

Acest dosar este prezentat exclusiv pentru informare.

Stimate cititor!

Daca DVS doriți sa copiați acest dosar, el urmează a fi inlaturat fara intirziere, imediat dupa ce ati făcut cunoștința cu conținutul lui.

Copiind si pastrind dosarul in cauza, DVS va asumați toata responsabilitatea in conformitate cu legislația in vigoare.

Toate drepturile de autor asupra dosarului dat se păstrează dupa deținătorul de drept.

Orice utilizare in scopuri comerciale sau alte scopuri, cu excepția utilizării in scopuri de informare prealabila este interzisa.

Publicarea acestui document nu atrage dupa sine nici un fel de cistig comercial.

Insa astfel de documente contribuie rapid la ridicarea profesionalismului si spiritualității cititorilor si servește drept reclama a edițiilor de hirtie a acestor documente.

**ORDINUL Nr. 60/N/
din 25.08.1999**

Având în vedere:

Avizul Consiliului Tehnico-Științific nr. 60 / 18.06.1998,

În temeiul H.G. nr. 456 / 1994 republicată, privind organizarea și funcționarea Ministerului Lucrărilor Publice și Amenajării Teritoriului.

În conformitate cu Hotărârea Parlamentului nr. 6 / 15.04.1998 și a Decretului nr. 132 / 17.04.1998,

Ministrul Lucrărilor Publice și Amenajării Teritoriului emite următorul

ORDIN:

Art. 1. – Se aprobă reglementarea tehnică „**Normativ pentru proiectarea construcțiilor și instalațiilor de epurare a apelor uzate orășenești – Partea I: Treapta mecanică**”, indicativ NP 032-1999.

Art. 2. – Reglementarea tehnică de la art. 1 se publică în *Buletinul Construcțiilor*.

Art. 3. – Prezentul ordin intră în vigoare de la data publicării lui în *Buletinul Construcțiilor*.

Art. 4. – Direcția Programe de Cercetare și Reglementări Tehnice va duce la îndeplinire prevederile prezentului ordin.

**MINISTRU,
Nicolae NOICA**

**MINISTERUL LUCRĂRILOR PUBLICE ȘI
AMENAJĂRII TERITORIULUI**

**NORMATIV PENTRU PROIECTAREA CONSTRUCȚIILOR
ȘI INSTALAȚIILOR DE EPURARE A APELOR**

UZATE ORĂȘENEȘTI

– Partea I: TREAPTA MECANICĂ –

INDICATIV NP 032-1999

Elaborat de:

U.T.C.B. – București

Facultatea de Hidrotehnică

Rector:

prof. dr. ing. Petre PĂTRUȚ

Decan:

prof. dr. ing. Dan STEMATIU

Șef proiect:

prof. dr. ing. Victor IANULI

Avizat de:

DIRECȚIA GENERALĂ TEHNICĂ

Director general:

ing. Ion STĂNESCU

Responsabil de temă:

ing. Ion NICULESCU

CUPRINS

Cap. 1. Generalități	7
Cap. 2. Debite caracteristice ale apelor uzate menajere.	
Debite de calcul și de verificare ale obiectelor	
tehnologice din stația de epurare	11
Cap. 3. Gradul de epurare necesar	17
Cap. 4. Amplasamentul stațiilor de epurare	25
Cap. 5. Proiectarea construcțiilor și instalațiilor de epurare –	
treapta mecanică.....	28
5.1. Obiectele tehnologice componente ale treptei de	
epurare mecanică	28
5.2. Schema tehnologică a stației de epurare – treapta	
mecanică.....	30
5.3. Deversorul din amonte stației de epurare	31
5.4. Bazin de retenție	35
5.5. Grătare	38
5.6. Dispozitive pentru măsurarea debitelor de apă în	
stațiile de epurare	46
5.7. Deznisipatoare	67
5.8. Separatoare de grăsimi	83

5.9. Decantoare primare	100
5.10. Stații de pompare a apelor uzate sau epurate	133
5.11. Stații de pompare a nămolului primar	144
5.12. Stație de suflante	146
5.13. Elemente tehnologice de legătură între obiectele trepte de epurare mecanică	147

ANEXE

Anexa 1. – Lista principalelor standarde și normative care reglementează proiectarea tehnologică a stațiilor de epurare – treapta mecanică	150
Anexa 2. – Relații de calcul pentru pachetele cu plăci ondulate sau plane paralele	153
Anexa 3. – Relații de calcul pentru pachetele din tuburi	155
Anexa 4. – Notații privind principalii parametri utilizați în calculele de dimensionare	156

Cap. 1. – GENERALITĂȚI

1.1. Prezentul normativ conține prescripțiile și datele necesare proiectării construcțiilor și instalațiilor de pe linia apei în care se realizează epurarea mecanică a apelor uzate orășenești, precum și elementele de proiectare pentru stația de pompare a nămolului primar.

1.2. Apele uzate orășenești definite conform STAS 1846-90 reprezintă amestecul dintre apele uzate menajere, apele uzate tehnologice proprii sistemului de alimentare cu apă și de canalizare și apele uzate industriale, respectiv agrozootehnice preepurate sau nu, astfel încât caracteristicile lor fizice, chimice, biologice și bacteriologice să respecte valorile indicate în NTPA – 002/2002 „Normativ privind condițiile de evacuare a apelor uzate în rețelele de canalizare ale localităților și direct în stațiile de epurare”, aprobat prin H.G. nr. 188 din 28.02.2002.

1.3. Epurarea mecanică presupune o succesiune de procese fizice prin care are loc îndepărtarea impurităților nedizolvate din apele uzate, în principal a materiilor în suspensie și a substanțelor nemiscibile separabile gravitațional. În acest scop, schema de epurare cuprinde pe linia apei, după caz, funcție de calitatea apelor uzate influente în stația de epurare și de indicatorii impuși pentru efluentul epurat, obiectele tehnologice specificate la cap. 5, pct. 5.1.2.

Elaborat de:
U.T.C.B.– București
Facultatea de Hidrotehnică

Aprobat de: MINISTRUL
LUCRĂRIILOR PUBLICE ȘI
AMENAJĂRII TERITORIULUI,
cu ordinul nr. 60 / N / din 25.08.1999

1.4. Prin nămol primar se înțelege nămolul rezultat din procesul de decantare primară.

1.5. Instalațiile de epurare mecanică a apelor uzate orășenești asigură o eficiență în separarea și îndepărtarea principalelor substanțe poluante conținute în apele uzate influente în stația de epurare, după cum urmează:

- 40...60% – pentru materii în suspensie;
- 20...40% – pentru CBO_5 ;
- 20...40% – pentru CCO ;
- 10...20% – pentru fosfor total și azot organic;
- 25...75% – pentru bacteriile coliforme totale.

1.6. Prezentul normativ nu conține prescripțiile și elementele de proiectare tehnologică pentru construcțiile și instalațiile de epurare mecano-chimică, epurare biologică naturală și artificială, epurare avansată (terțiară), dezinfecția apelor uzate epurate și pentru prelucrarea nămolurilor reținute în stația de epurare.

Aceste prescripții și elemente de proiectare sunt conținute în documentații independente, după cum urmează:

- Partea a II-a – Treapta de epurare biologică – Linia apei;
- Partea a III-a – Stații de epurare pentru debite mici ($5 < Q_{u \text{ zi max.}} \leq 50 \text{ l/s}$) și foarte mici ($Q_{u \text{ zi max.}} \leq 5 \text{ l/s}$);
- Partea a IV-a – Treapta de epurare avansată (terțiară) a apelor uzate orășenești;
- Partea a V-a – Construcții și instalații de prelucrare a nămolurilor reținute în stațiile de epurare.

1.7. Instalațiile de epurare mecanică a apelor uzate orășenești trebuie să asigure pentru substanțele reținute, inclusiv nămolurile primare, obținerea de produse finite, igienice, valorificabile și ușor de reintegrat în mediul natural.

1.8. Impuritățile conținute în apele uzate orășenești influente în stația de epurare sunt constituite din substanțe minerale și organice aflate în stare de materii în suspensie separabile gravitațional, materii coloidale și/sau sub formă de substanțe dizolvate. Gradul de impurificare a apelor uzate este apreciat în funcție de valorile principalilor indicatori fizico-chimici. Indicatorii de calitate ai apelor uzate orășenești evacuate în rețelele de canalizare a localităților vor trebui să respecte prevederile NTPA 002/2002 [52].

1.9. De regulă, indicatorii fizico-chimici ai apelor uzate influente în stația de epurare precum și cei ai nămolurilor, prevăzuți în STAS 10859-91 „Canalizări. Stații de epurare a apelor uzate provenite de la centrele populate. Studii pentru proiectare”, se vor determina pe bază de studii și analize de laborator efectuate de către o societate de specialitate abilitată.

Pentru localități în care nu există canalizare (rețea și stație de epurare) și pentru care trebuie întocmit proiectul aferent, situație în care indicatorii fizico-chimici ai apelor uzate influente în stația de epurare nu se pot stabili pe bază de studii și analize, aceștia se vor aprecia după datele obținute la sisteme similare de canalizare din alte localități, sau utilizând încărcările specifice aferente unui locuitor echivalent, recomandate de literatura tehnică de specialitate.

Pentru *apele uzate menajere* se pot lua în considerare următoarele încărcări specifice per locuitor echivalent (LE):

- 65...90 g/LE și zi - pentru materii solide în suspensie;
- 54...65 g/LE și zi - pentru CBO₅;
- 6...14 g/LE și zi - pentru azot total (NTK);
- 1...4 g/LE și zi - pentru fosfor total.

1.10. Valorile limită admisibile ale principalilor indicatori de calitate ai efluentului epurat, înainte de evacuarea în emisar (receptor), sunt cuprinse în Hotărârea de Guvern nr. 188/28.02.2002 Anexa nr. 1 – „Norme tehnice privind colectarea, epurarea și evacuarea apelor uzate orășenești”, indicativ NTPA 011/2002 [53] și în Anexa nr. 3 –

„Normativ privind stabilirea limitelor de încărcare cu poluanți a apelor uzate industriale și orășenești la evacuarea în receptorii naturali”, indicativ NTPA – 001/2002 [51] (v. tabelele nr. 1 și 2 din ambele normative).

1.11. Gradul de epurare necesar reprezintă eficiența de epurare *obligatorie* pentru ansamblul instalațiilor de epurare. El se stabilește pe baza condițiilor de descărcare în receptori, determinate conform normativelor indicate la pct.1.10 de mai sus și a prevederilor cuprinse în avizele și autorizațiile de gospodărire a apelor.

1.12. Emiterea avizului și autorizației de gospodărire a apelor se face în conformitate cu prevederile Ordinului nr. 1141 / 06.12.2002 emis de Ministerul Apelor și Protecției Mediului pentru aprobarea „Procedurii și a competențelor de emitere a avizelor și a autorizațiilor de gospodărire a apelor” [62] și a prevederilor „Normativului de conținut al documentațiilor tehnice necesare obținerii avizului de gospodărire a apelor și a autorizației de gospodărire a apelor” aprobat prin Ordinul Ministrului Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului nr. 277 / 11.04 1997 [54].

1.13. La proiectarea stațiilor de epurare a apelor uzate orășenești, se vor avea în vedere, de asemenea, prevederile standardelor și normativelor indicate în Anexa nr. 1 la prezentul normativ.

Cap. 2. DEBITE CARACTERISTICE ALE APELOR UZATE MENAJERE. DEBITE DE CALCUL ȘI DE VERIFICARE ALE OBIECTELOR TEHNOLOGICE DIN STAȚIA DE EPURARE

2.1. Debitele caracteristice de ape uzate menajere

evacuate în rețeaua de canalizare a unui centru populat pot fi determinate considerând, de regulă, debitele specifice ale restituției de apă (q_u) egale cu debitele specifice ale necesarului de apă (q_n). În calcule preliminare se pot adopta pentru q_u valori cuprinse între 100 și 300 l/loc., zi și chiar mai reduse în cazul unor mici colectivități. Când se consideră necesar (cazul unor localități importante), calculul debitelor de ape uzate menajere se va efectua analitic pentru diversele categorii de utilizatori de apă.

2.1.1. Debitele caracteristice ale apelor uzate, în situația cunoașterii valorii debitului specific al restituției de apă q_u (debit care cuprinde restituțiile provenite din utilizarea apei pentru consum gospodăresc, public, stropit spații verzi și industrie locală) se pot calcula cu relațiile:

$$Q_{uzi\ med} = \frac{q_u \cdot N_{LE}}{1000} \text{ (m}^3 \text{ / zi)} \quad (2.1)$$

$$Q_{uzi\ max} = k_{zi} \cdot Q_{uzi\ med} \text{ (m}^3 \text{ / zi)} \quad (2.2)$$

$$Q_{uoramax} = \frac{k_{or}}{24} \cdot Q_{uzi\ max} \text{ (m}^3 \text{ / zi)} \quad (2.3)$$

$$Q_{uoram\ min} = \frac{1}{24} \cdot p \cdot Q_{uzi\ max} \text{ (m}^3 \text{ / zi)} \quad (2.4)$$

unde: p este un coeficient adimensional funcție de numărul de locuitori ai centrului populat, care, pentru calcule preliminare, are valorile din tabelul 2.1.

Tabel 2.1.

