \cdot X_{CCO}^{b} \quad (mg\ P/l) \tag{4.174}$$

în care:

X_{CCO}^{b} – concentraţia în CCO-Cr din influentul bazinului cu nămol activat, (mg O_2/l).

(10) Dacă bazinul anaerob este situat în amonte de bazinul cu nămol activat [1]:

a. concentraţia de fosfor biologic în exces:

$$c_{P,bio,ex} = (0{,}005 \ldots 0{,}007) \cdot X_{CCO}^{b} \quad (mg\ P/l) \tag{4.175}$$

b. pentru temperaturi scăzute ale apei uzate, concentraţia în azotaţi din efluentul staţiei de epurare $c_{N-NO_3}^{efl} \geq 15\ mg\ N - NO_3/l$:

$$c_{P,bio,ex} = (0{,}0025 \ldots 0{,}005) \cdot X_{CCO}^{b} \quad (mg\ P/l) \tag{4.176}$$

c. dacă schema de epurare este cu pre-denitrificare sau cu denitrificare cu alimentare fracţionată, dar nu cuprinde bazine anaerobe, concentraţia de fosfor biologic în exces:

$$c_{P,bio,ex} = 0{,}002 \cdot X_{CCO}^{b} \quad (mg\ P/l) \tag{4.177}$$

(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 [1]:
   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 de precipitare; necesarul de var depinde de alcalinitatea din bazinul cu nămol activat.

4.7.5.1.2.6 Calculul cantităţii de nămol

(1) În bazinele anaerobe şi bazinele în care se desfăşoară procesele de nitrificare-denitrificare se produce nămol alcătuit din biomasa rezultată din îndepărtarea substanţelor organice biodegradabile şi din eliminarea fosforului.

(2) Decantoarele secundare reţin biomasa produsă în bazinele cu nămol activat, precum şi materiile solide în suspensie care au trecut de treapta de epurare mecanică, complex de substanţe care poartă denumirea de nămol activat.

(3) Nămolul activat din decantoarele secundare este dirijat către bazinele cu nămol activat în zona anoxică, aerobă sau în bazinul anaerob, după caz, ca nămol de recirculare în scopul menţinerii unei anumite concentraţii de biomasă în bazinele biologice (recirculare externă).

(4) 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.

(5) Producţia de nămol în exces reprezintă suma dintre nămolul rezultat din reținerea substanţelor organice pe bază de carbon şi nămolul provenit din îndepărtarea fosforului:

$$N_e = N_{eC} + N_{eP} \quad (\text{kg s.u./zi}) \tag{4.178}$$

în care:

Ne – cantitatea de materii solide, exprimată în substanță 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 reținerea carbonului, (kg s.u./zi);

N_{eP} – cantitatea de materii solide, exprimată în substanţă uscată, din nămolul în exces provenit din reținerea fosforului, (kg s.u./zi).

(6) Cantitatea de nămol în exces [1]:
   a. cantitatea de nămol provenită din reținerea compușilor pe bază de carbon:

$$N_{eC} = Q_{uz,zi,med} \cdot \left(\frac{X^b_{CCO,p,inert}}{1,33} + \frac{X_{CCO,BM} + X_{CCO,p,inert,BM}}{0,92 \cdot 1,42} + f_B \cdot c^b_{uz} \right) \cdot \frac{1}{1000} \quad (\text{kg/zi}) \tag{4.179}$$

în care:

$Q_{uz,zi,med}$ – debitul mediu zilnic al apelor uzate, (m^3/zi);

$X^b_{CCO,p,inert}$ – concentrația de CCO-Cr aferentă particulelor inerte din influentul bazinului cu nămol activat, (mg/l);

$X_{CCO,BM}$ – concentraţia în CCO-Cr din biomasa formată, (mg/l);

$X_{CCO,p,inert,BM}$ – concentraţia în CCO-Cr din solidele inerte rămase din descompunerea endogenă a biomasei, (mg/l);

c_{uz}^{b} - concentrația MTS influentă în treapta biologică, (mg/l);

i. concentraţia în CCO-Cr din biomasa formată se determină cu relația:

$$X_{CCO,BM} = \left(X_{CCO,deg}^{b} \cdot Y + X_{CCO,ext} \cdot Y_{CCO,ext}\right) \cdot \frac{1}{1+b \cdot T_N \cdot F_T} \ (mg/l) \quad (4.180)$$

în care:

$X_{CCO,deg}^{b}$ – concentrația de CCO-Cr degradabil din influentul bazinului cu nămol activat, (mg/l);

$X_{CCO,ext}$ - concentrația de CCO-Cr suplimentară (din sursă externă), (mg /l);

$Y = 0{,}67\ (g/g)$ - coeficientul de randament (g biomasă formată/g CCO degradat);

$Y_{CCO,ext}$ - coeficientul de randament pentru sursa externă de carbon (g biomasă formată/g CCO degradat);

$b = 0{,}17\ (zi^{-1})$ - coeficientul descompunerii endogene la 15°C;

T_N – vârsta nămolului, (zile);

$F_T = 1{,}072^{(T-15)}$ – factorul de temperatură pentru respirația endogenă;.

ii. concentraţia în CCO-Cr din solidele inerte rămase din descompunerea endogenă a biomasei se determină cu relația:

$$X_{CCO,inert,BM} = 0{,}2 \cdot X_{CCO,BM} \cdot T_N \cdot b \cdot F_T \ (mg/l) \quad (4.181)$$

în care:

$X_{CCO,BM}$, T_N, b, F_T – definite anterior;

b. cantitatea de nămol provenit din reținerea compușilor pe bază de fosfor:

i. cantitatea de nămol în exces provenit din reținerea fosforului cuprinde materia solidă rezultată din îndepărtarea fosforului biologic în exces 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;

ii. materiile solide rezultate din precipitarea simultană sunt funcţie de tipul de coagulant şi de cantitatea dozată;

iii. 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.

iv. cantitatea de nămol în exces din eliminarea fosforului:

$$N_{eP} = \frac{Q_{uz,zi,med}}{1000} \cdot \left(3 \cdot c_{P,bio,ex} + 6{,}8 \cdot c_{P,prec.Fe} + 5{,}3 \cdot c_{P,prec.Al}\right) \ (kg\ s.u/zi) \quad (4.182)$$

în care:

$Q_{uz,zi,med}$ – debitul mediu zilnic de apă uzată, (m^3/zi);

$c_{P,bio,ex}$ – concentrația de fosfor biologic în exces, (mg P/l);

$c_{P,prec.Fe}$ – concentrația de fosfor precipitat cu Fe, (mg P/l);

$c_{P,prec.Al}$ – concentrația de fosfor precipitat cu Al, (mg P/l);

v. în cazul utilizării varului pentru precipitare, producția specifică de nămol este de 1 g/1g $Ca(OH)_2$.

(7) Indicele volumetric al nămolului sau indexul lui Mohlmann este un parametru care caracterizează procesul de sedimentare a nămolului activat în decantorul secundar. Indiferent de tipul epurării, se recomandă ca indicele volumetric să nu depășească 180 … 200 cm^3/g.

(8) Pentru calculele de dimensionare a treptei de epurare biologică se recomandă valorile din tabelul următor.

Tabelul 4.25. Valori recomandate pentru I_{VN}.

Nr. crt.	Tipul epurării	I_{VN} (cm^3/g)	
		Influența apelor uzate industriale	
		Favorabilă	Nefavorabilă
1	Fără nitrificare	100 – 150	120 – 180
2	Cu nitrificare + denitrificare	100 – 150	120 – 180
3	Cu stabilizarea nămolului	75 – 120	120 - 150

Sursa: DWA 131 - 2016 - Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen.

(9) Valorile mai scăzute se consideră în cazurile:
   a. când schema de epurare nu cuprinde decantor primar;
   b. când schema de epurare 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".

(10) Concentrația nămolului de recirculare (concentrația nămolului în exces):

$$c_{nr} = c_{ne} = \frac{1000}{I_{VN}} \quad (kg/m^3) \tag{4.183}$$

în care: I_{VN} – definit anterior.

(11) Coeficientul de recirculare externă a nămolului:

$$r = \frac{Q_{nr}}{Q_c} \cdot 100 = \frac{c_{na}}{c_{nr} - c_{na}} \cdot 100 = \frac{c_{na} \cdot I_{VN}}{1.000 - c_{na} \cdot I_{VN}} \quad (\%) \tag{4.184}$$

în care:

Q_c – debitul de calcul, definit anterior;
c_{na}, c_{nr}, I_{VN} – definiți anterior;
Q_{nr} – debitul de nămol recirculat, (m^3/zi).

(12) Valori orientative ale concentrației nămolului activat din bazinul cu nămol activat sunt prezentate în Tabelul 4.26.

Tabelul 4.26. Valori ale concentrației nămolului activat.

Tipul epurării	Concentrația în substanță uscată c_{na} (kg/m^3)	
	cu decantare primară	fără decantare primară
Fără nitrificare	2,5 – 3,5	3,5 – 4,5
Cu nitrificare 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

4.7.5.1.2.7 Determinarea volumului bazinului biologic

(1) Volumul bazinului cu nămol activat se calculează în funcție de vârsta nămolului, de producția de nămol în exces, precum și de concentrația nămolului activat rezultat din dimensionarea decantorului secundar [1]:

$$V = \frac{T_N \cdot N_e}{c_{na}} \quad (m^3) \tag{4.185}$$

în care:

T_N – vârsta nămolului, (zile);
N_e – cantitatea de materii solide, exprimată în substanță uscată din nămolul în exces, (kg s.u./zi);
c_{na} – concentrația nămolului activat din bazinul biologic, (kg/m^3).

(2) Acest volum cuprinde atât volumul zonei de denitrificare (V_D) cât și volumul zonei de nitrificare (V_N) în care are loc eliminarea compușilor pe bază de carbon organic concomitent cu nitrificarea amoniului.

$$V = V_D + V_N \quad (m^3) \tag{4.186}$$

(3) În schemele de denitrificare cu alimentare fracționată (step – feed), concentrația nămolului din bazinul cu nămol activat se înlocuiește cu $c_{na,step}$: $c_{na,step} > c_{na}$.

(4) Calculul coeficienților de recirculare – Recircularea externă se referă la debitul de nămol activat prelevat din decantorul secundar și dirijat în funcție de soluția propusă, în amonte de bazinul anaerob, în amonte de bazinul de denitrificare sau în amonte de zona aerobă.

(5) Dimensionarea se face pentru un coeficient de recirculare externă r_e = 100%.

(6) Debitul de nămol recirculat este:

$$Q_{re} = r_e \cdot Q_c \quad (m^3/zi) \tag{4.187}$$

în care:

Q_c – debitul de calcul a bazinului cu nămol activat, (m^3/zi);

a. recircularea internă constă în prelevarea din avalul zonei de nitrificare a amestecului nămol – apă uzată (bogată în azotați) și dirijarea acestuia în secțiunea amonte a zonei de denitrificare.

i. debitul de recirculare internă:

$$Q_{ri} = r_i \cdot Q_c \quad (m^3/zi) \tag{4.188}$$

în care:

Q_c - debitul de calcul a bazinului cu nămol activat, (m^3/zi);

r_i - coeficientul de recirculare internă, (%);

ii. Coeficientul de recirculare internă se determină cu relația [1]:

$$r_i = \frac{c^D_{N-NO_3}}{c^{efl}_{N-NO_3}} - r_e \tag{4.189}$$

în care:

$c^D_{N-NO_3}$ − concentrația de azot din azotatul ce trebuie denitrificat, (mg $N–NO_3^-$ /l);

$c^{efl}_{N-NO_3}$ − concentrația de azot din azotatul din efluentul stației de epurare, (mg $N\text{-}NO_3^-$/l);

r_e – coeficientul de recirculare externă.

b. coeficientul total de recirculare [1]:

$$r_T = r_e + r_i = \frac{Q_{re}}{Q_c} + \frac{Q_{ri}}{Q_c} \tag{4.190}$$

în care:

Q_c,Q_{re} – definiți anterior;

Q_{ri} – debitul de recirculare internă, (m^3/zi).

c. eficiența maximă a denitrificării [1]:

$$\eta_D = 1 - \frac{1}{1 + r_T} \tag{4.191}$$

d. durata totală a unui ciclu, dacă procesul de denitrificare este intermitent [1]:

$$t_T = t_N + t_D \quad (h) \tag{4.192}$$

Se poate calcula cu relația:

$$t_T = t_r \cdot \frac{c^{efl}_{N-NO_3}}{c^{D}_{N-NO_3}} \text{ (h)} \quad (4.193)$$

în care:

$$t_r = \frac{V}{Q_{uz,max,or}} \geq 2 \text{ (h)} \quad (4.194)$$

4.7.5.1.2.8 Calculul Alcalinității

(1) Deteriorarea flocoanelor de nămol și pierderea biomasei din bazinul de aerare poate să fie datorată reducerii valorii pH-ului ca urmare a reducerii alcalinității în procesul de nitrificare, respectiv în procesul de precipitare a fosforului cu săruri metalice.

(2) Alcalinitatea medie zilnică se calculează pentru cele mai defavorabile situații:
   a. doza maximă de reactiv de precipitare;
   b. nitrificare extinsă;
   c. denitrificare limitată.

(3) Calculul valorii alcalinității la ieșirea din bazinul de aerare se face cu relația [1]:

$$Alk^{infDS} = Alk^{b} - \left[0{,}07\left(c^{inf}_{N-NH_4^+} - c^{efl}_{N-NH_4^+} + c^{efl}_{N-NO_3^-} - c^{b}_{N-NO_3^-}\right) + 0{,}06\, c_{Fe^{3+}} + 0{,}04 c_{Fe^{2+}} + 0{,}11 c_{Al^{3+}} - 0{,}03 c_{P,prec}\right]$$

în care:

Alk^{infDS}- alcalinitatea în efluentul bazinului de aerare [mmoli//];
Alk^{b} - alcalinitatea în influentul bazinului de aerare [mmoli/l];
$c^{inf}_{N-NH_4^+}$ - concentrația de azot amoniacal în influentul bazinului de aerare [mg N-NH_4^+/l];
$c^{efl}_{N-NH_4^+}$ - concentrația de azot amoniacal în efluentul decantorului secundar [mg N-NH_4^+/l];
$c^{efl}_{N-NO_3^-}$ - concentrația de azotați în efluentul decantorului secundar [mg N-NO_3^-/l];
$c^{b}_{N-NO_3^-}$ - concentrația de azotați în influentul bazinului de aerare [mg N-NO_3^-/l];
$c_{Fe^{3+}}$ - concentrația de fier trivalent [mg/l];
$c_{Fe^{2+}}$ - concentrația de fier bivalent [mg/l];
$c_{Al^{3+}}$ - concentrația de aluminiu [mg/l];
$c_{P,prep}$ - concentrația de fosfor precipitat [mg/l];

(4) Valoarea alcalinității nu trebuie să scadă sub 1,5 mmoli/l [1].

(5) Pentru menținerea acestei valori poate fi necesară dozarea de reactivi de neutralizare alcalini: lapte de var (dacă concentrația de dioxid de carbon din apă este suficientă), apă de var, bicarbonat de sodiu.

(6) Dozarea reactivilor de neutralizare se face astfel încât să se evite creșterea valorii pH-ului peste 8,3 [1].

4.7.5.1.2.9 Calculul capacității de oxigenare

(1) Capacitatea de oxigenare reprezintă cantitatea de oxigen necesară proceselor biochimice din bioreactor pentru: eliminarea carbonului organic (inclusiv respirația endogenă), pentru nitrificare, determinarea economiei de oxigen furnizat în procesul de denitrificare prin preluarea oxigenului necesar dezvoltării biomasei din azotați [1].
   a. capacitatea de oxigenare necesară pentru reducerea carbonului organic se determină cu relația:

$$\overline{CO_c} = \frac{Q_{uz,zi,med} \cdot OC_c}{1000} \quad (kg\ O_2/zi) \qquad (4.195)$$

în care:

$Q_{uz\ zi\ med}$ – debitul mediu zilnic de apă uzată, (m^3/zi);
OC_c - consumul total de oxigen pentru reducerea substanțelor organice pe bază de carbon (mg/l).

b. capacitatea de oxigenare necesară pentru nitrificare:

$$\overline{CO_N} = \frac{4{,}3 \cdot Q_{uz,zi,med}}{1000} \cdot \left(c^{D}_{N-NO_3} - c^{infl}_{N-NO_3} + c^{efl}_{N-NO_3}\right) (kg\ O_2/zi) \quad (4.196)$$

în care:

4,3 - consumul specific de oxigen, (kg O_2/kg azot oxidat);
$Q_{uz\ zi\ med}$ - debitul mediu zilnic de apă uzată , (m^3/zi);
$c^{D}_{N-NO_3}$- concentrația de azot din azotatul ce trebuie denitrificat, (mg N – NO_3^- /l);
$c^{infl}_{N-NO_3}$- concentrația de azot din azotatul influent în bazinul biologic, (mg N– NO_3^- /l);
$c^{efl}_{N-NO_3}$- concentrația de azot din azotatul din efluentul bazinului biologic, (mg N–NO_3^- /l).

c. capacitatea de oxigenare necesară pentru denitrificare:

$$\overline{CO_D} = \frac{-2{,}86 \cdot Q_{uz,zi,med}}{1000} \cdot c^{D}_{N-NO_3} \quad (kg\ O_2/zi) \qquad (4.197)$$

în care:

2,86 - consumul specific de oxigen, (kg O_2/kg de azot denitrificat);
$Q_{uz\ zi\ med}$ - debitul mediu zilnic de apă uzată, (m^3/zi);
$c^{D}_{N-NO_3}$- concentrația 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 oxigen din procesul de denitrificare;
b. când se neglijează aportul de oxigen din procesul de denitrificare.

(3) Ipoteza care conferă siguranţă este ipoteza b, pentru care capacitatea necesară este maximă. Se ține 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 a încărcării organice şi f_N – factorul de vârf a încărcării cu azot.

(4) Relaţiile de calcul pentru determinarea capacităţii de oxigenare orare necesare sunt [1]:
a. în ipoteza luării în considerare a oxigenului furnizat prin denitrificare:

$$CO_{h,nec} = \frac{f_c \cdot (\overline{CO_c} - \overline{CO_D}) + f_N \cdot \overline{CO_N}}{24} \quad (kg\ O_2/h) \qquad (4.198)$$

în care: toți termenii au fost definiți anterior.

b. în ipoteza în care se neglijează aportul de oxigen din procesul de denitrificare:

$$CO_{h,nec} = \frac{f_c \cdot \overline{CO_c} + f_N \cdot \overline{CO_N}}{24} \quad (kg\ O_2/h) \qquad (4.199)$$

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.

(5) 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.

(6) 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 [1]:
   a. ipoteza 1: f_C =1 şi o valoare admisă (apreciată) pentru f_N;
   b. ipoteza 2: f_C cu o valoare admisă (apreciată) şi f_N=1.

(7) Dintre cele două ipoteze se consideră cea pentru care se obţine ($\overline{CO}_{h.nec}$) maxim.

Tabelul 4.27. Valori pentru f_C şi f_N

Factor de vârf	**Vârsta nămolului T_N**							
	2 zile	**4 zile**	**8 zile**	**10 zile**	**15 zile**	**20 zile**	**25 zile**	**35 zile**
f_C	1,4	1,3	1,25	1,2	1,2	1,15	1,11	1,05
f_N pentru $C_{i,CCO} \leq$ 2.400 kg/zi	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,0	1,5	1,1
f_N pentru $C_{i,CCO}$ > 12.000 kg/zi	2,4	2,4	2,2	2,0	1,8	1,5	1,3	1,1

Notă: Valorile intermediare se obțin prin interpolare
Sursa: DWA T4 - 2016 – Bemessung von Klaranlagen in warmen und kalten Klimazonen.

(8) Pentru stații de epurare mici și medii, capacitatea de oxigenare orară necesară se verifică, cu relaţia următoare, caz în care factorii de vârf f_c =1 şi $f_N = 1$.

$$\overline{CO}_{h,nec} = \frac{\overline{CO}_{nec}}{\delta} \quad (kg\ O_2/h) \qquad (4.200)$$

în care:
- δ= 15 pentru $Q_{uz,\ max,\ zi} \leq$ 50 l/s;
- δ= 20 pentru 50 l/s < $Q_{uz,\ max,zi} \leq$ 250 l/s;
- δ= 24 pentru $Q_{uz,max,\ zi}$ > 250 l/s.

(9) În calculele de dimensionare se consideră ipoteza pentru care se obţine valoarea maximă pentru $\overline{CO}_{h.nec}$ determinată cu una din relaţiile (4.198), (4.199) şi (4.200).

(10) Determinarea debitului de aer necesar în condiţii reale în scopul asigurării 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 bazinul cu nămol activat;
   e. performanţele dispozitivelor de insuflare a aerului în apă.

(11) Capacitatea de oxigenare orară necesară în condiţii standard SOTR (Standard Oxygen Transfer Rate) în apă curată (temperatura apei 20°C şi presiunea atmosferică 1013hPa), pentru aerare pneumatică, se calculează cu relația [5]:

$$SOTR = \frac{f_d \cdot c_{S,20}}{\alpha \cdot (f_d \cdot c_{S,T} - c_B) \cdot \theta^{(T-20)}} \overline{CO}_{h,nec} \quad (kg\ O_2/h) \qquad (4.201)$$

în care:

f_d – factorul de adâncime pentru aerare pneumatică, (-);
$c_{S,20}$ – concentraţia de saturaţie a oxigenului în apa curată, la 20°C, (mg O_2/l);
α - coeficient care ţine seama de capacitatea de transfer a oxigenului de la apa curată la apa uzată; valoarea coeficientului este în funcție de procesul biologic și de cazurile de

încărcare considerate; valoarea minimă a coeficientului α se consideră: $\alpha = 0{,}5 - 0{,}65$ pentru procese de nitrificare şi denitrificare, $\alpha = 0{,}3 - 0{,}4$ pentru epurare biologică convențională (reținerea carbonului), $\alpha = 0{,}7 - 0{,}8$ pentru procese cu stabilizare aerobă simultană a nămolului;
$c_{S,T}$ - concentrația de saturație a oxigenului în apa curată la temperatura T(°C), (mg O_2/l);
c_B – concentrația oxigenului dizolvat în apa uzată, pentru dimensionare se adoptă 2 (mg O_2/l);
$\theta = 1{,}024$ - coeficient din relația de tip Arhenius, ce evidențiază efectul temperaturii asupra transferului de oxigen;
T – temperatura apelor uzate;
$\overline{CO}_{h,nec}$ - capacitatea de oxigenare orară necesară, (kg O_2/h).

(12) Factorul de adâncime pentru aerare pneumatică se calculează cu relația [5]:

$$f_d = 1 + \frac{H_i}{20{,}7} \quad (-) \tag{4.202}$$

în care:

H_i - adâncimea de insuflare a aerului, măsurată între suprafața lichidului şi faţa superioară a dispozitivului de insuflare în amestecul lichid din bazinul cu nămol activat, (m).

(13) Concentrația de saturație a oxigenului dizolvat în apa curată la temperatura T(°C) se determină cu relația [5]:

$$c_{S,T} = \frac{2234{,}34}{(T+45{,}93)^{1{,}31403}} \quad (mgO_2/l) \tag{4.203}$$

(14) De la o altitudine de 600 m deasupra nivelului mării şi o concentrație totală de săruri < 2 g/l , se recomandă să se ia în considerare şi influența altitudinii asupra concentrației de saturație a oxigenului [5]:

$$SOTR = \frac{f_d \cdot c_{S,20}}{\alpha \cdot \left(f_d \cdot c_{S,T} \cdot \frac{p_{atm}}{1013} - c_B\right) \cdot \theta^{(T-20)}} \overline{CO}_{h,nec} \quad (kg\ O_2/h) \tag{4.204}$$

în care:

f_d, $c_{S,20}$, α , $c_{S,T}$, c_B , θ , T, $\overline{CO}_{h,nec}$ - definiți anterior;
p_{atm} – presiunea atmosferică din zona de amplasare a bazinului cu nămol activat, (hPa).

(15) Presiunea atmosferică din zona de amplasare a bazinului cu nămol activat se determină în funcție de altitudinea geodezică a sistemului [5]:

$$p_{atm} = 1013{,}25 \cdot \left(\frac{288 - 0{,}0065 \cdot h_{geo}}{288}\right)^{5{,}255} \tag{4.205}$$

în care:

h_{geo}– altitudinea geodezică a sistemului, (m).

(16) Calculele se efectuează pentru perioada de vară considerând temperatura relevantă a apei uzate temperatura maximă specifică fiecărui amplasament.

(17) Debitul de aer necesar, aspirat în aer uscat la temperatura de 0°C şi presiunea atmosferică 1013 hPa, considerând conținutul de oxigen dintr-un m^3 de aer de $300\ g/m^3$ ($0{,}2095\ m^3\ O_2/m^3 aer \times 1429 g\ O_2/m^3 aer$), se determină cu relaţia [5]:

$$Q_{N,aer} = \frac{1000 \cdot SOTR}{3 \cdot SSOTE \cdot H_i} \quad (N\ m^3\ aer/h) \tag{4.206}$$

în care:

SOTR, H_i – definiți anterior;

SSOTE – eficienţa specifică de transfer a oxigenului în apa curată, (**S**pecific **S**tandard **O**xygen **T**ransfer **E**fficiency), la adâncimea de insuflare H_i, $(\%/m)$; valoarea eficienței specifice este caracteristică fiecărui dispozitiv de insuflare a aerului şi este furnizată de ofertantul (producătorul) dispozitivului.

(18) Debitul de aer necesar se poate determina şi cu relaţia [5]:

$$Q_{N,aer} = \frac{1000 \cdot SOTR}{SSOTR \cdot H_i} \quad (N\ m^3\ aer/h) \qquad (4.207)$$

în care:

SOTR, H_i – definiți anterior;

SSOTR – capacitatea specifică de oxigenare a dispozitivului de insuflare a aerului în apă curată, (**S**pecific **S**tandard **O**xygen **T**ransfer **R**ate), $(g\ O_2/N\ m^3 aer \cdot m\ adâncime\ de\ insuflare)$; valoarea este caracteristică fiecărui dispozitiv de insuflare a aerului şi este furnizată de ofertantul (producătorul) dispozitivului.

4.7.5.2 Bazine cu nămol activat cu funcționare secvențială

(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 secvenţial este alcătuit din următoarele 5 etape:

a. Umplere
- i. obiectiv: adăugare de substrat (apă uzată sau apă uzată decantată primar);
- ii. se realizează ridicarea nivelului apei în bazin de la 25% din capacitate (la 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/denitrificare şi stabilizarea aerobă a nămolului.

(5) Numărul minim de unităţi (bazine) cu funcţionare secvenţială este n = 2.

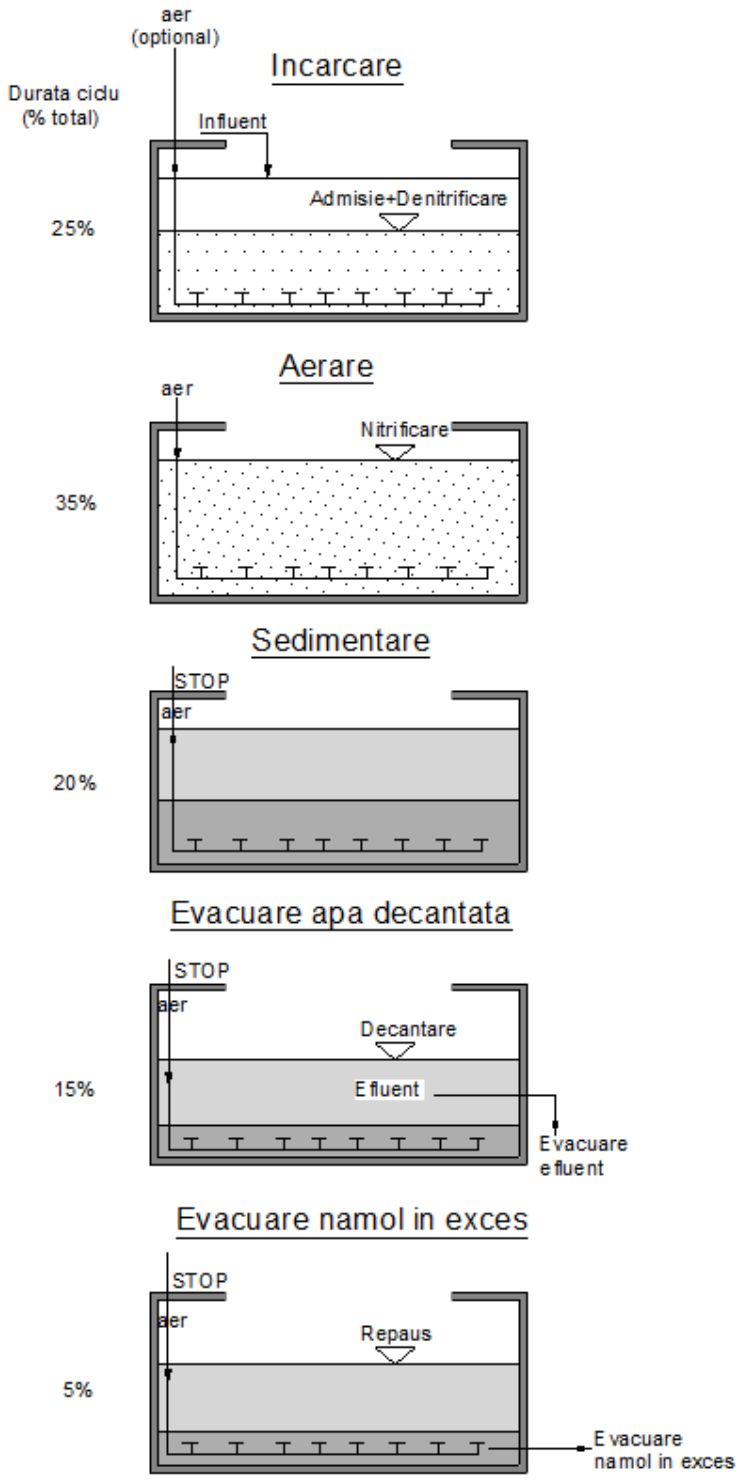


Figura 4.10. Etapele de operare pentru bazinele cu funcționare secvențială.

4.7.5.3 Bioreactoare cu membrane (MBR)

(1) Tehnologia de epurare cu bioreactoare cu membrane (MBR – Membrane Biological Reactors) combină procesul de epurare cu nămol activat cu filtrarea pe membrane şi poate fi configurată în funcție de necesitatea de reținere a poluanților.

(2) Sistemul MBR constă într-un bazin biologic în care are loc degradarea compuşilor din apa uzată şi un modul de membrane care are rolul de separare fizică a apei de namol (microfiltrare sau ultrafiltrare).

(3) Sistemele MBR se pot configura:
   a. unitatea de filtrare prin membrane amplasată în exteriorul bazinului biologic. În acest caz trecerea apei prin membrană se face ca urmare a aplicării unei presiuni;
   b. unitatea de filtrare cu membrane amplasată în bazinul biologic, caz în care trecerea apei prin membrană este posibilă prin aplicarea de vacuum. Această configuraţie conduce la un consum mai redus de energie.

(4) Pentru a evita colmatarea membranei este necesară o treaptă de pre-epurare pentru reţinerea fibrelor, a părului sau a altor elemente care ar putea colmata/degrada membrana. De asemenea, sistemul este prevăzut cu spălare chimică periodică.

(5) Colmatarea membranei este influenţată de condiţiile hidrodinamice, de tipul de membrană, de tipul de configurare, de prezenţa compuşilor cu masă moleculară mare rezutaţi din metabolismul microbian.

(6) În vederea evitării colmatării membranei, în cazul membranelor submersate, un flux de aer este injectat în interiorul modulului cu membrane. Pe lângă aportul de oxigen, acesta are rolul de a scutura membrane împiedicând astfel aderarea nămolului la suprafaţa acesteia.

(7) Parametrii de funcţioare a sistemelor MBR submersate sunt [6]:
   a. presiunea trans-membrană – 20 kPa;
   b. concentraţia nămolului activat – 12 – 15 kg/m^3.
   c. timp de retenţie hidraulică – 1- 9 ore;
   d. încărcare volumetrică – până la 20 kg CCO-Cr/m^3,zi;
   e. debit de aer – 8 – 12 Nm^3/h, modul;
   f. pH – 7 – 7,5;
   g. consum de energie – 0,2 – 0,4 kWh/m^3.