Valori ale coeficientului p

Număr de locuitori	< 1000	1001...10.000	10.001... 50.000	50.001... 100.000	> 100.000
p	0,18	0,25	0,35	0,60	0,75

2.1.2. Debitele de ape de canalizare efluente din localitate, pe lângă apele uzate menajere sau orășenești (v. definiția de la Cap. 1, pct. 1.2) mai pot cuprinde:

- debitele apelor uzate provenind de la industrii și diverse societăți comerciale (Q_{ind});
- debitele de ape subterane infiltrate în rețeaua de canalizare (Q_{inf});
- debitele de ape pluviale (Q_p).

Drept urmare, valoarea maximă a debitelor de ape de canalizare efluente din localitate (Q_T), depinde de procedeul de canalizare adoptat pentru rețeaua de canalizare a centrului populat (divizor, unitar sau mixt). Astfel, debitul Q_T este:

- în procedeul de canalizare divizor (separativ),

$$Q_T = Q_{u \text{ orar max}} + Q_{ind} + Q_{inf}$$

- în procedeele unitar și mixt:

$$Q_T = Q_{u \text{ orar max}} + Q_{ind} + Q_{inf} + Q_p \text{ pe timp de ploaie}$$

$$Q_T = Q_{u \text{ orar max}} + Q_{ind} + Q_{inf} \text{ pe timp uscat.}$$

2.2. Debitele de calcul și de verificare pentru obiectele tehnologice din stația de epurare și pentru părțile componente ale acestora se stabilesc, pentru fiecare caz în parte, ținând seama de fluxul

cantitativ și calitativ al apelor de canalizare, de procedeul de canalizare adoptat și de schemele de epurare prevăzute.

2.2.1. Pentru stațiile de epurare aferente *procedeului de canalizare separativ*, *debitul de calcul* pentru toate obiectele componente situate în amonte de decantoarele primare, exceptând separatoarele de grăsimi, va fi debitul orar maxim al apelor de canalizare ($Q_{u.orar,max}$), iar *debitul de verificare* va fi debitul orar minim al apelor de canalizare ($Q_{u.orar,min}$) cu excepția deznisipatoarelor cuplate cu separatoare de grăsimi cu insuflare de aer, la care debitul de verificare este $Q_v = Q_{u.zl,max}$.

Pentru separatoarele de grăsimi și decantoarele primare, *debitul de calcul* va fi debitul zilnic maxim ($Q_{u.zl,max}$), iar *debitul de verificare*, debitul orar maxim ($Q_{u.orar,max}$).

2.2.2. Pentru stațiile de epurare aferente localităților canalizate în *procedeele de canalizare unitar și mixt*, *debitul de calcul* pentru obiectele stației de epurare situate în amonte de decantoarele primare, exceptând separatoarele de grăsimi, va fi dublul debitului orar maxim ($Q_c = nQ_{u.orar,max}$, unde $n = 2$), iar *debitul de verificare*, debitul orar minim ($Q_{u.orar,min}$). Pentru deznisipatoarele cuplate cu separatoare de grăsimi cu insuflare de aer debitul de verificare este $Q_v = Q_{u.zl,max}$.

Pentru separatoarele de grăsimi și decantoarele primare *debitul de calcul* va fi debitul zilnic maxim ($Q_{u.zl,max}$), iar *debitul de verificare* $Q_v = nQ_{u.orar,max}$, (unde $n = 2$).

2.2.3. De regulă, coeficientul n de majorare a debitului apelor de canalizare admis în stația de epurare pe timp de ploaie se consideră $n = 2$. În anumite situații, cu justificarea tehnico economică corespunzătoare, în scopul protecției calității apei emisarilor, se poate analiza în cazul procedeelor de canalizare unitare sau mixte, introducerea în

stația de epurare – treapta mecanică a unui debit sporit de ape de canalizare ($Q_{SE} = n \cdot Q_{u.orar,max}$) unde $n = 3 \dots 4$.

În tabelul 2.2 se indică debitele de calcul și de verificare pentru elementele componente ale unei stații de epurare cu treaptă mecanică, deserving localități canalizate în procedeele separativ (divizor), unitar sau mixt.

2.3. Dacă în rețeaua publică de canalizare a centrului populat se evacuează ape uzate provenite de la oricare dintre utilizatorii de apă (industrie, unități agrozootehnice, diverse societăți comerciale etc.), ele trebuie să respecte din punct de vedere calitativ prevederile NTPA-002/2002, prevăzând în acest scop, dacă este necesar, stații de preepurare corespunzătoare.

Debitele și calitatea apelor uzate provenite de la acești utilizatori și evacuate în rețeaua publică de canalizare se determină pe baza unor studii și cercetări de specialitate sau pe baza datelor furnizate de beneficiarul sau proiectantul obiectivului respectiv.

2.4. La determinarea debitelor de apă uzată evacuate de unitățile industriale, se va lua în considerare reutilizarea maximă a apei în procesele tehnologice.

2.5. Din punct de vedere al debitelor, stațiile de epurare se clasifică astfel:

- $Q_{u.zl,max} \leq 5 \text{ l/s}$ – stații de epurare foarte mici;
- $5 \text{ l/s} < Q_{u.zl,max} \leq 50 \text{ l/s}$ – stații de epurare mici;
- $50 \text{ l/s} \leq Q_{u.zl,max} \leq 250 \text{ l/s}$ – stații de epurare medii;
- $Q_{u.zl,max} > 250 \text{ l/s}$ – stații de epurare mari.

*Debitele de calcul și de verificare ale obiectelor tehnologice
din treapta mecanică de epurare*

Obiectul sau elementul de legătură între obiecte	Procedeul de canalizare			
	Divizor (separativ)		Unitar sau mixt	
	Debit de dimensionare (Q_c)	Debit de verificare (Q_v)	Debit de dimensionare (Q_c)	Debit de verificare (Q_v)
1	2	3	4	5
Deversorul din amonte stației de epurare	—	—	$Q_d = Q_T - n \cdot Q_{u, \text{orar}, \text{max}}$	Q_T
Canalul de legătură dintre deversor și bazinul de retenție și de la acesta la emisar, sau dintre deversor și emisar	—	—	$Q_d = Q_T - n \cdot Q_{u, \text{orar}, \text{max}}$	Q_T
Canalul de acces la camera grătarelor	$Q_{u, \text{orar}, \text{max}}$	$Q_{u, \text{orar}, \text{min}}$	$n \cdot Q_{u, \text{orar}, \text{max}}$	$Q_{u, \text{orar}, \text{min}}$
Grătarele, deznisipatoarele ¹ , debitmetrul, camera de distribuție a debitelor de apă la decantoarele	$Q_{u, \text{orar}, \text{max}}$	$Q_{u, \text{orar}, \text{min}}^*$	$n \cdot Q_{u, \text{orar}, \text{max}}$	$Q_{u, \text{orar}, \text{min}}^*$

¹ Pentru deznisipatoarele separatoare de grăsimi cu insufleare de aer, debitul de verificare este $Q_v = Q_u$ și max

1	2	3	4	5
primare și toate canalele și conductele de legătură între obiectele tehnologice ale treptei mecanice de epurare.				
Separatorul de grăsimi și decantoarele primare	$Q_{u.zi.max}$	$Q_{u.orar.max}$	$Q_{u.zi.max}$	$n \cdot Q_{u.orar.max}$
Canalul dintre decantoarele primare și emisar	$Q_{u.orar.max}$	$Q_{u.orar.min}$	$n \cdot Q_{u.orar.max}$	$Q_{u.orar.min}$
Bazinul de retenție al apelor meteorice	—	—	$Q_d = Q_T - n \cdot Q_{u.orar.max}$	Q_T

unde:

$Q_T = Q_{u.orar.max} + Q_p$ — este debitul total al amestecului de ape uzate cu apele de ploaie, care intră în

deversorul din amonte la stația de epurare;

n — coeficientul de majorare a debitului orar maxim al apelor uzate necesar determinării debitului maxim admis pe timp de ploaie în stația de epurare (conform STAS 1846 —90), considerat de regulă $n = 2$. În cazuri speciale, cu justificarea corespunzătoare din partea proiectantului, se poate considera $n = 3 \dots 4$.

$Q_d = Q_T - n \cdot Q_{u.orar.max}$ — debitul de apă deversat în emisar sau în bazinul de retenție pe durata ploii.

Cap. 3. – GRADUL DE EPURARE NECESAR

3.1. Gradul de epurare necesar reprezintă eficiența ce *trebuie* realizată în mod obligatoriu de către stația de epurare pentru reținerea unui anumit poluant.

3.2. Gradul de epurare necesar se calculează cu o relație de forma:

$$d = \frac{K_i - K_e}{K_i} \times 100 (\%) \quad (3.1)$$

unde:

K_i – este cantitatea (sau concentrația) de substanță poluantă care intră (influentă) în stația de epurare;

K_e – este cantitatea (sau concentrația) de substanță poluantă care este evacuată (efluentă) din stația de epurare și care este *impusă* de către NTPA 001/2002 și NTPA 011/2002, sau prin avizul ori autorizația de gospodărire a apelor.

Eficiența (sau *gradul de epurare*) obținută la un moment dat, poate fi mai mare sau mai mică decât *gradul de epurare* necesar. Cerințele protecției mediului înconjurător impun ca eficiența să fie întotdeauna mai mare sau cel puțin egală cu gradul de epurare necesar.

3.3. Gradul de epurare (sau eficiența) poate fi determinat în orice moment, cu o relație de forma (3.1) pentru mai mulți indicatori, fie pentru toată stația de epurare, fie pentru un obiect sau grup de obiecte tehnologice.

Valorile eficiențelor obținute pentru stația de epurare în timpul exploatării, trebuie să fie superioare valorii gradului de epurare necesar determinat de către proiectantul investiției și aprobat de către organele abilitate.

3.4. Din punct de vedere al epurării apelor uzate orășenești, gradul de epurare necesar se determină în mod obișnuit pentru

indicatorii: materii în suspensie, CBO_5 , oxigen dizolvat, azot, fosfor, substanțe toxice etc. Cunoscându-se concentrațiile substanței poluante la intrarea și la ieșirea din stația de epurare, gradul de epurare necesar se determină cu relația 3.1 de mai sus.

În cazul valorii pH, se vor adopta tehnologii care să conducă pentru efluentul epurat la valori $\text{pH} = 6,5-8,5$ (pentru fluviul Dunărea $\text{pH} = 6,5-9$).

Pentru substanțele poluante, altele decât cele prevăzute în tabelele nr. 1 și 2 din [51] și [53], limitele maxim admisibile se stabilesc prin avizele și autorizațiile de gospodărire a apelor, în funcție de caracteristicile resursei de apă, de capacitatea sa de autoepurare, de caracteristicile celorlalte ape uzate evacuate în aceeași resursă, de cerințele utilizatorilor de apă din aval și în condițiile protecției mediului înconjurător.

3.5. La determinarea gradului de epurare necesar pentru indicatorii de mai sus, se va ține seama de capacitatea de autoepurare a emisarilor (receptorilor), de prevederile Legii Apelor nr. 107/1996 [64], Legii protecției mediului nr. 137/1995 [65], NTPA 001/2002 [51], NTPA 011/2002 [53], de Normativul privind obiectivele de referință pentru clasificarea calității apelor de suprafață, aprobat prin Ordinul Ministerului Apelor și Protecției Mediului nr. 1.146 din 10 Decembrie 2002 [36] și de avizul ori autorizația de gospodărire a apelor emise de unitățile abilitate.

3.6. Pentru evacuarea apelor uzate *epurate* în lacuri sau în râuri caracterizate printr-o curgere lentă (zone sensibile) se vor adopta tehnologii de epurare prin care să se rețină substanțele fertilizante care pot conduce la eutrofizarea acestora (fosfor, azot și compuși aferenți).

3.7. Valorile limită maxim admisibile ale principalelor substanțe poluante din apele uzate înainte de evacuarea acestora în emisar, se stabilesc de către proiectantul de specialitate, în conformitate cu

prevederile NTPA 011/2002 (tabelele nr. 1 și 2 din Anexa nr. 1) și NTPA 001/2002 (tabelele nr. 1 și 2 din Anexa nr. 3). Aceste valori pot fi modificate prin avizele și autorizațiile de gospodărire a apelor de către emitentul acestora pe baza încărcării cu poluanți deja existentă în resursa 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 resursei de apă [51], [52] și [53].

3.8. Calculul gradului de epurare necesar pentru indicatorii menționați la pct. 3.4, servește pentru alegerea schemei tehnologice de epurare.

Astfel, se consideră că *este suficientă treapta de epurare mecanică* pentru valorile gradului de epurare necesar indicate la pct. 1.5.

3.9. Pentru valori ale gradului de epurare necesar mai mari decât cele indicate la pct. 1.5, *este necesară epurarea mecano-biologică sau mecano-chimică* a apelor uzate înainte de evacuarea lor în emisar.

3.10. Pentru valori intermediare ale gradului de epurare necesar (de exemplu între 40 și 60 % la materii în suspensie, între 20 și 40 % la CBO_5 și între 10 și 20 % la fosfor și azot), necesitatea treptei biologice sau chimice de epurare se stabilește de către proiectantul general, cu avizul unităților abilitate din domeniul gospodăririi apelor, protecției mediului și inspectoratelor sanitare.

3.11. Toate apele uzate provenite din canalizarea localităților în procedeele divizor, unitar sau mixt se supun epurării mecanice indiferent dacă după aceasta urmează epurarea biologică sau chimică și indiferent de emisar.