(8) Datorită concentraţiei mari a biomasei în bioreactor sistemul permite o capacitate de epurare ridicată pentru o amprentă redusă.

(9) Sistemele MBR oferă opţiunea de selectare independentă a timpului de retenţie hidraulică şi a timpului de retenţie a nămolului, ceea ce permite un control flexibil al parametrilor de operare.

(10) Concentraţia mare a nămolului în bioreactor permite epurarea eficientă a apelor uzate cu încărcare ridicată. Un timp de retenţie ridicat al nămolului permite contactul prelungit al acestuia cu poluanţii din apă şi dezvoltarea de microorganisme capabile să degradeze şi o serie de compuşi refractari.

(11) Sistemele de bioreactoare cu membrane funcţionează complet automatizat.

4.7.6 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 sunt amplasate în aval de bazinele cu nămol activat sau de filtrele biologice, în funcţie de schema de epurare adoptată.

(3) Substanţele reţinute în decantoarele secundare poartă denumirea de nămol biologic, iar în cazul în care decantoarele secundare sunt amplasate după bazinele cu nămol activat, substanţele reţinute poartă denumirea de nămol activat.

(4) Decantoarele secundare nu pot lipsi din schemele de epurare biologică, acestea funcţionând în tandem cu bazinele cu nămol activat sau cu filtrele biologice.

(5) Procesul de decantare este influenţat de:
   a. floculareа 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.

(6) Decantoarele secundare sunt alcătuite în principal din:
   a. compartimente pentru decantarea propriu-zisă;
   b. sistemele de admisie şi distribuţie a apei din bazinele cu nămol activat sau filtrele biologice;
   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 biologic şi de golire a decantorului;
   f. pasarelă de acces pe podul raclor.

4.7.6.1 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.

4.7.6.2 Parametri de dimensionare

(1) Debitul de calcul al decantoarelor secundare, în toate procedeele de canalizare, este:

$$Q_c = Q_{uz,zi,max} \quad (m^3/h) \tag{4.208}$$

(2) Debitul de verificare în toate procedeele de canalizare se stabileşte cu relaţia:
   a. în scheme cu filtre biologice:

$$Q_v = Q_{uz,or,max} + Q_{AR,max} \quad (m^3/h) \tag{4.209}$$

   b. în scheme cu bazine cu nămol activat:

$$Q_v = Q_{uz,or,max} + Q_{nr,max} \quad (m^3/h) \tag{4.210}$$

(3) Numărul de decantoare va fi de 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).

(4) 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 1,50 m faţă de radier, pentru o bună distribuţie a liniilor de curent.

(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 funcționeze cu nivel liber.

(7) Lungimea deversoarelor rezultă din adoptarea valorilor recomandate pentru debitul specific deversat; debitul nu va depăşi $10(\mathrm{m^3/h,m})$ pentru rigole cu evacuare pe o singură parte și $6\ (\mathrm{m^3/h,m})$ pentru rigole cu evacuare pe două părți 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) Înălţimea de siguranţă a pereţilor decantorului deasupra nivelului maxim al apei va fi de minim 0,3 m.

(11) 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 biologic efluent din bazinele cu nămol activat sau din filtrele biologice şi a parametrilor de proiectare recomandaţi pentru fiecare caz în parte.

4.7.6.2.1. Parametri de dimensionare - decantoare secundare în scheme cu bazine cu nămol activat

(1) La proiectarea decantoarelor secundare se iau în considerare următoarele:
   a. separarea eficientă a nămolului;
   b. îngroşarea şi evacuarea nămolului depus pe radier.

(2) Nămolul reţinut este îngroşat în stratul depus pe radier, fenomen dependent de indicele nămolului ($\mathrm{I_{VN}}$), de grosimea stratului de nămol, de timpul de îngroşare şi de tipul sistemului de raclare a nămolului de pe radier.

(3) Concentrația materiilor solide din influentul decantoarelor secundare se poate considera egală cu concentrația materiilor solide din $(\mathrm{c_{na}})$ din bazinul cu nămol activat $(\mathrm{kg/m^3})$.

(4) Indicele comparativ al nămolului $\mathrm{I_{SN}} < 600(\mathrm{l/m^3})$ [1].

(5) Concentrația nămolului sedimentat pe radierul decantorului secundar se calculează cu relația [1]:

$$\mathrm{c_{nds}} = \frac{1000}{\mathrm{I_{VN}}} \sqrt[3]{\mathrm{t_i}} \quad (\mathrm{kg/m^3}) \qquad (4.211)$$

în care:

$\mathrm{I_{VN}}$ - indicele volumetric al nămolului $(\mathrm{cm^3/g})$;

t_i - timpului de îngroșare (concentrare) a nămolului din decantorul secundar (h).

(6) Se recomandă stabilirea timpului de îngroșare (concentrare) a nămolului din decantorul secundar funcție de tipul epurării astfel [1]:
   a. pentru epurare fără nitrificare $t_i = 1{,}5 - 2{,}0$ (h);
   b. pentru epurare cu nitrificare $t_i = 1{,}5$ (h);
   c. pentru epurare cu nitrificare și denitrificare $t_i = 2{,}0$ (h).

(7) Valorile concentrației nămolului de recirculare depind de tipul sistemului de raclare a nămolului din decantoarele secundare și se calculează cu relațiile [1]:
   a. pentru decantoare secundare la care podul realizează raclarea mecanică a nămolului spre o bașă:
$$c_{nr} \cong (0{,}7 - 0{,}8) \cdot c_{nds} \quad (kg/m^3) \tag{4.212}$$
   b. pentru decantoare secundare dotate cu pod raclor cu sucțiune:
$$c_{nr} \cong (0{,}5 - 0{,}7) \cdot c_{nds} \quad (kg/m^3) \tag{4.213}$$
   c. pentru decantoare fără sistem de raclare a nămolului:
$$c_{nr} \cong c_{nds} \quad (kg/m^3) \tag{4.214}$$

(8) Concentrația nămolului activat se stabilește cu relația:

$$c_{na} = \frac{r_e \cdot c_{nr}}{1 + r_e} \quad (kg/m^3) \tag{4.215}$$

în care:

r_e – coeficientul de recirculare externă (%);
c_{nr} – concentrația nămolului de recirculare (kg/m^3).

(9) În calculele de dimensionare, coeficientul de recirculare externă se va considera [1]:
   a. pentru decantoare secundare cu curgere predominant orizontală $r_e = 75\%$;
   b. pentru decantoare secundare cu curgere predominant verticală $r_e = 100\%$;

(10) Încărcarea hidraulică superficială la debitul de calcul se determină cu relația [1]:
$$u_{sc} = \frac{u_{vs}}{I_{SN}} = \frac{u_{vs}}{c_{na} \cdot I_{VN}} \quad (m/h) \tag{4.216}$$

în care:

u_{vs} – încărcarea volumetrică superficială cu nămol $(l/m^2 \cdot h)$;
I_{SN} – indicele comparativ al nămolului (l/m^3);
c_{na} – concentrația nămolului activat (kg/m^3);
I_{VN} – indicele volumetric al nămolului (cm^3/g).

(11) Încărcarea volumetrică superficială cu nămol se recomandă să respecte relația [1]:
   a. pentru decantoare secundare cu curgere predominant orizontală:
$$u_{vs} \leq 500 \quad (l/m^2 \cdot h) \tag{4.217}$$
   b. pentru decantoare secundare cu curgere predominant verticală:
$$u_{vs} \leq 650 \quad (l/m^2 \cdot h) \tag{4.218}$$

(12) Decantoarele secundare cu curgere predominant orizontală sunt decantoare cu raportul dintre componenta verticală și componenta orizontală mai mic de 1:3; decantoarele secundare cu curgere predominant verticală sunt decantoare cu raportul dintre componenta verticală și componenta orizontală mai mare de 1:2 [1].

(13) Suprafața orizontală necesară a decantoarelor secundare se calculează cu relația:

$$A_o = \frac{Q_c}{u_{sc}} \quad (m^2) \tag{4.219}$$

în care:

Q_c – debitul de calcul, (m^3/h);

u_{sc} – încărcarea superficială la debitul de calcul, (m/h);

(14) Încărcarea superficială efectivă la debitul de calcul și încărcarea superficială efectivă la debitul de verificare, se recomandă să respecte relațiile:

a. pentru decantoare secundare precedate de bazine cu nămol activat, exclusiv cele cu stabilizarea nămolului:

$$u_{sc}^{ef} \leq 1{,}2 \quad (m/h) \qquad (4.220)$$

$$u_{sv}^{ef} \leq 2{,}2 \quad (m/h) \qquad (4.221)$$

b. pentru decantoare secundare precedate de bazine cu nămol activat, cu stabilizarea nămolului:

$$u_{sc}^{ef} \leq 0{,}7 \quad (m/h) \qquad (4.222)$$

$$u_{sv}^{ef} \leq 1{,}4 \quad (m/h) \qquad (4.223)$$

(15) Adâncimea utilă necesară se calculează cu relația (figurile următoare) [1]:

$$h_u = h_1 + h_{23} + h_4 \quad (m) \qquad (4.224)$$

în care:

h_1 - adâncimea zonei de apă limpezită (m);

h_{23} - adâncimea zonei de tranziție și separare (m);

h_4 - adâncimea zone de îngroșare (concentrare) a nămolului în decantorul secundar (m).

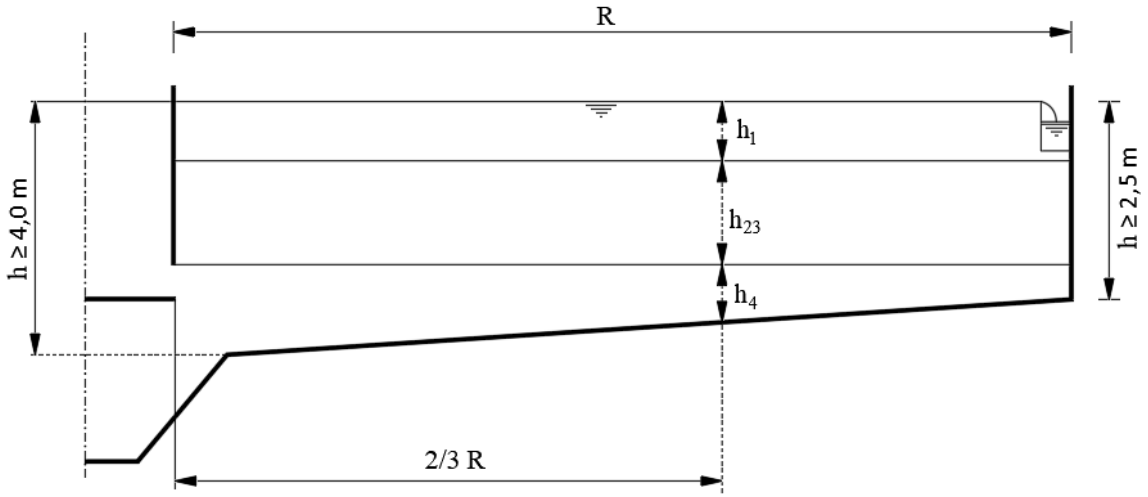


Figura 4.11. Schema de principiu a decantorului secundar orizontal radial.

Sursa: DWA 131 - 2016 - Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen.

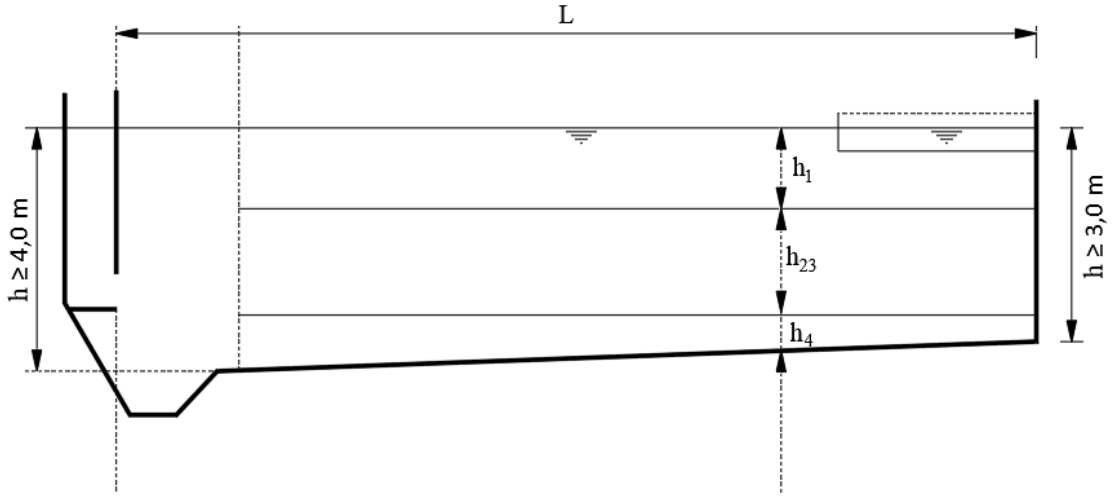


Figura 4.12. Schema de principiu a decantorului secundar orizontal longitudinal.

Sursa: DWA 131 - 2016 - Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen.

(16) Adâncimea zonei de apă limpezită se consideră: $h_1 = 0{,}50$ (m) [1].

(17) Adâncimea zonei de tranziție și separare se determină cu relația [1]:

$$h_{23} = u_{sc} \cdot (1 + r_e) \cdot \left(\frac{500}{1000 - c_{na} \cdot I_{VN}} + \frac{c_{na} \cdot I_{VN}}{1100}\right) \quad (m) \tag{4.225}$$

în care: u_{sc} , r_e , c_{na} , I_{VN} – definiți anterior.

(18) Adâncimea zone de îngroșare (concentrare) a nămolului în decantorul secundar [1]:

$$h_4 = \frac{c_{na} \cdot u_{sc} \cdot (1 + r_e) \cdot t_i}{c_{nds}} \quad (m) \tag{4.226}$$

în care: u_{sc} , r_e , c_{na} , t_i , c_{nds} – definiți anterior.

(19) Adâncimea totală a unității de decantare este:

$$H = h_u + h_s \quad (m) \tag{4.227}$$

în care:

$h_s = 0{,}30 - 0{,}50$ - adâncimea zonei de siguranță;
h_u – adâncimea utilă a apei din decantor (m).

4.7.6.2.2. Parametri de dimensionare - decantoare secundare în scheme cu filtre biologice

(1) Tabelul 4.28 prezintă parametrii de dimensionare ai decantoarelor secundare în scheme cu filtre biologice.

Tabelul 4.28. Parametri de proiectare a decantoarelor secundare în scheme cu filtre biologice.

Nr. crt.	Parametru	U.M.	Valori recomandate
1	Încărcare superficială la debitul de dimensionare	m/h	0,7....1,5
2	Încărcare superficială la debitul de verificare	m/h	max. 2,7
3	Timpul de decantare la debitul de dimensionare	h	2,5
4	Timpul de decantare la debitul de verificare	h	min. 1

(2) Aria orizontală necesară se calculează cu relația:

$$A_o = \frac{Q_c}{u_{sc}} \quad (m^2) \tag{4.228}$$

în care:

Q_c – debitul de calcul, (m^3/h) ;

u_{sc} – încărcarea superficială la debitul de calcul, (m/h).

(3) Volumul util necesar de decantare:

$$V_u = Q_c \cdot t_{dc} \quad (m^3) \tag{4.229}$$

$$V_u = Q_v \cdot t_{dv} \quad (m^3) \tag{4.230}$$

în care:

Q_c – debitul de calcul, (m^3/h);
Q_v – debitul de verificare, (m^3/h);
t_{dc} – timpul de decantare la debitul de calcul, (h);
t_{dv} – timpul de decantare la debitul de verificare, (h).
Se adoptă valoarea maximă dintre (4.223) şi (4.224).

(4) Adâncimea utilă a spațiului de decantare:

$$h_u = u_{sc} \cdot t_{dc} \quad (m) \qquad (4.231)$$

în care: u_{sc}, t_{dc} definiți anterior.

(5) Cu aceste elemente, în situația în care se adoptă decantoare secundare orizontal radiale, se intră în Tabelul 4.29 şi se stabilesc dimensiunile geometrice: D, d_3, A_o, h_u, b şi V_u, precum şi numărul de unităţi de decantare.

4.7.6.3 Decantoare secundare orizontale radiale

(1) Diametrul decantoarelor secundare orizontal radiale este cuprins între 16 şi 50 m. Nu se recomandă să se prevadă decantoare secundare radiale cu diametre mai mici de 16 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 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.

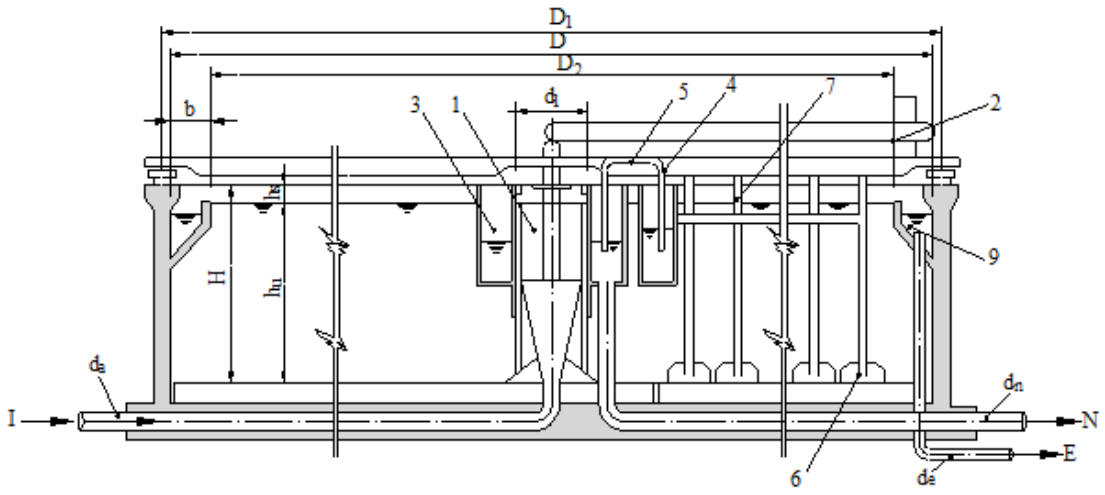
(8) Podul raclor poate fi de două tipuri: radial sau diametral. El este alcătuit dintr-o grindă ce sprijină pe structura de rezistenţă centrală prin intermediul unui pivot, iar extremităţile sprijină prin intermediul unor roţi adecvate pe peretele exterior al bazinului. Calea de rulare poate fi realizată 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 Figura 4.13 b.);

b. prin sifonare (se aplică în cazul decantoarelor cu radier orizontal). În acest caz, nămolul sedimentat pe radierul decantorului este extras printr-un sistem de conducte într-un compartiment mobil solidar cu podul raclor, prin diferenţă de presiune hidrostatică, de unde, prin sifonare sau pompare este trimis într-un colector inelar şi evacuat spre treapta de prelucrare (Figura 4.13. 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

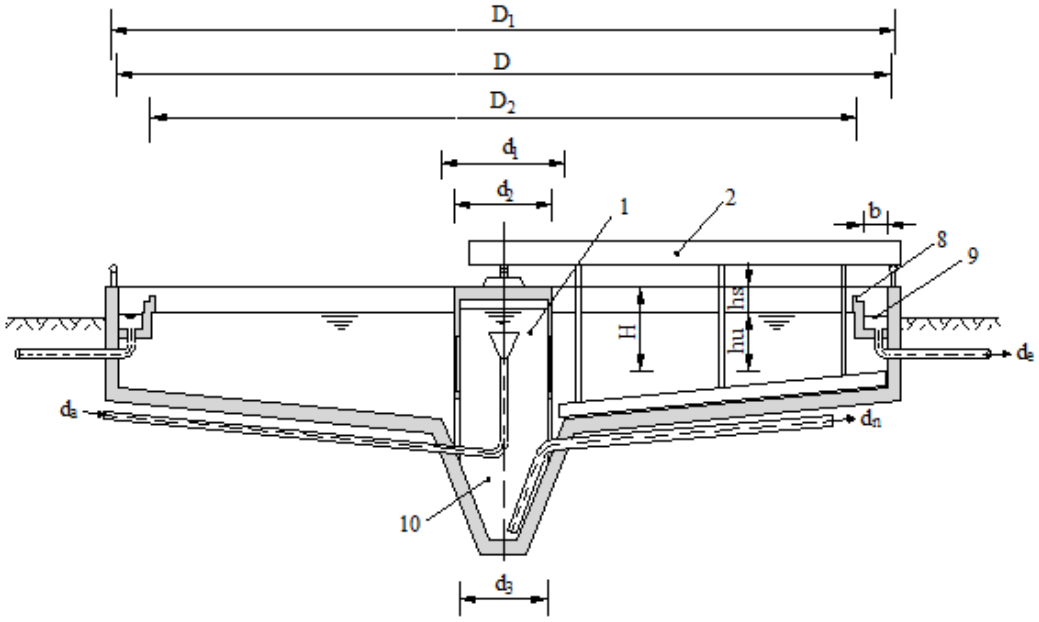


Figura 4.13. Secţiuni transversale prin decantorul secundar orizontal radial.
Notaţii: 1-camera de admisie şi distribuţie apă; 2-pod raclor; 3-jgheab colector inelar fix; 4-jgheab colector mobil; 5-instalaţie de sifonare a nămolului; 6-guri de aspiraţie; 7-conducte verticale de aspiraţie;8-deversor; 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 4.29. Dimensiuni caracteristice decantoarelor secundare radiale.

Nr. crt.	D (m)	D_1 (m)	D_2 (m)	A_0* (m^2)	d_1 (m)	d_2 (m)	d_3 (m)	h_s (m)	h_u (m)	h_d (m)	H (m)	b (m)	V_u** (m^3)	d_a (mm)	d_e (mm)	d_n (mm)
1	16	16,14	14,7	165	3,0	2,6	3,0	0,3	2,5	0,43	2,90	0,50	413	250–350	200–300	150–200
2	20	20,14	18,5	264	3,0	2,6	3,0	0,3	2,5	0,57	2,90	0,60	660	300–400	250–350	200–250
3	25	25,14	23,5	423	4,0	3,6	4,0	0,4	2,5	0,70	2,90	0,60	1.058	350–500	300–400	200–300
4	30	30,14	28,1	616	2,3	–	–	0,4	3,0	–	3,40	0,80	1.848	500–700	400–600	250–350
5	35	35,14	33,1	856	2,3	–	–	0,4	3,0	–	3,40	0,80	2.568	600–800	400–600	300–400
6	40	40,14	37,7	1.109	3,0	–	–	0,4	3,5	–	3,90	1,00	3.882	700–1.000	500–700	350–500
7	45	45,14	42,7	1.424	3,0	–	–	0,4	3,5	–	3,90	1,00	4.984	700–1.000	600–800	350–500
8	50	50,14	47,7	1.779	3,0	–	–	0,4	3,5	–	3,90	1,00	6.227	1.000–1.200	700–1.000	500–700

$A_0=0{,}785(D^2_2–d^2_1)$ – aria orizontală utilă a unui compartiment de decantare, (m^2);
*$V_u=A_0*h_u$ – volumul util de decantare, (m^3);
Notă: Notațiile din Tabelul 4.29 corespund celor din Figura 4.13.

(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 afara sau în 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 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) Viteza periferică a podului raclor variază între 10 şi 60 mm/s, realizând 1÷3 rotaţii complete pe oră.

(20) 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.

(21) 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.

(22) 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.

4.7.6.4 Decantoare verticale tip pâlnie

(1) Sunt construcţii cu forma în plan circulară, în care mişcarea apei se face pe verticală, în sens ascendent (Figura 4.14). Se utilizează pentru debite zilnice maxime sub 1700 m^3/zi [7].

(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 prin care curge în sens descendent. 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.

(4) Datorită pantei pâlniei de 1,7:1, nu sunt necesare dispozitive mobile de raclare a nămolului.

(5) Din pâlnia de nămol, acesta este evacuat prin 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) 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.

(8) Dimensionarea decantoarelor verticale se face utilizând relaţiile de calcul din subcapitolul 4.7.6.2.

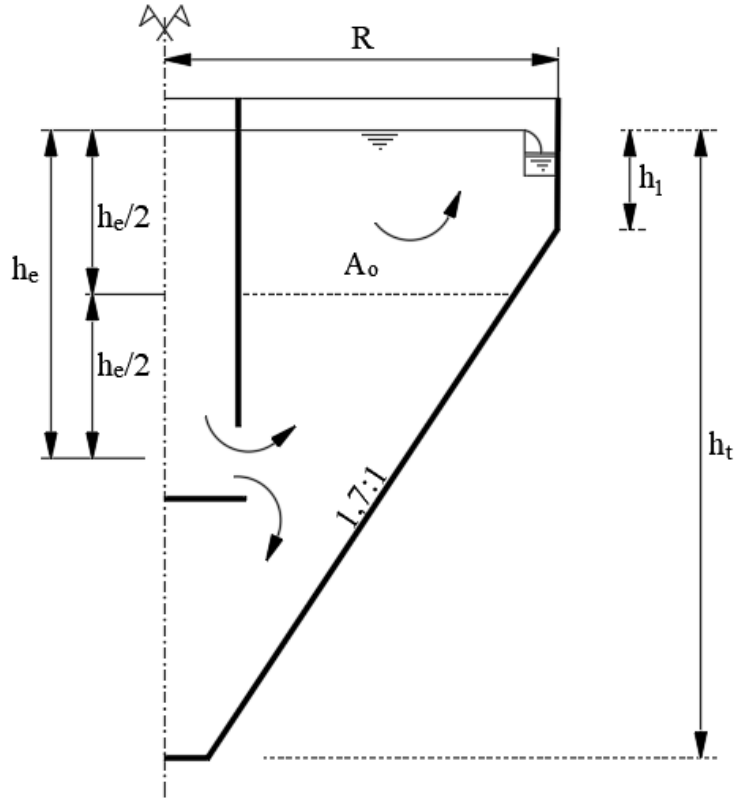


Figura 4.14. Schema de principiu a decantorului vertical – tip pâlnie.

(9) Pentru decantoarele secundare verticale tip pâlnie în scheme cu bazine cu nămol activat, în funcţie de tipul epurării, se pot utiliza şi valorile parametrilor recomandaţi în tabelul Tabelul 4.30.

Tabelul 4.30. Valorile parametrilor recomandați pentru dimensionarea decantoarelor secundare verticale tip pâlnie în scheme cu bazine cu nămol activat.

Nr. crt.	Tip epurare	Parametru		
		$\mathbf{r_e}$ (%)	$\mathbf{u_{sc}}$ $(\mathbf{m/h})$	$\mathbf{h_{teor.}}$ $(\mathbf{m})$
1	Epurare cu nitrificare	100	1,1	6,05
2	Epurare cu nitrificare și denitrificare	100	1	6,55

Sursa: DWA-A 226 – 2021 - Grundsätze für die Abwasserbehandlung in Belebungsanlagen mit gemeinsamer aerober Schlammstabilisierung ab 1.000 Einwohnerwerten.

(10) Aria orizontală teoretic necesară poate fi determinată cu relația:

$$A_{o,teor} = \frac{Q_c}{u_{sc}} \quad (m^2) \tag{4.232}$$

în care:

Q_c – debitul de calcul (m^3/h);

u_{sc} – încărcarea hidraulică superficială, conform Tabelul 4.30, (m/h).

(11) Adâncimea necesară spațiului cilindric deasupra pâlniei se consideră: $h_1 \leq 1 \ (m)$ [7]

(12) Adâncimea utilă teoretic necesară se calculează cu relația [7]:

$$h_{t,nec} = \sqrt[3]{A_{o,teor} \cdot h_{teor} \cdot 3} \quad (m) \tag{4.233}$$

în care:

$A_{o,teor}$ - aria orizontală teoretic necesară, (m^2);

h_{teor} – adâncimea teoretic necesară a decantorului vertical tip pâlnie, valoare intermediară fictivă utilizată pentru dimensionare conform Tabelul 4.30, (m).

(13) Adâncimea de admisie a apei uzate [7]:

$$h_e \cong h_{t,nec} \cdot 0{,}3 \quad (m) \tag{4.234}$$

în care:

$h_{t,nec}$ - adâncimea utilă teoretic necesară, (m).

(14) Raza necesară se determină cu relația [7]:

$$R_{nec} = (h_{t,nec} - h_1)/1{,}7 \quad (m) \tag{4.235}$$

în care: $h_{t,nec}$, h_1 definiți anterior.

4.7.7 Precipitarea fosforului

(1) În apă, fosforul se găsește în cea mai mare parte sub formă anorganică, dizolvat, sub formă de ortofosfați. O parte din fosfor este asociat suspensiilor, iar altă parte poate fi sub formă organică.

(2) Datorită reducerii concentrației de fosfor din detergenți încărcarea specifică, provenită de la populație este de aproximativ 1,8 g P/l.e [8].

(3) O parte din fosforul din apa uzată se elimină prin procese biologice.

(4) În cazul în care concentrația de fosfor în efluentul stației de eurare este mai mare decât limita impusă la descarcarea în mediul natural, conform legislației în vigoare, este necesară precipitarea chimică a acestuia.

(5) Pentru precipitarea chimică a fosforului pot fi utlizați următorii ioni: Al^{3+}, Fe^{3+}, Ca^{2+}, conform reactiilor:

$$Al^{3+} + PO_4^{3-} \longrightarrow AlPO_4 \quad (4.236)$$

$$Fe^{3+} + PO_4^{3-} \longrightarrow FePO_4 \quad (4.237)$$

$$Ca^{2+} + PO_4^{3-} + OH^- \longrightarrow Ca_5(PO_4)_3OH \quad (4.238)$$

(6) Se utilizează diferite produse comerciale care au ca substanță activă acești ioni. Există reactivi de precipitare care conțin în procente diferite aluminiu și fier.

(7) Alegerea reactivilor de precipitare se face prin teste de laborator.

(8) Reativii utilizați sunt reactivi destinați special utilizării în epurarea apelor uzate din punct de vedere al purității. Deoarece aceștia sunt obținuți din diverse minereuri concentrația de elemente impurificatoare poate să conducă la eliberarea în apă sau la acumularea în nămol a acestor elemente, cu consecințe asupra calității apei uzate epurate sau asupra calității nămolului obținut. În plus, impurificarea cu bariu și mangan a reactivilor de precipitare creează dificultăți operaționale prin formarea de cruste pe aeratoare.

(9) Etapele precipitării fosforului sunt:
   a. dozarea reactivului de precipitare si amestecarea completa cu apa uzată;
   b. reacția reactivului de precipitare cu fosforul din apă cu formare de compuși insolubil;
   c. reținerea compușilor insolubili formați.

(10) Doza de reactiv de precipitare este influențată de:
   a. concentrația de fosfor din apa uzată;
   b. concentrația de fosfor impusă la descarcare;
   c. cantitatea de fosfor care poate fi eliminat prin proces biologic;
   d. valoarea pH-ului apei uzate;
   e. punctul de dozare: pre-precipitare, co-precipitare, post-precipitare;
   f. concentrația altor substanțe din apă care pot consuma reactivii de precipitare (substante de natură organică care pot forma combinații complexe cu Fe și Al;
   g. calitatea efluentului treptei de precipitare: pH, alcalinitate. Poate fi influențat procesul de nitrificare dacă pH-ul, respectiv alcalinitatea sunt reduse în treapta de precipitare.

(11) Estimarea dozei de reactiv de precipitare se face cu ajutorul relației [8]:

$$\beta = \frac{\frac{c_{Me}}{A_{Me}}}{\frac{c_{P,prep}}{A_P}} \left(\frac{moli/l}{moli/l}\right) \quad (4.239)$$

în care:

c_{Me} – cantitatea necesară de reactiv de precipitare (mg Me/l);
A_{Me} – masa atomică a metalului (A_{Fe} = 56 g/mol, A_{Al} = 27 g/mol);
$c_{P,prep}$ – cantitatea de fosfor care se precipită (mg P/l);
A_P – masa atomică a fosforului (31 g/mol).

(12) Valoarea de referință pentru β este 1,2. În cazul în care condițiile de descărcare sunt mai stricte, concentrația de fosfor care trebuie precipitată este mai redusă, valoarea β poate ajunge la 2,5 [8].

(13) Factori care influențează procesul de precipitare a fosforului [8]:
   a. pH –ul. Solubilitatea fosfaților de Fe, respectiv Al depinde de pH. Valorile optime ale pH-ului sunt: 5 – 5,5 pentru $FePO_4$, respectiv 6 – 7 pentru $AlPO_4$. La aceste valori ale pH-ului este posibil ca reținerea compușilor insolubili să fie deficitară. De aceea precipitarea fosforului se face la pH = 6,5 – 8,5;

b. alcalinitatea; Adaosul de reactivi de precipitare conduce la reducerea valorii pH-ului datorită consumului de bicarbonați, ceea ce poate afecta procesul de nitrificare. Amplitudinea procesului este dependentă de capacitatea de tamponare a apei (de valoarea alcalinității apei). În cazul în care apa are alcalinitate redusă poate sa fie necesar adaosul de var;
c. consumul de reactivi de precipitare în alte procese: coagularea-floculareа coloizilor prezenți în apă, reacții concurente de complexare de către materiile organice;
d. factori fizici:
   i. amestecul reactivului de precipitare cu apa uzată trebuie să se facă în mai puțin de 1 min. iar puterea disipată în faza de amestec este de 100 – 150 W/m^3;
   Puterea disipată în faza de floculare este de aproximativ 5 W/m^3, iar timpul de floculare de 20 – 30 min.
   ii. în cazul în care flocularea se face în mai multe etape, puterea disipată va avea valori descrescătoare pe direcția curgerii, iar timpul de floculare este același pentru fiecare etapă.
e. epurarea biologică – în timpul proceselor de nitrificare/denitrificare are loc un consum de fosfor care conduce la reducerea necesarului de reactiv de precipitare.

(14) Depozitul de reactiv de precipitare se dimensionează astfel încît să asigure o autonomie de 30 zile. Rezervoarele de stocare a reactivilor se protejează anticoroziv, în conformitate cu fișa de securitate a reactivului.

(15) Dozarea reactivilor de precipitare se face cu pompe dozatoare special destinate produselor corozive.

(16) Reactivii de precipitare a fosforului se pot injecta în următoarele puncte [8]:
a. amonte de decantorul primar (pre-precipitare); compușii insolubili se reține în decantorul primar
b. în amonte de treapta biologică (precipitare simultană); compușii insolubili se reține în decantorul secundar;
c. după decantorul secundar (post-precipitare); compușii insolubili se reține în obiecte tehnologice independente (sedimentare, flotație, filtrare);
d. precipitare în mai multe etape.

4.7.7.1.1 Pre-precipitarea

(1) În procesul de pre-precipitare reactivul de precipitare este injectat în amonte de decantorul primar sau în amonte de deznisipator.

(2) Produșii insolubili formați sunt reținuți în decantorul primar.

(3) În acest proces sunt eliminate și o parte din substanțele organice și filtrabile cu efecte favorabile asupra procesului de nitrificare și defavorabile asupra procesului de denitrificare.

(4) În cazul biofiltrelor pre-precipitarea este singura modalitate de precipitare a fosforului.

4.7.7.1.2 Precipitarea simultană

(1) În cazul precipitării simultane, reactivul de precipitare poate fi adăugat:
a. în bazinul de aerare;
b. în influentul decantorului secundar;
c. în amonte de bazinul de aerare;
d. în nămolul de recirculare.

(2) Injectarea reactivului în influentul bazinului de aerare, respectiv în nămolul de recirculare nu este indicată atunci cand există un bazin anaerob pentru îndepartarea biologică a fosforului.

(3) Dacă se utilizează săruri de fier pentru precipitare, punctul optim de injecție a reactivului este influentul decantorului secundar.

(4) Precipitarea simultană poate fi utilizată și în cazul iazurilor aerate, respectiv neaerate. Pentru a evita formarea sulfurii de fier, în cazul iazurilor neaerate se recomandă utilizarea varului pentru precipitare.

4.7.7.1.3 Post-precipitarea

(1) În cazul post-precipitării injecția reactivului se face în efluentul decantorului secundar. Se asigură amestecarea reactivului cu apa în mai puțin de 1 min. prin utilizarea mixerelor statice sau dinamice în conductă sau prin utilizarea de camere de reacție independente. Se asigură, de asemenea, condiții optime formării flocoanelor.

(2) Reținerea flocoanelor se realizează prin sedimentare sau flotație. Dacă se utilizează reținerea prin sedimentare, recircularea nămolului poate favoriza procesul.

(3) Ca treaptă de post-precipitare poate fi utilizată flocularea în filtru în cazul în care efluentul trebuie să indeplinească condiții stringente de descărcare (0,5 mg P/l). Concentrația fosforului în influent nu trebuie să depășească 1 mg/l în acest caz. Dozele de reactiv de precipitere trebuie atent adaptate filtrului și nu pot depăși 4 mg Fe/l, respectiv 2,5 mg Al/l [8].

4.7.7.1.4 Influența reactivilor de precipitare asupra procesului de epurare si asupra nămolului

(1) Reactivii de precipitare pot afecta procesele biologice de epurare astfel [8]:
   a. pre-precipitare: modificarea raportului N:CBO_5, reducerea alcalinității, creșterea vârstei nămolului;
   b. precipitare simultană: îmbunătățirea capacității de decantare și a proprietăților de îngroșare, creșterea conținutului mineral al nămolului activ prin creșterea cantității de nămol în exces și reducerea vârstei nămolului, modificarea alcalinității;
   c. post-precipitare – doar dacă nămolul este recirculat în sistem.

(2) Este important ca pentru etapele biologice ulterioare precipitării fosforului să se asigure 0,7 – 1 mg/l P pentru 100 mg/l CBO_5 [8].

(3) Precipitarea are efecte benefice asupra nitrificării prin reducerea CBO_5 dar reduce și carbonul disponibil pentru denitrificare.

(4) Pentru a evita inhibarea nitrificării se asigură o alcalinitate de minim 1,5 mmoli/l. În cazul în care aceasta scade sub aceasta valoare se pot doza reactivi alcalini (var) dar astfel încât să se evite creșterea locală a pH-ului care conduce la precipitarea carbonaților, respectiv solubilizarea aluminiului dacă acesta a fost utilizat la precipitare.

(5) Creșterea cantității de nămol datorită precipitării fosforului [8]:
   a. 2,5 g SU/g Fe;
   b. 4 g SU/ g Al;

4.7.7.1.5 Parametri de proiectare pentru precipitarea fosforului

(1) Se definește un coeficient de efect al reactivului de precipitare „*z*” [8]:

$$z = \frac{A_P}{A_{Fe}} C_{Fe} + \frac{A_P}{A_{Al}} C_{Al} \ (\text{kg metal/kg produs}) \qquad (4.240)$$

în care:

z – coeficient de efect al reactivului de precipitare;
A_P = 31g/mol – masa atomică a fosforului;
A_{Fe} = 56 g/mol – masa atomică a fierului;
A_{Al} = 27 g/mol – masa atomică a aluminiului;
C_{Fe} – concentrația de Fe din reactivul de precipitare (kg Fe/kg produs);
C_{Al} – concentrația de aluminiu din reactivul de precipitare (kg Al/kg produs).

(2) Cantitatea medie zilnică de reactiv de precipitare care trebuie dozată se determină cu relația [8]:

$$M_{mediu,zi} = C_{P,prep} \times \beta \times \frac{Q_{uz,med,zi}}{z} \text{ (g reactiv/zi)} \quad (4.241)$$

în care:

$C_{P,prep}$- cantitatea de fosfor care se precipită;
β - cantitatea relativă de reactiv de precipitare ((moli/l)/(moli/l));
$Q_{uz,med,zi}$ - debit mediu zilnic de apă uzată pe timp uscat.

(3) Pentru a acopiri vârfurile de concentrație se consideră un factor de impact f_P care, în funcție de dimensiunea stației de epurare și de procesul aplicat poate să ia valori conform tabelului următor.

Tabelul 4.31. Factorul de impact pentru consumul de reactiv de precipitare (f_P).

Nr. crt.	Mărimea SE	Procedeu aplicat		
		Pre-precipitare	Precipitare simultană	Post-precipitare
1	≤ 1200 kg CBO_5/zi	2,5	2	1,5
2	≥ 6000 kg CBO_5/zi	2	1,8	1,5

Notă: Valorile intermediare se obțin prin interpolare. Sursa: DWA-A 202 – 2011 - Chemisch-physikalische Verfahren zur Elimination von Phosphor aus Abwasser.

(4) Rezultă doza maximă orară [8]:

$$M_{max,or} = c_{P,prep} \times \beta \times \frac{f_P \times Q_{uz,med,zi}}{24 \times z} \text{ (g reactiv/oră)} \quad (4.242)$$

(5) Debitele de soluție de reactiv de precipitare rezultă prin împărțirea la densitatea soluției ($\rho_{reactiv}$) [8]:

$$q_{zi,reactiv\ prec} = \frac{M_{mediu,zi}}{\rho_{reactiv}} \quad (4.243)$$

$$q_{or,reactiv\ prec} = \frac{M_{max,or}}{\rho_{reactiv}} \quad (4.244)$$

4.8 Tratarea nămolului din stațiile de epurare

4.8.1 Caracteristicile nămolului din stațiile de epurare

4.8.1.1 Caracteristici fizice

4.8.1.1.1 Umiditatea

(1) Umiditatea reprezintă conținutul de apă din nămol, exprimat procentual și care se determină cu relația:

$$w_n = \frac{G_a}{G_n} \cdot 100 \ (\%) \qquad (4.245)$$

în care:

G_a – greutatea apei din nămol, (kN);
G_n – greutatea nămolului, (kN).

4.8.1.1.2 Materiile solide

(1) Materiile solide din nămol cuprind:
a. materii solide minerale;
b. materii organice volatile.

(2) Greutatea specifică a materiilor solide din componența nămolului se determină cu relația:

$$\frac{G_s}{\gamma_s} = \frac{G_m}{\gamma_m} + \frac{G_o}{\gamma_o} \qquad (4.246)$$

în care:

G_s - greutatea materiilor solide, (kN);
G_m - greutatea materiilor solide de natură minerală, (kN);
G_o - greutatea materiilor solide de natură organică,(kN);
γ_s - greutatea volumică specifică a materiilor solide, (kN/m^3);
γ_m - greutatea volumică specifică a materiilor solide de natură minerală, (kN/m^3);
γ_o - greutatea volumică specifică a materiilor solide de natură organică, (kN/m^3).

4.8.1.1.3 Greutatea specifică

(1) Greutatea specifică a nămolului reprezintă greutatea unității de volum și are diferite valori, prezentate în Tabelul 4.32.

Tabelul 4.32. Greutăți specifice ale nămolurilor.

Nr. Crt.	Tipul de nămol	Densitate (kg/ m^3)	Greutatea volumică specifică (kN / m^3)
1	Nămol primar	1020	9,996
2	Nămol în exces de la bazinele de aerare	1005	9,849
3	Nămol biologic rezultat de la filtre biologice	1025	10,045
4	Nămol în exces de la bazinele de aerare în schema cu aerare prelungită	1015	9,947
5	Nămol primar rezultat în urma precipitării chimice a fosforului	1050	10,029
6	Nămol biologic din schemele de epurare cu nitrificare – denitrificare	1005	9,849

4.8.1.1.4 Culoarea și mirosul

(1) Culoarea și mirosul nămolurilor variază în funcție de proveniența lor:

a. nămolul brut este 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.

4.8.1.1.5 Filtrabilitatea

(1) Filtrabilitatea nămolului reprezintă proprietatea acestuia de a ceda apa prin filtrare şi se exprimă prin 2 parametri: 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, se exprimă cu relaţia următoare:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{\Delta P \cdot S^2}{\eta \cdot r \cdot C \cdot V} \qquad (4.247)$$

în care:
r - rezistenţa specifică la filtrare, (m/kg);
t - timpul de filtrare, (s);
V - volumul de filtrat obţinut după timpul de filtrare, t, (m^3);
η - coeficientul dinamic de vâscozitate a filtrului, la temperatura probei, (kg/s·m);
C - concentraţia în materii în suspensie a nămolului, (kg/m^3);
S - suprafaţa filtrantă, (m^2);
ΔP - diferenţa de presiune aplicată probei de nămol, (Pa).

Integrând relaţia (4.247) pentru ΔP = ct. şi a = tg α, rezultă:

$$\frac{t}{V} = \frac{\eta \cdot r \cdot C}{2 \cdot \Delta P \cdot S^2} \cdot V = a \cdot V \qquad (4.248)$$

(3) După valorile rezistenţei specifice la filtrare (r):
a. nămoluri greu filtrabile (nămoluri urbane brute şi nămoluri fermentate):
$r = 10^{12} \div 10^{13}$ (m/kg)
b. nămoluri cu filtrabilitate medie (nămoluri industriale):
$r = 10^{10} \div 10^{12}$ (m/kg)
c. nămoluri uşor filtrabile (nămoluri urbane condiţionate chimic, nămoluri minerale):
$r \leq 10^{10}$ (m/kg)

(4) Coeficientul de compresibilitate (s) se determină cu relaţia (4.249), 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.

$$r = r_0 \cdot P^s \qquad (4.249)$$

în care:
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).

(5) După valoarea coeficientului de compresibilitate (s):
a. nămoluri cu s = 0,6 – 0,9: specifice nămolurilor urbane brute şi fermentate, nămolurilor industriale;
b. nămoluri cu s > 1: specifice nămolurilor industriale;
c. nămoluri incompresibile cu s = 0; rezistenţa specifică la filtrare este independentă de presiune.

4.8.1.1.6 Puterea calorică

(1) Puterea calorică a nămolului variază în funcție de conținutul în substanță organică (substanțe volatile) din nămol și se poate determina orientativ cu relația:

$$PC_n = SV \cdot 44{,}4 \quad (kJ/kg\ nămol) \qquad (4.250)$$

în care:

SV – conținutul în substanțe volatile al nămolului, (kg s.o./ kg nămol);
44,4 – puterea calorică pentru 1 kg de substanță organică (kJ/kg s.o).

4.8.1.2 Caracteristici chimice

4.8.1.2.1 pH – ul

(1) Se condiționează funcționarea optimă a diferitelor procese de asigurarea unui pH adecvat. Se impune monitorizarea permanentă a pH-ului, în special la procesele de fermentare a nămolului provenit din apele uzate urbane contaminate cu ape uzate industriale.

(2) În cazul fementării metanice, pH-ul trebuie să se încadreze în intervalul 7 – 7,5; procesul de fermentare este afectat atunci când pH-ul crește peste 8,5.

4.8.1.2.2 Fermentabilitatea

(1) Reprezintă parametrul care indică cantitatea și compoziția gazului, acizilor volatili precum și valoarea pH-ului, înregistrate în urma analizei fermentării unei probe de nămol proaspăt amestecat cu nămol bine fermentat.

(2) Producția de biogaz rezultat (q_{bg}) în urma fermentării anaerobe a substanțelor organice:
   a. pentru carbohidrați: q_{bg} = 0,42 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} = 0,72 Nm^3 biogaz/ kg s.o. redusă (71% CH_4; 29 % CO_2).

(3) Acizii organici reprezintă un indicator important al fermentării; concentrațiile optime trebuie să se încadreze în intervalul 300 – 2.000 mg/l ca acid acetic; la valori mai mari (> 2000 mg/l) există riscul ca fermentarea metanică să înceteze devenind predominantă fermentarea acidă.

4.8.1.2.3 Metalele grele

(1) Compușii chimici pe bază de Cu, As, Pb, Hg prezintă un grad ridicat de toxicitate și limitează utilizarea nămolului ca îngrășământ pentru diferite culturi agricole; nămolul provenit din epurarea apelor menajere are un conținut redus de metale grele.

Tabelul 4.33. Valori caracteristice ale concentrațiilor de metale grele întâlnite în nămoluri.

Nr. Crt.	Metal	Concentrație medie (mg/ kg s.u din nămol)
1	Arsen	10
2	Cadmiu	10
3	Crom	500
4	Cobalt	30
5	Cupru	800
6	Fier	17.000
7	Plumb	500

Nr. Crt.	Metal	Concentraţie medie (mg/ kg s.u din nămol)
8	Mangan	260
9	Mercur	6
10	Molibden	4
11	Nichel	80
12	Seleniu	5
13	Staniu	14
14	Zinc	1.700

4.8.1.2.4 Nutrienţii

(1) Reprezintă factori importanţi pentru valorificarea nămolurilor în scop agricol sau de condiţionare a solului. Conţinutul de azot, fosfor şi potasiu poate asigura condiţii bune de dezvoltare a culturilor agricole, substituind uneori parţial îngrăşămintele chimice.

Tabelul 4.34. Compoziţia chimică a nămolurilor.

Nr. crt.	Indicatorul de calitate	U.M.	Nămol primar brut	Nămol primar fermentat	Nămol activat brut
1	Grăsimi animale şi vegetale:	% din MST	6 – 35	5 – 50	5 - 12
2	Proteine	% din MST	20 – 30	15 – 20	32 – 41
3	Azot	% din MST	1,5 – 4	1,6– 3	2,4 – 5
4	Fosfor	% din MST	0,8 – 2,8	1,5 – 4	2,8 – 11
5	Potasiu	% din MST	0 – 1	0 – 3	0,5 – 0,7
6	Celuloză	% din MST	8 – 15	8 – 15	–
7	Fier	% din MST	2 – 4	3 – 8	–
8	Siliciu	% din MST	15 – 20	10 – 20	–
9	pH	Unităţi pH	5 – 8	6,5 – 7,5	6,5 – 8
10	Alcalinitate	mg $CaCO_3$/l	500 – 1.500	2.500 – 3.500	580 – 1.100
11	Acizi organici	mg/l	200 – 2.000	100 – 600	1.100 – 1.700
12	Capacitate energetică	kJ/kg MST	23.000 – 29.000	9.000 – 14.000	19.000 – 23.000

MST = cantitatea de materii solide obţinute în urma uscării în etuvă a unei probe de nămol la temperatura 105 °C.

4.8.1.3 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 (ouă de helmiţi etc.).

4.8.2 Bilanţul de substanţă pe linia nămolului

(1) Pentru fiecare obiect din filiera tehnologică de prelucrare a nămolului se realizează bilanţul de substanţă.

4.8.2.1 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.

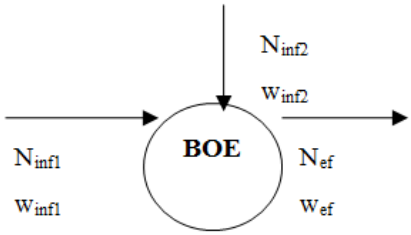


Figura 4.15. Schema unui bazin de omogenizare – egalizare (BOE).

Cantități nămol:
N_{inf1}, N_{inf2} – cantități de nămol influent
N_{ef} – cantitatea de nămol efluent
V_{ninf1}, V_{ninf2} – volume de nămol influent
V_{nef} – volumul de nămol efluent

Caracteristici nămol:
w_{inf1}, w_{inf2} – umidități nămol influent
w_{ef} – umiditatea nămolului efluent

(2) Cantitatea de nămol efluent (exprimată în substanță uscată) constituie suma celor două cantități de nămol influent:

$$N_{ef} = N_{inf1} + N_{inf2} \quad (\text{kg s. u./zi}) \tag{4.251}$$

în care:

N_{ef} - cantitatea de nămol efluentă, (kg s.u/zi);
$N_{inf\,1}$, $N_{inf\,2}$ - cantitățile de nămol influente, (kg s.u./zi).

(3) Volumele de nămol influente în bazinul de omogenizare – egalizare:

$$V_{ninf1} = \frac{N_{inf1}}{\rho_{ninf1}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{inf1})} \quad (m^3/zi) \tag{4.252}$$

$$V_{ninf2} = \frac{N_{inf2}}{\rho_{ninf2}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{inf2})} \quad (m^3/zi) \tag{4.253}$$

în care:

$V_{ninf\,1}$, V_{ninf2} - volumele zilnice de nămol influente, (m^3/zi);
$N_{inf\,1}$, N_{inf2} - cantitățile de nămol influente, (kg s.u./zi);
$w_{inf\,1}$, w_{inf2} - umiditățile nămolurilor influente, (%);
$\rho_{ninf1}, \rho_{ninf2}$ – densitățile nămolurilor influente, (kg/ m^3).

(4) Umiditatea nămolului efluent:

$$w_{ef} = \frac{(V_{ninf1} \cdot w_{inf1} + V_{ninf2} \cdot w_{inf2})}{(V_{ninf1} + V_{ninf2})} \quad (\%) \tag{4.254}$$

în care:

w_{ef} - umiditatea nămolului efluent, (%);
$w_{inf\,1}$, w_{inf2} - umiditățile nămolurilor influente, (%);
$V_{ninf\,1}$, V_{ninf2} - volumele zilnice de nămol influente, (m^3/zi).

(5) Volumul de nămol efluent:

$$V_{nef} = \frac{N_{ef}}{\rho_{nef}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{ef})} \quad (m^3/zi) \tag{4.255}$$

în care:

V_{nef} - volumul zilnic de nămol efluent, (m^3/zi);
N_{ef} - cantitatea zilnică de nămol efluent, (kg s.u./zi);
ρ_{nef} – densitatea nămolului efluent, (kg/m^3);
w_{ef} - umiditatea nămolului efluent, (%).

Notă: Nămolurile influente în bazinul de omogenizare – egalizare poate fi: nămol primar, nămol în exces, nămol biologic.

4.8.3 Concentratoare de nămol

(1) Se reduce umiditatea nămolului (volumul de nămol) prin procese fizice de sedimentare, flotație sau centrifugare, cu producere de supernatant. Reducerea volumelor de nămol este necesară în procesele de prelucrare din aval care se dimensionează la volume mai mici de nămol.

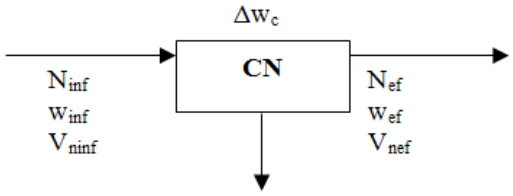


Figura 4.16. Schema unui concentrator de nămol (CN).

Cantități nămol:
N_{inf} – cantitatea de nămol influent
N_{ef} – cantitatea de nămol efluent
V_{ninf} – volumul de nămol influent
V_{nef} – volumul de nămol efluent

Caracteristici nămol:
w_{inf} – umiditatea nămolului influent
w_{ef} – umiditatea nămolului efluent
Δw_c – reducerea de umiditate prin concentrare

(2) Cantitatea de nămol efluent:

$$N_{inf} \cong N_{ef} \quad (kg\ s.u/zi) \tag{4.256}$$

în care:

N_{inf} – cantitatea zilnică de nămol influent, (kg s.u/zi);
N_{ef} – cantitatea zilnică de nămol efluent, (kg s.u/zi).

(3) Volumul de nămol influent în concentrator:

$$V_{ninf} = \frac{N_{inf}}{\rho_{ninf}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{inf})} \quad (m^3/zi) \tag{4.257}$$

în care:

V_{ninf} – volumul zilnic de nămol influent, (m^3/zi);
N_{inf} – cantitatea de nămol influent, (kg s.u./zi);
w_{inf} – umiditatea nămolului influent, (%);
ρ_{ninf} – densitatea nămolului influent, (kg/ m^3).

(4) Umiditatea nămolului efluent:

$$w_{ef} = w_{inf} - \Delta w_c \quad (\%) \tag{4.258}$$

în care:

w_{ef} – umiditatea nămolului efluent, (%);
w_{inf} – umiditatea nămolului influent, (%);
Δw_c – reducerea de umiditate prin concentrare, (1 – 5%); reducerea de umiditate poate atinge valori de până la 10 % în cazul condiționării chimice a nămolurilor.

(5) Volumul de nămol efluent:

$$V_{nef} = \frac{N_{ef}}{\rho_{nef}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{ef})} \quad (m^3/zi) \tag{4.259}$$

în care:

V_{nef} – volumul zilnic de nămol efluent, (m^3/zi);
N_{ef} – cantitatea zilnică de nămol efluent, (kg s.u./zi);
ρ_{nef} – densitatea nămolului efluent, (kg/m^3);
w_{ef} – umiditatea nămolului efluent, (%).

(6) Volumul de supernatant:

$$V_s = V_{ninf} - V_{nef} \quad (m^3/zi) \tag{4.260}$$

în care:

V_{ninf}, V_{nef} – definite anterior;

Notă: Nămolul influent la concentrare poate fi: nămol primar, nămol în exces, nămol primar în amestec cu cel în exces, nămol biologic, nămol primar în amestec cu cel biologic.

4.8.3.1 Fermentarea anaerobă a nămolului într-o singură treaptă

(1) Fermentarea anaerobă a nămolului într-o singură treaptă realizează reducerea substanței organice din nămol în absența oxigenului molecular (condiții anaerobe). De regulă aceasta se utilizează la stabilizarea nămolurilor concentrate ținându-se seama de faptul că în urma concentrării rezultă volume mult mai reduse, deci un necesar de capacitate de stabilizare mai redus.

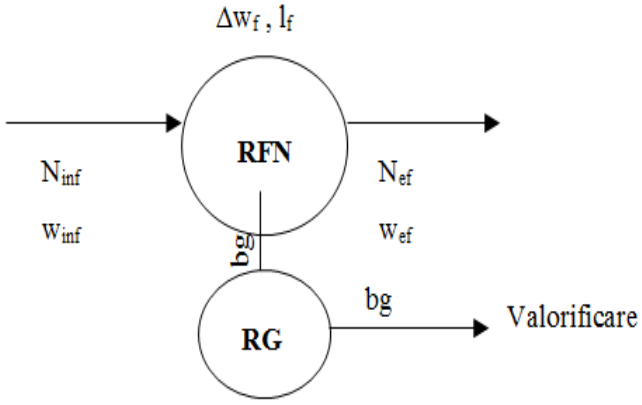


Figura 4.17. Schema unui rezervor de fermentare nămol (RFN) cu rezervor de gaz (RG).

Cantități nămol:
N_{inf} – cantitatea de nămol influentă
N_{ef} – cantitatea de nămol efluent
V_{ninf} – volumul de nămol influent
V_{nef} – volumul de nămol efluent

Caracteristici nămol:
w_{inf} – umiditatea nămolului influent
w_{ef} – umiditatea nămolului efluent
Δw_f – creșterea umidității prin fermentare
l_f – limita tehnică de fermentare
bg – biogaz

(2) În urma procesului de fermentare, o parte din substanța organică este transformată în substanță minerală, biogaz și apă. Procentul de substanță organică transformată constituie limita tehnică de fermentare (l_f) a procesului considerată la calculul cantității zilnice de nămol efluent (fermentat), exprimată în substanță uscată. Cum fermentarea anaerobă are loc fără evacuare de supernatant, în urma procesului rezultă o creștere a umidității (Δw_f).

(3) Cantitatea de nămol influent:

$$N_{inf} = N_m + N_o \quad (kg\ s.u/zi) \tag{4.261}$$

în care:

$N_m = (1 - \varepsilon) \cdot N_{inf}$ $(kg\ s.u/zi)$ – cantitatea zilnică de substanță minerală;
$N_o = \varepsilon \cdot N_{inf}$ $(kg\ s.u/zi)$ – cantitatea zilnică de substanță organică;
ε – procentul de substanță organică (volatilă) din nămolul influent (60 – 75 %).

(4) Volumul de nămol influent:

$$V_{ninf} = \frac{N_{inf}}{\rho_{ninf}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{inf})} \quad (m^3/zi) \tag{4.262}$$

în care:

V_{ninf} – volumul zilnic de nămol influent, (m^3/zi);
N_{inf} – cantitatea de nămol influentă, (kg s.u./zi);
w_{inf} – umiditatea nămolului influent, (%);
ρ_{ninf} – densitatea nămolului influent, (kg/ m^3).

(5) Cantitatea de nămol efluent:

$$N_{ef} = N_m + (1 - l_f) \cdot N_o \quad (\text{kg s.u/zi}) \tag{4.263}$$

în care:

N_{ef} – cantitatea de nămol efluentă, (kg s.u/zi);
N_m, N_o – definiți anterior;
l_f – limita tehnică de fermentare, (40 – 55 %).

(6) Umiditatea nămolului efluent

$$w_{ef} = w_{inf} + \Delta w_f \quad (\%) \tag{4.264}$$

în care:

w_{ef} – umiditatea nămolului efluent, (%);
w_{inf} – umiditatea nămolului influent, (%);
Δw_f – creșterea de umiditate prin fermentare, (1 – 2%).

(7) Volumul de nămol efluent:

$$V_{nef} = \frac{N_{ef}}{\rho_{nef}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{ef})} \quad (m^3/\text{zi}) \tag{4.265}$$

în care:

V_{nef} – volumul zilnic de nămol efluent, (m^3/zi);
N_{ef} – cantitatea zilnică de nămol efluent, (kg s.u./zi);
ρ_{nef} – densitatea nămolului efluent, (kg/m^3);
w_{ef} – umiditatea nămolului efluent, (%).

Notă: Nămolul influent la fermentarea anaerobă poate fi: nămol primar, nămol primar concentrat, nămol în exces concentrat, nămol primar în amestec cu nămol în exces concentrat, nămol biologic concentrat, nămol primar în amestec cu nămol biologic concentrat.

4.8.3.2 Fermentarea anaerobă a nămolului în două trepte

(1) Fermentarea anaerobă în două trepte realizează reducerea substanței organice în prima treaptă, fără eliminare de supernatant și cu producție de biogaz și o concentrare a nămolului în treapta a doua. Mecanismul reducerii substanței organice din treapta I de fermentare este identic cu cel prezentat la § 4.7.8.3.1. În treapta a II-a, fără amestec și recirculare internă a nămolului, are loc o concentrare gravitațională a nămolului fermentat în prima treaptă cu eliminare de supernatant și producere de biogaz.

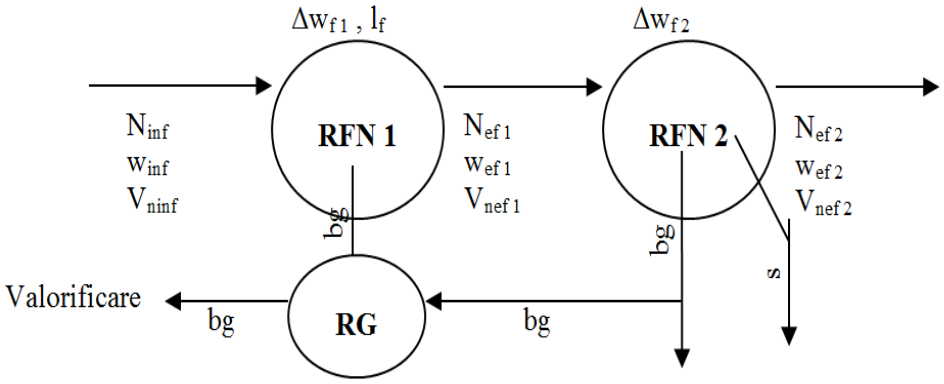


Figura 4.18. Schema unui rezervor de fermentare nămol (RFN) în 2 trepte cu rezervor de gaz (RG).

Cantități nămol:
N_{inf} – cantitatea de nămol influentă
$N_{ef\,1}$, 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
$\Delta w_{f\,1}$, $\Delta w_{f\,2}$ – creșterea/ reducerea umidității prin fermentare
l_f – limita tehnică de fermentare
bg – biogaz
s – supernatant

(2) Cantitatea de nămol influent:

$$N_{inf} = N_m + N_o \quad (kg\,s.u/zi) \tag{4.266}$$

în care:

$N_m = (1 - \varepsilon) \cdot N_{inf}$ $(kg\,s.u/zi)$ – cantitatea zilnică de substanță minerală;
$N_o = \varepsilon \cdot N_{inf}$ $(kg\,s.u/zi)$ – cantitatea zilnică de substanță organică;
ε – procentul de substanță organică (volatilă) din nămolul influent (60 – 75 %).

(3) Volumul de nămol influent:

$$V_{ninf} = \frac{N_{inf}}{\rho_{ninf}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{inf})} \quad (m^3/zi) \tag{4.267}$$

în care:

V_{ninf} – volumul zilnic de nămol influent, (m^3/zi);
N_{inf} – cantitatea de nămol influent, (kg s.u./zi);
w_{inf} – umiditatea nămolului influent, (%);
ρ_{ninf} – densitatea nămolului influent, (kg/ m^3).