3.12. Gradul de epurare necesar privind oxigenul dizolvat

Constă în a verifica dacă valoarea concentrației minime de oxigen dizolvat din apa râului într-o secțiune situată aval de punctul de

evacuare a apelor uzate epurate în emisar (O_{\min}^R), este mai mare sau egală cu concentrația minimă de oxigen dizolvat normată [36] pentru categoria de calitate a emisarului respectiv (O_{\min}^N), adică:

$$O_{\min}^R \geq O_{\min}^N \quad (3.3)$$

Concentrația minimă de oxigen dizolvat *admisă (normată)* în apa emisarului, funcție de categoria de calitate a acestora, este [36]:

- $O_{\min}^N = 7 \text{ mgO}_2 / \text{l}$ – pentru emisar de categoria I;
- $O_{\min}^N = 6 \text{ mgO}_2 / \text{l}$ – pentru emisar de categoria II;
- $O_{\min}^N = 5 \text{ mgO}_2 / \text{l}$ – pentru emisar de categoria III;
- $O_{\min}^N = 4 \text{ mgO}_2 / \text{l}$ – pentru emisar de categoria IV;
- $O_{\min}^N < 4 \text{ mgO}_2 / \text{l}$ – pentru emisar de categoria V.

În fig. 3.1 se prezintă schema de principiu cu notațiile necesare pentru determinarea concentrației O_{\min}^R (mgO_2 / l).

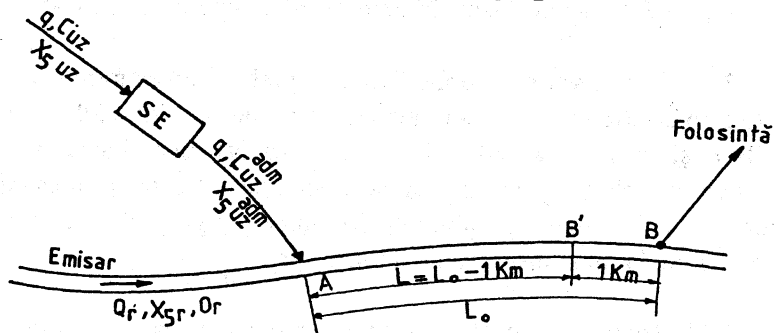


Fig. 3.1. – Schema de principiu cu notațiile necesare pentru determinarea O_{\min}^R (mgO_2 / l)

Notațiile din figura 3.1 reprezintă:

- q (l/s) – debitul zilnic maxim al apelor uzate;
- c_{uz} (mg/l) – concentrația în materii în suspensie a apelor uzate la intrarea în stația de epurare;

- X_{5uz} (mg/l – concentrația materiei organice biodegradabile exprimată în CBO_5 a apelor uzate la intrarea în stația de epurare;
- c_{uz}^{adm} (mg/l – concentrația în materii în suspensie a apelor uzate după epurare;
- X_{5uz}^{adm} (mg/l – concentrația materiei organice biodegradabile exprimată în CBO_5 a apelor uzate după epurare;
- Q_r (l/s – debitul mediu lunar minim anual al emisarului cu probabilitatea de 95 %;
- X_{5r} (mg/l – concentrația materiei organice biodegradabile exprimată în CBO_5 din apa râului imediat amonte de punctul A de evacuare a apelor epurate;
- O_r (mgO₂/l) – concentrația de oxigen dizolvat din apa râului imediat amonte de punctul A de evacuare a apelor epurate;
- B – punctul de prelevare a apei din râu pentru prima folosință de apă, din aval;
- B' – punct situat 1 km amonte de prima folosință, servind pentru verificarea condițiilor de calitate conf. [36];
- L, L_0 distanțe măsurate pe firul apei între A și B' , respectiv între A și B .

Calculul trebuie condus etapizat și comportă determinarea următorilor parametri:

- CBO_5 al amestecului de apă uzată epurată cu apa emisarului, imediat aval de secțiunea de evacuare A :

$$X_{5am} = \frac{q \cdot X_{5uz}^{adm} + Q_r \cdot X_{5r}}{q \cdot Q_r} \text{ (mg } CBO_5 / \text{l)} \quad (3.4)$$

- CBO_{20} al amestecului de mai sus:

$$X_{am} = 1,45 X_{5am} \text{ (mg } CBO_5 / \text{l)} \quad (3.5)$$

• deficitul inițial de oxigen din apa râului, amonte de secțiunea de evacuare A:

$$D_a = O_s - O_r \text{ (mg } O_2 / \text{ l)} \quad (3.6)$$

unde O_s este concentrația oxigenului dizolvat de saturație ale cărei valori pentru temperaturi de la 0°- 30°C și la presiunea atmosferică de 760 mm Hg, sunt indicate în tabelul 3.3.

Tabelul 3.3.

*Valori ale oxigenului dizolvat de saturație
funcție de temperatura apei*

θ (°C)	O_s (mg / l)	θ (°C)	O_s (mg / l)	θ (°C)	O_s (mg / l)
0	14,64	11	11,08	22	8,83
1	14,23	12	10,83	23	8,68
2	13,84	13	10,60	24	8,53
3	13,48	14	10,37	25	8,38
4	13,13	15	10,15	26	8,22
5	12,80	16	9,95	27	8,07
6	12,48	17	9,74	28	7,92
7	12,17	18	9,54	29	7,77
8	11,87	19	9,35	30	7,63
9	11,59	20	9,17	—	—
10	11,33	21	8,99	—	—

Valorile coeficientului k_1^r pentru diferite categorii de emisari

Nr. crt.	Tipul emisarului	k_1^r (zile ⁻¹)
1	Emisari cu debite și adâncimi mari	0,1
2	Emisari cu debite mari și cu impurificare puternică	0,15
3	Emisari cu debite medii	0,2 – 0,25
4	Emisari cu debite mici	0,3
5	Emisari cu debite mici și viteze mari	0,6

• timpul critic, la care se realizează deficitul maxim de oxigen în apa emisarului, se determină cu relația:

$$t_{cr} = \frac{\lg \cdot \left\{ \frac{k_2}{k_1^r} \cdot \left[1 - \frac{D_a \cdot (k_2 - k_1^r)}{k_1^r \cdot X_{am}} \right] \right\}}{k_2 - k_1^r} \quad (\text{zile}) \quad (3.7)$$

în care:

- k_1^r – este constanta vitezei de consum a oxigenului pentru apele emisarului [9], amonte de secțiunea de evacuare (vezi tabelul 3.4);
- k_2 – constanta de reaerare a apelor râului (determinată experimental, cu diverse formule empirice, sau orientativ, admitând valorile din tabelul 3.5).

• deficitul critic (sau maxim) de oxigen:

$$D_{cr} = \frac{k_1^r \cdot X_{am}}{k_2 - k_1^r} \left(10^{k_1^r t_{cr}} - 10^{k_2 t_{cr}} \right) + D_a \cdot 10^{k_2 t_{cr}} \quad (\text{mg O}_2 / \text{l}) \quad (3.8)$$

*Valorile coeficientului de reaerare k_2 pentru
diferite categorii de emisari [9]*

Caracteristicile emisarului	Valoarea k_2 (zile ⁻¹) la temperatura apei					
	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C
Emisari cu viteză foarte mică de curgere sau aproape staționară	—	—	0,11	0,15	—	—
Emisari cu viteză mică de curgere	0,16	0,17	0,18	0,20	0,21	0,24
Emisari cu viteză mare de curgere	0,38	0,42	0,46	0,50	0,54	0,58
Emisari cu viteză foarte mare de curgere	—	0,68	0,74	0,80	0,86	0,92

- oxigenul dizolvat minim din apa râului (v. fig. 3.2):

$$O_{\min}^R = O_S - D_{cr} \text{ (mg O}_2\text{/l)} \quad (3.9)$$

- se verifică relația (3.3).

Dacă relația (3.3) este satisfăcută, atunci concentrația materiei organice biodegradabile exprimată în CBO_5 a efluentului epurat (X_{5uz}^{adm}) a fost corect calculată.

În caz contrar, se recalculează gradul de epurare necesar privind CBO_5 , reducându-se valoarea (X_{5uz}^{adm}) până când se va respecta condiția (3.3).

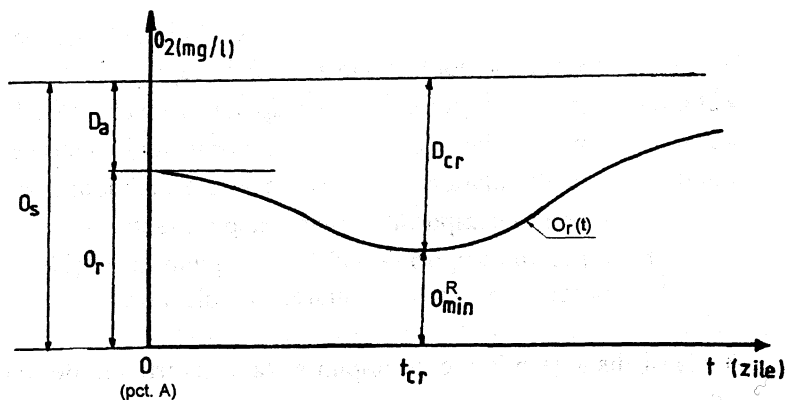


Fig. 3.2. – Graficul variației oxigenului dizolvat în apa râului $O_r(t)$ aval de secțiunea de evacuare a apelor epurate

Cap. 4. AMPLASAMENTUL STAȚIILOR DE EPURARE

4.1. Stațiile de epurare se amplasează întotdeauna în aval de așezarea omenească pentru care se realizează sistemul de canalizare, în afara vetrei locuibile și la distanță de aceasta, fixată prin regulamentele și legile sanitare în vigoare. În acest sens se va ține seama de prevederile din „Norme de igienă și recomandări privind mediul de viață al populației”, aprobate prin Ordinul Ministrului Sănătății Nr. 1935/13.09.1996 [55], precum și de „Norme metodologice privind avizul de amplasament” – aprobate cu Ordinul M.A.P.M. nr. 279 / 11.04.1997, publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 100 bis [61].

În conformitate cu aceste norme, atunci când prin studiile de impact nu s-au stabilit alte distanțe, distanțele minime de protecție sanitară recomandate între zonele protejate și amplasamentul stațiilor de epurare sunt:

- 1 000 m – pentru stații de epurare a apelor reziduale de la fermele de porcine sub 10.000 de capete;
- 300 m – pentru stații de epurare a apelor uzate orășenești;
- 200 m – pentru stații de epurare a apelor uzate industriale;
- 300 m – pentru platforme (paturi) de uscare a nămolurilor;
- 300 m – pentru câmpuri de irigare cu ape uzate;
- 500 m – pentru câmpuri de infiltrare a apelor uzate și bazine deschise pentru fermentarea nămolurilor.

Aceleași distanțe minime se impun și față de arterele de mare circulație.

Pentru stațiile de epurare a apelor uzate orășenești aceste distanțe pot fi reduse pe baza studiilor de impact avizate de institute de specialitate.

Alegerea amplasamentului se face pe baza unui calcul tehnico-economic comparativ, ținând seama de condițiile hidraulice ale canalizării, de relieful și natura terenului de fundație, de folosința actuală a terenului, posibilitățile de extindere viitoare, distanțele de protecție sanitară în cazul trecerii în viitor la epurarea biologică, de posibilitatea folosirii apelor epurate mecanic la irigarea culturilor agricole și de nivelul terenului față de apele mari ale emisarului, respectiv necesitatea construcțiilor pentru apărarea terenurilor și a malurilor din apropierea acestuia [49].

4.2. În legătură cu condițiile de stabilire a amplasamentelor se vor avea în vedere următoarele:

– utilizarea ca amplasament pentru stația de epurare a unui teren neproductiv, care nu poate fi utilizat în condiții avantajoase în alte scopuri și care nu ridică probleme dificile din punct de vedere al proprietății;

– pentru nivelul de așezare a diverselor elemente ale stației de epurare față de cota terenului natural, se vor face studii comparative tehnico-economice între soluția așezării la cotă joasă și pomparea

continuă sau intermitentă în emisari și soluția așezării pe platforma înaltă, implicând pomparea permanentă a apei neepurate, cu avantajul de a putea executa construcțiile aferente stației în suprateran, deci mai ușor, mai ieftin și fără epuizmente sau procedee de fundație costisitoare;

- la amplasamente cu posibilități de evacuare gravitațională permanentă se va plasa nivelul maxim al apelor uzate la sosirea în stația de epurare cât se poate de aproape de suprafața terenului sau platformei, pentru a evita supraînălțări inutile ale pereților laterali și amplasarea construcțiilor la adâncimi mari în pământ;

- gura de vărsare a apelor epurate în emisar se va realiza, prin construcții corespunzătoare, cât mai aproape de firul sau cursul permanent al emisarului, astfel încât să se asigure amestecul apelor epurate cu cele ale emisarului cât mai repede și mai complet.

Pentru ape uzate cu debite mai mari de 500 l/s și care se evacuează în resurse de apă cu debite de cel puțin trei ori mai mari decât cele ale apelor uzate, în punctul de evacuare se vor prevedea sisteme de dispersie/difuzie [51];

- extinderea viitoare a stației de epurare mecanică care poate fi realizată uneori numai prin adăugarea de elemente noi pentru prelucrarea nămolului (rezervoare de fermentare sau metantancuri, bazine deschise de fermentare) sau prin adăugarea unei stații de pompare a apei epurate spre terenurile cultivabile, în cazul epurării biologice naturale prin folosirea apei la irigații;

- la prevederile pentru extinderea viitoare a stației de epurare se va ține seama de schimbările în capacitatea de autoepurare a emisarului ce vor interveni prin amenajările hidrotehnice ulterioare, însă numai în măsura în care lucrările de amenajare a emisarului sunt aprobate a se executa într-un termen care să se încadreze în perioada în care trebuie executată extinderea stației respective.

Cap. 5. PROIECTAREA CONSTRUCȚIILOR ȘI INSTALAȚIILOR DE EPURARE – TREAPTA MECANICĂ

5.1. Obiectele tehnologice componente ale treptei de epurare mecanică

Epurarea mecanică a apelor uzate constă în îndepărtarea prin procedee fizice, în special, a materiilor în suspensie cât și a celor nemiscibile cu apa, separabile gravitațional. Odată cu aceste substanțe sunt reținute parțial și substanțe organice, dar eficiența treptei mecanice asupra acestora este mică (20 – 40 %).

În treapta de epurare mecanică procedeele utilizate au drept scop [9]:

- reținerea materiilor în suspensie de dimensiuni mari, care se face în grătare, site, cominutoare etc.;
- reținerea materiilor nemiscibile cu apa (grăsimi, produse petroliere), realizată în separatoare de grăsimi;
- sedimentarea materiilor în suspensie separabile prin decantare, care are loc în deznisipatoare, decantoare, fose septice etc.;
- prelucrarea nămolurilor.

În practică, obiectele tehnologice de pe linia apei care alcătuiesc treapta de epurare mecanică, cu excepția decantoarelor și a separatoarelor de grăsimi, constituie așa numita treaptă de degrosare.

5.1.1. Treapta mecanică a unei stații de epurare este alcătuită în principal din:

- linia (sau fluxul) apei;
- linia (sau fluxul) nămolului;
- construcții și instalații auxiliare.

5.1.2. Obiectele componente ale treptei mecanice sunt:

a. *Linia apei*

- deversorul din amonte stației de epurare;
- bazinul de retenție;
- grătar;
- deznisipator;
- dispozitive de măsură a debitelor de apă uzată și de nămol;
- separator de grăsimi;
- decantor primar;
- stație de pompare ape uzate;
- conducte și canale tehnologice de legătură;
- conductă (sau canal) de evacuare a apelor uzate epurate în resursa de apă (emisar);
- gură de evacuare a apelor uzate epurate în emisar.

Deznisipatorul și separatorul de grăsimi sunt, în unele scheme de epurare, obiecte tehnologice independente. Ele pot fi cuplate într-un singur obiect tehnologic denumit *deznisipator – separator de grăsimi cu insuflare de aer* sau *deznisipator cuplat cu separator de grăsimi cu insuflare de aer*.

b. *Linia nămolului*

- stație de pompare nămol primar;
- instalații de sitare a nămolului;
- instalații de condiționare chimică a nămolului;
- concentrator (sau îngroșător) de nămol;
- instalații de stabilizare a nămolului:
 - rezervoare de fermentare a nămolului sau metantan-curi, în care are loc fermentarea anaerobă,
 - bazine de stabilizare aerobă a nămolului sau stabilizatoare de nămol;
- instalații de deshidratare a nămolului:
 - deshidratare naturală pe platforme (paturi) de uscare,
 - deshidratare artificială sau deshidratare mecanică;

- depozit de nămol deshidratat;
- conducte și canale tehnologice de legătură.

c. Construcții și instalații auxiliare

- pavilion tehnologic;
- stație de suflante;
- centrală termică;
- atelier mecanic;
- remiză utilaje;
- drum de acces;
- drumuri, alei și platforme interioare;
- împrejurimi și porți;
- sistematizare pe verticală;
- instalații de alimentare cu energie electrică;
- instalații electrice de forță, iluminat și protecție;
- instalații de automatizare și AMCR;
- instalații de telefonie;
- canale termice;
- rețele electrice în incintă;
- rețele de apă potabilă, pentru incendiu, de canalizare, gaze ș.a.;
- lucrări de îndiguiare, apărări de maluri, lucrări în albie etc.

5.1.3. Linia nămolului, respectiv construcțiile și instalațiile auxiliare nu fac obiectul prezentului normativ. Linia nămolului constituie etapa a V-a de elaborare a normativului, iar construcțiile și instalațiile auxiliare se proiectează după norme și prescripții specifice.

5.2. Schema tehnologică a stației de epurare – treapta mecanică

5.2.1. Schema tehnologică a treptei mecanice de epurare se întocmește având în vedere următoarele:

- prevederea pe linia apei a unor obiecte tehnologice care să asigure realizarea unor grade de epurare necesare cel puțin egale cu valorile indicate la pct. 1.5;

- pentru un anumit obiect tehnologic se va propune tipul de instalație cel mai avantajos tehnic și economic și care se poate adapta cel mai ușor condițiilor locale de spațiu, relief, posibilități de fundare, de execuție etc.;

- posibilitatea extinderii viitoare a treptei mecanice atât pe linia apei cât și pe linia nămolului;

- utilajele și echipamentele aferente obiectelor tehnologice să fie performante tehnic și energetic, fiabile, avantajoase din punct de vedere al investiției și cheltuielilor de exploatare.

5.2.2. Se recomandă ca amplasarea obiectelor în profilul tehnologic al stației de epurare să conducă la o curgere pe cât posibil gravitațională, cu pierderi de sarcină reduse și la volume de beton și terasamente minime.

5.2.3. Se va avea în vedere ca dispoziția în plan a stației de epurare să conducă la un grad de utilizare maxim a terenului avut la dispoziție, la un flux tehnologic optim pe linia apei și a nămolului atât pentru execuție cât mai ales pentru exploatare.

5.3. Deversorul din amonte stației de epurare

5.3.1. Este o construcție care se prevede numai în cazul localităților canalizate în procedeele unitar și mixt.

Servește pentru limitarea debitului de apă de canalizare admis în stația de epurare pe timp de ploaie.

5.3.2. Debitul maxim de apă care ajunge pe timp de ploaie de la rețeaua de canalizare a localității la deversor este:

$$Q_T = Q_{uor\max} + Q_p \text{ (l/s)} \quad (5.1)$$

în care:

Q_T – debitul total pe timp de ploaie al apelor de canalizare care intră în camera deversorului (efluentul localității);

$Q_{uor\max}$ – debitul orar maxim al apelor uzate, pe timp uscat;

Q_p – debitul apelor de ploaie, calculat în conformitate cu prevederile STAS 1846-90, aferent ultimului tronson al colectorului principal (de la ieșirea din localitate, la deversor).

5.3.3. Debitul maxim de ape de canalizare admis în stația de epurare pe timp de ploaie este:

$$Q_{SE} = n \cdot Q_{uor\max} \text{ (l/s)} \quad (5.2)$$

în care: $n = 2$ este un coeficient de majorare a debitului admis în stația de epurare pe timp de ploaie.

În conformitate cu STAS 1846-90, acest coeficient poate lua valori mai mari ($n = 3 \dots 4$), în cazuri bine justificate tehnico-economic.

5.3.4. Debitul de calcul al deversorului este:

$$Q_d = Q_T - Q_{SE} \text{ (l/s)}, \text{ unde } Q_{SE} = n \cdot Q_{uor\max} \quad (5.3)$$

Pentru situațiile curente, când $n = 2$, relația (5.3) devine:

$$Q_d = Q_p - Q_{uor\max}$$

În anumite situații bine justificate, deversorul permite prin manevrarea corespunzătoare a unor stavile, devierea întregului debit Q_T spre un bazin de retenție sau spre emisar (cu respectarea prevederilor NTPA 001/2002), în scopul ocolirii stației de epurare.

În această situație debitul de verificare al deversorului și al canalului de ocolire este:

$$Q_v = Q_T = Q_p + Q_{uor\max} \text{ (l/s)} \quad (5.4)$$

5.3.5. Înălțimea pragului deversor p se consideră egală cu adâncimea apei în canalul de legătură dintre deversor și camera grătarelor (H_2), determinată pentru debitul $Q_{SE} = 2 \cdot Q_{uormax}$ și pentru un grad de umplere $a = \frac{H_2}{H_{c2}}$ de maximum 0,70, în care H_{c2} reprezintă înălțimea totală a canalului dintre deversor și camera grătarelor.

5.3.6. Lungimea pragului deversor, considerat ca deversor lateral cu perete subțire, neînecat, în ipoteza unei lame deversante triunghiulare, se determină din relația:

$$Q_d = m \cdot L_d \cdot \varepsilon \cdot \sigma_n \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h_m^{3/2} \cdot \frac{1}{k} \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (5.5)$$

în care:

Q_d = debitul deversat este calculat cu relația (5.3);

$m = 0,42$ – coeficient de debit;

L_d = lungimea pragului deversor asimilat ca deversor lateral;

ε = coeficient de contracție laterală;

σ_n = coeficient de înecare;

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$ – accelerația gravitațională;

h_m = înălțimea medie a lamei deversante;

$k = 1,10 \dots 1,20$ – coeficient de majorare a lungimii deversorului, pentru a ține seama că deversarea este laterală.

5.3.7. Coeficientul de contracție laterală ε are expresia:

$$\varepsilon = 1 - 0,1 \cdot n \cdot \xi \cdot \frac{L_d}{h_m} \quad (5.6)$$

unde: n = numărul de contracții laterale ale lamei în dreptul pilelor și culeilor;

ξ = coeficient de formă al pilei sau culeii, considerat în mod acoperitor $0,7 \dots 1,0$.

5.3.8. Înălțimea medie a lamei deversante (considerată triunghiulară pe lungimea L_d) se determină cu relația:

$$h_m = \frac{H_1 - H_2}{2} \text{ (m)} \quad (5.7)$$

în care: H_1 este înălțimea apei în canalul din amonte de deversorului, dimensionat „la plin” (gradul de umplere $a = \frac{H_1}{H_{c1}} \approx 1,0$) pentru debitul Q_T dat de relația (5.1). În relația gradului de umplere, H_{c1} reprezintă înălțimea totală a canalului amonte.

5.3.9. Coeficientul de înecare se consideră $\sigma_n = 1,00$ deoarece deversorul trebuie să funcționeze neînecat. În acest scop, camera și colectorul de evacuare a debitului deversat Q_d spre bazinul de retenție sau spre emisar se vor dimensiona astfel, încât nivelul maxim al apei aval de pragul deversor să fie situat la minim 15...20 cm sub cota crestei deversante.

5.3.10. Orientativ, la dimensionarea deversorului se va urmări ca debitul specific deversat să se încadreze în domeniul:

$$q_d = \frac{Q_d}{L_d} = 0,20 \dots 0,80 (\text{m}^3/\text{s}, \text{m}) \quad (5.8)$$

unde: Q_d este debitul deversat determinat cu relația (5.3), iar L_d este lungimea deversorului frontal, având expresia:

$$L_d = \frac{Ld}{k} \text{ (m)} \quad (5.9)$$

în care L_d și k au semnificația de la pct. 5.3.6.

5.3.11. În cazul în care lungimea deversorului lateral $L_d \leq 10\text{m}$ se va prevedea prag deversor cu o singură lamă deversantă (deversare pe o singură parte).

Dacă $L_d > 10\text{m}$, se prevede deversor cu două lame deversante (deversare pe două laturi), astfel încât lungimea camerei deversoare va fi:

$$L_{cd} = \frac{L_d}{2} \text{ (m)} \quad (5.10)$$

5.3.12. Pentru simplificarea calculului lungimii deversorului se poate utiliza diagrama din fig. 5.1 în care, funcție de înălțimea medie a lamei deversante h_m – calculată cu relația (5.7), se determină debitul specific deversat aferent *deversorului frontal* q_d (m^3/s , m), respectiv lungimea acestuia:

$$L'_d = \frac{Q_d}{q} \text{ (m)} \quad (5.11)$$

Lungimea *deversorului lateral* rezultă din relația (5.9):

$$L_d = k \cdot L'_d \text{ (m)} \quad (5.12)$$

unde: $k = 1,10 \dots 1,20$.

5.4. Bazin de retenție

5.4.1. Bazinul de retenție se amplasează, după deversorul din amonte stației de epurare pe/sau alăturat canalului care evacuează apele deversate spre emisar.

5.4.2. Rolul bazinelor de retenție este diferit, în funcție de scopul pentru care sunt utilizate. Astfel, ele pot fi prevăzute pentru:

a) înmagazinarea cantității de apă uzată pe o anumită perioadă de timp, când nu este posibilă descărcarea gravitațională a acestora în emisar, datorită nivelelor ridicate ale apei emisarului;

b) înmagazinarea pe timp de ploaie a cantității de apă de canalizare (amestec între apa uzată și apa de ploaie) ce reprezintă diferența dintre debitul deversat Q_d definit ca la pct. 5.3.4 și debitul amestecului admis a se descărca în emisar fără epurare (Q_{dr}).