(4) Cantitatea de nămol efluent din prima treaptă de fermentare:

$$N_{ef1} = N_m + (1 - l_f) \cdot N_o \quad (kg\,s.u/zi) \tag{4.268}$$

în care:

N_{efl} – cantitatea de nămol efluentă din prima treaptă de fermentare, (kg s.u/zi);
N_m, N_o – definiți anterior;
l_f – limita tehnică de fermentare, (40 – 55 %).

(5) Umiditatea nămolului efluent din prima treaptă de fermentare:

$$w_{ef1} = w_{inf} + \Delta w_{f1} \quad (\%) \tag{4.269}$$

în care:

w_{efl} – umiditatea nămolului efluent din prima treaptă de fermentare, (%);
w_{inf} – umiditatea nămolului influent, (%);
$\Delta w_{f\,1}$ – creșterea de umiditate prin fermentare în treapta 1, (1 – 2%).

(6) Volumul de nămol efluent:

$$V_{nef1} = \frac{N_{ef1}}{\rho_{nef1}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{ef1})} \quad (m^3/zi) \tag{4.270}$$

în care:

$V_{nef\,1}$ – volumul zilnic de nămol efluent din prima treaptă de fermentare, (m^3/zi);
$N_{ef\,1}$ – cantitatea zilnică de nămol efluent din treapta I de fermentare, (kg s.u./zi);
ρ_{nef1} – densitatea nămolului efluent din treapta 1 de fermentare, (kg/m^3);
$w_{ef\,1}$ – umiditatea nămolului efluent din treapta 1 de fermentare, (%).

(7) Cantitatea de nămol influentă în treapta secundară de fermentare:

$$N_{ef2} \cong N_{ef1} \ (kg\ s.u/zi) \tag{4.271}$$

în care:

$N_{ef\,1}$ – cantitatea de nămol efluentă din prima treaptă de fermentare, (kg s.u/zi);
$N_{ef\,2}$ – cantitatea de nămol efluentă din treapta a doua de fermentare, (kg s.u/zi).

(8) Umiditatea nămolului efluent din treapta a doua de fermentare:

$$w_{ef2} = w_{ef1} - \Delta w_{f2} \quad (\%) \tag{4.272}$$

în care:

$w_{ef\,1}$ – 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 umidității din treapta secundară de fermentare, (1 – 2%).

(9) Volumul nămolului efluent din treapta a doua de fermentare

$$V_{nef2} = \frac{N_{ef2}}{\rho_{nef2}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{ef2})} \quad (m^3/zi) \tag{4.273}$$

în care:

$V_{nef\,2}$ – 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);
ρ_{nef2} – densitatea nămolului efluent din treapta II de fermentare, (kg/m^3);
$w_{ef\,2}$ – umiditatea nămolului efluent din treapta secunadă de fermentare, (%).

(10) Volumul de supernatant:

$$V_s = V_{nef1} - V_{nef2} \quad (m^3/zi) \tag{4.274}$$

în care: $V_{nef\,1}$, $V_{nef\,2}$ – 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.

4.8.3.3 Stabilizarea nămolului

(1) Stabilizarea aerobă a nămolului realizează mineralizarea substanței organice volatile prin procese biologice similare procesului de epurare biologică a apelor uzate cu nămol activat. Nămolul introdus în stabilizatorul de nămol este aerat în vederea accelerării proceselor metabolice ale bacteriilor aerobe, în vederea reducerii substanței organice. În aceste condiții, substanța organică (ε) este mineralizată într-un anumit procent, numit limită tehnică de stabilizare (l_s). Procesul are loc cu o reducere a umidității, astfel încât volumele de nămol efluente vor fi mai reduse.

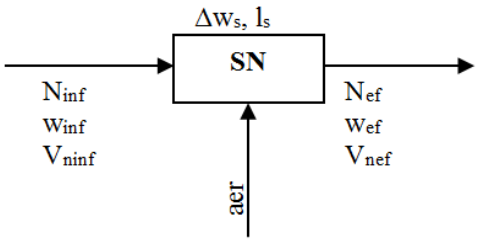


Figura 4.19. Schema unui stabilizator de nămol (SN).

Cantități nămol:
N_{inf} – cantitatea de nămol influentă
N_{ef} – cantitatea de nămol efluent
V_{ninf} – volumul de nămol influent
V_{nef} – volumul de nămol efluent

Caracteristici nămol:
w_{inf} – umiditatea nămolului influent
w_{ef} – umiditatea nămolului efluent
Δw_s – reducerea de umiditate prin stabilizare
l_s – limita tehnică de stabilizare

(2) Cantitatea de nămol influentă:

$$N_{inf} = N_m + N_o \quad (kg\ s.u/zi) \tag{4.275}$$

în care:

$N_m = (1 - \varepsilon) \cdot N_{inf}$ (kg s.u/zi) – cantitatea zilnică de substanță minerală;
$N_o = \varepsilon \cdot N_{inf}$ (kg s.u/zi) – cantitatea zilnică de substanță organică;
ε – procentul de substanță organică (volatilă) din nămolul influent (60 – 75 %).

(3) Volumul de nămol influent:

$$V_{ninf} = \frac{N_{inf}}{\rho_{ninf}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{inf})} \quad (m^3/zi) \tag{4.276}$$

în care:

V_{ninf} – volumul zilnic de nămol influent, (m^3/zi);
N_{inf} – cantitatea de nămol influentă, (kg s.u./zi);
w_{inf} – umiditatea nămolului influent, (%);
ρ_{ninf} – densitatea nămolului influent, (kg/ m^3).

(4) Cantitatea de nămol efluent:

$$N_{ef} = N_m + (1 - l_s) \cdot N_o \quad (kg\ s.u/zi) \tag{4.277}$$

în care:

N_{ef} – cantitatea de nămol efluentă, (kg s.u/zi);
N_m, N_o – definiți anterior;
l_s – limita tehnică de stabilizare, (35 – 50%).

(5) Umiditatea nămolului efluent

$$w_{ef} = w_{inf} - \Delta w_s \quad (\%) \tag{4.278}$$

în care:

w_{ef} – umiditatea nămolului efluent, (%);
w_{inf} – umiditatea nămolului influent, (%);
Δw_s – reducerea umidității prin stabilizare aerobă, (1 – 2%).

(6) Volumul de nămol efluent:

$$V_{nef} = \frac{N_{ef}}{\rho_{nef}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{ef})} \quad (m^3/zi) \tag{4.279}$$

în care:

V_{nef} – volumul zilnic de nămol efluent, (m^3/zi);
N_{ef} – cantitatea zilnică de nămol efluent, (kg s.u./zi);
ρ_{nef} – densitatea nămolului efluent, (kg/m^3);
w_{ef} – umiditatea nămolului efluent, (%).

Notă: Nămolul influent la stabilizarea aerobă poate fi: nămol primar, nămol primar concentrat, nămol în exces concentrat, nămol primar în amestec cu nămol în exces concentrat, nămol biologic concentrat, nămol primar în amestec cu cel biologic concentrat.

4.8.3.4 Deshidratarea nămolului

(1) Deshidratarea este procesul prin care nămolului i se reduce umiditatea prin procedee fizice de separare a fracțiunii solide de cea lichidă (supernatant); în aceste condiții, cantitatea de substanță uscată influentă va fi egală cu cea efluentă, reducerea de volum rezultă din separarea și eliminarea unei cantități importante de supernatant.

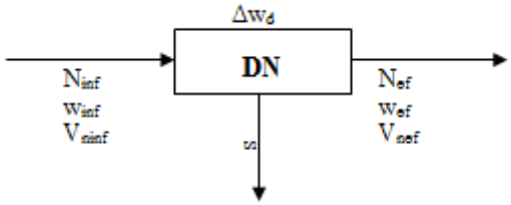


Figura 4.20. Schema deshidratare nămol (DN).

Cantități nămol:
N_{inf} – cantitatea de nămol influentă
N_{ef} – cantitatea de nămol efluent
V_{nef} – volumul de nămol efluent

Caracteristici nămol:
w_{inf} – umiditatea nămolului influent
w_{ef} – umiditatea nămolului efluent
Δw_d – reducerea de umiditate prin deshidratare

(2) Cantitatea de nămol influent:

$$N_{inf} \cong N_{ef} \quad (kg\ s.u/zi) \tag{4.280}$$

în care:
N_{inf} – cantitatea zilnică de nămol influent, (kg s.u./zi);
N_{ef} – cantitatea zilnică de nămol efluent, (kg s.u./zi).

(3) Volumul de nămol influent:

$$V_{ninf} = \frac{N_{inf}}{\rho_{ninf}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{inf})} \quad (m^3/zi) \tag{4.281}$$

în care:
V_{ninf} – volumul zilnic de nămol influent, (m^3/zi);
N_{inf} – cantitatea de nămol influentă, (kg s.u./zi);
w_{inf} – umiditatea nămolului influent, (%);
ρ_{ninf} – densitatea nămolului influent, (kg/ m^3).

(4) Umiditatea nămolului efluent

$$w_{ef} = w_{inf} - \Delta w_d \quad (\%) \tag{4.282}$$

în care:
w_{ef} – umiditatea nămolului efluent, (%);
w_{inf} – umiditatea nămolului influent, (%);
Δw_d – reducerea de umiditate prin deshidratare, (%).

(5) Volumul de nămol efluent:

$$V_{nef} = \frac{N_{ef}}{\rho_{nef}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{ef})} \quad (m^3/zi) \qquad (4.283)$$

în care:

V_{nef} – volumul zilnic de nămol efluent, (m^3/zi);
N_{ef} – cantitatea zilnică de nămol efluent, (kg s.u./zi);
ρ_{nef} – densitatea nămolului efluent, (kg/m^3);
w_{ef} – umiditatea nămolului efluent, (%).

(6) Volumul de supernatant:

$$V_s = V_{ninf} - V_{nef} \quad (m^3/zi) \qquad (4.284)$$

Notă: Nămolul influent la deshidratare poate fi: nămol fermentat anaerob, nămol stabilizat aerob fie în treapta biologică fie în stabilizatorul de nămol; orice alt tip de nămol stabilizat din punct de vedere biologic.

4.8.4 Cantități specifice de nămol

(1) Cantitățile de nămol ce rezultă din epurarea apelor uzate depind de calitatea apelor uzate și de tehnologia de epurare adoptată. Cantitatea de nămol primar depinde în mare măsură de timpul de decantare în decantorul primar și influențează și cantitatea de nămol în exces. Cantitatea de nămol în exces depinde de procesul de epurare utilizat, de vârsta nămolului și de temperatura apei uzate în epurarea biologică.

(2) Valorile orientative privind cantitățile specifice de nămol reținute în stațiile de epurare sunt prezentate în Tabelul 4.35.

Tabelul 4.35. Cantități specifice de nămol reținute în stațiile de epurare.

Nr. crt.	Tipul de nămol	Cantități specifice de nămol	
		Substanță uscată din nămol (g/l.e.,zi)	Nămol umed (l/l.e.,zi)
1	Nămol proaspăt din decantoare primare	24 – 30	0,6 – 1,0
2	Nămol în exces din decantoare secundare amplasate după bazine de aerare cu eliminarea carbonului [1)]	33,6 – 50	4,2 – 8,0
3	Nămol în exces din decantoare secundare amplasate după bazine de aerare cu eliminarea azotului [1)]	27,4 – 48,6	3,9 – 7,1
4	Nămol în exces din decantoarele secundare amplasate după bazine de aerare cu stabilizarea nămolului [2)]	47,2 – 64,4	6,8 – 9,2
5	Nămol biologic din decantoare secundare amplasate după filtre biologice	24 - 30	2,7 – 3,3
6	Nămol fermentat din fose septice	30 – 33	0,3 – 0,33

1) Cu decantor primar
2) Fără decantor primar

(3) În Tabelul 4.36 sunt prezentate valori caracteristice, orientative, privind cantitățile de substanță uscată din nămolurile biologice și nămolul în exces pentru diferite scheme de epurare.

Tabelul 4.36. Încărcări specifice cu substanță uscată.

Nr. crt.	Tipul de nămol	Încărcarea specifică cu substanță uscată (kg s.u. / 10^3 m^3 apă uzată)	
		Domeniul de variație	Valoare caracteristică
1	Nămol primar	110 – 170	150
2	Nămol în exces de la BNA	70 – 100	80
3	Nămol biologic de la filtrele biologice	60 – 100	70

4	Nămol în exces, în schemele cu aerare prelungită	80 – 120	100[a)]
5	Nămol primar rezultat în urma precipitării chimice a fosforului	420 – 850	550[b)]
6	Nămol rezultat din procedeele de epurare cu nitrificare – denitrificare	12 – 30	18[c)]

a) Valoarea este valabilă presupunând lipsa treptei primare de epurare;
b) Se referă la însumarea cantității de nămol rezultată în urma precipitării chimice cu cea rezultată din sedimentarea normală;
c) Încărcarea specifică cu substanță organică provenită din nitrificare are valori neglijabile.

4.8.5 Condiționarea chimică a nămolurilor

4.8.5.1 Reactivi minerali

(1) Reactivii minerali sunt aplicabili la condiționarea nămolurilor pentru că produc floculare nămolului. Există o varietate mare de electroliți cationici polivalenți care pot fi utilizați. Pe baza raportului cost – eficiență se aleg săruri de aluminiu sau fier: clorura ferică, clorosulfat feric, săruri de aluminiu.

(2) Fe^{3+} este cel mai eficient și cel mai utilizat reactiv pentru stabilizarea chimică a nămolului organic; alegerea variantei de condiționare cu $FeCl_3$ sau cu $FeSO_4Cl$ este strict financiară.

(3) Injectarea soluției de var după condiționarea cu electrolit (pH > 10) va îmbunătăți capacitatea de filtrare prin:
   a. reducerea cantității de supernatant;
   b. îmbunătățirea filtrării prin precipitarea sărurilor de calciu (organice sau minerale);
   c. injectarea unei încărcări minerale (mărirea permeabilității turtei de nămol).

(4) Injectarea de săruri de aluminiu și de var este necesară în cazul condiționării nămolului de natură organică; în cazul unui nămol hidrofil injectarea de var este suficientă pentru îmbunătățirea capacității de filtrare.

(5) Cantitatea de reactivi minerali utilizați depinde de natura nămolului ce trebuie condiționat și de gradul de eficiență impus. Tabelul următor prezintă orientativ cantitățile de reactivi.

Tabelul 4.37. Cantități de reactivi utilizați la deshidratarea cu filtre – presă.

Nr. crt.	Tip de nămol	$FeCl_3$ (%)*	$Ca(OH)_2$ (%)*
1	Nămol primar	2 – 3	10 – 15
2	Amestec de nămol primar + în exces	4 – 6	18 – 25
3	Nămol provenit din bazinele de aerare prelungită	6 – 8	30 – 35
4	Nămol condiționat cu hidroxizi de Al	–	30 – 50
5	Nămol condiționat cu hidroxizi de Fe	–	25 – 40
6	Nămol provenit din epurarea convențională	–	15 – 25

*procent exprimat față de materiile totale solide din nămol (s.u.).

(6) Se recomadă realizarea testelor de laborator pentru determinarea tipului optim de reactivi. Dozele optime de reactivi se stabilesc prin teste de laborator.

(7) Dacă nămolul conține material mineral dens sau fibre, acesta necesită cantități mici de reactivi. Un procent mare de materie organică în nămol are efect opus. Adăugarea de reactivi mărește cantitatea de materie ce trebuie filtrată deoarece o cantitate mare de reactivi chimici rămâne în formă solidă în nămolul deshidratat ca rezultat a precipitării cu săruri metalice. Acest lucru trebuie luat în considerare la dimensionarea unităților de deshidratare:

a. 60 – 90 % din masa de $FeCl_3$ injectată rămâne în turta de nămol;
b. 80 – 90 % din masa de $Ca(OH)_2$ injectată ramâne în formă solidă.

(8) Scopul reactivilor minerali este de a atinge un amestec optim nămol/reactiv. Adăugând apă pentru diluție (pentru soluția concentrată de $FeCl_3$) și utilizând 50 – 80 g/l lapte de var conduce la o difuzie mai ușoară a reactivilor în masa de nămol.

(9) Nămolul este floculat în bazine succesive de amestec (mai întâi sarea metalică și apoi laptele de var). Timpul de reacție este de 5 – 10 minute pentru dezvoltarea flocoanelor. Gradientul hidraulic recomandat este de 1.500 – 3.000 W/m^3.

(10) Pentru evitarea destabilizării nămolului floculat (distrugerea flocoanelor) se evită folosirea pompelor centrifugale; în cazul nămolurilor abrazive se utilizează pompe cu piston.

(11) Unitatea de condiționare a nămolurilor poate fi complet automatizată.

4.8.5.2 Polielectroliți sintetici

(1) Stabilirea tipului și cantităților - Reactivii eficienți pentru condiționarea nămolurilor sunt polielectroliții sintetici ce formează flocoane voluminoase (de ordinul milimetrilor). Polielectroliții:
a. realizează flocularea prin formarea de legături între particule datorită structurii de catenă lungă. Flocularea este completată de coagulare în cazul polimerilor cationici;
b. micșorează semnificativ rezistența 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 și presare; acestea constau în:
a. evaluarea rezistenței la rupere a floconului (centrifugare);
b. evaluarea performanței 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 considerare, se alege polimerul eficient și din considerente economice.

(3) Polielectroliții cationici sunt eficienți în cazuri particulare, când se tratează nămolul cu un conținut ridicat de materie organică. Pentru unele aplicații (deshidratarea cu filtre presă), polielectrolitul poate fi utilizat combinat cu o sare metalică: sare ferică pentru coagularea preliminară, urmată de polielectrolit pentru a produce mai puține flocoane hidrofile.

(4) Polielectroliții care au masă moleculară medie sunt adecvați pentru utilizare în cazul filtrelor bandă presă. Cei care au o masă moleculară mare generează flocoane mari, dense, recomandați unei deshidratări prin centrifugare.

Tabelul 4.38. Consumul mediu de polielectroliți în cazul filtrelor bandă/centrifuge.

Nr. crt.	Tip de nămol	Polielectrolit cationic (kg s.o /t substanțe solide)	
		Filtru bandă presă	Centrifugă
1	Nămol primar	2 – 3	4 – 5
2	Nămol primar + nămol în exces	3 – 5	6 – 9
3	Nămol primar + nămol în exces fermentat	4 – 5	6 – 9
4	Nămol provenit de la bazinele de aerare cu aerare prelungită	4 – 6	7 – 11

(5) Polielectroliții anionici sunt utilizați pentru condiționarea nămolurilor cu un conținut predominant de materii minerale (nămol hidrofob); cantitățile de polimer utilizate în aceste cazuri sunt reduse: 0,3 – 2 kg/t substanțe solide.

(6) Polielectroliții utilizați în trepta de tratare a nămolurilor sunt furnizați ca pudră sau emulsie stabilă.
   a. polelectroliții – pudră sunt preparați la concentrații de maxim 2 – 4 g/l; această soluție trebuie lăsată să se matureze 1 h, apoi poate fi utilizată. Soluțiile de polielectrolit preparate din pudră ramân stabile 2 – 3 zile;
   b. polielectroliții – emulsie se prepară în 2 etape:
      i. agitarea puternică a soluției pentru diluarea concentratului, 6 – 10 ml de emulsie/ l de apă;
      ii. soluția este lăsată să se matureze 20 de minute, fiind ușor agitată.

(7) În general emulsiile conțin materie activă de 40 – 50 % pentru o densitate apropiată de 1.

(8) Soluția adăugată (2 – 5 g polimer/l) este diluată sau nu înainte de a fi injectată în nămol: depinde de vâscozitățile nămolului și a soluției de polielectrolit; 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 puțin de 1 minut;
   c. metodele de injectare devin complexe la filtrele presă.

4.8.6 Concentrarea nămolurilor

(1) Procesul de concentrare a nămolurilor constă în reducerea umidității acestora în vederea prelucrării ulterioare.

(2) Funcție de proprietățile nămolului ce urmează a fi concentrat se pot aplica scheme cu sau fără condiționare chimică sau termică a acestuia.

(3) Cele mai utilizate procedee de concentrare a nămolurilor provenite dintr-o stație de epurare sunt:
   a. concentrarea gravitațională;
   b. concentrarea mecanică ce poate fi realizată cu instalații:
      i. filtru bandă;
      ii. centrifugă;
      iii. flotație cu aer dizolvat;
      iv. instalație cu tambur rotativ;
      v. instalație de concentrare cu șnec.

4.8.6.1 Concentrarea gravitațională a nămolurilor

(1) Este procesul de reducere a umidității nămolului prin fenomenul de separare prin decantare a fazelor lichidă și solidă din componența acestuia. Se realizează în bazine de sedimentare de unde se evacuează supernatant și nămol concentrat.

(2) Concentratoarele gravitaționale de nămol sunt construcții concepute sub forma unor bazine circulare folosite pentru prelucrarea nămolurilor.

(3) Reducerea umidității nămolului variază funcție de caracteristicile acestuia și de prezența/absența condiționării chimice. Acest parametru este evidențiat în Tabelul 4.39.

Tabelul 4.39. Reducerea umidității nămolurilor – concentrator gravitațional.

Nr. crt.	Tipul de nămol	Umiditatea nămolului influent la concentrare (%)	Umiditatea nămolului concentrat (%)	Reducerea de umiditate la concentrare (%)
1.Nămol:				
1.1	primar	94 – 98	90 – 95	3
1.2	biologic rezultat de la filtrele percolatoare	96 – 99	94 – 97	2
1.3	biologic rezultat de la filtrele cu discuri	96,5 – 99	95 – 98	1 – 1,5
1.4	în exces de la bazinele de aerare	99,5 – 98,5	97 – 98	1,5
1.5	în exces din procedee de epurare biologică ce utilizează oxigen pur	99,5 – 98,5	97 – 98	1,5
1.6	în exces din procedeele de epurare biologică cu aerare prelungită	99,8 – 99	97 – 98	1,8 – 2
1.7	primar fermentat, provenit din treapta primară de fermentare	92	88	4
2.Amestec de nămoluri:				
2.1	primar + biologic rezultat de la filtrele percolatoare	94 – 98	91 – 95	3
2.2	primar + biologic rezultat de la filtrele biologice cu discuri	94 – 98	92 – 95	2 – 3
2.3	primar + în exces de la BNA	98,5 – 99,5 96 – 97,5	94 – 96 93 – 96	3,5 – 4,5 1,5 – 3
2.4	Amestec fermentat	96	92	4
3.Nămol condiționat chimic:				
3.1	primar cu săruri de Fe	98	96	2
0	1	2	3	4
3.2	primar + var (doze mici)	95	93	2
3.3	primar + var (doze mari)	92,5	88	4,5
3.4	primar + în exces cu săruri de Fe	98,5	97	1,5
3.5	primar + în exces cu săruri de Al	99,6 – 99,8	93,5 – 95,5	4,3 – 6,1
3.6	primar cu săruri de Fe + biologic de la filtrele percolatoare	99,4 – 99,6	91,5 – 93,5	6,1 – 7,9
3.7	primar cu săruri de Fe+ în exces	98,2	96,4	1,8
3.8	Amestec fermentat de nămol primar + nămol în exces condiționat cu Fe	96	94	2
4.Nămol rezultat din epurarea terțiară:				
4.1	cu var în doze mari	95,5 – 97	85 – 88	9 – 10,5
4.2	cu var în doze mici	95,5 – 97	88 – 90	7 – 7,5
4.3	cu săruri de Fe	98,5 – 99,5	96 – 97	2,5

(4) Se recomandă evitarea concentrării gravitaționale a nămolului în exces provenit din bazine cu nămol activat cu eliminarea biologică a fosforului, din cauza posibilității de resolubilizare a fosforului.

(5) La proiectarea concentratoarelor de nămol se ține seama de criteriile:
   a. numărul minim de unități n = 2;
   b. încărcarea cu substanță uscată nu va depăși limita maxim admisă.

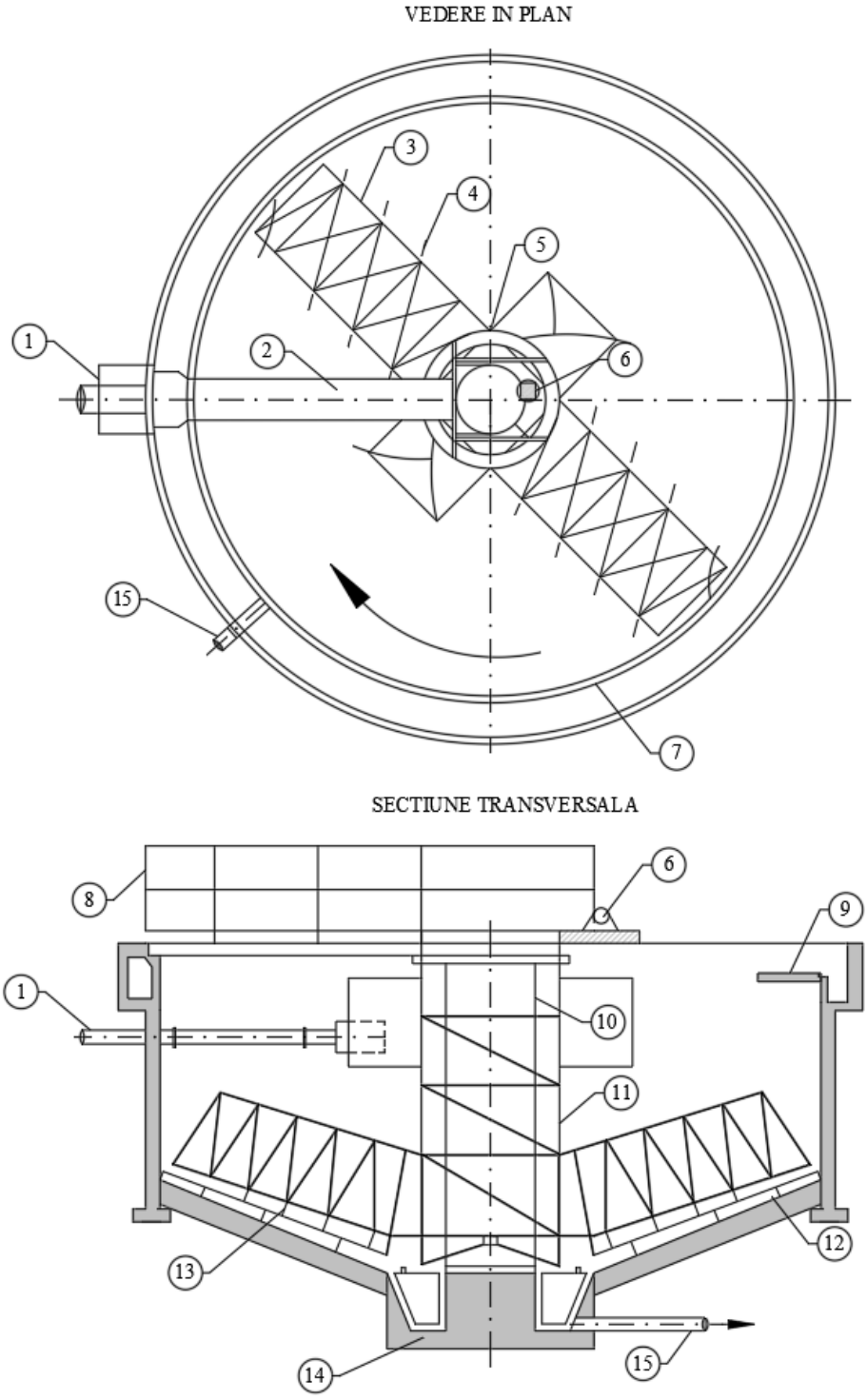


Figura 4.21. Concentrator gravitațional de nămol.
Notații: 1. Admisie nămol brut; 2. Paralelă acces; 3. Grindă racloare; 4. Lamă; 5. Structură de admisie nămol brut; 6. Motor; 7. Rigolă colectare supernatant; 8. Balustradă; 9. Deversor; 10. Stâlp central; 11. Carcasă centrală; 12. Racletă din cauciuc; 13. Piesă de fixare a lamei racloare; 14. Raclor central; 15. Evacuare nămol concentrat.

4.8.6.2 Parametri de proiectare a concentratoarelor gravitaționale de nămol

(1) Debitul de calcul al concentratorului gravitațional de nămol:

$$Q_c = V_{ninf} \quad (m^3/zi) \tag{4.285}$$

în care:

V_{ninf} – definit de relația (4.257).

(2) Încărcarea superficială cu substanță uscată:

$$I_{SU} = \frac{N_{inf}}{A_o^{CN}} \ (\text{kg s. u.}/\text{m}^2, \text{zi}) \qquad (4.286)$$

în care:

N_{inf} – cantitatea de nămol influent în concentrator, (kg s.u/zi);
$A^{CN}{}_o$ – aria orizontală utilă a concentratorului gravitațional, (m^2).

(3) Valorile recomandate la dimensionare pentru încărcarea superficială, depind de tipul nămolului și sunt indicate în Tabelul 4.40.

Tabelul 4.40. Valori recomandate pentru $\mathbf{I_{SU}}$.

Nr. crt.	Tipul de nămol	Încărcarea superficială cu substanță uscată (kg s.u./ m^2, zi)
1.Nămol:		
1.1	primar	100 – 150
1.2	biologic rezultat de la filtrele percolatoare	40 – 50
1.3	biologic rezultat de la filtrele cu discuri	35 – 50
1.4	în exces de la bazinele de aerare și DS	20 – 40
1.5	în exces din procedee de epurare biologică cu aerare prelungită	25 – 40
1.6	primar fermentat	120
2.Amestec de nămoluri		
2.1	primar + biologic rezultat de la filtrele percolatoare	60 – 100
2.2	primar + biologic rezultat de la filtrele biologice cu discuri	50 – 90
2.3	primar + în exces de la BNA	25 – 70 40 – 80
2.4	Amestec fermentat	70
3.Nămol condiționat chimic		
3.1	primar cu săruri de Fe	30
3.2	primar + var (doze mici)	100
3.3	primar + var (doze mari)	120
3.4	primar + în exces cu săruri de Fe	30
3.5	primar + în exces cu săruri de Al	60 – 80
3.6	primar cu săruri de Fe + biologic de la filtrele percolatoare	70 – 100
3.7	primar cu săruri de Fe+ în exces	30
3.7	amestec fermentat de nămol primar + nămol în exces condiționat cu săruri de Fe	70
4.Nămol rezultat din epurarea terțiară		
4.1	cu var în doze mari	120 – 300
4.2	cu var în doze mici	50 – 150
4.3	cu săruri de Fe	8 – 50

(4) Încărcarea hidraulică superficială cu nămol:

$$I_h = \frac{V_{ninf}}{A_o^{CN}} \ (\text{m}^3 \ \text{nămol}/\text{m}^2, \text{zi}) \qquad (4.287)$$

în care:

V_{ninf} – definit de relația (4.257);
$A^{CN}{}_o$ – aria orizontală utilă a concentratorului gravitațional, (m^2).

Tabelul 4.41. Valori maxim recomandate pentru I_h.

Nr. crt.	Tipul nămolului	Încărcarea hidraulică cu nămol (m^3 nămol/ m^2,zi)
1	Nămol primar	15,5 – 31
2	Nămol în exces	4 – 8
3	Amestec de nămol primar cu nămol în exces	6 – 12

(5) Valori mai mari ale acestui parametru pot conduce la evacuarea unui supernatant cu conținut ridicat de materii solide; valorile mici conduc la realizarea condițiilor septice, mirosuri neplăcute, precum și apariția nămolului plutitor.

(6) Timpul de concentrare a nămolului (t_c) este definit ca durata de staționare a nămolului în concentratorul gravitațional și este parametrul care permite determinarea volumului necesar al acestuia:

$$t_c = \frac{V_{CN}}{V_{ninf}} \text{ (h)} \qquad (4.288)$$

în care:

V_{CN} – volumul concentratorului de nămol, (m^3);
V_{ninf} – definit de relația (4.263).

Din relația (4.288) se poate determina volumul necesar al concentratorului, pentru valori: t_c = 8…24 h.

(7) Adâncimea concentratorului la perete:

$$Hc = h_c + h_r + h_S + h_s \quad \text{(m)} \qquad (4.289)$$

în care:

hc – înălțimea de concentrare, (m);
h_r = min.0,3 m sau o înălțime egală cu înălțimea lamei racloare, (m);
h_S – înălțimea zonei de supernatant, 1,0 (m);
h_s – înălțimea de siguranță, 0,3 – 0,5 (m).