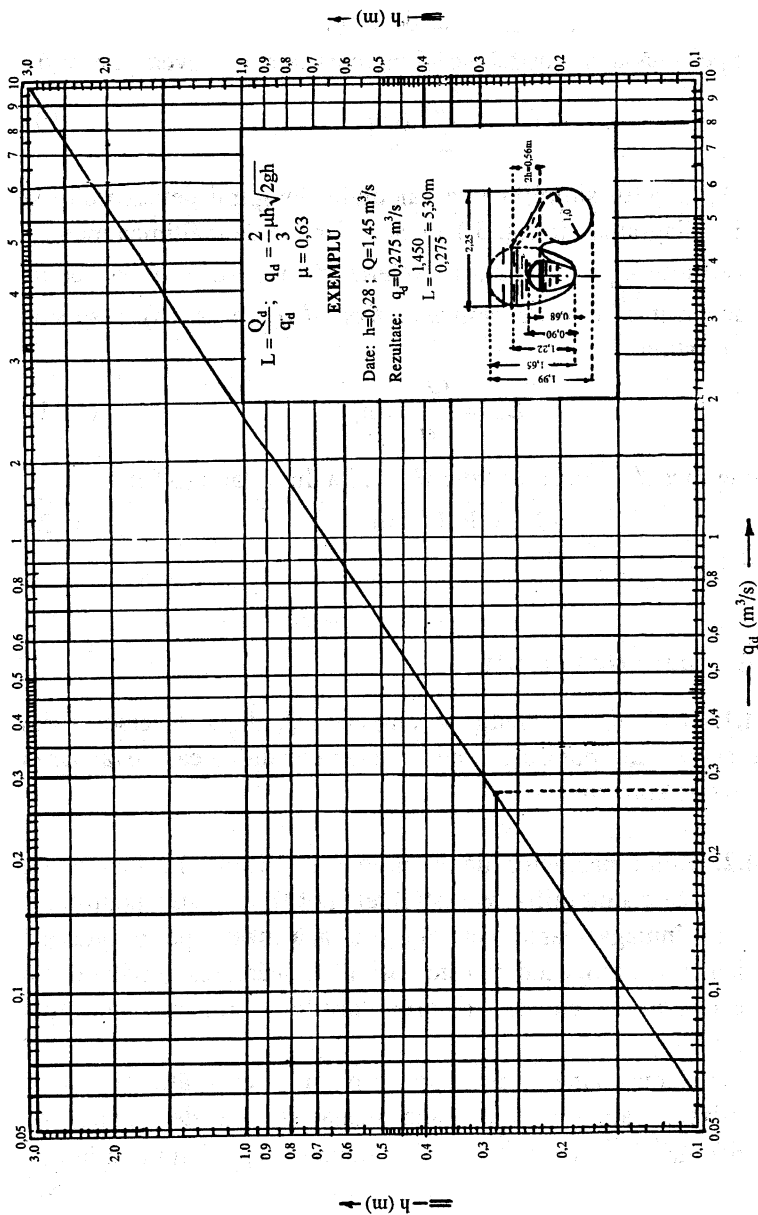


Fig. 5.1 - Diagramă pentru calculul lungimii deversorului

c) înmagazinarea pe timp de ploaie a amestecului dintre apa uzată și apa de ploaie materializat prin debitul deversat Q_d , în vederea epurării ulterioare a cantității de apă ce reprezintă diferența dintre debitele de ape uzate sosite în stație (Q_{uz}) și capacitatea maximă de epurare a acesteia pe timp de ploaie ($Q_{SE} = 2 \cdot Q_{uormax}$).

d) înmagazinarea cantităților de ape uzate a căror evacuare în emisar nu se poate face decât prin pompare, în scopul reducerii cheltuielilor de investiție și exploatare a stației de pompare.

Bazinele de retenție de tipul a) și d) se prevăd în cazul localităților canalizate în procedeul divizor.

Pentru stațiile de epurare aferente localităților mici, canalizate, de regulă, în procedeul divizor, mai ales în schemele de epurare fără decantor primar, este recomandabilă prevederea unui bazin de uniformizare și omogenizare a cantității și calității apei uzate ce se va trata în treapta biologică.

Bazinele de retenție de tipul b. și c. se prevăd în cazul localităților canalizate în procedeele unitar sau mixt.

5.4.3. Debitul de calcul al bazinelor de retenție de tipul b. și c., cazurile cele mai frecvent întâlnite, este dat de relația:

$$Q_b = Q_d - Q_{dr} \text{ (m}^3\text{/s)} \quad (5.13)$$

unde: Q_b = debitul de calcul al bazinului de retenție (m^3/s);

Q_d = debitul amestecului de ape uzate cu ape de ploaie, definit la pct. 5.3.4;

Q_{dr} = debitul amestecului de ape uzate cu ape de ploaie ce poate fi evacuat în emisar fără epurare.

5.4.4. Regimul hidraulic al emisarului și categoria de calitate a acestuia pot impune capacități mari pentru înmagazinarea apelor de canalizare care nu pot fi evacuate (în anumite perioade) neepurate și gravitațional în emisar. În acest caz, soluția cu bazin de retenție se va

studia comparativ, tehnic și economic, cu soluția mixtă „bazin de retenție – stație de pompare” sau cu cea care implică numai stația de pompare.

5.4.5. În cadrul proiectului aferent bazinelor de retenție se va preciza modul de curățire, spălare și evacuare a sedimentelor reținute în aceste bazine în funcție de tipul adoptat.

5.4.6. În scopul evitării producerilor de sedimente pe radierul bazinelor de retenție se va propune o formă geometrică adecvată și echiparea cu mixere poziționate corespunzător și în număr suficient realizării scopului propus.

5.5. Grătare

5.5.1. Grătarele sunt obiecte tehnologice care au rolul de a reține din apele de canalizare suspensiile și corpurile mari, grosiere.

5.5.2. Grătarele sunt amplasate la intrarea apelor uzate în stația de epurare. Când schema stației de epurare prevede pomparea apelor uzate provenite de la localitate, grătarele vor fi amplasate în amonte stației de pompare.

Dacă stația de pompare este echipată cu transportoare hidraulice (șnecuri), grătarele se pot amplasa și aval de acestea.

5.5.3. Din punct de vedere al distanței dintre bare, notată cu b , grătarele se pot clasifica în:

- grătare rare, cu $b = 50 \dots 100$ mm;
- grătare dese:
 - curățite manual, cu $b = 30 \dots 40$ mm (de evitat, pe cât posibil);
 - curățite mecanic, cu $b = 10 \dots 20$ mm;
- grătare fine:
 - curățite mecanic, cu $b = 0,50 \dots 6$ mm.

5.5.4. Din punct de vedere al formei, grătarele pot fi:

- grătare plane înclinate, cu 60° - 70° față de orizontală;
- grătare curbe;
- grătare (site) cilindrice fixe sau mobile, înclinate cu 25° - 45° față de orizontală;
- grătare „pășitoare” sau site elevator.

5.5.5. După modul de curățire, grătarele pot avea:

- curățire manuală (de evitat, pe cât posibil);
- curățire mecanică;
- autocurățire (grătarele „pășitoare”).

La stațiile de epurare aferente localităților sub 5.000 locuitori se prevăd de regulă grătare fine ($b = 2\text{-}3\text{ mm}$) având curățire mecanică și automatizată, fără personal de deservire. Pentru localități cu mai mult de 5.000 locuitori, se prevăd ambele tipuri de grătare, grătarele rare fiind amplasate în amonte grătarelor dese.

Pentru stațiile de epurare medii și mari, curățirea mecanică a grătarelor dese se prevede atunci când cantitățile de rețineri depășesc $0,1\text{-}0,2\text{ m}^3/\text{zi}$, respectiv când localitatea deservită de stația de epurare are mai mult de 10.000 locuitori.

La stațiile mici de epurare, cu număr sub 10.000 locuitori, complet automatizate, se poate prevedea numai grătar fin curățat mecanic.

5.5.6. Umiditatea reținerilor după presare se consideră, în medie, de $70\text{-}80\%$, iar greutatea specifică de $0,75\text{-}0,95\text{ tf/m}^3$.

În calculul cantităților de rețineri pe grătare se va ține seama de valorile medii specifice indicate în tabelul 5.1, precum și de faptul că aceste cantități pot fi de câteva ori mai mari. În acest sens, se va considera un coeficient de variație zilnică $K = 2 \dots 5$.

Relația de calcul a volumului zilnic de substanțe reținute pe grătare cu umiditate $w = 80\%$ este:

$$V_r = \frac{a \cdot N_L \cdot K}{1000365} \text{ (m}^3\text{/zi)} \quad (5.14)$$

unde:

a – este cantitatea de rețineri specifică, indicată în tabelul 5.1, în l/om, an;

N_L – numărul de locuitori;

K – 2 ... 5 coeficient de variație zilnică.

Tabelul 5.1.

Cantități specifice de rețineri pe grătare

Nr. crt.	Distanța (interspațiul) dintre barele grătarului (mm)	Cantitatea de rețineri specifică a (l/om, an)	
		La curățire manuală	La curățire mecanică
0	1	2	3
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	–

Cantitatea zilnică de rețineri pe grătare se calculează cu formula:

$$G_r = \gamma_r \cdot V_r \text{ (kg f / zi)} \quad (5.15)$$

unde: $\gamma_r = 750 \dots 950 \text{ kg f / m}^3$ – greutatea specifică a reținerilor cu umiditatea $w = 70 \dots 80 \%$.

Volumul zilnic de substanță uscată (umiditate $w' = 0$) din rețineri este:

$$V_{ru} = V_r \frac{100 - w}{100} \text{ (m}^3 \text{ / zi)} \quad (5.16)$$

unde: $w = 80 \%$ este umiditatea reținerilor.

Cantitatea zilnică de substanță uscată din rețineri rezultă:

$$G_{ru} = \gamma_{ru} \cdot V_{ru} \text{ (kg f / zi)} \quad (5.17)$$

unde: $\gamma_{ru} = 1600 \dots 2000 \text{ kg f / m}^3$ – greutatea specifică a substanțelor reținute, în stare uscată.

5.5.7. Numărul minim de grătare active va fi $n = 2$, fără grătare de rezervă. La stațiile de epurare mici, se poate proiecta un singur grătar, prevăzându-se însă canal de ocolire.

5.5.8. Camerele grătarelor se vor prevedea cu stăvilare și batardouri amonte și aval, în scopul izolării fiecărui grătar în parte în caz de reparații, revizii etc.

Pentru curățirea grătarelor și manevrarea stăvilarelor și batardourilor, sunt necesare pasarele, a căror lățime variază între 80... 150 cm.

5.5.9. Pentru prevenirea depunerilor, canalele pe care sunt amplasate grătarele (de obicei de secțiune transversală dreptunghiulară) vor fi construite cu o pantă de minim 1.

În porțiunea amonte a camerei grătarelor, de formă divergentă, se va realiza o pantă a radierului de minim 1 % în scopul evitării depunerilor, iar radierul se va construi din beton rezistent la uzură.

5.5.10. Cota radierului canalului în aval de grătar se recomandă a fi sub cota radierului amonte cu 10...15 cm.

5.5.11. Grătarele se confecționează din bare metalice care pot avea în secțiune transversală diferite forme.

Mai des utilizate sunt barele cu secțiunea transversală dreptunghiulară (în special pentru grătarele rare) care prezintă simplitate în confecționare, iar pierderea de sarcină față de celelalte tipuri nu diferă sensibil. Aceste bare au grosimea $s = 8 \dots 10$ mm și lățimea $l = 40 \dots 60$ mm (din punct de vedere hidraulic se recomandă raportul $l/s \geq 5$).

Grătarele dese și în mod deosebit cele fine, se execută din bare cu secțiunea transversală trapezoidală sau de formă apropiată (cu muchii rotunjite).

5.5.12. Pierderea de sarcină prin grătar se determină cu relația:

$$h_w = \zeta_g \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} \quad (\text{m}) \quad (5.18)$$

unde:

ζ_g – este coeficientul de rezistență locală al grătarului, calculat cu formula lui O. Kirschmer [18]:

$$\zeta_g = \beta \cdot \left(\frac{s}{b} \right)^{4/3} \cdot \sin \alpha \quad (5.19)$$

v – viteza medie pe secțiune în canalul din amonte grătarului, m/s;

g – accelerația gravitațională, m/s²;

β – coeficient de formă al barei, cu valoarea 2,42 pentru bare cu secțiunea transversală dreptunghiulară;

s – grosimea barei, mm;

b – distanța (interspațiul) dintre barele grătarului, mm;

$\alpha = 60^\circ \dots 70^\circ$ – unghiul de înclinare al grătarului față de orizontală.

Formula (5.19) poate fi aplicată numai dacă este îndeplinită condiția:

$$R_e = \frac{v_g \cdot b}{v} > 10^4 \quad (5.20)$$

în care:

R_e – este numărul Reynolds la mișcarea apei printre barele grătarului;

v_g – viteza medie a apei printre barele grătarului la debitul de calcul, cm/s;

ν - coeficientul cinematic de vâscozitate la temperatura medie anuală a apelor uzate, cm^2/s (v. fig. 5.18).

5.5.13. Pentru a se ține seama de înfundarea parțială a grătarului, se majorează de trei ori pierderea de sarcină teoretică determinată cu relația (5.18), astfel încât în practică se consideră pierderea de sarcină:

$$h_r = 3 \cdot h_w, \quad (5.21)$$

dar minimum 10 cm.

La grătarele cilindrice fine, pierderea de sarcină minimă poate fi considerată $h_r = 7$ cm.

5.5.14. Debitele de calcul și de verificare a grătarelor sunt (v. tabelul 2.2):

- în procedeul de canalizare divizor:

$$Q_c = Q_{uoramax}$$

$$Q_v = Q_{uoramin}$$

- în procedeul de canalizare unitar și mixt:

$$Q_c = n \cdot Q_{uoramax}$$

$$Q_v = Q_{uoramin}$$

unde: $n = 2 \dots 4$ (v. STAS 1846-90).

5.5.15. Dimensionarea grătarelor se conduce astfel, încât pentru debitul de calcul al apelor uzate, viteza medie a apei să fie:

- 0,7-0,9 m/s în canalul din amonte grătarului;
- 1,0-1,4 m/s printre barele grătarului.

5.5.16. Pentru debitul de verificare al apelor uzate (Q_{uoramin}), viteza medie a apei în canalul din amonte grătarului trebuie să fie de minim 0,4 m/s în scopul evitării depunerilor pe radierul canalului.

5.5.17. Secțiunea transversală a canalului pe care este amplasat grătarul poate avea formă dreptunghiulară sau mixtă (triunghiulară la partea inferioară și dreptunghiulară la partea superioară).

5.5.18. Lățimea canalului pe care se amplasează grătarul se va alege dintre dimensiunile [45]:

$$B_1 = 0,60; 0,80; 1,00; 1,25 \text{ și } 1,60 \text{ m.}$$

Când adâncimea canalului H = cotă coronament – cotă radier este sub 0,80 m, lățimea B_1 a canalului poate avea valori și sub 0,60 m și anume: 0,30; 0,40 și 0,50 m.

Lățimea canalului se poate exprima prin formula:

$$B_1 = n_1 \cdot b + n_2 \cdot s \quad (5.22)$$

unde: n_1 este numărul de interspații;

n_2 este numărul de bare.

Între n_1 și n_2 poate exista o relație fie de forma (5.23), fie de forma (5.23'), în funcție de confecția metalică a panoului de grătar (cu, respectiv fără interspațiu lângă perete):

$$n_1 = n_2 + 1 \quad (5.23)$$

$$n_1 = n_2 - 1 \quad (5.23')$$

Formulele (5.22), (5.23) sau (5.23'), permit determinarea numărului de bare și interspații, atunci când se cunosc B_1 , s și b .

5.5.19. Dispozitivele de curățire mecanică a reținerilor de pe grătare pot fi automatizate în funcție de pierderea de sarcină admisă la trecerea apei printre barele grătarului (7-25 cm). Acest lucru se

realizează de regulă prin intermediul unor senzori de nivel. Automatizarea poate fi realizată și prin relee de timp.

5.5.20. Reținerile sunt evacuate spre a fi îngropate, depozitate, fermentate, compostate cu gunoaiile menajere, incinerate sau, sunt tocate ori fărâmițate cu ajutorul unor dispozitive speciale în curent (griductoare, comminutoare, dilaceratoare) sau în afara curentului (tocătoare, dezintegratoare) și reintroduse în apă în aval sau în amonte de grătar.

5.5.21. Pentru micșorarea volumului de rețineri la grătare, se recomandă ca odată scoase din apă, reținerile să fie presate în instalații speciale (făcând parte din grătarul propriu-zis sau fiind independente de grătar) sau presate și spălate.

Umiditatea reținerilor presate scade până la 55-60 %.

În acest fel cheltuielile de manipulare, transport și depozitare a reținerilor de pe grătare vor fi mult diminuate.

5.5.22. Pasarelele de acces la dispozitivele de tocare a reținerilor sau la batardouri și stăvilare vor fi amplasate cu min. 50 cm deasupra nivelului maxim al apelor din canalul grătarelor. Se va lăsa un spațiu de minim 70 cm pentru circulație în jurul dispozitivelor de curățire și tocare.

5.5.23. Pentru evitarea accidentelor în toate locurile unde există pericol de cădere se vor prevedea parapete de minimum 80 cm înălțime, realizate din țevi metalice (orizontale) cu diametrul $\phi = 20...25$ mm, așezate la 40 cm distanță pe verticală și din stâlpi amplasați la max. 1,5m distanță între ei.

5.5.24. În general grătarele sunt amplasate în aer liber. Pentru grătarele curățite mecanic, în special în zonele cu temperaturi medii anuale ale aerului sub 10°C, se recomandă amplasarea lor în clădire.

5.5.25. Realizarea unei eficiențe ridicate în reținerea materiilor în suspensie și materiilor grosiere conduce la randamente sporite pentru construcțiile și instalațiile de epurare a apei din aval de grătare, precum și pentru construcțiile de prelucrare a nămolurilor.

În acest scop sunt de preferat grătarele sau sitele fixe sau mobile, prevăzute cu șnec înclinat cu funcționare continuă și automatizată care efectuează practic patru operațiuni importante:

- rețin corpurile grosiere;
- extrag din apă reținerile de pe grătar și le spală de substanțele fine de natură organică (opțional);
- presează reținerile micșorându-le volumul și umiditatea;
- le transportă la suprafață, în containere;

5.6. Dispozitive pentru măsurarea debitelor de apă din stațiile de epurare

5.6.1. Măsurarea debitelor în stațiile de epurare este necesară pentru evidența cantităților de apă ce se tratează la un moment dat sau într-un anumit interval de timp, precum și pentru a dirija corespunzător procesele tehnologice.

5.6.2. Măsurarea debitului se poate efectua atât global, pentru întreaga stație, cât și parțial, pe anumite linii tehnologice sau pentru anumite obiecte tehnologice.

5.6.3. Dispozitivele de măsurare se recomandă a fi amplasate pe canale deschise în care curgerea are loc cu nivel liber, în scopul accesului ușor pentru degajare în zonele de posibile împotmoliri, depuneri, obturări etc.

Calitatea apei al cărui debit urmează a fi măsurat, din cauza conținutului mare de impurități, impune utilizarea numai acelor tipuri de debitmetre care nu au de suferit de pe urma depunerilor în secțiunea de măsurare. Aceste tipuri de debitmetre sunt:

- canale de măsură cu ștrangularea (îngustarea) secțiunii de curgere de tip Venturi;
- deversoare proporționale sau cu caracteristică liniară;
- debitmetre electromagnetice sau cu ultrasunete, amplasate numai pe conducte care funcționează sub presiune.

5.6.4. Dispozitivele de măsurare alese trebuie să conducă la pierderi de sarcină reduse și să nu permită erori mai mari de 2 – 3 % în indicarea debitelor.

5.6.5. Canalele de măsurare obținute prin îngustarea în plan a secțiunii canalului de la lățimea B la o lățime $b < B$ și lărgirea spre aval a secțiunii printr-un divergent de la lățimea b la lățimea inițială B , se numesc simplu **canale Venturi** prin analogie cu tuburile de măsură Venturi.

Când suprafețele verticale de racordare sunt plane, canalul de măsură este cunoscut sub denumirea de canal Parshall.

5.6.6. Îngustarea canalului produce o accelerare a mișcării lichidului și o coborâre a nivelului apei. Dacă datorită îngustării în plan sau modificării fundului canalului adâncimea apei trece prin h_{cr} , atunci canalul de măsurare se numește cu curgere rapidă sau torențială (v. fig. 5.2).

Regimul lent din amonte de debitmetru se transformă într-un regim de curgere rapid ($Fr > 1$) și aval de îngustare, racordarea cu suprafața apei din canalul aval se realizează printr-un salt hidraulic.

Atâta timp cât adâncimile apei din canalul aval conduc la un salt hidraulic neîncet (perfect sau îndepărtat), curgerea pe canalul din amonte debitmetrului nu este influențată de curgerea din canalul aval, astfel încât debitul poate fi determinat prin măsurarea unui singur parametru și anume adâncimea apei amonte h_m . Acest lucru poate fi exprimat matematic printr-o relație de forma: $Q = f \cdot (h_m)$

Măsurarea adâncimii apei din amontele debitmetrului se recomandă a se realiza cu dispozitive cu ultrasunete care permit convertirea adâncimii respective în debit, cu indicarea locală sau transmiterea la distanță a acestuia (la dispecer), citirea instantanee sau/și contorizarea debitului, corectitudinea măsurătorilor nefiind influențată de impuritățile existente în apa uzată.

5.6.7. Orientativ și acoperitor se poate considera că saltul hidraulic este neîncat, atunci când este îndeplinită condiția:

$$h_{v1} \leq 0,70 \cdot h_m$$

unde: h_{v1} este adâncimea limită a apei (în mișcare uniformă) din canalul aval pentru care saltul este neîncat.

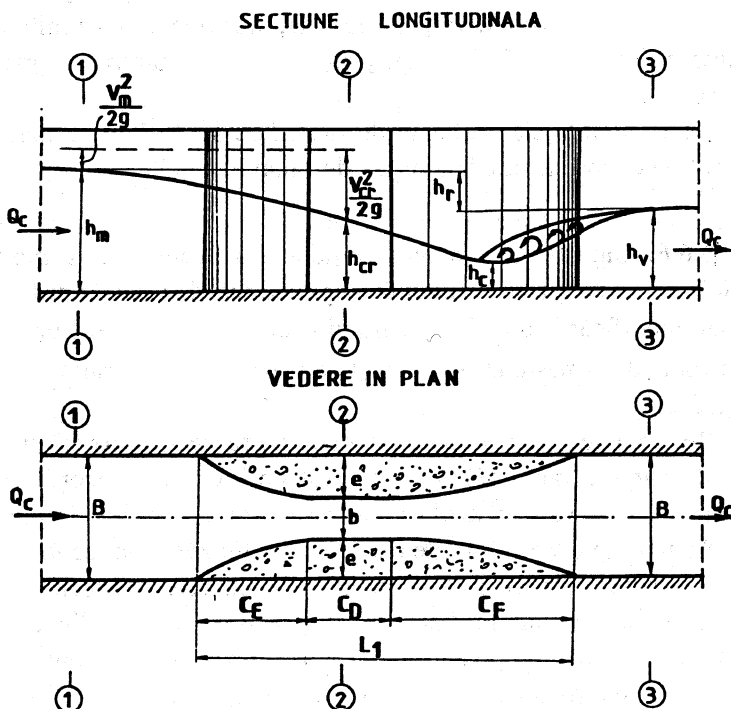


Fig. 5.2. – Canal Venturi cu panta radier $i = 0$.

Notații de calcul

Prin realizarea de racordări curbe corespunzătoare și a unor dimensiuni geometrice alese rațional, adâncimea limită din aval care asigură neîncetarea saltului hidraulic poate atinge valori de până la $0,75 h_m$.

5.6.8. După modul în care se realizează îngustarea, canalele de măsură pot fi [57]:

- a. – cu îngustare (fantă) rectangulară (v. fig. 5.3, a);
- b. – cu îngustare trapezoidală (v. fig. 5.3, b);
- c. – cu îngustare în formă de U, respectiv cu fund rotunjit (v. fig. 5.3, c).

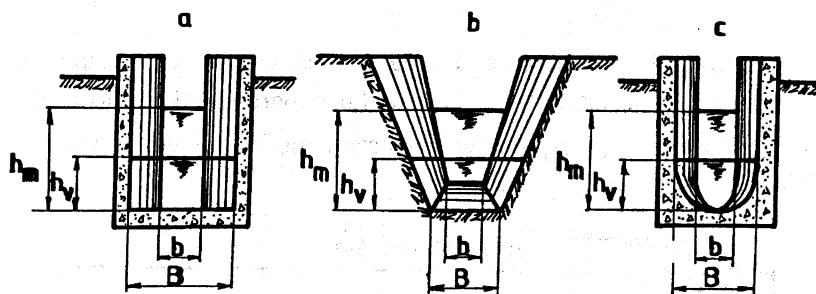


Fig. 5.3. – Secțiuni transversale ale canalului de măsură Venturi

Canalul de măsurare cu îngustare trapezoidală este preferat în cazul unor valori mari a debitelor ce trebuie măsurate. Pentru apele uzate menajere sunt indicate canalele Venturi cu fantă rectangulară, sau formă de U, care sunt mult mai sensibile la variațiile și valorile mai reduse ale debitelor. În practică, se preferă canalele Venturi cu fantă rectangulară deoarece sunt mai simplu de executat decât cele cu îngustare în formă de U.

5.6.9. Indiferent de tipul de canal de măsură, la execuție trebuie respectate cu strictețe dimensiunile indicate în proiect pentru a nu genera la măsurare erori mari în evaluarea debitelor.

În acest sens sunt recomandate rigolele prefabricate confecționate din material plastic de tip Khafagi – Venturi, care se execută în uzină, la dimensiuni precise și se montează pe șantier în canalul de beton prevăzut în acest scop.

5.6.10. Metoda bazată pe încercări pe model

Canalele de măsură tip Venturi cu îngustare rectangulară utilizate cu precădere în stațiile de epurare a apelor uzate orășenești, sunt de două tipuri:

- tipul I, cu fundul coborât sau cu treaptă (v. fig. 5.4);
- tipul II, cu fundul orizontal (v. fig. 5.5).

5.6.11. Pentru fiecare din cele două canale de măsură s-au efectuat studii de laborator [57], canalul experimental având lățimea $B^* = 30,175$ cm (toți parametrii aferenți modelului vor fi notați cu steluța „*”).