4.8.6.3 Concentrarea nămolurilor prin procedeul de flotație cu aer dizolvat

(1) Flotația cu aer dizolvat separă faza solidă de cea lichidă. În timpul proceselor de flotație, sunt generate microbule de aer, care se atașează de particulele în suspensie, determinând astfel ca particulele să se ridice la suprafața lichidului.

(2) Flotația cu aer dizolvat poate funcționa cu presurizarea integrală a debitului influent sau presurizarea parțială a supernatantului.

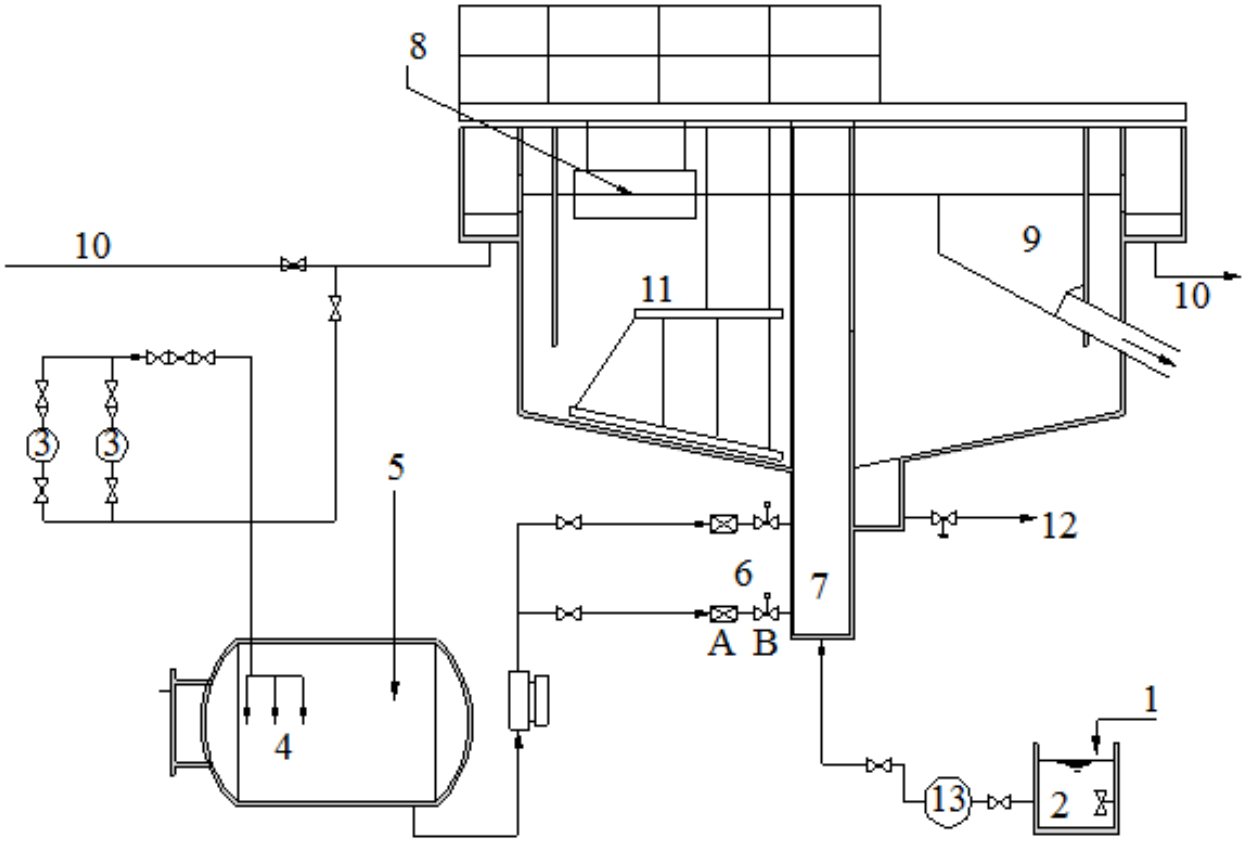


Figura 4.22. Schemă flotație cu presurizare supernatant – bazin radial.

1-Nămol influent
2-Bazin amestec, compensare
3-Stație de pompare
4-Recipient saturare (3-5 bar)
5-Alimentare aer comprimat
6-Sistem dublu de reducere presiune
A,B-sistem de reducere presiune și creeare bule 30 - 80µm
7-Cameră de expansiune
8-Colector de suprafață
9-Canal colector nămol
10-Supernatant
11-Raclor
12-evacuare nămol sedimentat
13-stație pompare nămol influent

(3) Sistemele de flotație cu aer dizolvat pot fi construite ca bazine cu formă circulară în plan (Figura 4.22) sau cu formă dreptunghiulară (Figura 4.23). Diametrele uzuale ale bazinelor radiale variază între 5 și 20 m. La bazinele longitudinale lungimea variază între 3 și 30 m, iar adâncimea între 0,6 și 3,5 m.

(4) Viteza raclorului variază între 1 și 3 cm/s.

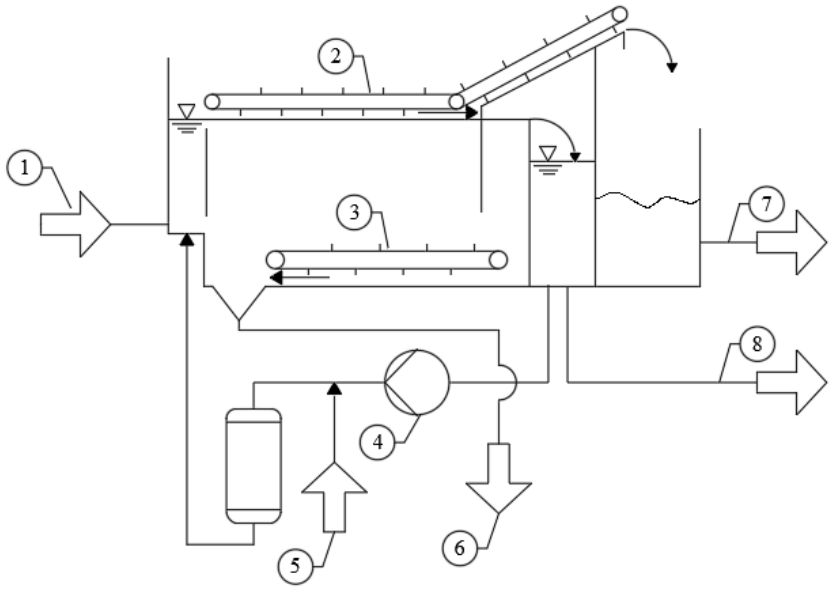


Figura 4.23. Schemă flotație cu presurizare supernatant – bazin longitudinal.
Notații: 1 – Nămol influent; 2 – Raclor de suprafață; 3 – Raclor radier; 4 – Unitate presurizare; 5 – Aer; 6 – Evacuare nămol sedimentat; 7 – Evacuare nămol flotat; 8 – Supernatant.

(5) Principalii parametri de proiectare a unităților de flotație cu aer dizolvat sunt:
   a. încărcarea hidraulică superficială I_h (m^3/m^2,zi). Valoarea acestui parametru variază de obicei în intervalul 1 - 7,5 (m^3/m^2,zi).
   b. încărcarea superficială cu materii solide I_s (kg s.u./m^2,h). Fără condiționarea chimică a nămolului acest parametru variază în intervalul 1,2 - 6 (kg s.u./m^2,h); atunci când nămolul este condiționat chimic, prin adăugarea de polimeri, încărcarea superficială cu materii solide poate crește cu 100%.
   c. raportul cantitate de aer/cantitate de materii solide din nămol.

(6) În lipsa studiilor pe stații pilot soluția FAD se adoptă pe baza unei tehnologii de firmă cu experiență în domeniu.

4.8.6.4 Centrifugarea nămolurilor

(1) Centrifugarea este un procedeu care se utilizează la îngroșarea și la deshidratarea nămolurilor provenite din epurarea fizico – chimică și biologică a apelor uzate.

(2) Centrifugarea este procedeul prin care se accelerează separarea solid – lichid prin aplicarea forțelor centrifuge.

(3) Utilajele de centrifugare se pot grupa în trei categorii, după cum urmează:
   a. centrifuge cu rotor unic, care produc o bună deshidratare și 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 și turte bine deshidratate și supernatant limpede.

(4) După destinația 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 funcționare continuă sau periodică.

(6) Formula de calcul a centrifugei arată că viteza de limpezire a fracțiunii lichide variază cu suprafața lichidului și nivelul forței centrifugale:

$$\sum = \frac{\pi b \omega^2}{2g}(3r_2^2 + r_1^2) \qquad (4.290)$$

în care:

$\sum$ – factorul de capacitate al centrifugei (m^2) (suprafața teoretică a bazinului de sedimentare gravitațional echivalent cu caracteristicile de sedimentare ale centrifugelor);
b – lungimea tamburului cilindric, (m);
ω – viteza de rotație, (rot/min/secundă);
r_2 – raza peretelui interior al tamburului, (m);
r_1 – raza suprafeței lichidului reținut, (m);
g – constanta gravitațională, (m/s^2).

(7) Utilajele de centrifugare utilizate, lucrează în intervalul de 1.000 – 6.000 ori forța gravitațională.

(8) Performanțele centrifugelor depind de utilaje și de variabilele de proces, dintre care se menționează: debitul influent, natura solidelor, concentrația în solide a influentului, adjuvanți de coagulare și temperatura.

(9) Cele mai utilizate sunt centrifugele care au o cuvă cilindro – conică cu un transportor intern cu șnec. Nămolul intră în centrifugă prin cuva cilindrică printr-un transportor. Forța centrifugă compactează nămolul către pereții cuvei, iar transportorul intern, care se rotește mai încet decât cuva, conduce nămolul compact de-a lungul cuvei, către secțiunea conică fiind apoi evacuat.

(10) În cazul nămolurilor cu particule fine este necesară tratarea cu polimer pentru o reținere bună a solidelor. Centrifugele moderne sunt caracterizate prin forțe centrifugale mai mari decât 3.000 x g; raportul între lungimea și diametrul centrifugei este de 2,5 – 3,5.

(11) Constructiv, centrifuga este alcătuită dintr-un cilindru lung, poziționat orizontal, în interiorul căruia se află montat concentric, un șnec care se rotește cu o viteză diferită de cea a cilindrului. Alimentarea cu nămol a instalației se realizează în mod continuu prin interiorul șnecului care are prevăzute orificii ce comunică cu zona interioară a cilindrului (Figura 4.24). Datorită forțelor centrifuge generate de rotirea șnecului se produce o separare accelerată a celor două faze – solidă și lichidă – partea solidă fiind proiectată spre exterior iar supernatantul acumulându-se în centru.

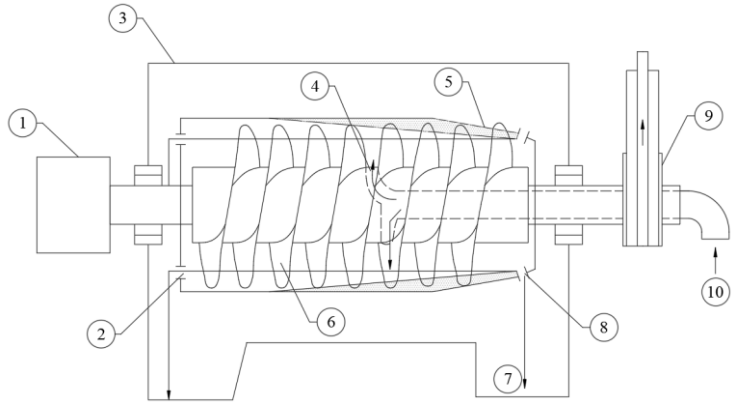


Figura 4.24. Centrifugă utilizată pentru concentrarea nămolurilor.
Notații: 1. Variator de turație; 2. Oficiu de evacuare a supernatantului (reglabil); 3. Carcasă; 4. Orificii de alimentare; 5. Recipient rotativ; 6. Cilindru prevăzut cu nervuri elicoidale; 7. Nămol concentrat; 8. Orificiu de evacuare a nămolului concentrat; 9. Disc principal de antrenare; 10. Alimentare cu nămol; 11. Carcasă centrală; 12. Racletă din cauciuc; 13. Piesă de fixare a lamei racloare; 14. Raclor central; 15. Evacuare nămol concentrat

4.8.6.4.1 Date de bază pentru proiectare

(1) Elementul fundamental este factorul capacităţii: Σ

$$\Sigma = \frac{2k\pi\omega^2 L_c}{g}\left(\frac{3}{4}R^2 + \frac{1}{4}r^2\right) \qquad (4.291)$$

în care:

Σ – factorul capacităţii, (m^2);
R – raza bazinului, (m);
r – raza inelului, (m);
ω – viteza de rotaţie, (rot/min/secundă);
k – factor de extrapolare.

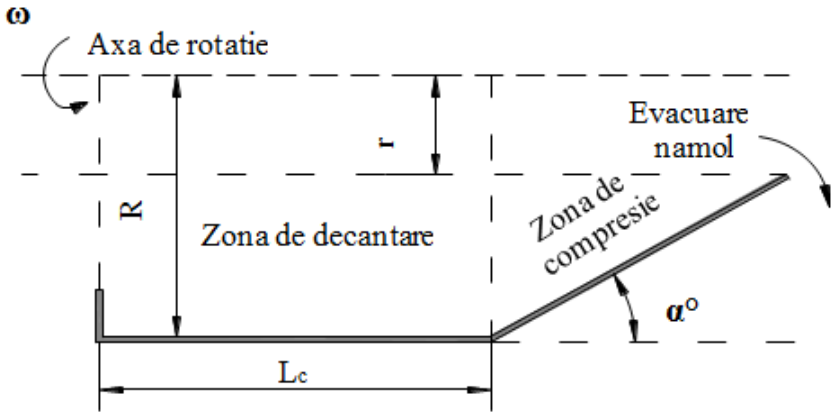


Figura 4.25. Determinarea factorului capacităţii "Σ".

(2) Alegerea tipului de centrifugă se realizează pe baza tipului de nămol referitor la proveniență și cerinţele deshidratării.

(3) Se vor lua în considerare parametrii:
   a. viteza cuvei determinată de forţa G; recomandabil (1500 – 3000)x g;
   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.

(4) Performanţele centrifugării nămolurilor din staţia de epurare sunt date în tabelul următor:

Tabelul 4.42. Performanţe centrifugare nămol.

Nr. crt.	Tip de nămol	Cantităţi de polimer (kg /t s.u.)	Conţinut în substanţe solide (%)
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

Nr. crt.	Tip de nămol	Cantități de polimer (kg /t s.u.)	Conținut în substanțe solide (%)
3	Nămol din procedeul cu aerare prelungită și fermentare	9 – 11	20 – 22
4	Nămol primar	6 – 7	29 – 34
5	Nămol primar și nămol provenit din epurarea avansată	7 – 8	28 – 32
6	Amestec proaspăt de nămoluri (P/bio = 50/50)*	8 – 9	25 – 27
7	Amestec proaspăt de nămoluri (P/bio = 65/35)	7 – 9	26 – 29
8	Amestec fermentat de nămoluri (P/bio = 50/50)	8 – 9	25 – 28
9	Nămol primar fermentat	4 – 6	32 – 36

* P/bio = raportul nămol primar/ nămol biologic.

4.8.6.5 Concentrator filtru bandă

(1) Echipamentul constă dintr-o bandă filtrantă tensionată acționată de un sistem de role cu viteză variabilă. Nămolul introdus la concentrare este distribuit într-un strat uniform pe toată lățimea active a benzii. Datorită materialului filtrant din care este realizată banda, supernatantul se separă pe cale gravitațională și este evacuate într-un jgheab la partea inferioară a instalației (Figura 4.26). Pe întreg parcursul traseului de deplasare a benzii, dar și pe toată lățimea acesteia, în zona de concentrare, nămolul este brăzdat de către un sistem de greble. La capătul aval al benzii, nămolul concentrat este descărcat într-un jgheab colector. În zona inferioară de deplasare a benzii este montat un dispozitiv de spălare a acesteia.

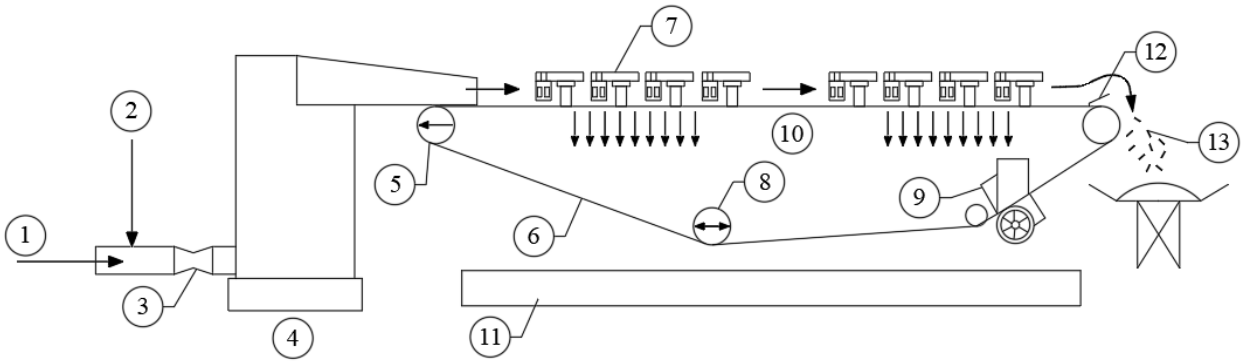


Figura 4.26. Concentrator filtru bandă.

Notații: 1 – Nămol influent; 2 – Punct de injectare a polimerului; 3 – Mixer static; 4 – Bazin de floculare; 5 – Dispozitiv de tensionare a benzii; 6 - Bandă; 7 – Sistem de brăzdare a nămolului; 8 – Ghidaj bandă; 9 – Dispozitiv de spălare a benzii; 10 – Drenare gravitațională; 11 – Jgheab colector pentru supernatant; 12 – Rampă reglabilă de descărcare a nămolului concentrat; 13 - Descărcare.

(2) Pentru toate tipurile de nămol ce se concentrează este necesară condiționarea chimică a acestora prin adaos de polimeri.

4.8.7 Stabilizarea nămolurilor din stațiile de epurare urbane/ rurale

(1) Procesul de stabilizare a nămolului se poate realiza prin metodele: stabilizare anaerobă (fermentare), stabilizare aerobă și stabilizare alcalină.

a. stabilizarea anaerobă (fermentarea) este metoda cu cele mai numeroase aplicații în stațiile de epurare medii și mari a apelor uzate. Produce:
   i. nămol stabil;
   ii. biogaz care poate fi folosit pentru încălzirea nămolului influent și a nămolului de recirculare la temperatura de proces;
b. stabilizare aerobă se întâlnește în stațiile de epurare mici și medii; necesită cantități mari de energie (pentru transferul oxigenului) și costuri mai reduse pentru investiție. Stabilizarea aerobă se poate realiza în bazine separate sau simultan în bazinele de aerare;
c. stabilizare alcalină aplicabilă pentru amplasamente locale și având ca dezavantaj faptul că masa produsului se mărește prin adăugarea de material alcalin.

4.8.7.1 Stabilizarea (fermentarea) anaerobă

(1) Obiectivul fermentării anaerobe este reducerea agenților patogeni, a cantității de biomasă prin distrugerea parțială a materiilor volatile și producerea de biogaz.

(2) Fermentarea anaerobă se desfășoară pe bază de reacții chimice și biochimice complexe.

(3) Eficiența stabilizării prin fermentare anaerobă este determinată prin cantitatea de materii volatile (organice) reduse în proces. Deoarece fermentarea anaerobă este realizată biologic și depinde de dezvoltarea microorganismelor, reducerea materiilor volatile se realizează în proporție de 40 – 50% (limita tehnică de fermentare). Eficiența scade în prezența substanțelor greu biodegradabile. Procente ridicate de descompunere a materiilor solide se obțin atunci când nămolul cuprinde materii ușor degradabile: carbohidranți simpli, carbohidranți compuși (celuloza), proteine și lipide.

4.8.7.1.1 Factorii ce influențează fermentarea anaerobă

4.8.7.1.1.1 Materiile solide și timpul de retenție hidraulic

(1) Fermentarea anaerobă se bazează pe prevederea unui timp de retenție hidraulic care să permită stabilizarea materiilor volatile (organice).

(2) Fiecare etapă de fermentare în parte: hidroliza, formarea de acizi și formarea de gaz metan are un timp de retenție a materiilor solide; procesul se degradează dacă bacteriile nu se pot dezvolta în condiții optime.

4.8.7.1.1.2 Temperatura

(1) Temperatura influențează gradul de fermentare, viteza reacției de hidroloză și formarea biogazului. Temperatura determină timpul minim de retenție a materiilor solide necesar obținerii unei reduceri suficiente a materiilor volatile.

(2) Din punct de vedere al temperaturii sistemele de fermentare anaerobă pot fi:
   a. sisteme criofile: t°C = 15 – 20°C; necesită volume mari, timp de retenție crescut și nu utilizează încălzirea nămolului;
   b. sisteme mezofile: t°C = 30 – 37°C; cele mai numeroase aplicații;
   c. sisteme termofile: t°C = 50 – 57°C; asigură procente mari de neutralizare a agenților patogeni; costuri de operare ridicate.

(3) Elementul tehnic cel mai important este menținerea unei temperaturi constante de funcționare datorită bacteriilor implicate în proces și sensibilității la variațiile de temperatură.

4.8.7.1.1.3 pH – ul

(1) Bacteriile anaerobe, în special cele metanogene, sunt sensibile la pH.

(2) Producţia optimă de gaz metan are loc într-un intervan de pH cuprins între 6,8 şi 7,2.

(3) Reducerea pH-ului în timpul proceselor de fermentare 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.

4.8.7.1.1.4 Substanţe toxice

(1) Substanţele de tip: amoniac, metale grele şi sulfuri în concentraţii mari pot crea condiţii instabile în interiorul rezervoarelor de fermentare. Tabelul 4.43 prezintă concentraţiile unor substanţe toxice şi inhibitoare.

Tabelul 4.43. 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)		-	2.0 (solubil) 30 (total)
11	Zinc (Zn)		-	1.0 (solubil)

4.8.7.1.2 Aplicarea fermentării anaerobe

(1) Fermentarea anaerobă este utilă şi aplicabilă pentru o concentraţie a substanţelor volatile mai mare sau egală cu 40 – 50% şi nu sunt prezente substanţele inhibitoare.

(2) Se recomandă un conţinut în substanţă uscată a nămolului influent în fermentarea anaerobă între 4% s.u. şi 7% s.u.

(3) Adoptarea soluţiei de fermentare anaerobe are la bază:
   a. studii hidrochimice privind compoziţia nămolurilor şi efectele stabilizării acestuia asupra mediului; se iau în considerare costurilor implicate şi consumurile energetice pentru integrarea cantităţilor de nămol rezultate în mediu;

b. studii privind estimarea producției de biogaz în funcție de compoziția nămolurilor; metoda fermentării anaerobe se adoptă în toate situațiile în care producția de biogaz și echivalentul acesteia în energie va acoperi minim 90% din consumurile energetic ale procesului: amestec, încălzire nămol, recirculare, pierderi termince în rezervorul de fermentare al nămolului.

4.8.7.1.3 Soluții pentru procesele de fermentare

(1) Fermentarea anaerobă poate funcționa la două regimuri ale temperaturii: mezofilă (30 – 37°C) și termofilă (50 – 57°C). Configurațiile proceselor de fermentare anaerobă folosite actualmente:
   a. fermentarea anaerobă de mare încărcare, într-o singură treaptă;
   b. fermentare anaerobă mezofilă în două trepte sau fermentare anaerobă termofilă urmată de fermentare anaerobă mezofilă.

(2) Rezervoarele de fermentare de mare încărcare sunt caracterizate prin amestecul și încălzirea nămolului, debit de alimentare uniform și concentrarea nămolului înainte de a fi fermentat.

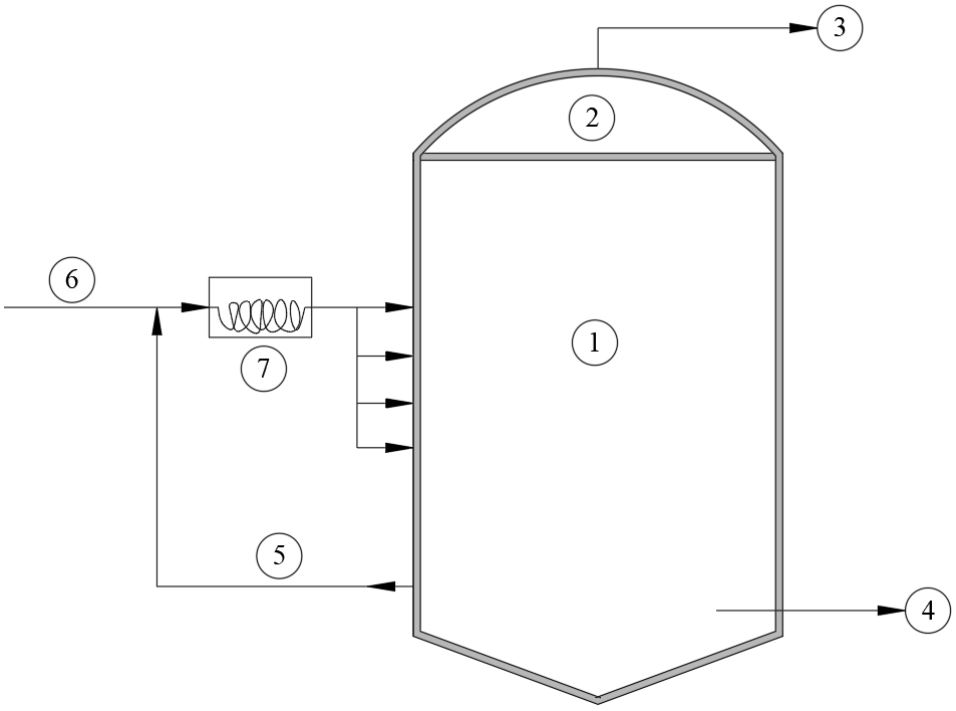


Figura 4.27. Fermentarea anaerobă de mare încărcare într-o singură treaptă.
Notații: 1. Zonă activă complet amestecată; 2. Gaz; 3. Evacuare gaz; 4. Evacuare nămol; 5. Recircularea nămolului; 6. Nămol influent; 7. Schimbător de căldură.

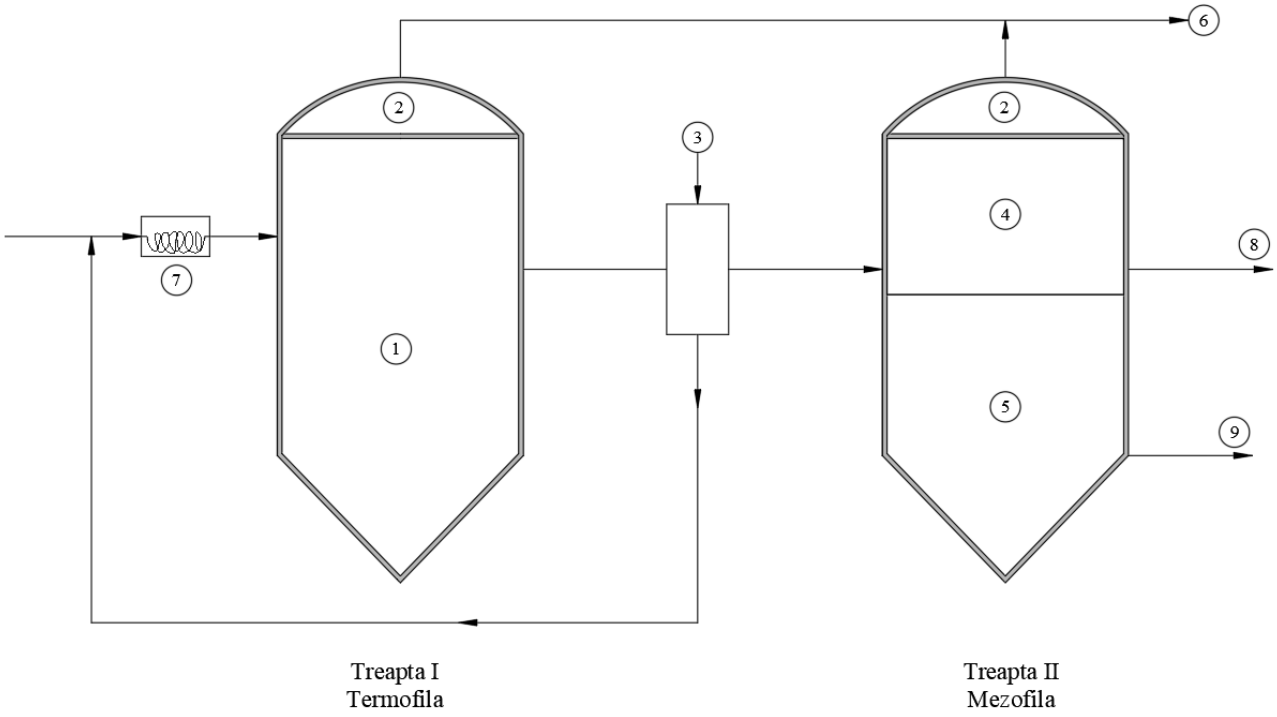


Figura 4.28. Fermentarea anaerobă în două etape.
Notații: 1. Zonă activă complet amestecată; 2. Gaz; 3. Nămol proaspăt; 4. Supernatant; 5. Materii solide fermentate; 6. Biogaz; 7. Schimbător de căldură; 8. Evacuare supernatant; 9. Nămol fermentat.

(3) Avantajele fermentării în două faze (termofilă – mezofilă):
   a. preluare în condiții mai bune a variațiilor de încărcare organică;
   b. pe ansamblul procesului de fermentare reducerea volumelor construite cu ≅ 30%;
   c. nămolul procesat în faza termofilă va fi procesat în condiții mai bune în faza mezofilă (vâscozitate mai redusă, fluiditate mai mare);
   d. calitatea nămolului fermentat mai bună; se reduc microorganismele patogene.

(4) În tabelul următor se indică parametrii generali pentru dimensionarea proceselor de fermentare anaerobă conform datelor din literatura de specialitate.

Tabelul 4.44. Parametri de dimensionare ai proceselor de fermentare anaerobă.

Nr. crt.	Parametri	U.M.	Tipul procesului de fermentare			
			Mezofilă într-o singură treaptă	În două trepte		Termofilă într-o singură treaptă
			Etapa I	Etapa I: Termofilă	Etapa aIIa: Mezofilă	Etapa I
1	Timpul fermentare	zile	16 – 25	1,5 – 3	8 – 12	8 – 12
2	Încărcarea organică	kg/m^3,zi	1,5 – 2,5*	10 – 30*	2 – 4*	2,5 – 5*

*doar pentru perioade cu încărcări de vârf.

(5) Rezultatul fermentării anaerobe este influențat de temperatura de fermentare și de timpul de fermentare, dar și de dimensiunea stației de epurare deoarece volumul zilnic de nămol influent în fermentarea anaerobă fluctuează mai mult în cazul stațiilor de epurare de dimensiuni mici și mijlocii decât în cazul stațiilor mari. Se recomandă aplicarea fermentării anaerobe pentru stații de epurare cu peste 100 000 l.e.

(6) Pentru a îmbunătăți rezultatele fermentării anaerobe se poate aplica pretratarea nămolului respectiv condiționarea prin hidroliză termică, ultrasonarea nămolului.

4.8.7.1.4 Dimensionarea tehnologică a rezervoarelor de fermentare a nămolului

(1) Dimensionarea tehnologică constă în:
   a. determinarea volumului, a cantității, a umidității și a caracteristicilor nămolului;
   b. determinarea volumului rezervorului de fermentare a nămolului;
   c. condiționări 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. Izolația termică a RFN dispusă pe peretele exterior al cuvei trebuie corect aleasă, în special din punct de vedere al calității și bine executată în scopul păstrării acesteia în stare uscată.