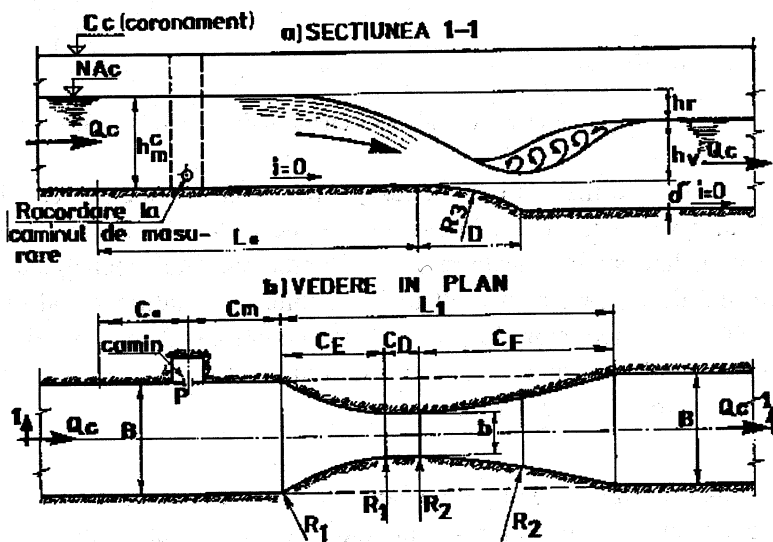


Fig. 5.4. – Canal Venturi cu radier coborât (cu treaptă) – Tipul I

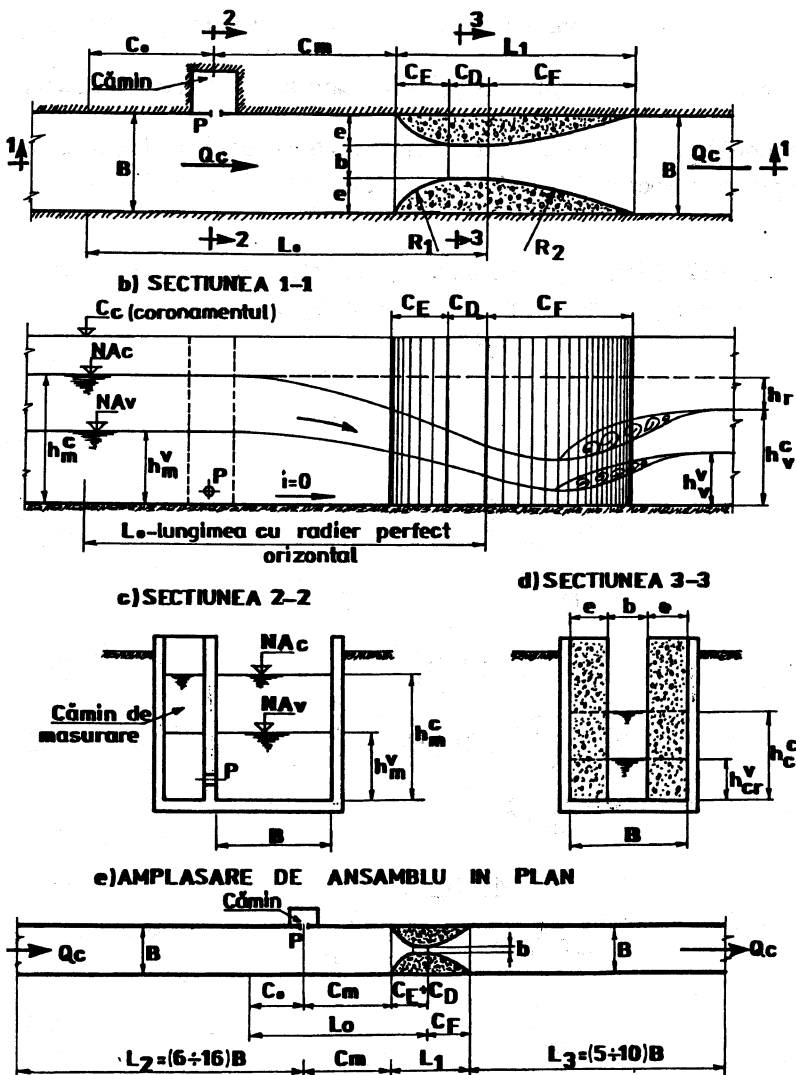


Fig. 5.5. – Canal Venturi cu radier orizontal – Tipul II

S-au efectuat încercări pentru trei coeficienți de ștrangulare (îngustare) $\psi = \frac{b^*}{B^*} = 0,30; 0,40$, și $0,50$. Caracteristicile de debit aferente celor două tipuri de canale Venturi, pentru cei trei coeficienți de ștrangulare, sunt prezentate pentru modelele studiate în fig. 5.6, 5.7 și 5.8.

5.6.12. Elementele geometrice caracteristice, necesare trasării debitmetrelor, sunt după cum urmează (v. fig. 5.4 și 5.5):

$$R_1 = \frac{C_E^2 + e^2}{2 \cdot e} > 2 \cdot (B - b) \quad (5.24)$$

$$R_2 = 1,6 \cdot R_1 \quad (5.25)$$

$$R_3 = \frac{D^2 + \delta^2}{2 \cdot \delta} \quad (5.26)$$

$$D = B \quad C_E = B$$

$$C_D \geq (1,5 \div 2) \cdot h_m^c \quad (5.27)$$

$$C_F = \frac{13}{6} \cdot B \geq 3 \cdot (B - b) \quad (5.28)$$

$$C_o = 2 \cdot h_m^c \quad (5.29)$$

$$C_m = (3 \div 4) \cdot h_m^c \quad (5.30)$$

$$L_o = C_o + C_m + C_E + C_D \quad (5.31)$$

$$e = \frac{B - b}{2} \quad (5.32)$$

Cu h_m^c s-a notat adâncimea maximă a apei în canalul amonte de debitmetru pentru debitul de calcul Q_c . Cu h_v^c s-a notat adâncimea normală a apei în canalul aval de debitmetru pentru Q_c .

La debitul de verificare Q_v , corespund adâncimile h_m^v în amonte și h_v^v în aval de debitmetru.

5.6.13. Dimensionarea debitmetrului Venturi cu ștrangulare rectangulară se va face ținându-se seama și de următoarele recomandări [58]:

- adâncimea apei în amonte de debitmetru va fi astfel încât:
 $h_m > 0,05 \text{ m}$ sau $h_m > 0,05 C_D$, dar în orice caz sub 2 m;
- lățimea b va fi astfel încât:

$$\psi = \frac{b}{B} \leq 0,7 \quad (5.33)$$

$$b > 0,10 \text{ m} \quad (5.34)$$

$$\frac{h_m}{b} \leq 3 \quad (5.35)$$

5.6.14. Debitmetrul tip canal Venturi trebuie amplasat pe un aliniament de canal (axul debitmetrului să coincidă cu axul canalului) astfel încât să se asigure distanțele (v. fig. 5.5):

- în amonte (de la orificiul căminului de măsurare):

$$L_2 = (6 \div 16) \cdot B;$$

- în aval, $L_3 = (5 \div 10) \cdot B$.

5.6.15. Pierderile de sarcină sunt cu atât mai mici cu cât coeficientul de ștrangulare ψ are o valoare mai mare.

5.6.16. Sensibilitatea cea mai mare în ceea ce privește măsurarea lui h_m este dată de debitmetrele cu raportul de ștrangulare mic ($\psi = 0,30$).

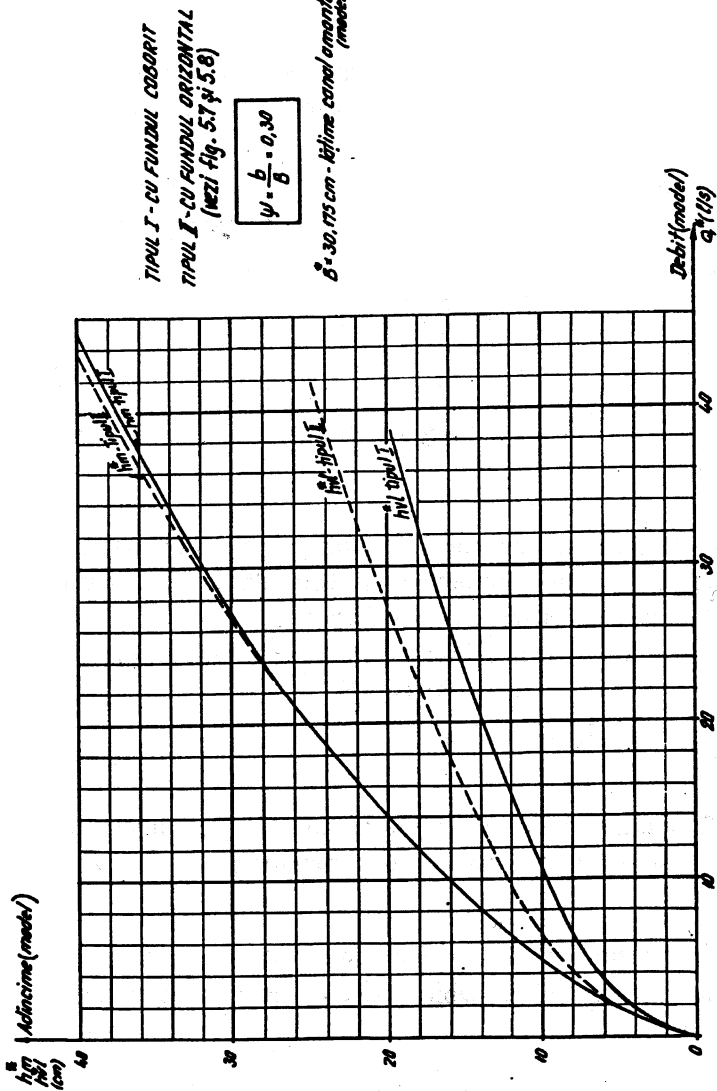


Fig. 5.6. - Caracteristicile de debit $h_m^* = f(Q^*)$ și $h_{01}^* = f(Q^*)$ pentru canale Venturi cu $\psi_b = 0,30$

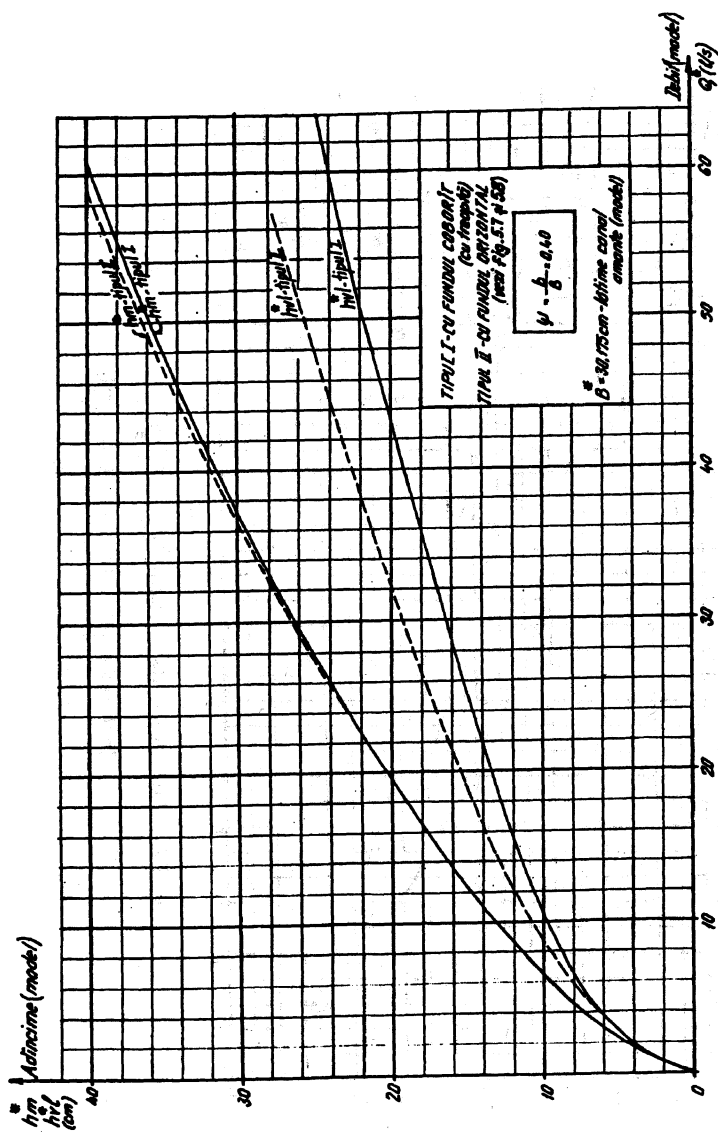


Fig. 5.7. — Caracteristicile de debit $h_m^* = f(Q^*)$ și $h_{ul}^* = f(Q^*)$ pentru canale Venturi cu $\psi = 0.40$

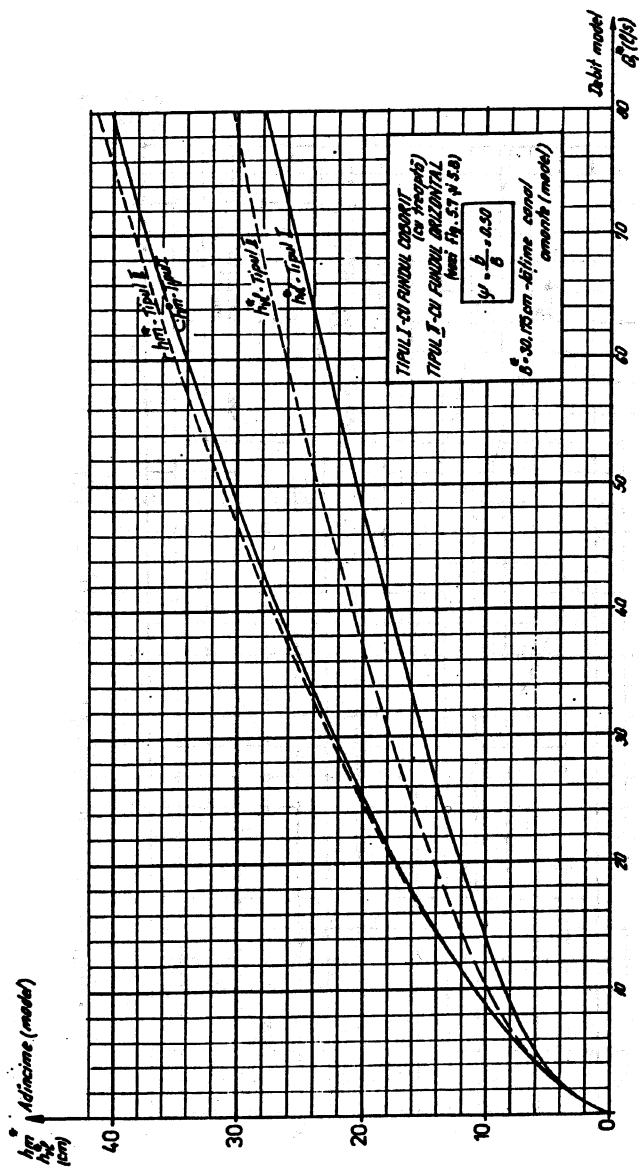


Fig. 5.8 – Caracteristicile de debit $h_m^* = f(Q^*)$ și $h_{m1}^* = f(Q^*)$

pentru canale Venturi cu $\psi = 0,50$

5.6.17. Amplasarea debitmetrului în profilul tehnologic al stației de epurare va urmări ca nici un obiect sau obstacol situat în aval să nu producă remuu care ar putea conduce la înecarea debitmetrului și, de asemenea, ca nivelurile din amonte generate de mijlocul de măsurare să nu influențeze defavorabil curgerea în obiectele din amonte.