(2) Etapele de dimensionare prezentate mai sus, pot fi detaliate astfel:
   a. determinarea volumului, a cantității, umidității și caracteristicile nămolului se face pe baza bilanțului de substanțe pe linia nămolului;
   b. volumul rezervorului de fermentare a nămolului se determină pe baza următorilor parametrii tehnologici de dimensionare:

$$V_{RFN} = T_f \cdot V_{n\,inf} \quad (m^3/zi) \tag{4.292}$$

în care:

T_f – timpul de fermentare;

V_{ninf} – volumul de nămol influent calculat la bilanțul de substanțe pe linia nămolului, (m^3/zi).

   c. încărcarea organică a rezervorului de fermentare:

$$I_{oRFN} = \frac{N_o}{V_{RFN}} \ (kg\ s.o./m^3\ RFN, zi) \tag{4.293}$$

în care:

I_{oRFN} – încărcarea organică a rezervorului de fermentare a nămolului, (kg s.o./m^3 RFN, zi);

N_o– cantitatea zilnică de substanță organică conținută în nămolul influent în rezervorul de fermentare, exprimată în substanță uscată, (kg/zi).

   d. pompele pentru recircularea nămolului se aleg astfel încât întregul volum de fermentare să fie recirculat în 5 ... 8 h.
      i. debitul de recirculare:

$$Q_R = \frac{V_{RFN}}{5...8} \quad (m^3/h) \tag{4.294}$$

      ii. înălțimea de pompare:

$$H = H_g + \sum h_r \ (m) \tag{4.295}$$

în care:

H_g – înălțimea geodezică de pompare, (m);

Σh_r – suma pierderilor de sarcină locale și distribuite, (m).

   e. schimbătoatele de căldură asigură căldura necesară încălzirii nămolului proaspăt, căldura necesară acoperirii pierderilor prin cupolă, pereți și radier:

$$C_T = C_1 + C_2 \ (kcal/zi) \tag{4.296}$$

$$C_1 = V_{n\,inf} \cdot C_n \cdot (\theta - \theta_1) \quad (kcal/zi) \tag{4.297}$$

în care:

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);
$\theta_1 = \theta_{\text{iarnă}}$ – temperatura nămolului proaspăt introdus în rezervor, (°C).

$$C_2 = C_{2\ \text{cupolă}} + C_{2\ \text{pereţi}} + C_{2\ \text{radier}} \quad (4.298)$$

$$C_2 = K \cdot A \cdot (\theta - \theta_2) \quad (4.299)$$

în care:

K – coeficient de transfer a căldurii (natura materialului), (kcal/°C · m^2 · zi);
$C_{2\ \text{cupolă}}$ – căldura necesară acoperirii pierderilor prin cupolă, (kcal/zi);
$C_{2\ \text{pereţi}}$ – căldura necesară acoperirii pierderilor prin pereţi, (kcal/zi);
$C_{2\ \text{radier}}$ – 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);
θ_2 – temperatura nămolului proaspăt introdus în rezervor, (°C).

f. dimensionarea conductelor va asigura:
   i. viteza nămolului în conducte minim 1,2 m/s iar diametrul nominal minim 200 mm;
   ii. viteza minimă a apei de 0,7 m/s, iar diametrul nominal de 100 mm;
   iii. viteza biogazului rezultat în urma fermentării cuprinsă între 5 şi 15 m/s;

g. volumul teoretic zilnic de biogaz se determină considerând o producţie specifică q_{bg} în dm^3 biogaz/kg s.o.red.

$$Q_G = \frac{q_{bg} \cdot N_{o\ red}}{1000} \quad (m^3/zi) \quad (4.300)$$

$$Q_{G\ ef} = (0{,}8 \ldots 0{,}85) \cdot Q_G \quad (m^3/zi) \quad (4.301)$$

în care:

Q_G – volumul teoretic zilnic de biogaz,(m^3/zi);
$Q_{G\ ef}$ – volumul efectiv zilnic de biogaz, (m^3/zi);
q_{bg} – se estimează pe baza unor calităţi de nămol similare şi prin studii "in situ";
$q_{bg}^{orientativ} = 300 - 600\ dm^3 biogaz/kg\ s.o.red.$

(3) Când nu se cunoaşte graficul de consum al biogazului, volumul rezervorului se consideră egal cu producţia de biogaz în 8 ore:

$$V_{RG} = \frac{Q_{G\ ef}}{3} \quad (m^3) \quad (4.302)$$

4.8.7.1.4.1 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) Producția de biogaz realizată este dependentă de cantitatea de substanțe volatile mineralizate și condițiile asigurate fermentării și este exprimată ca volumul de biogaz pe unitatea de masă a materiilor volatile reduse. Acest indice specific al producției de biogaz este diferit pentru fiecare substanță organică din rezervorul de fermentare.

(4) Tabelul 4.45 indică producția de gaz a câtorva materii organice. Un rezervor de fermentare anaerob obișnuit alimentat cu nămol primar și nămol activat în exces poate produce aproximativ 0,5 – 0,8 m^3 biogaz/kg de substanțe volatile reduse.

Tabelul 4.45. Producția specifică de gaz a diferitelor materii organice.

Material	**Producția specifică de gaz pe unitatea de masă redusă**	
	m^3/kg	**Conținut de metan (%)**
Grăsimi	1,2 – 1,6	62 – 72
Spumă	0,9 – 1,0	70 – 75
Fibre	0,8	45 – 50
Proteine	0,7	73

(5) Biogazul rezultat la fermentare are o putere calorică cuprinsă între 20 – 25 MJ/m^3. O valoare medie de 22,5 MJ/m^3 este de folosit pentru proiectare.

(6) Colectarea biogazului și sistemul de distribuție se menține la o presiune pozitivă pentru a evita explozia în cazul în care gazul se amestecă cu aerul atmosferic. Amestecul de aer cu biogaz de fermentare conține metan în proporție mai mică de 5% care poate fi exploziv. Din acest motiv toate echipamentele mecanice și constructive trebuie să fie etanșe, iar echipamentele electrice trebuie să fie protejate împotriva exploziei.

(7) Sunt folosite două tipuri de rezervoare de depozitare a gazului: rezervoare cu capac ce flotează pe gazul înmagazinat și rezervoare sub presiune:
   a. rezervoarele cu capac flotant sunt rezervoare cu presiune constantă și volum variabil;
   b. rezervoarele sub presiune, au de obicei formă sferică și mențin o presiune cu valori medii cuprinse între 140 – 350 kN/m^2.

4.8.7.1.4.2 Necesarul de reactivi chimici

(1) Sistemele de alimentare cu reactivi chimici devin necesare datorită schimbărilor calitative și cantitative ale influentului. Schimbările de alcalinitate, pH, sulfuri sau a concentrației metalelor grele face necesară adăugarea de reactivi chimici în proces. Sunt necesare prevederi pentru stocarea, prepararea și dozarea reactivilor chimici: bicarbonat de sodiu, clorură ferică, sulfat feric, var.

4.8.7.1.4.3 Construcția rezervoarelor de fermentare

(1) Elementele fundamentale în alegerea configurației construcției sunt:
   a. raport aria laterală RFN la volum RFN minim; construcțiile care realizează acest raport minim sunt: sfere, forme ovoidale;
   b. realizarea unei forme care să favorizeze amestecul nămolului și evitarea depunerilor în partea inferioară;
   c. realizarea cuvei RFN din beton armat precomprimat pe ambele direcții pentru închiderea fisurilor și protecția armăturilor la efectul coroziv al biogazului;
   d. realizarea izolației termice care să asigure pierderi reduse (max. 20% din energia necesară procesului);

e. construcție metalică (pentru $V_{RFN} < 1000$ m^3) executate din virole de oțel aliat izolate termic.

(2) În Figura 4.29 se prezintă schema unui rezervor de fermentare de formă ovoidală.

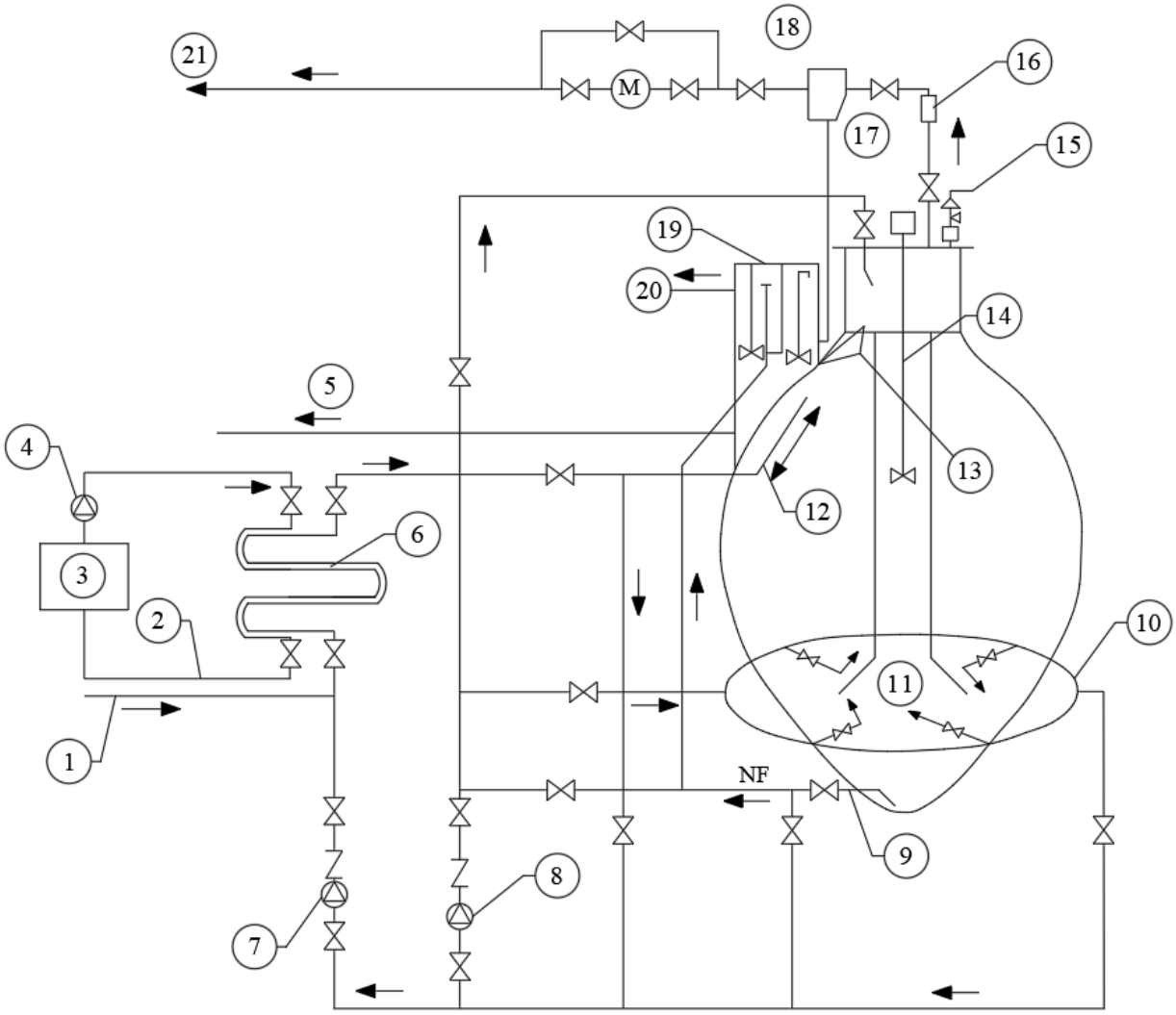


Figura 4.29. Rezervor de fermentare anaerob de formă ovoidală.
Notații: 1. Nămol brut; 2. Recirculare; 3. Boiler; 4. Pompă recirculare; 5. Nămol fermentat; 6. Schimbător de căldură; 7. Pompă de nămol; 8. Pompă de recirculare a nămolului; 9. Conductă de recirculare a nămolului; 10. Conductă inelară; 11. Duze de amestec; 12. Conductă de injectare a nămolului; 13. Evacuarea spumei; 14. Mixer; 15. Supapă hidraulică de siguranță; 16. Dispozitiv antiaprindere; 17. Biogaz; 18. Recipient de colectare a spumei; 19. Nivel de control; 20. Preaplin; 21. La gazometru.

4.8.7.1.4.4 Alte elemente tehnologice ale rezervoarelor de fermentare anaerobă

(1) Proiectele pentru rezervoarele de fermentare anaerobă a nămolului pentru stații de epurare cu peste 100.000 l.e. iau în considerare adoptarea unor soluții tehnologice de firmă pentru:
   a. soluția cu RFN în două faze: termofilă – mezofilă;
   b. soluția recirculării biogazului pentru asigurarea unui amestec eficient al volumului rezervorului;
   c. soluția construcției RFN cuplate cu rezervor de stocare biogaz la partea superioară.

(2) Analizele opționale se bazează pe:
   a. costuri de investiție: lei/kg s.u. redusă;
   b. volume minime de nămol evacuat din stația de epurare: kg s.u./l.e. an;
   c. consumuri energetice minime pentru ansamblul procesării nămolurilor în stația de epuare: kWh/kg s.u.an.

4.8.7.2 Stabilizarea aerobă separată

(1) Stabilizarea aerobă reprezintă tehnologia de oxidare a substanțelor organice biodegradabile și reducerea organismelor patogene prin procese biologice, aerobe. Procesul de stabilizare aerobă este un proces de epurare biologică cu biomasă în suspensie.

(2) Obiectivele proceselor de stabilizare aerobă:
   a. producerea de nămol stabil prin oxidarea substanțelor organice biodegradabile;
   b. reducerea masei și a volumului;
   c. reducerea organismelor patogene și condiționarea pentru prelucrarea ulterioară.

(3) În cazul stabilizării aerobe separate, nămolul rezultat din epurarea apei uzate este aerat în bazine deschise denumite stabilizatoare de nămol.

(4) Procesul de stabilizare aerobă implică costuri mari pentru energie asociate cu energia necesară pentru transferul oxigenului.

(5) Dezavantaje: eficiența redusă a proceselor în timpul perioadelor reci, incapacitatea de a produce un produs secundar folositor – biogaz.

(6) În timpul proceselor de stabilizare, țesutul celular este oxidat aerob în dioxid de carbon, apă și amoniac sau nitrați. Deoarece procesele de oxidare aerobă sunt exoterme, în timpul reacțiilor are loc o eliberare de căldură. Deși procesele de stabilizare teoretic ar trebui realizate în totalitate, de fapt doar 75 – 80% din țesutul celular este oxidat. Ce rămâne, în proporție de 20 – 25%, este compus din componente inerte și componente organice ce nu sunt biodegradabile.

(7) Procesul de stabilizare aerobă, implică două etape: oxidarea directă a materiei biodegradabile și oxidarea materialului celular. Aceste procese sunt descrise de ecuațiile de mai jos:

$$\text{Substanțe organice} + \ NH_4^+ + O_2 \rightarrow \text{material celular} + CO_2 + H_2O \quad (4.303)$$

$$\text{Material celular} + \ O_2 \rightarrow \text{nămol stabilizat} + CO_2 + H_2O + NO_3^- \quad (4.304)$$

(8) Reacția din cea de a doua ecuație este un proces de respirație endogenă și este reacția predominantă ce are loc în sistemul de stabilizare aerob.

(9) Datorită necesității menținerii procesului în faza de respirație endogenă, nămolul se stabilizează. Includerea nămolurilor primare în proces poate influența reacția totală, deoarece acestea conțin puțin material celular. Majoritatea materialului organic din nămolul primar constituie o sursă de hrană externă pentru biomasa activă conținută în nămolul biologic. Este necesar un timp de retenție mare pentru a se acomoda metabolismul și dezvoltarea celulară ce trebuie să se petreacă înainte de atingerea condițiilor de respirație endogenă.

4.8.7.2.1 Dimensionarea tehnologică a stabilizatorului de nămol

(1) Determinarea volumului, calității, umidității și caracteristicilor nămolului se face pe baza bilanțului de substanțe pe linia nămolului.

(2) Reducerea substanțelor volatile (organice) variază între 35 – 50% (procent numit limita tehnică de stabilizare).

(3) Temperatura de 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 între oxigen, 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 parametri tehnologici de dimensionare:

a. încărcarea organică a bazinului:

$$I_{oSN} = \frac{N_o}{V_{SN}} = 1{,}5 \dots 3 \quad (\text{kg s. o.}/\text{m}^3\ \text{SN, zi}) \tag{4.305}$$

în care:

I_{oSN} – încărcarea organică a stabilizatorului de nămol, (kg s.o./m^3 SN, zi);
N_o – cantitatea zilnică de substanță organică conținută în nămolul influent în stabilizatorul de nămol, exprimată în substanță uscată, (kg/zi).

b. timpul de stabilizare:

$$T_s = \frac{V_{SN}}{V_{n\,inf}} = 6 \dots 16 \quad (\text{zile}) \tag{4.306}$$

c. volumul stabilizatorului de nămol:

$$V_{SN} = T_s \cdot V_{n\,inf} \quad (\text{m}^3/\text{zi}) \tag{4.307}$$

în care:

V_{ninf} – volumul de nămol influent în stabilizatorul de nămol calculat în bilanțul de substanțe pe linia nămolului, (m^3/zi).

d. cantitatea de oxigen necesară procesului de stabilizare aerobă din formula:

$$O_N = i_{On} \cdot N_o \quad (\text{kg}O_2/\text{zi}) \tag{4.308}$$

$$i_{On} = (0{,}15 \dots 0{,}3) \quad (\text{kg}O_2/\text{kg s. o.}) \tag{4.309}$$

în care:

N_o – definit anterior;
i_{On} – consumul de oxigen în faza endogenă, în (kg O_2/kg s.o.).

e. capacitatea de oxigen necesară:

$$\overline{CO_{nec}} = 2 \cdot O_N \quad (\text{kg}\,O_2/\text{zi}) \tag{4.310}$$

$$Q_{Naer}^{nec} = \frac{\overline{CO_{nec}} \cdot 10^3}{24 \cdot c_o' \cdot H_i} \quad (\text{N}\,\text{m}^3\text{aer/h}) \tag{4.311}$$

în care:

c_o' - capacitatea specifică de oxigenare, (g O_2/N m^3 aer, m adâncime insuflare);
Q_{Naer}^{nec} - debitul de aer necesar în condiții 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:

$$H_t = H_i + \sum h_{ri} \quad (\text{m}) \tag{4.312}$$

în care:

H_i – adâncimea de insuflare, (m);
Σh_{ri} – suma pierderilor de sarcină liniare şi locale, (m).

4.8.7.3 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. reacțiile cu constituenții anorganici includ:

Calciu: $Ca^{2+} + 2HCO_3^- + CaO \rightarrow 2CaCO_3 + H_2O$ (4.313)
Fosfor: $2PO_4^{3-} + 6H^+ + 3CaO \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + 3H_2O$ (4.314)
Dioxid de carbon: $CO_2 + CaO \rightarrow CaCO_3$ (4.315)

b. reacţiile cu constituenţii organici includ:

Acizi: $RCOOH + CaO \rightarrow RCOOCaOH$ (4.316)
Grăsimi: $Grăsimi + CaO \rightarrow Acizi\ graşi$ (4.317)

(3) Adăugarea de var crește pH-ul nămolului. Dacă este adăugat prea puțin var, pH-ul scade și reacțiile nu au loc. Este necesar var în exces.

(4) Activitatea biologică produce compuşi ca dioxidul de carbon şi acizi organici care recţionează cu varul. Dacă activitatea biologică din nămolul ce urmează a fi stabilizat nu este inhibată suficient, vor fi produse aceste componente, reducând pH-ul şi rezultând o stabilizare inadecvată.

(5) Adăugarea varului în nămol, în reacţiile iniţiale cu apa conduce la formarea varului 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; 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.

4.8.8 Deshidratarea nămolurilor

(1) Deshidratarea 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.

4.8.8.1 Deshidratarea naturală

(1) Materiile solide conținute în nămol sunt separate de faza lichidă (supernatant) prin procedee fizice: filtrarea (drenarea) și evaporația. Deshidratarea naturală se realizează, de regulă pe platforme (paturi) de uscare.

(2) Constructiv platformele de uscare se clasifică în:
a. platforme de uscare convenționale, cu pat de nisip;

b. platforme de uscare cu radier pavat;
c. platforme de uscare cu radier din materiale artificiale;
d. platforme de uscare cu vacuumare;
e. platforme de uscare cu energie solară.

(3) Încărcarea cu substanță uscată a platformelor de uscare (I_{SU}), reprezintă cantitatea de materii solide din nămol care încarcă o suprafață de 1 m^2 de platformă, în timp de un an conform relației:

$$I_{SU} = \frac{N_{inf} \cdot 365}{A_o^{PU}} \ (\text{kg s.u.}/\text{m}^2, \text{an}) \qquad (4.318)$$

în care:

N_{inf} – cantitatea zilnică de nămol influent deshidratat, exprimat în substanță uscată, (kg s.u./zi);
A_o^{PU} – aria orizontală a platformelor de uscare, (m^2).

(4) Valorile I_{SU} sunt date în funcție de tipul nămolului ce trebuie deshidratat în tabelul următor.

Tabelul 4.46. Valori ale **I_{SU}.**

Nr. crt.	Tip de nămol	Suprafața (m^2/l.e.)	Încărcarea anulă cu substanță uscată (kg s.u./m^2,an)
1	Nămol primar fermentat	0,1	120 – 150
2	Nămol fermentat din nămol primar cu nămol biologic de la filtrele percolatoare	0,12 – 0,16	90 – 120
3	Nămol fermentat din nămol primar cu nămol în exces	0,16 – 0,23	60 – 100
4	Nămol fermentat din nămol primar cu nămol rezultat în urma precipitării chimice	0,19 – 0,23	100 – 160

4.8.8.2 Deshidratarea mecanică

(1) La deshidratarea mecanică se folosesc utilaje proiectate pentru a separa partea solidă de partea lichidă a nămolului. Procesele fizice prin deshidratarea mecanică sunt: filtrarea, stoarcerea, acţiunea capilară, separarea prin centrifugare şi compactarea. Utilajele folosite sunt: centrifugele, filtrele cu bandă presă, filtrele presă, filtrele cu vacuum, filtru presă cu şnec (şurub).

(2) Gradul de separare (η_{DM}) a materiilor solidelor pentru deshidratarea mecanică a nămolului se calculează după cum urmează:

$$\eta_{DM} = \frac{(SU_{inf} - SU_s) \cdot SU_{ef}}{(SU_{ef} - SU_s) \cdot SU_{inf}} \cdot 100 \ (\%) \qquad (4.319)$$

în care:

η_{DM} - gradul de separare a materiilor solidelor (%)
SU_{inf} – materii solide din nămolul influent (% s.u.);
SU_s- materii solide din supernatant, simplificat se consideră că 10 g MTS/l reprezintă aproximativ 1% s.u. (% s.u.);
SU_{ef} – materii solide din nămolul efluent (% s.u.).

4.8.8.2.1 Deshidratarea prin centrifugare

(1) În centrifuge, forțele aplicate pot fi de la 500 până la 3.000 de ori forța gravitațională. Rezultatele separării prin forțele centrifuge conduc la migrarea materiilor solide în suspensie prin lichid spre sau în afara axei de rotație a centrifugei, migrare ce depinde de diferența de densitate dintre faza lichidă și cea solidă.

(2) Valori orientative privind gradul de separare a materiilor solide pentru diferite tipuri de nămol utilizând centrifuge în procesul de deshidratare sunt prezentate în tabelul următor.

Tabelul 4.47. Gradul de separare a materiilor solide

Tip de nămol	Materii solide din turta de nămol (%)	Grad de separare a materiilor solide (%)	
		Fără reactivi chimici	Cu reactivi chimici
NETRATAT			
Primar	25 – 35	75 – 90	> 95
Primar şi biologic rezultat de la filtrele percolatoare	20 – 25	60 – 80	> 95
Primar şi nămol în exces	12 – 20	55 – 65	> 92
NĂMOL ÎN EXCES			
Rezultat de la filtrele de precolatoare	10 – 20	60 – 80	> 92
Rezultat din procese biologice cu nămol activat	5 – 15	60 – 80	> 92
FERMENTAT PE CALE ANAEROBĂ			
Primar	25 – 35	65 – 80	> 92
Primar şi biologic rezultat de la filtrele percolatoare	18 – 25	60 – 75	> 90
Primar şi nămol în exces	15 – 20	50 – 65	> 90
STABILIZAT PE CALE AEROBĂ			
În exces	8 – 10	60 – 75	> 90

4.8.8.2.2 Deshidratarea cu filtre bandă presă

(1) Nămolul este deshidratat în etape urmărind trei faze de funcţionare: condiţionarea chimică, drenarea gravitaţională până la atingerea unei consistenţe determinate şi compactarea în zona de presare. Figura 4.30 prezintă schema unui filtru cu bandă presă.

(2) Condiţionarea chimică cu polimeri organici este des utilizată, pentru deshidratarea gravitaţională şi deshidratarea sub presiune de către filtrele cu bandă presă. 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 presă: 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 presă 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 4.48 sunt indicate performanţele filtrelor cu bandă presă.

(6) Evaluarea corectă a eficienţei filtrului cu bandă presă 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) Evaluarea performanţelor filtrelor cu bandă presă se realizează luând în considerare cantitatea şi calitatea filtratului şi efectul lor asupra sistemului de epurare a apelor uzate.

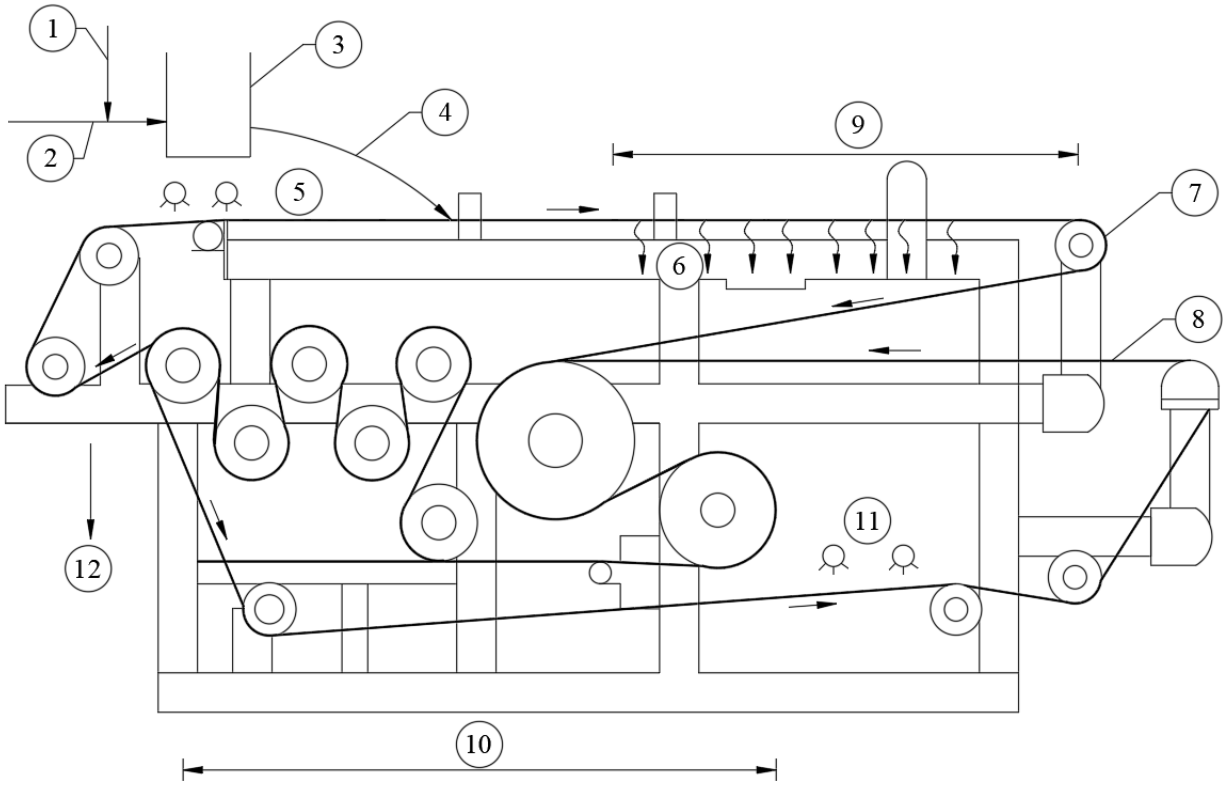


Figura 4.30. Filtru bandă presă.
Notații: 1. Polimer; 2. Nămol; 3. Bazin de floculare; 4. Nămol influent; 5. Spălarea benzii superioare; 6. Filtrat; 7. Bandă superioară; 8. Bandă inferioară; 9. Zonă de filtrare; 10. Zonă de deshidratare; 11. Spălarea benzii inferioare; 12. Turte de nămol deshidratate.

Tabelul 4.48. Încărcări, doze polimer - filtre bandă presă.

Tip de nămol	Materii solide (%)	Încărcarea pe m de lățime de bandă (%)		Doze polimer la materii solide din nămol (g/kg)	Materii solide (%)	
		$dm^3/s,m$	kg/h,m		Uzual	Domeniul de variație
Primar brut	3 – 7	1,8 – 3,2	360 – 550	1 – 4	28	26 – 32
Activat în exces	1 – 4	0,7 – 2,5	45 – 180	3 – 10	15	12 – 20
Primar + Activ în exces (50 : 50)	3 – 6	1,3 – 3,2	180 – 320	2 – 8	23	20 – 28
Primar + în exces (40:60)	3 – 6	1,3 – 3,2	180 – 320	2 – 10	20	18 – 25
Primar + nămol de la filtrele precolatoare	3 – 6	1,3 – 3,2	180 – 320	2 – 8	25	23 – 30
Fermentat anaerob						
Primar	3 – 7	1,3 – 3,2	360 – 550	2 – 5	28	24 – 30
Activat în exces	3 – 4	0,7 – 2,5	45 – 135	4 – 10	15	12 – 20
Primar + Activ în exces	3 – 6	1,3 – 3,2	180 – 320	3 – 8	22	20 – 25
Fermentat aerob						
Primar + Activ în exces, neconcentrat	1 – 2	0,7 – 3,2	135 – 225	2 – 8	16	12 – 20
Primar + Activ în exces, concentrat	4 – 8	0,7 – 3,2	135 -225	2 – 8	18	12 – 25
Nămol activ în exces cu insuflare de oxigen	1 – 3	0,7 – 2,5	90 – 180	4 – 10	18	15 – 23

4.8.8.2.3 Deshidratarea cu filtre presă

(1) Sistemul de filtre presă produce turte care sunt mult mai bine deshidratate până la 65% umiditate. Filtrele presă se pot adapta la caracteristicile variabile ale materiilor solide, au o 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. Având în vedere conţinutul ridicat de substanţă uscată a turtelor rezultate de la filtrele presă, aceste turte 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 (Figura 4.31). 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.

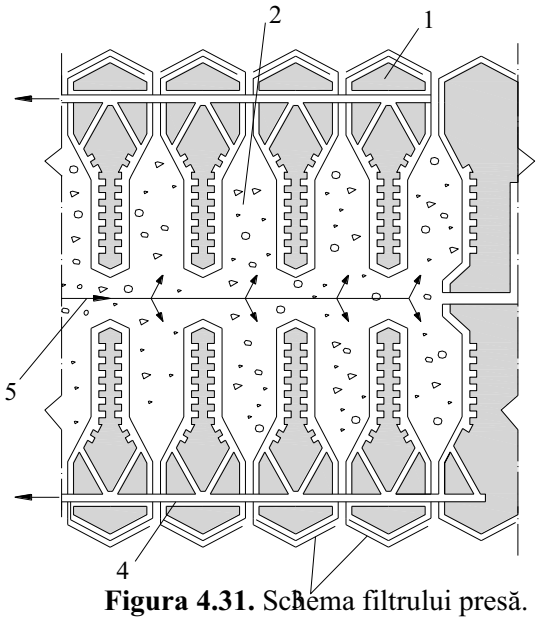


Figura 4.31. Schema filtrului presă.
Notaţii: 1 – plăci încastrate; 2 – cameră de filtru; 3 – filtru de pânză; 4 – conducte interne de evacuare nămol; 5 – orificii.

(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 pompa este oprită, aerul comprimat este utilizat pentru drenarea supernatantului. Etapa de filtrare este oprită de un cronometru (programat pentru perioada de

presiune maximă) și atunci când filtratul îndeplinește o încărcare pe suprafața de filtrare după cum urmează:

i. condiționat cu polimer: 5 – 10 l/m^2,h;
ii. condiționat 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 trage fiecare turtă individual; pentru un filtru cu 100 de camere, perioada de descărcare a turtelor de nămol este între 15 – 45 minute; această etapă trebuie supravegheată deoarece, datorită condiționării chimice a nămolurilor, turtele de nămol pot fi lipicioase și greu de îndepărtat de pe plăcile filtrului;
e. **etapa de curățare**: curățarea plăcilor filtrului; spălarea se face la fiecare 10 – 15 cicluri de filtrare în cazul nămolurilor condiționate cu polimeri și la fiecare 30 – 40 de cicluri în cazul condiționării cu reactivi minerali; instalațiile de spălare pot funcționa nesupravegheate în cazul unităților de deshidratare de capacitate mare; perioada de spălare este de 2 – 3 ore; în cazul utilizării unei cantități mari de var pentru condiționare, plăcile filtrului trebuie curățate la fiecare 500 de cicluri cu soluție HCl 5 – 7 %.

(6) Consumul energetic al unui filtru – presă este redus: 25 – 35 kWh/t s.u.

(7) În tabelul următor sunt prezentate valori privind consumul de polimer și conținutul de substanță uscată al nămolurilor deshidratate cu filtre presă.

Tabelul 4.49. Consum polimer, conținut substanță uscată - filtre presă.

Nr. crt.	Tipul de nămol	Conținut de s.u. nămol influent (% s.u.)	Raportul $FeCl_3$/s.u. (%)	Consum polimer (kg /t s.u)	Conținutul de s.u. nămol efluent (%)	Durata ciclului* (h)
1	Nămol de la stabilizare aerobă	4 – 5	2 – 5	5 – 7	25 – 29	3 – 4
2	Nămol proaspăt de la SE cu raportul np/nb = 70/30	4,5 – 6	2 – 3	3 – 4	33 – 36	2 – 3
3	Nămol proaspăt de la SE cu raportul np/nb = 50/50	4 – 5	3 – 4	5 – 6	30 – 34	2,5 – 3,5
4	Nămol fermentat de la SE cu raportul np/nb = 50/50	3 – 4	4 – 5	3 – 4	30 – 34	3 – 4

*Pentru o turtă de 30 mm grosime; np – nămol primar; nb – nămol biologic;

(8) Dimensionarea filtrelor presă constă în parcurgerea pașilor următori. Datele de bază sunt:
a. Cantitatea de suspensii solide (nămol și reactivi de condiționare): M = kg s.u./zi;
b. Ciclul de funcționare (T) necesar pentru a decide numărul de cicluri K care să pot fi utilizate zilnic;
c. Substanță uscată medie în conținutul turtei; S_F (% s.u.).

(9) Capacitatea totală a camerelor de filtrare:

$$V_T = \frac{M}{K \cdot S_F \cdot \rho_d} \quad (dm^3) \qquad (4.320)$$

în care:

M, S_F, K – definite anterior;
ρ_d – densitatea turtei, (kg/dm^3);

(10) Schema tehnologică pentru deshidratarea cu filtre presă se prezintă în Figura 4.32.

(11) Tehnologia deshidratării nămolului din stația de epurare cu filtre presă se adoptă:
a. în condițiile impuse pentru umiditatea nămolului livrat de stația de epurare la w = 65 – 70%;

b. cantităţi de nămol care să permită obţinerea unor indicatori economici/energetici favorabili; 25 – 35 kWh/ t ss.

(12) În operarea filtrelor presă se impune asigurarea spălării la 10 – 15 cicluri în cazul condiţionării cu polimer, 30 – 40 cicluri în cazul condiţionării cu substanţe minerale. Durata unei spălări 3 – 4 h.

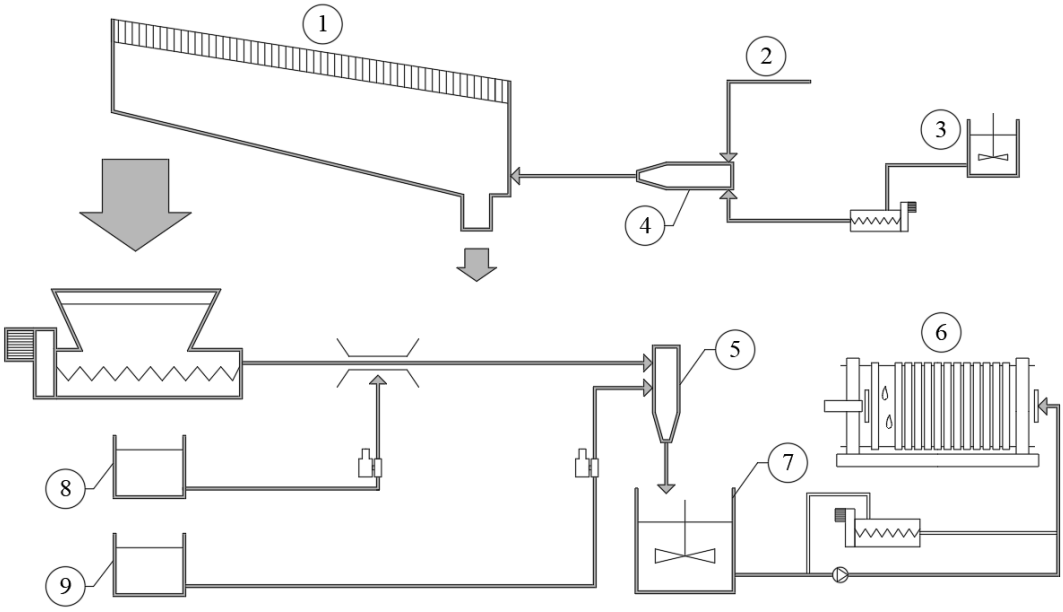


Figura 4.32. Tehnologia deshidratării cu filtre presă.

Notaţii: 1. Îngroşare; 2. De la BNA; 3. Polimer; 4. Mixer; 5. MSC mixer; 6. Filtru presă; 7. Rezervor tampon; 8. $FeCl_3$; 9. Var sau polimer.

4.8.9 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.

4.8.9.1 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.

(7) 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.

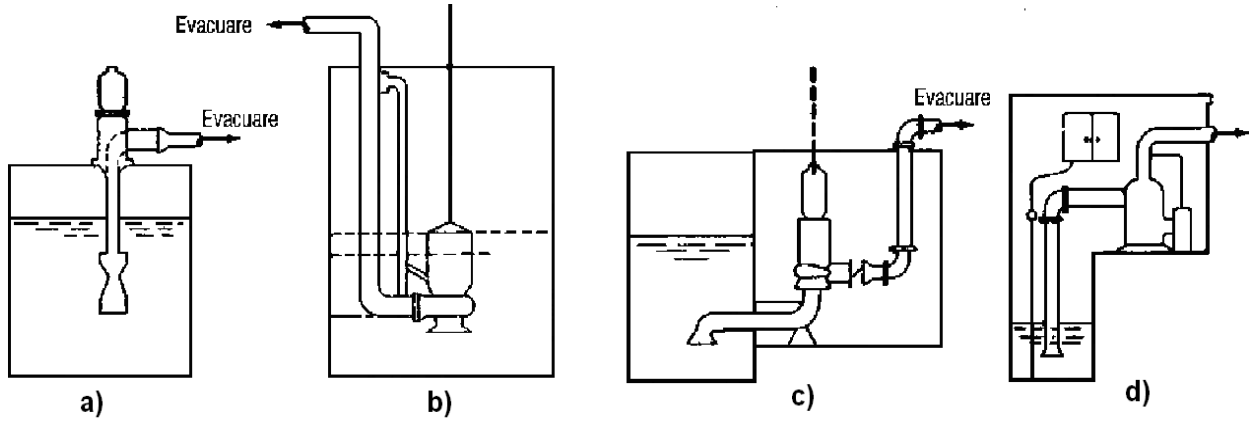


Figura 4.33. Tipuri de pompe şi staţii de pompare.

Notaţii: 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.

4.8.9.2 Elemente de proiectare a staţiilor de pompare nămol

(1) Alegerea pompelor pentru echiparea staţiei de pompare nămol presupune cunoaşterea următoarelor elemente:
   a. caracteristicile nămolului: tipul de nămol, proveniența acestuia, consistenţa, vâscozitatea;
   b. debitele vehiculate;
   c. înălţimile de pompare, calculate ținând 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. Se va avea în vedere faptul ca 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.

4.8.9.2.1 Tipuri de pompe utilizate în vehicularea nămolului

(1) Din gama pompelor utilizate pentru transportul nămolurilor fac parte pompele centrifuge, pompele cu piston, pompele cu rotor elicoidal, pompele cu diafragmă, pompele centrifuge cu cupla, pompele air-lift, pompele cu şnec, pompele cu lobi, pompele cu tocător şi pompele peristaltice.

(2) 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.

(3) În tabelul următor sunt prezentate avantajele şi dezavantajele utilizării diverselor tipuri de pompe.

Tabelul 4.50. Alegere tipuri de pompe pentru nămoluri.

Nr. crt.	Tipul pompei	Tipul de nămol	Avantaje	Dezavantaje
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 antiretur, 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 particule solide de diametru maxim 10 mm	-Sunt pompe autoamorsante - Acţiunea pulsatorie poate ajuta la concentrarea nămolului în başele din amonte de pompe şi repun în suspensie materiile solide în conducte când se pompează la viteze mici -Exploatare simplă	-Depind de procesele aval, debitul pulsatoriu poate să nu fie acceptat. -Necesită o sursă de aer comprimat. -În timpul 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 șnec	-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 antiretur 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 lubrifiant pentru a se reduce încălzirea şi uzarea furtunului

(4) În figurile următoare sunt prezentate tipurile de pompe utilizate pentru pomparea nămolurilor.

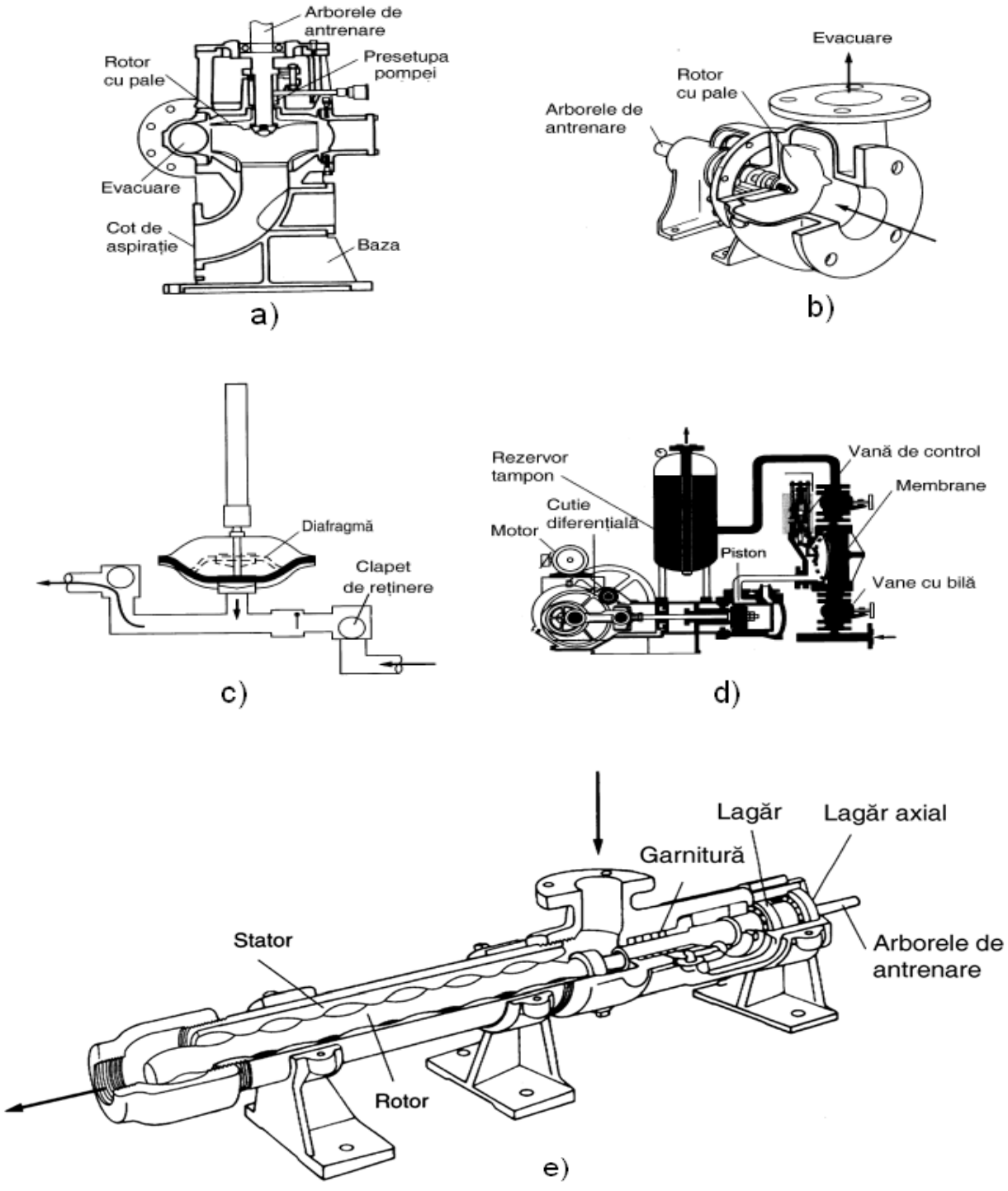


Figura 4.34. Tipuri de pompe utilizate pentru pomparea nămolului.
Notații: a)pompă centrifugă; b) pompă centrifugă cu cuplă; c) pompă centrifugă cu diafragmă; d) pompă cu piston de înaltă presiune; e) pompă cu rotor elicoidal;

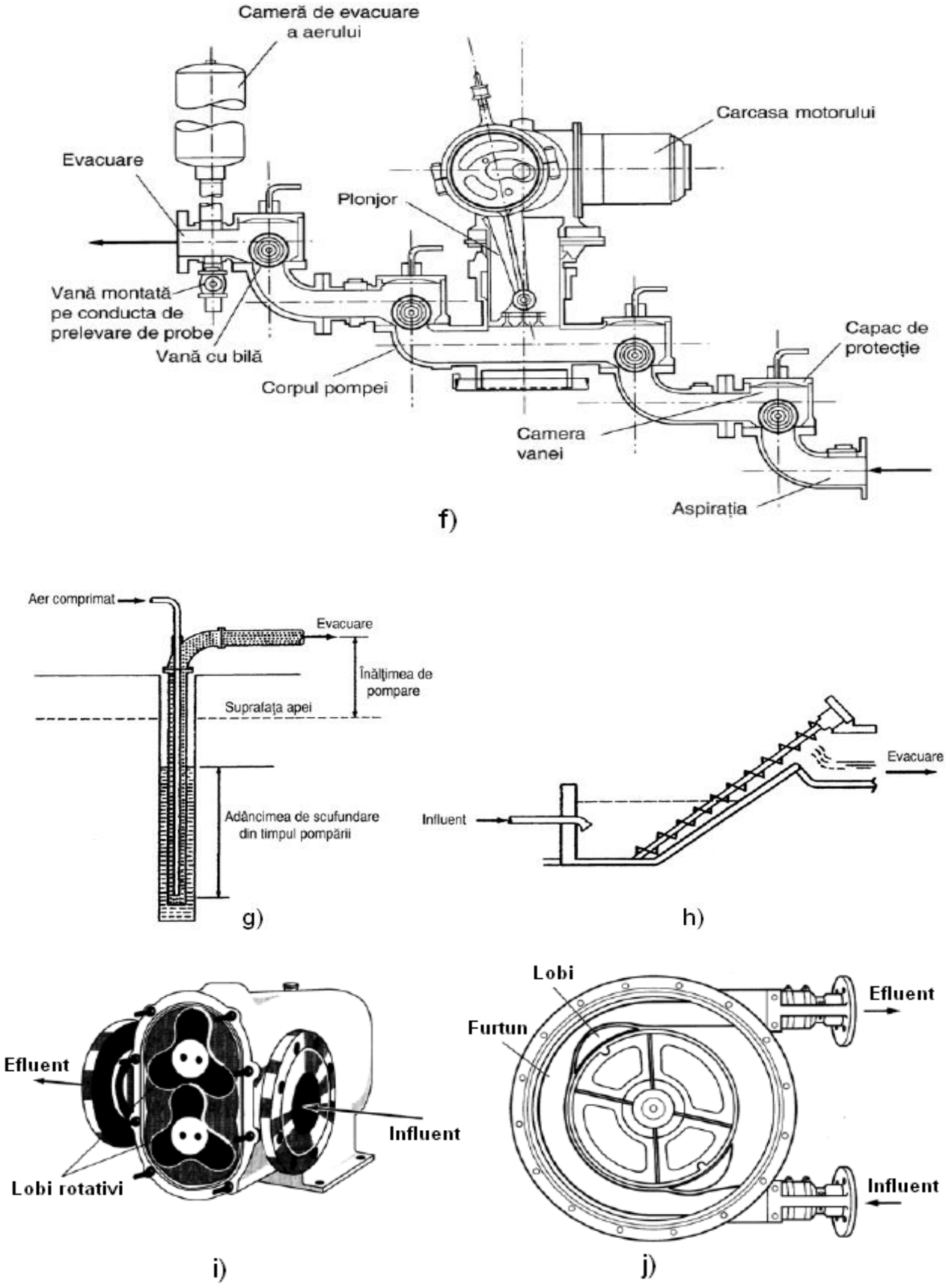


Figura 4.35. Tipuri de pompe utilizate pentru pomparea nămolului.
Notații: f) pompă cu piston plonjor; g) pompă air-lift; h) pompă cu șurub; i) pompă cu lobi rotativi; j) pompă cu furtun.

4.8.10 Uscarea nămolurilor

(1) Uscarea nămolului se realizează prin evaporarea apei şi reducerea umidităţii la un conţinut de substanță uscată superior celei obținute prin deshidratare mecanică. Prin uscarea nămolului se reduc costurile de transport și depozitare prin obținerea unor volume de nămol reduse, se distrug agenții patogeni şi se extinde aria de utilizare.

(2) Turtele uscate de nămol pot fi utilizate ca material fertilizator sau pentru îmbunătăţirea calităţii solului sau pentru incinerare.

(3) Tehnologia uscării realizează eliminarea prin evaporare a apei interstițiale prezentă în nămoluri.

(4) Factorii care influențează transferul caldurii de la agentul termic la nămolul sunt: temperatura, umiditatea, suprafața expusă proprietățile fizice ale nămolului, mixarea, timpl de uscare.

(5) Eficiența de uscare depinde de:
   a. suprafața expusă mediului de uscare;
   b. coeficientul de transfer termic;
   c. diferența de temperatură și umiditate dintre mediul uscat şi suprafața umedă a nămolului.

(6) Uscarea poate fi:
   a. parțială: 10-30% umiditate;
   b. totală: 5-10% umiditate.

(7) Uscarea este aplicată nămolurilor deshidratate.

(8) Uscarea poate fi:
   a. prin convecție (directă); nămolul se află în contact cu gazul fierbinte;
   b. prin conducție (indirectă); aportul caloric se realizează prin suprafețe de schimb încălzite de vapori;
   c. prin radiere (lămpi cu infraroșu, rezistențe electrice).

(9) În toate cazurile coeficienții de transfer termic, respectiv puterea de emisie a suprafeței de uscare sunt date de producătorii utilajelor respective.

(10) Utilajele de uscare a nămolului sunt grupate după cum urmează:
   a. utilaje directe – produc nămol cu continut de 90 – 95% SU:
      i. prin pulverizare;
      ii. rotative;
      iii. cu pat fluidizat.
   b. utilaje indirecte produc nămol cu 65 – 95% SU:
      i. utilaje cu palete;
      ii. utilaje cu discuri;
      iii. utilaje tip evaporator.
   c. utilaje de uscare combinate.

(11) Alegerea tipului de utilaj de uscare și capacitatea acestuia se face pe baza calității nămolului influent în treapta de uscare și a cerințelor privind nămolul uscat.

4.8.11 Incinerarea nămolurilor

(1) Incinerarea nămolului este o transformare parţială sau totală a substanţelor organice în produşi oxidaţi (dioxid de carbon, apă şi cenuşă) sau oxidare parţială şi volatilizarea substanţelor organice prin arderea în prezenţa oxigenului.

(2) Termenul de incinerare se referă la reducerea concentrației de substanţei organice la temperatură ridicată în prezenţa excesului de aer. Nămolul deshidratat cu 20-30 % SU, poate fi incinerat cu combustibili auxiliari. Turtele uscate cu 30-50 % SU sau chiar mai mult pot întreţine arderea.

(3) Incinerarea nămolurilor provenite de la staţiile de epurare permite:
   a. recuperarea/valorificarea puterii calorice a acestora;
   b. recuperarea la o calitate la care să poată fi valorificat (cu concentraţii cât mai reduse de metale grele şi micropoluanţi organici).

(4) Produşii arderii complete sunt dioxidul de carbon, vaporii de apă, dioxidul de sulf şi cenuşa.

(5) Valoarea puterii calorice a nămolului influent reprezintă cantitatea de căldură ce poate fi utilizată pe unitatea de masă de s.u. Valoarea puterii calorice depinde de procentul în care se găsesc hidrogenul, carbonul, oxigenul şi sulful. Carbonul transformat în dioxid de carbon are o putere calorică de 3,4 x 104 kJ/kg s.u., hidrogenul are o putere calorică mai mare de 14,4 x 104 kJ/kg s.u, iar sulful are o putere calorică de 1,0 x 104 kJ/kg s.u.

(6) Există mai multe tipuri de incineratoare:
   a. cuptoare cu vetre multiple care are trei zone (uscare, incinerare, răcire) şi care permite:
      i. concentraţie nămol influent > 15%s.u.;
      ii. cantitate medie nămol influent: 40 kg/m^2,h;
      iii. necesar combustibil suplimentar daca nămolul are între 15% şi 30% s.u.
   b. incineratoare cu pat fluidizat care conţin un strat de nisip de aproximativ 0,8 m care se amestecă cu nămolul şi formează patul fluidizat. Datorită suprafeţei de contact ridicate, eficienţa termică este ridicată;
   c. condiţionare termică cu radiaţie infraroşu;
   d. incineratoare cu pat fluidizat şi proces de zgurificare.

(7) Alegerea soluţiei de uscare/incinerare a nămolurilor din staţiile de epurare se face în cadrul strategiei nămolului pe baza criteriilor:
   a. fiabilitate economică: costuri de investiţie, energie încorporată;
   b. criterii tehnice: adoptarea celor mai bune soluţii;
   c. criterii ecologice: influenţe minime asupra mediului, recuperarea produşilor de interes (fosfor).

4.8.12 Alte procese termice de tratare a nămolurilor

(1) Pentru tratarea termică a nămolurilor se pot aplica şi alte procese printre care se menţionează:
   a. piroliza – tratarea termică a nămolului la temperaturi uzuale în domeniul (650 – 700 °C) în absenţa oxigenului;
   b. procese combinate care presupun trepte succesive de tratare la temperaturi similare pirolizei sau mai mari, până la 1100 °C.

(2) Scopul acestor procese este recuperarea pe de o parte a energiei înglobate în nămol dar şi recuperarea fosforului în scopul reutilizării acestuia.

(3) Criteriile de dimensionare şi condiţiile de aplicare ale acestor procese se stabilesc de la caz la caz, în funcţiile de caracteristicile nămolului şi de rutele de valorificare ale subprodusilor rezultaţi din proces.

4.8.13 Compostarea nămolurilor împreună cu deşeurile menajere

(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 agenților patogeni, maturarea și uscarea materialului compostat. Aproximativ 20–30 % din materiile volatile sunt transformate în dioxid de carbon și apă.

(2) Procesul de compostare se poate desfășura în medii aerate sau în medii neaerate. Compostarea aerobă accelerează descompunerea materialului având ca rezultat creșterea temperaturii necesare reducerii agenților patogeni și reduce cantitatea de gaze mirositoare ce rezultă în timpul procesului.

(3) Pot fi compostate nămoluri brute, fermentate sau stabilizate pe cale chimică. Nămolurile stabilizate prin fermentarea aerobă sau anaerobă înainte de a fi compostate, pot duce la reducerea suprafeței de compostare cu 40%.

(4) Factorii care stabilesc alegerea procesului de compostare sunt:
   a. producția zilnică de nămol;
   b. suprafața necesară desfășurării procesului;
   c. proprietățile nămolului, tipul proceselor și echipamentelor de prelucrare a nămolului utilizate în amonte.

(5) Etapele procesului de compostare:
   a. amestecul nămolului cu materialul de umplutură;
   b. descompunerea, aerarea amestecului prin mijloace mecanice, prin insuflare de aer sau ambele;
   c. maturarea și depozitarea care permite desfășurarea fenomenului de stabilizare a nămolului și răcirea compostului;
   d. post–procesarea (sitarea pentu îndepărtarea materialului nebiodegradabil și mărunțirea acestuia);
   e. valorificarea.

(6) O parte din produsul final este recirculat pentru o condiționare mai bună a amestecului format din nămol și material de umplutură.

4.8.14 Depozitarea nămolurilor

(1) Nămolul lichid este depozitat în rezervoare pentru nămol sau lagune de nămol. Rezervoarele de depozitare pentru nămolurile lichide se prevăd cu:
   a. dispozitive de amestec sau de raclare pentru radierele ușor înclinate;
   b. mijloace pentru îndepărtarea supernatantului și a eventualelor depuneri.

(2) Depozitarea nămolului deshidratat se face pe platforme prevăzute cu:
   a. platformă impermeabilă;
   b. învelitoare;
   c. colectarea supernatantului.

(3) Se recomandă un timp de depozitare pe platformele de nămol de 6 luni.

4.8.15 Valorificarea nămolurilor

(1) Rutele de valorificare a nămolurilor din stația de epurare sunt:
   a. utilizarea în agricultură/silvicultură (conform legislației în vigoare);
   b. depozitarea în depozite ecologice de deșeuri;
   c. uscare/incinerare cu recuperarea energiei și a compușilor de interes (fosfor).

(2) În Tabelul 4.51 se prezintă în sinteză elementele care stau la baza alegerii scenariilor de valorificare a nămolurilor, precum și avantajele și dezavantajele celor 3 opțiuni.

Tabelul 4.51. Scenarii de valorificare a nămolurilor provenite de la stațiile de epurare.

Nr. crt.	Scenariu	Aspecte operaționale	Costuri	Avantaje	Dezavantaje/Restricții
1.	Agricultură/sivi cultură direct sau biocompost	– transport – împrăștiere nămol – verificarea calității nămolului – verificarea calității solului – tehnologia de împrăștiere nămol – depozitare temporară	– transport – împrăștiere nămol – testare nămol-sol – investiții privind tehnologia de împrăștiere	– Investiții reduse – Depozitarea unor volume mari de nămol – Conduce la creșterea valorii terenurilor – Refacerea terenurilor degradate – Reducerea utilizării îngrășămintelor chimice – Soluție pe termen mediu	– Disponibilitatea terenului – Siguranța redusă – Restricții date de compoziția solurilor (nutrienți, metale) – Monitorizarea continuă a calității solurilor, nămolurilor și produselor obținute – Dependența sezonieră și climatică – Efecte pe termen lung asupra solului și apelor subterane – Dependența de tipul culturilor
2.	Depozitarea nămolului de epurare la depozite ecologice	– transportul la unul sau mai multe depozite de deșeuri	– deshidratare ≥ 35% SU – costuri operare instalație deshidratare – transport – depozitare	– Costuri de investiție scăzute – Depozitarea unor volume mari de nămol – Costuri relativ scăzute de operare – Posibilitatea utilizării imediate	– Directive viitoare de depozitare a deșeurilor – Dependența de capacitatea de depozitare – Reevaluare anuală – Reduce durata de operare a depozitului
3.	Uscare/ incinerare	– utilaje complexe și sisteme de evitare risc poluare atmosferică – energie suplimentară	– cost instalație deshidratare/uscare – cost instalație de incinerare	– Soluție pe termen lung – Siguranța în proces – Reducerea cantităților de nămol – Recuperare energie – Reutilizarea cenușii – Se pot elimina procesele de fermentare – Recomendat managementul integrat cu deșeuri urbane	– Costuri de investiție mari – Emisii în atmosferă: necesare tehnologii performante – Necesitate evaluare regională – Eficiența energetică depinde de calitatea nămolului

4.9 Elemente tehnologice de legătură între obiectele staţiei de epurare

(1) Elementele tehnologice de legătură între obiectele staţiei de epurare 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.

(5) 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.

(6) 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.

(7) Când obiectele staţiei de epurare sunt supraterane, conductele şi canalele vor fi sprijinite pe stâlpi sau diafragme cu fundaţii izolate amplasate în teren sănătos.

(8) 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.

(9) 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.

(10) La ramificaţii sau la tronsoane mai lungi de 200 m ale conductelor de nămol precum şi la curbele la 90º pe conducte de diametre mici (D_n100 … D_n200 mm) se prevăd piese de curăţire amplasate într-un cămin de vizitare.

(11) 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.

(12) 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).

(13) La dimensionarea camerelor de distribuţie se va considera deversarea neînecată peste pereţi de lungime egală (sau inegală, după caz).

(14) 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.

(15) Se recomandă ca la staţiile mari de epurare, camerele de distribuţie să fie definitivate în urma unor încercări pe model.

(16) Funcţie de amplasarea lor pe verticală, camerele de distribuţie trebuie prevăzute cu balustrade de protecţie în scopul evitării accidentelor.

4.10 Exploatarea staţiilor de epurare

4.10.1 Elaborarea manualului de operare

(1) Exploatarea staţiei de epurare cuprinde totalitatea operaţiunilor şi activităţilor efectuate de către personalul angajat în vederea funcţionării corecte a staţiei de epurare în scopul obţinerii, în final, a unui efluent epurat care să respecte indicatorii de calitate impuşi de normele legale în vigoare.

(2) Ţinând seama de mărimea staţiei de epurare (debit), tehnologia adoptată, componenţă (construcţii, instalaţii, obiecte tehnologice), gradul de automatizare a proceselor şi dotarea cu aparatură automată de măsură şi control a unor indicatori de calitate şi proces ai apei uzate, pentru exploatarea şi întreţinerea corespunzătoare a staţiei de epurare la nivelul parametrilor de funcţionare prevăzuţi în proiect este necesară elaborarea unui Manual de operare care să conţină principalele reguli, prevederi şi proceduri necesare funcţionării corecte a acesteia.

(3) Manualul de operare se elaborează de antreprenor şi se completează pe parcursul funcţionării staţiei de epurare de către beneficiar (primărie, regie de gospodărie comunală, societate privată etc.) sau de operatorii de servicii.

(4) După definitivare, Manualul de operare se probă de către Consiliul de administraţie al unităţii care exploatează Staţia de epurare şi de către autorităţile locale (primărie, consiliul local, consiliul judeţean etc.).

(5) Manualul de operare se completează şi reaprobă de fiecare dată când în Staţia de epurare 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. Manualul de operare poate fi reactualizat ţinînd seama de experienţa acumulată în decursul perioadei de exploatare anterioară.

(6) Prevederile Manualului de operare se aplică integral şi în mod permanent de către personalul de operare şi întreţinere. Personalul va fi examinat periodic, la intervale de cel mult un an sau ori de câte ori se constată o insuficientă cunoaştere a procedurilor de operare, situaţie care ar putea conduce la o exploatare sau o întreţinere necorespunzătoare a construcţiilor şi echipamentelor din Staţia de epurare.

(7) Manualul de operare cuprinde în mod detaliat descrierea construcţiilor şi instalaţiilor, modul în care sunt organizate activităţile de operare şi întreţinere, responsabilităţile pentru fiecare formaţie de lucru şi loc de muncă, măsurile igienico - sanitare şi de protecţia muncii, de apărare împotriva incendiilor, sistemul informaţional adoptat, evidenţele ce trebuie ţinute de către personalul de exploatare, modul de conlucrare cu alte societăţi colaboratoare, cu beneficiarul etc.

(8) Manualul de operare conține următoarele capitole și anexe:

I. Introducere
   a. Generalități privind investiția.
   b. Scopul manualului.
   c. Tabel de abrevieri.

II. Descrierea procesului
   a. Descrierea soluției tehnice implementată pentru stația de epurare (fluxul tehnologic, debite influente în stația de epurare, parametri de calitate influent, parametri de calitate efluent, încărcarea organică, cerințe privind tratarea nămolului).

b. Descrierea procesului tehnologic pe trepte de epurare și a obiectelor tehnologice; precizarea parametrilor de proiectare.

III. Activităţi generale de punere în funcţiune
   a. Pregătirea pentru pornirea stației de epurare (instruirea personalului de exploatare și operare la birou și pe stația de epurare).
   b. Verificarea stației de epurare (verificarea constructivă, verificarea mecanică, verificarea hidraulică, verificarea instrumentației).
   c. Pornirea stației de epurare cu apă curată (verificarea etanșeității construcțiilor, verificarea funcționării echipamentelor, testul de oxigenare).
   d. Pornirea stației de epurare cu apă uzată (pornitra treptei mecanice, pornirea treptei biologice, pornirea treptei de tratare a nămolului)

IV. Condiţiile de operare şi control: modurile de operare şi succesiunile operaţionale ale echipamentelor şi sistemului în funcţionare:
   a. Filozofia de control.
   b. Modurile de operare şi succesiunea operaţională a echipamentelor.
   c. Controlul procesului/asigurarea calităţii/controlul calitaţii:
      i. Consideraţii privind parametri specifici.
      ii. Parametri de proces şi controlul calităţii.
      iii. Program de determinare a parmetrilor de calitate online şi în laborator.

V. Proceduri pentru remedierea defecţiunilor care apar în staţiile de epurare, pe baza manualelor de operare şi întreținere a echipamentelor.

VI. Închiderea normală şi de urgenţă
   a. Închiderea normală a fiecărui obiect tehnologic în vederea executării reviziilor tehnice.
   b. Închideri când apar urgențe (vane de siguranţă, praguri deversoare – comutatoare de presiune, dispozitive de alarmă).

VII. Scenarii de avarii și operabilitate (Studiu Hazop):
   a. Obiectul tehnologic/echipamentul.
   b. Abaterea.
   c. Cauza posibilă.
   d. Consecința (considerată fără măsuri de siguranță).
   e. Măsuri de siguranță.
   f. Acțiuni suplimentare.

VIII. Baza legală de identificare, de evaluare şi de prevenire a incidentelor şi accidentelor de muncă în exploatare a stațiilor de epurare urbane
   a. Simboluri de siguranță folosite.
   b. Riscuri privind securitatea și sănătatea în muncă (SSM) specifice în exploatare:
      i. Factori de risc identificați pentru fiecare funcție.
      ii. În ceea ce privește mediul de muncă.
      iii. În ceea ce privește sarcina de muncă.
      iv. În ceea ce privește executantul.
   c. Baza legală de identificare, de evaluare şi de prevenire a incidentelor şi a accidentelor de muncă în exploatarea stațiilor de epurare.
   d. Semnalizarea de securitate la stațiile de epurare.
   e. Măsuri de acordare a primului ajutor în caz de accidente.
   f. Echipamentele individuale de protecție recomandate.

ANEXE:
   a. Planurile de situaţie şi schemele funcţionale.
   b. Lista pieselor de schimb.
   c. Program de întreținere planificată a echipamentelor .
   d. Manualele de operare și întreținere a utilajelor şi echipamentelor montate în sistem.

4.10.2 Exploatarea şi urmărirea funcţionării staţiei de epurare

(1) Exploatarea staţiei de epurare începe odată cu punerea în funcţiune cu apă uzată şi efectuarea lucrărilor de recepţie şi intră în regim normal de funcţionare după primirea avizului de funcţionare, atunci când apa uzată epurată a atins parametrii optimi de evacuare conform Autorizaţiei de gospodărire a apelor, emisă de Administraţia Naţională „Apele Române", cu o stabilitate minimă de 14 zile consecutive, respectând normele în vigoare (norma tehnică NTPA 011).

(2) Exploatarea staţiei de epurare ape uzate municipale se face pe baza Manualului de operare şi a procedurilor. Procedurile de operare sunt acţiuni detaliate ale fiecărui segment al planului de control a procesului. Aceste proceduri, pot fi dezvoltate de personalul staţiei de epurare sau de consultanţi externi, specializaţi în operarea staţiilor de epurare.

(3) Procedurile sunt scrise cu instrucţiuni directe despre efectuarea fiecărei acţiuni, (acţiune care este obligatorie, nu sugerată). Procedura cuprinde:
   a. denumirea procedurii;
   b. numărul şi data emiterii;
   c. scopul şi domeniul de aplicare;
   d. responsabilităţi de punere în aplicare (department, funcţie etc.);
   e. descrierea pas cu pas a procedurii;
   f. semnătura celui care a întocmit procedura.

(4) Concluziile documentului de recepţie provizorie a lucrărilor se înlocuiesc după un an cu concluziile finale cuprinse într-un Raport final privind funcţionarea staţiei de epurare. Raportul final se întocmeşte pe baza înregistrărilor din Baza de date, pentru staţiile monitorizate prin SCADA şi/sau pe baza înregistrărilor din Registrul staţiei de epurare la care vor fi ataşate Rapoartele de încercări cu parametrii de calitate a apelor uzate influente şi efluente, elaborate de un laborator acreditat.

(5) Urmărirea staţiei de epurare are drept scop buna funcţionare a acesteia, precum şi colectarea de date (un istoric) care să ajute la optimizarea funcţionării acesteia. Urmărirea funcţionării staţiei se poate împărţi în două grupe:
   a. urmărirea generală a funcţionării staţiei de epurare;
   b. urmărirea funcţionării fiecărui obiect tehnologic al staţiei de epurare.

(6) Urmărirea generală a funcţionării staţiei presupune:
   a. comportarea elementelor constructive în timpul exploatării, abaterile înregistrate şi modul de soluţionare;
   b. funcţionarea aparaturii de măsură şi control, inclusiv a senzorilor de calitate şi proces;
   c. funcţionarea echipamentelor, ore de funcţionare, abaterile înregistrate şi modul de soluţionare;
   d. debitele de apă uzată: orare, mediile săptămînale şi lunare şi variaţiile acestora în timp;
   e. calitatea apelor uzate brute şi epurate, variaţiile parametrilor în timp, abaterile înregistrate şi modul de soluţionare;
   f. verificarea măsurilor luate pentru funcţionare în cazuri extreme (precipitaţii abundente, deversări ape industriale etc.);
   g. controlul stocului de reactivi;
   h. verificarea pregătirii profesionale a personalului;
   i. modul în care sunt distribuie sarcinile personalului şi modul de primire a serviciilor şi de raportare a îndeplinirii;
   j. existenţa materialului de protecţia muncii;
   k. controlul stării de sănătate a personalului de exploatare;
   l. respectarea măsurilor de protecţia muncii şi a măsurilor de igienă;
   m. controlul indicatorilor de performanţă a staţiei:
      i. calitatea apei şi a nămolului (numărul de zile cu parametri depăşiţi);

ii. cauzele producerii depăşirilor (măsuri luate, efecte);
iii. debitul de apă epurat;
iv. consumul de energie, kWh/m^3;
v. consumul de reactivi, g/m^3;
vi. starea reparaţiilor începute în staţia de epurare şi compararea cu graficul de execuţie;
vii. controlul penalizărilor date pentru neconformare.

(7) Pentru urmărirea funcţionării fiecărui obiect tehnologic al staţiei de epurare se respectă prevederile din Manualul de operare.

(8) Recomandările privind analizele uzuale efectuate pentru urmărirea funcționării obiectelor tehnologice din stația de epurare și menținerea în parametrii optimi a proceselor tehnologice din stația de epurare sunt prezentate în tabelul următor.

Tabelul 4.52. Recomandări privind punctele de recoltare, analize uzuale efectuate, frecvențele de prelevare și tipul de eșantion necesar pentru procesele din stațiile de epurare a apelor uzate.

Obiect tehnologic	**Locul prelevării**	**Parametri**	**Probă**		
			Laborator		**Senzori[1]**
			Frecvența	**Tip**	**Frecvența**
Deznisipator – separator de grăsimi aerat	nisip	s.u	1/săptămână	compozită[2]/24h	
		S.V.	1/săptămână	compozită[2]/24h	
Decantor primar	influent	CBO_5	1/zi	compozită[2]/24h	
		CCO-Cr	1/zi	compozită[2]/24h	
		MTS	1/zi	compozită[2]/24h	
		pH	1/zi	compozită[2]/24h	
		NH_4^+	1/zi	compozită[2]/24h	
		N_T sau NTK	1/zi	compozită[2]/24h	
		P_T	1/zi	compozită[2]/24h	
	efluent	CBO_5	1/zi	compozită[2]/24h	Senzor substanțe organice (CCO-Cr sau CBO_5) -la 2 ore-
		CCO-Cr	1/zi	compozită[2]/24h	
		MTS	1/zi	compozită[2]/24h	Senzor MTS -la 2 ore-
		pH	1/zi	compozită[2]/24h	Senzor pH -continuu-
		NH_4^+	1/zi	compozită[2]/24h	Senzor azot (N-NH_4; N_T) -la 2 ore-
		N_T sau NTK	1/săptămână	compozită[2]/24h	
		P_T	1/zi	compozită[2]/24h	Senzor fosfor -la 12 ore-
		Conductivitate	1/zi	compozită[2]/24h	Senzor conductivitate -continuu-
	nămol primar	s.u	1/săptămână	compozită[2]/24h	
		S.V.	1/săptămână	compozită[2]/24h	
Bazine cu nămol activat	influent	CCO-Cr	1/zi	compozită[2]/24h	
		CBO_5	1/zi	compozită[2]/24h	
		MTS	1/zi	compozită[2]/24h	
		pH	1/zi	compozită[2]/24h	
		NH_4^+	1/zi	compozită[2]/24h	
		N_T sau NTK	1/zi	compozită[2]/24h	
		P_T	1/zi	compozită[2]/24h	
	conținut BNA (amestec nămol activat și apă uzată)	O.D.			Senzor O_2 dizolvat -continuu-
		temperatură			Senzor temperatură -continuu-
		MTS			Senzor MTS -continuu-

		sediment la 30 min	1/săptămână	momentană	
		IVN	1/săptămână	momentană	
		s.u.	1/săptămână	momentană	
		S.V.	1/săptămână	momentană	
		Analiza la microscop a nămolului activat	1/săptămână	momentană	
Filtru biologic/ contactori biologici	influent	CBO_5	1/zi	compozită[2]/24h	Senzor substanțe organice (CCO-Cr sau CBO_5) -la 2 ore-
		CCO-Cr	1/zi	compozită[2]/24h	
		MTS	1/zi	compozită[2]/24h	Senzor MTS -la 2 ore-
		pH	1/zi	compozită[2]/24h	Senzor pH -continuu-
		NH_4^+	1/zi	compozită[2]/24h	Senzor azot (N-NH_4; N_T) -la 2 ore-
		N_T sau NTK	1/săptămână	compozită[2]/24h	
		P_T	1/zi	compozită[2]/24h	Senzor fosfor -la 12 ore-
	efluent	OD	1/zi	momentană	
		temperatura	1/zi	momentană	
		NH_4^+	1/săptămână	compozită[2]/24h	
		NO_3	1/săptămână	compozită[2]/24h	
Decantor secundar	efluent	CBO_5	1/zi	compozită[2]/24h	Senzor substanțe organice (CCO-Cr sau CBO_5) –la 2 ore-
		CCO-Cr	1/zi	compozită[2]/24h	
		MTS	1/zi	compozită[2]/24h	Senzor MTS -la 2 ore-
		N_T sau NTK	1/zi	compozită[2]/24h	Senzor azot (N-NH_4^+;NO_3^-;N_T) -la 2 ore-
		NH_4^+	1/zi	compozită[2]/24h	
		NO_3^-	1/zi	compozită[2]/24h	
		P_T	1/zi	compozită[2]/24h	Senzor fosfor -la 12 ore-
Stabilizator de nămol	influent	s.u.	1/zi	momentană	
		S.V.	1/zi	momentană	
		pH	1/zi	momentană	
	conținut SN	pH			Senzor pH -continuu-
		temperatura			Senzor temperatură -continuu-
		O.D.			Senzor O_2 dizolvat -continuu-
		s.u.	1/zi	momentană	
		S.V.	1/zi	momentană	
	nămol stabilizat	s.u.	1/zi	momentană	
		S.V.	1/zi	momentană	
		pH	1/zi	momentană	
Rezervor de fermentare a nămolului	influent	s.u.	1/zi	momentană	
		S.V.	1/zi	momentană	
		pH	1/zi	momentană	
		alcalinitate	1/săptămână	momentană	
	conținut RFN	temperatura			Senzor temperatură -continuu-
		acizi volatili	1/săptămână	momentană	
		alcalinitate	1/săptămână	momentană	
		pH			Senzor pH -continuu-
		metale grele	1/lună	momentană	
		acizi volatili	1/săptămână	momentană	

	nămol fermentat	s.u.	1/zi	momentană	
		S.V.	1/zi	momentană	
	supernatant[3]	CCO-Cr	1/zi	momentană	
		MTS	1/zi	momentană	
		CBO_5	1/zi	momentană	
		N_T	1/săptămână	momentană	
		P_T	1/săptămână	momentană	
	biogaz	CH_4 sau CO_2	1/zi	momentană	
Concentrator de nămol gravitațional	influent	s.u.	1/zi	momentană	
	nămol concentrat	s.u.	1/zi	momentană	
	supernatant	CCO-Cr	1/zi	momentană	
		MTS	1/zi	momentană	
		CBO_5	1/zi	momentană	
		N_T	1/săptămână	momentană	
		P_T	1/săptămână	momentană	
Flotație cu aer dizolvat/filtru bandă/centrifugă/ instalație de concentrare cu tambur rotativ	influent	s.u.	1/zi	momentană	
		pH	1/zi	momentană	
	nămol concentrat	s.u.	1/zi	momentană	
		pH	1/zi	momentană	
	supernatant	CBO_5	1/zi	momentană	
		CCO-Cr	1/zi	momentană	
		MTS	1/zi	momentană	
		N_T	1/zi	momentană	
		P_T	1/zi	momentană	
		pH	1/zi	momentană	
Filtru bandă presă/ Filtru presă/ Centrifugă/	influent	s.u.	1/zi	compozită[2]/24h	
	nămol deshidratat	s.u.	1/zi	compozită[4]	
		S.V.	1/zi	compozită[4]	
	supernatant	MTS	1/zi	momentană	
		CBO_5	1/zi	momentană	
		CCO-Cr	1/zi	momentană	
		N_T	1/zi	momentană	
		P_T	1/zi	momentană	

[1]Stațiile de epurare dotate cu senzori pot monitoriza parametrii de calitate cu senzori de calitate și verifica prin analize de laborator la interval mai mari.
[2]Probă compozită - O combinație de probe individuale de apă sau de apă uzată prelevate la intervale prestabilite pentru a minimiza efectul variabilității probei individuale. Probele individuale pot fi de volum egal sau pot fi proporționale cu debitul în momentul prelevării.
[3]În cazul RFN cu evacuare de supernatant.
[4]Probă compozită formată din 3 probe momentante, din nămolul deshidratat într-o zi.

(9) Pentru efectuarea analizelor uzuale de laborator recomandate în tabelul anterior, laboratorul stației de epurare necesită o dotare minimă cu aparatură de laborator și accesorii de laborator conform tabelului următor.

Tabelul 4.53. Dotarea mfigurinimă cu aparatură de laborator și accesoriile de laborator necesare pentru efectuarea analizelor uzuale.

Nr. crt.	Denumire aparat / accesorii de laborator	Scop / Necesitate
1	Spectrofotometru UV-VIS	Necesar în determinarea diferiților indicatori la lungimi de undă variate. Se pot determina indicatorii: azot amoniacal, fosfor total / fosfați, azotiți, azotați, detergenți sintetici anionici etc.
2	Balanță analitică	Utilizată pentru cântăriri de precizie.Cântărirea cu mare precizie a cantităților de reactivi necesare preparării de soluții cu anumite concentrații. Este un instrument indispensabil în determinarea următorilor indicatori: -materii totale în suspensie (105ºC); -reziduu total filtrabil, uscat la 105ºC; -reziduu total filtrabil fix, calcinat la 550ºC;

Nr. crt.	Denumire aparat / accesorii de laborator	Scop / Necesitate
		-indicatori specifici nămolului activat.
3	Balanță tehnică	Utilizată pentru cântăriri grosiere, care nu necesită precizie foarte mare.
4	Distilator	Produce apa distilată necesară în cadrul determinărilor de laborator.
5	Etuvă termoreglabilă	Utilizată pentru tratamente termice (uscare, evaporare) aplicate probelor de apă uzată și nămol în vederea determinării unor indicatori și pentru pregătirea probelor pentru alte determinări și analize. Utilizată și pentru aducerea la greutate constantă a filtrelor, fiolelor de cântărire, creuzetelor,capsulelor etc.
6	Cuptor electric de calcinare	Utilizat la determinarea următorilor indicatori: -mineral; -volatil;
7	Termobalanță	Utilizată pentru determinarea substanței uscate din nămoluri.
8	Baie de nisip electrică	Utilizată pentru uscarea la sec și mineralizarea probelor, ca etapă intermediară în desfășurarea analizelor pentru indicatorii:reziduu filtrabil, azot total Kjeldahl etc.
9	Multiparametru: pH-metru și conductometru	Utilizat pentru determinarea pH-ului și conductivității.
10	Aparat pentru determinarea consumului chimic de oxigen	Utilizat pentru determinarea CCO-Cr.
11	Aparat pentru determinarea consumului biochimic de oxigen	Utilizat pentru determinarea CBO_5.
12	Incubator cu termostatare	Utilizat pentru asigurarea constantă a temperaturii de 20°C necesară la determinarea CBO_5.
13	Sistem de filtrare cu vid, cu pompa de vid aferentă	Utilizat pentru analiza suspensiilor totale și a reziduului filtrat.
14	Aparat Soxhlet	Utilizat pentru determinarea substanțelor extractibile în solvenți organici.
15	Microscop binocular	Observarea la microscop a biocenozei nămolului activat și a biofilmului.
16	Frigider de laborator	Păstrarea probelor de apă uzată
17	Nișă chimică	Exhaustarea vaporilor toxici rezultați de la prepararea unor reactvi.
18	Masă specială pentru balanță	Poziționarea balanței pe masă cu antivibrații.
19	Conuri gradate Imhoff cu suporții aferenți	Utilizați pentru determinarea sedimentului la 30 de minute.
20	Prelevatoare manuale de probe	Prelevare probe momentane de apă uzată, apă epurată.
23	Sticlărie de laborator aferentă (cilindri gradați, sticle de ceas, creuzet, pahare Erlenmayer și Berzelius, pipete automate, biurete automate etc.)	Necesare pentru efectuarea analizelor.

4.10.3 Măsuri de protecţie a muncii şi a sănătăţii populaţiei

4.10.3.1 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 Manualului de operare 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;
s. sistemele pentru livrarea, acumularea, depozitarea, amestecul și adaugarea substantelor chimice și a substanțelor periculoase trebuie să fie proiectate astfel încât să nu existe riscul datorat lichidelor, gazelor, vaporilor și prafului, pentru persoane și mediu.

(3) În Manualul de operare se va preciza modul în care se face instructajul personalului de specialitate, împrospătarea periodică a cunoştinţelor acestuia, afişarea la locurile de muncă a principalelor reguli de protecţia muncii, acordarea primului ajutor în caz de accidentare etc.

4.10.3.2 Protecţia sanitară

(1) Manualul de operare al staţiei de epurare va cuprinde şi prevederi referitoare la aspectele igienico-sanitare, prevederi stabilite în mod obligatoriu în colaborare cu organele locale ale inspecţiei sanitare de stat.

(2) Privitor la personalul de exploatare, conducerea administrativă va preciza felul controlului medical, periodicitatea acestuia, modul de utilizare a personalului găsit cu anumite 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 cuprinse de legislaţia 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) Societatea care exploatează şi întreţine staţiile de epurare este obligată să acorde îngrijirea necesară personalului de exploatare, în care scop:
   a. va angaja personalul de exploatare numai după un examen clinic, radiologic şi de laborator făcut fiecărei persoane;
   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. dotările pentru igienă se stabilesc în funcţie de capacitatea şi amplasamentul staţiei de epurare. Acestea trebuie să includă:
      i. spălarea şi curăţarea hainelor de protecţie, inclusiv pantofii şi cizmele;
      ii. igiena personalului (chiuvete şi duşuri);
      iii. servirea meselor şi prepararea băuturilor;
      iv. spaţii pentru efectele personale;
      v. materiale de prim ajutor.
   d. va face instructajul periodic de protecţie sanitară (igienă) conform prevederilor legale în vigoare;
   e. 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;
   f. 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);
   g. medicul societăţii care exploatează şi întreţine sistemul de canalizare este obligat să urmărească periodic (lunar) starea de sănătate a personalului de exploatare;
   h. personalul staţiei de epurare se va supune vaccinării contra tuturor bolilor transmisibile din apa uzată, impuse de Ministerul Sănătăţii, la intervalele prevăzute de instrucţiunile emise de către acesta.

(5) Funcţie de mărimea şi importanţa staţiei de epurare, beneficiarul va lua măsurile de protecţie şi securitate a muncii, precum şi de protecţie sanitară care se impun pentru cazul respectiv.

4.10.3.3 Măsuri de apărare împotriva incendiilor

(1) În general, în staţiile de epurare pericolul de incendiu poate apare în locurile şi în situaţiile în care se pot produce 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 care nu respectă, la evacuarea în reţeaua de canalizare, prevederile tehnice legale 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 respectă prevederile atât a ormelor generale de apărarea împotriva incendiilor, a normelor de apărare împotriva incendiilor specifice diverselor domenii de activitate), cât a dispoziţiilor generale de apărare împotriva incendiilor adoptate pentru anumite domenii de activitate (unităţi sanitare, clădiri de birouri, spaţii şi construcţii pentru comerţ).

(4) Dintre măsurile suplimentare care trebuie luate, se menționează mai jos câteva, specifice construcțiilor și instalațiilor din sistemul de canalizare:
   a. asigurarea ventilării corespunzătoare a camerelor 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 spațiile închise pentru a determina prezența gazelor toxice și inflamabile;
   d. interdicțiile privind utilizarea surselor de aprindere în apropierea instalațiilor, rezervoarelor de fermentare a nămolului, construcțiilor, canalelor și căminelor de vizitare unde s-ar putea produce și acumula gaze inflamabile;
   e. spaţiile, încăperile ori clădirile încadrate ca fiind locuri periculoase (tablouri electrice, zone cu instalaţii electrice de înaltă tensiune, zonele unde există pericolul de cădere/accidentare a utilizatorilor, spaţiile unde se pot acumula gaze inflamabile etc.) se marchează cu indicatoarele de securitate prevăzute în Hotărârea Guvernului nr. 971/2006 privind cerinţele minime pentru semnalizarea de securitate şi/sau de sănătate la locul de muncă.

(5) Echiparea construcţiilor şi instalaţiilor aferente clădirilor specifice sistemelor de canalizare se realizează în conformitate cu prevederile normativului P 118/2.

(6) Se asigură echiparea construcţiilor/spaţiilor şi instalaţiilor aferente statiilor de epurare cu stingătoare de incendiu în conformitate cu prevederile Normelor generale de apărare împotriva incendiilor, aprobate prin Ordinul ministrului administraţiei şi internelor nr. 163/2007 şi a Normelor tehnice privind utilizarea, verificarea, reîncărcarea, repararea şi scoaterea din uz a stingătoarelor de incendiu, aprobate prin Ordinul ministrului afacerilor interne nr. 138/2015.

(7) Pe durata exploatării spaţiilor şi construcţiilor aferente reţelelor de canalizare, stingătoarele de incendiu precizate la alin. 6 se utilizează, verifică, reîncărcă, repară şi se scot din uz, în conformitate cu prevederile Normelor tehnice privind utilizarea, verificarea, reîncărcarea, repararea şi scoaterea din uz a stingătoarelor de incendiu, aprobate prin Ordinul ministrului afacerilor interne nr. 138/2015 şi de către persoanele autorizate potrivit legislaţiei specifice.

(8) Echiparea cu instalaţii de detectare, semnalizare, alarmare şi stingere a incendiilor se realizează în conformitate cu prevederile normativului P118/3.

4.11 Execuția lucrărilor staţiei de epurare

(1) Execuția staţiei de epurare se face în conformitate cu proiectul elaborat pentru staţia de epurare respectivă.

(2) Realizarea efectivă a obiectelor staţiei de epurare ține cont de complexitatea acesteia și de specificul fiecărui obiect în parte.

(3) În cazul staţiilor de epurare 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 sursei de încălzire pentru funcţionarea staţiei.

(4) Funcţie de dimensiunea şi greutatea obiectului, amplasamentul se alege astfel încât 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.

4.11.1 Elemente privind execuția construcțiilor din cadrul staţiilor de epurare

(1) Pentru realizarea lucrărilor din beton, beton armat, vor fi consultate normativele de specialitate. Se respectă condițiile:

a. realizarea unui beton etanș;
b. respectarea cotelor de amplasare (fundație, conducte etc.).

(2) Elemente privind execuția construcțiilor din beton sunt date în normativul NP 133 volumul III.

4.11.2 Elemente privind execuția instalațiilor hidraulice aferente obiectelor tehnologice

(1) Pentru execuția instalațiilor hidraulice se respectă următoarele reguli:
a. se realizează elemente prefabricate ce se montează pe amplasamen. Înainte de montaj se verifică încă o dată cota de amplasare. În caz de neconcordanță, proiectantul va lua o decizie;
b. la montarea pompelor se verifică orizontalitatea postamentului, cotele de racordare a conductelor și poziția normală pe ax a flanșelor de legătură cu instalația hidraulică. Nu se forțează aducerea la normalitate prin "strângerea în șuruburi" deoarece consecințele pot fi mari: vibrații, ruperea flanșelor, deteriorarea rapidă a rulmenților etc.;
c. instalația hidraulică se montează pentru a fi accesibilă (minimum 20 cm între orice piesă, conductă şi un perete de construcţie/instalaţie), vanele se montează în poziţie accesibilă pentru manevrarea manuală, chiar dacă instalaţia are comandă automată. Se verifică modul de acţiune în caz de avarie la instalaţia de automatizare. Concluziile fac parte din regulamentul de exploatare;
d. pentru instalaţia electrică (iluminat şi forța) se respectă prescripțiile normelor tehnice în vigoare;
e. instalaţia de automatizare se realizează de personal specializat, în conformitate cu cerinţele proiectului.

(2) După terminarea lucrărilor se procedează la verificarea acestora. Verificarea se referă atât la elementele de construcții, cât și la instalațiile hidraulice, mecanice, electrice, efectuându-se cu respectarea standardelor în vigoare și a actelor cu caracter normativ.

(3) Se are în vedere, în special condițiile tehnice privind:
a. echiparea cu aparate corespunzătoare;
b. folosirea echipamentelor prevăzute în proiect;
c. respectarea traseelor conductelor, a diametrelor și tipurilor de materiale stabilite în proiect;
d. montarea şi funcționarea corespunzătoare a armăturilor aferente stației de epurare și a tuturor echipamentelor auxiliare;
e. rigiditatea fixării elementelor de instalații de elementele de construcții;
f. aspectul estetic general al instalațiilor.

(4) Printre condițiile obligatorii de efectuare a recepției se numără întocmirea Cărții tehnice a Construcției care conține cel puțin:
a. documentele de calitate și de garanție a materialelor, utilajelor, aparatelor și echipamentelor folosite în execuție;
b. cărțile tehnice de punere în funcțiune și exploatare a utilajelor, aparatelor, echipamentelor mecanice și electrice;
c. planurile conforme cu execuția pentru toate obiectivele investiției.

(5) Scopul recepției este să verifice:
a. realizarea lucrărilor de construcții-montaj în conformitate cu documentația tehnico-economică și cu prescripțiile tehnice;
b. îndeplinirea condițiilor pentru exploatarea normală.

(6) După terminarea lucrărilor de montaj tehnologic se face proba tehnologică a fiecărui obiect și a stației în ansamblu, la care este obligatoriu să participe şi personalul de exploatare al stației de epurare. Se verifică:
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 epurare (debit), eficienţa reală de epurare, consumul de apă, consumul de reactivi, energie pentru funcţionarea normală, durate de operare obiecte etc.

(7) Toate elementele principale rezultate constitue puncte de reper pentru concretizarea regulamentului de exploatare.

(8) Se verifică modul de realizare a perimetrului de regim sever şi a protecţiei staţiei contra vandalismului.

(9) Se verifică racordarea staţiei de epurare la ansamblul sistemului de canalizare şi se procedează la punerea în funcţiune pentru o exploatare normală.

(10) Se pune în funcţiune şi se verifică calitatea apei epurate. Staţia intră în funcţiune numai după obţinerea autorizației de funcţionare, în conformitate cu reglementările tehnice în vigoare.

(11) Parametrii finali de exploatare se stabilesc prin măsurarea performanţei şi constitue valori de referinţă pentru exploatare.

(12) Personalul de exploatare prezintă periodic rapoarte asupra modului de funcţionare, comportării în perioadele grele (iarna, pe durata secetei, după viitură etc.).

(13) La execuția obiectelor, se urmăresc, în mod special, următoarele elemente:
a. realizarea unor cuve etanşe (cu atenţie specială la trecerea conductelor prin pereţi);
b. realizarea sistemelor de aerare care să asigure o distribuţie uniformă a aerului în bazinele de aerare;
c. muchiile jgheaburilor de colectare a apei să fie orizontale (orizontalitatea fiind obţinută din beton şi nu din tencuiala aplicată pe beton).

(14) În cazul în care există mai multe obiecte similare, se verifică modul de repartiţie a debitului între acestea.

(15) Se verifică capacitatea sistemului de preaplin şi capacitatea de transport a rețelelor de incintă.

(16) Recepţia lucrărilor executate se face după normele tehnice 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 conformă, pe obiecte şi în ansamblu, realizează parametrii tehnologici pentru care a fost executată (cantitate şi calitate apă epurată).

(17) În urma recepţiei, beneficiarul preia lucrarea şi Cartea tehnică a construcţiei întocmită de constructor pe baza documentaţiei prezentate. Prin cunoaşterea performanţelor de care este capabilă instalaţia, se poate elabora regulamentul de exploatare a lucrării.

Bibliografie

[1] DWA 131 - 2016 - Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen.

[2] DWA T4 - 2016 – Bemessung von Klaranlagen in warmen und kalten Klimazonen.

[3] European Commision – Extensive wastewater treatment processes adapted to small and medium sized comunities (500 to 5000 l.e).

[4] DWA 281-A - 2021- Bemessung von Tropfkörperanlagen, Anlagen mit Rotationstauchkörpern und Anlagen mit getauchten Festbetten.

[5] DWA 229 - 2017 - Systeme zur Belüftung und Durchmischung von Belebungsanlagen – Teil 1: Planung, Ausschreibung und Ausführung.

[6] T. Melina, B. Jeffersonb, D. Bixioc, C. Thoeyec, W. De Wildec, J. De Koningd, J. van der Graaf d and T. Wintgensa - Membrane bioreactor technology for wastewater treatment and reuse - Desalination 187 (2006) 271–282.

[7] DWA-A 226 – 2021 - Grundsätze für die Abwasserbehandlung in Belebungsanlagen mit gemeinsamer aerober Schlammstabilisierung ab 1.000 Einwohnerwerten.

[8] DWA-A 202 – 2011 - Chemisch-physikalische Verfahren zur Elimination von Phosphor aus Abwasser.

EDITOR: PARLAMENTUL ROMÂNIEI — CAMERA DEPUTAȚILOR

„Monitorul Oficial” R.A., Str. Parcului nr. 65, sectorul 1, București; 012329
C.I.F. RO427282, IBAN: RO55RNCB0082006711100001 BCR
și IBAN: RO12TREZ7005069XXX000531 DTCPMB (alocat numai persoanelor juridice bugetare)
Tel. 021.318.51.29/150, fax 021.318.51.15, e-mail: marketing@ramo.ro, www.monitoruloficial.ro

Adresa Centrului pentru relații cu publicul este: șos. Panduri nr. 1, bloc P33, sectorul 5, București; 050651.
Tel. 021.401.00.73, 021.401.00.78, e-mail: concursurifp@ramo.ro, convocariaga@ramo.ro
Pentru publicări, încărcați actele pe site, la: https://www.monitoruloficial.ro/brp/

Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 41 bis/13.I.2023 conține 274 de pagini. Prețul: 274 lei **ISSN** 1453—4495