5.6.18. În schema tehnologică a stației de epurare debitmetrul tip canal Venturi se amplasează de obicei după deznisipatoare, el având un dublu scop:

- măsurarea debitelor de apă;
- păstrarea constantă a vitezei medii orizontale a apei în deznisipator, indiferent de debitul care trece prin acesta.

Menținerea constantă a vitezei orizontale în deznisipator impune egalitatea dintre adâncimea apei amonte de debitmetru h_m și adâncimea apei din deznisipator H , precum și forma parabolică pentru secțiunea transversală a deznisipatorului (sau, pentru ușurința execuției, o formă poligonală apropiată de parabolă).

5.6.19. Dimensionarea canalelor Venturi 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} .

Necesitatea măsurării continue a debitului, a înregistrării, transmiterii la distanță și eventual a contorizării lui, este o chestiune strâns legată de o exploatare corectă și modernă a stației de epurare.

5.6.20. Dimensionarea canalelor de măsurare se face la debitul maxim ce trebuie măsurat și anume:

- $Q_c = 2 \cdot Q_{uoramax}$ – în procedeul de canalizare unitar și mixt;
- $Q_c = Q_{uoramax}$ – în procedeul de canalizare separativ;

astfel încât curgerea aval de îngustare să fie neînecată. Trebuie făcute totuși câteva verificări deoarece s-ar putea întâmpla ca pentru debite mai mici curgerea să fie înecată. În acest caz se preferă canale Venturi cu prag, cu treaptă, sau cu prag și treaptă.

5.6.21. Canalele amonte și aval de debitmetru trebuie, de asemenea, dimensionate astfel încât vitezele medii de curgere să fie superioare vitezei de autocurățire.

5.6.22. Determinarea elementelor de calcul pentru debitmetrul din *natură* (cel real, care se dimensionează) se face în funcție de elementele de pe *model* prin intermediul coeficientului de similitudine geometrică α_l (similitudine Froude), astfel:

$$h_m = \alpha_l \cdot h_m^* \quad (5.36)$$

$$h_v = \alpha_l \cdot h_v^* \quad (5.37)$$

$$Q = \alpha_l^{5/2} \cdot Q^* \quad (5.38)$$

unde:

- h_m , h_v și Q sunt adâncimile amonte și aval de debitmetru, respectiv debitul aferent debitmetrului din natură;
- h_m^* , h_v^* și Q^* sunt parametri analogi de pe model;
- $\alpha_l = \frac{B}{B^*} = \frac{b}{b^*}$ (5.39)

Coeficientul α_l de similitudine geometrică reprezintă raportul dintre lungimile omoloage din natură și cele ale modelului.

Lățimea canalului studiat pe model a fost $B^* = 30,175\text{cm}$.

5.6.23. Aliniamentul aval $L_3 = (5 \div 10) \cdot B$ poate fi eliminat dacă există posibilitatea realizării imediat după debitmetru a unei căderi sau trepte (v. fig. 5.9).

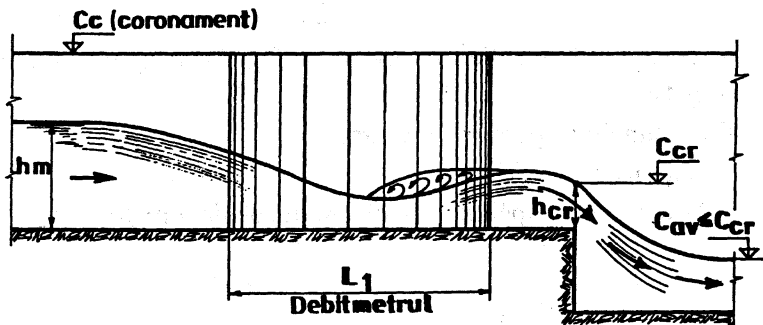


Fig. 5.9. – Canal Venturi cu treaptă aval

Debitmetrul va funcționa neîncet atâta vreme cât cota apei din aval de cădere C_{av} va fi sub cota C_{cr} aferentă adâncimii critice.

Pentru măsurarea adâncimii de apă în amonte de debitmetru h_m , se recomandă prevederea unor dispozitive de măsură cu ultrasunete, a căror funcționare are avantajul că nu este influențată de impuritățile existente în apa uzată.

5.6.24. Metoda analitică (ISO*)

5.6.24.1. Teoretic, debitul care trece printr-un canal Venturi cu îngustare rectangulară se poate determina cu relația:

$$Q = 1,705 C_v \cdot C_e \cdot b \cdot h_m^{3/2} \quad (5.40)$$

în care [58]:

C_v – este coeficientul de viteză, adimensional, care ține seama de influența vitezei de apropiere asupra nivelului măsurat în amonte de debitmetru. Pentru canalele Venturi de tip II, radier orizontal, valorile lui C_v funcție de $\psi = \frac{b}{B}$ se indică în tabelul 5.2;

C_e – este coeficientul de debit, ale cărui valori sunt indicate în tabelul 5.3, funcție de rapoartele C_D / b și h_m / C_D (v. fig. 5.4);

C_D – lungimea porțiunii îngustate;

b – lățimea îngustării;

h_m – adâncimea apei în canalul amonte de debitmetru.

Tabelul 5.2.

Valori ale coeficientului C_v funcție de $\psi = \frac{b}{B}$

$\psi = \frac{b}{B}$	C_v	$\frac{b}{B} \cdot C_v$
0,10	1,002	0,1002
0,15	1,005	0,1507
0,20	1,009	0,2018
0,25	1,014	0,2535
0,30	1,021	0,3063
0,35	1,029	0,3601
0,40	1,039	0,4156
0,45	1,050	0,4725
0,50	1,063	0,5320
0,55	1,079	0,5934
0,60	1,098	0,6588
0,65	1,120	0,7280
0,68	1,135	0,7718
0,70	1,147	0,8029

5.6.24.2. Coeficientul C_e poate fi calculat și cu relația:

$$C_e = \left(1 - \frac{0,006 C_D}{b}\right) \cdot \left(1 - \frac{0,003 C_D}{h_m}\right)^{3/2} \quad (5.41)$$

5.6.24.3. Deoarece coeficienții C_v și C_e sunt funcție de b și h_m , calculele privind determinarea lățimii b sau adâncimii h_m se conduc prin încercări.

5.6.24.4. Se va avea grijă ca la debitul de verificare $Q_v = Q_{uoramin}$, înălțimile h_m și h_v să fie astfel încât viteza medie a apei în canalele amonte și aval de debitmetru să fie superioară vitezei de autocurățire pentru apa deznisipată ($\geq 0,4$ m/s).

Tabelul 5.3.

Valori ale coeficientului C_e funcție de raportul $\frac{C_D}{b}$ și $\frac{h_m}{C_D}$

$\frac{C_D}{b}$	$\frac{h_m}{C_D}$						
	0,70	0,50	0,40	0,30	0,20	0,15	0,10
0	1	2	3	4	5	6	7
0,2	0,992	0,990	0,988	0,984	0,976	0,969	0,954
0,4	0,991	0,989	0,986	0,983	0,975	0,968	0,953
0,6	0,990	0,987	0,985	0,981	0,974	0,967	0,952
0,8	0,989	0,986	0,984	0,980	0,973	0,966	0,950
1,0	0,988	0,985	0,983	0,979	0,972	0,964	0,949
1,2	0,986	0,984	0,982	0,978	0,971	0,963	0,948
1,4	0,985	0,983	0,980	0,977	0,969	0,962	0,947
1,6	0,984	0,982	0,979	0,976	0,968	0,961	0,946
1,8	0,983	0,980	0,978	0,975	0,967	0,960	0,945
2,0	0,982	0,979	0,977	0,973	0,966	0,959	0,944
2,2	0,981	0,978	0,976	0,972	0,965	0,958	0,943

0	1	2	3	4	5	6	7
2,4	0,979	0,977	0,975	0,971	0,964	0,956	0,942
2,6	0,978	0,976	0,974	0,970	0,963	0,955	0,941
2,8	0,977	0,975	0,973	0,969	0,961	0,954	0,940
3,0	0,976	0,973	0,971	0,968	0,960	0,953	0,938
3,2	0,975	0,972	0,970	0,966	0,959	0,952	0,937
3,4	0,974	0,971	0,969	0,965	0,958	0,951	0,936
3,6	0,973	0,970	0,968	0,964	0,957	0,950	0,935
3,8	0,971	0,969	0,967	0,963	0,956	0,948	0,934
4,0	0,970	0,968	0,966	0,962	0,955	0,947	0,933
4,2	0,969	0,967	0,964	0,961	0,953	0,946	0,932
4,4	0,968	0,965	0,963	0,960	0,952	0,945	0,931
4,6	0,967	0,964	0,962	0,958	0,951	0,944	0,930
4,8	0,966	0,963	0,961	0,957	0,950	0,943	0,928
5,0	0,965	0,962	0,960	0,956	0,949	0,942	0,927

5.6.25. Deversoare proporționale sau cu caracteristică liniară

5.6.25.1. Se numesc astfel deoarece debitul variază liniar cu lama de apă pe deversor, caracteristica de debit fiind o dreaptă de forma $Q = A \cdot h$ (v. fig. 5.10) în care:

A – este un coeficient care depinde de dimensiunile deversorului și de modul de prelucrare a muchiei deversante;

h – lama de apă pe deversor (măsurată deasupra crestei).

5.6.25.2. Pentru deversorul din fig. 5.10, Di Rocco a indicat formula debitului:

$$Q = \mu \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot a} \left(h - \frac{a}{3} \right) \quad (5.42)$$

respectiv a profilului hiperbolic a deversorului:

$$\frac{x}{b} = 1 - \frac{2}{\pi} \cdot \operatorname{ctg} \sqrt{\frac{y}{a}} \quad (5.43)$$

în care:

μ – este coeficientul de debit;

a – înălțimea deversorului rectangular de la partea inferioară (se ia de minim 3 cm);

b – lățimea la bază a deversorului;

$x/2$ și y – coordonatele unui punct de pe conturul hiperbolic al deversorului.

Formulele de mai sus sunt valabile pentru $h > a$.

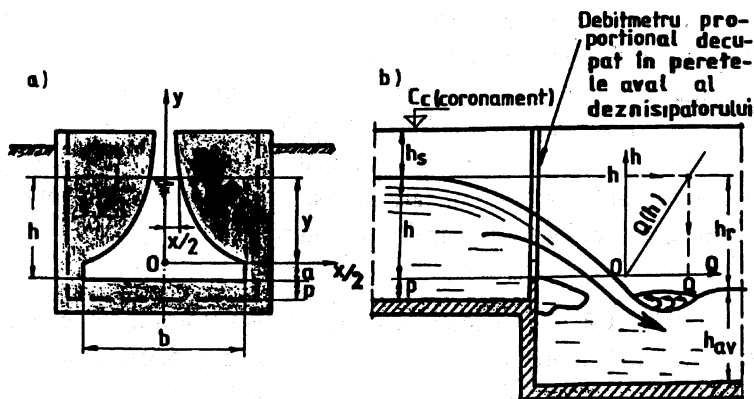


Fig. 5.10. – Deversor cu caracteristică liniară Di Rocco

5.6.25.3. Acest tip de deversor se realizează prin decupare în peretele aval al deznisipatorului și servește pentru măsurarea debitului. Cuplat cu un deznisipator cu secțiunea transversală dreptunghiulară, la care debitul este tot o funcție de gradul întâi de adâncimea H a apei în bazin și considerând egală această adâncime cu lama de apă pe deversor h , debitmetrul permite totodată menținerea unei viteze medii orizontale constante în deznisipator, indiferent de debit.

5.6.25.4. Deversorul proporțional este un dispozitiv de măsură cu sensibilitate ridicată (variații mari ale lamei pentru variații mici de debit) și prezintă avantajul utilizării unor aparate de indicare și

contorizare a debitului simple, funcție numai de lama h , atâta vreme cât deversarea este neînecată. În aceleași condiții, se elimină aliniamentele lungi de canal aval pe care le necesită debitmetrul tip canal Venturi.

Prezintă însă dezavantajul unei pierderi de sarcină mari, cel puțin egală cu lama de apă pe deversor ($h_r \geq h$). În același timp, la toate construcțiile din aval se va coborî radierul corespunzător pierderii de sarcină respective. Acest lucru este, după cum se știe neindicat în cazul stațiilor de epurare construite de obicei în lunca râurilor, în terenuri cu apă subterană apropiată de suprafață, elemente ce conduc la dificultăți de execuție și la scumpirea lucrării.

Chiar în situația măririi limitei aval de înecare la care debitul este (încă) funcție *numai* de lama de apă h , acest tip de deversor conduce la pierderi de sarcină care nu justifică utilizarea lui în stațiile de epurare decât în cazurile în care se dispune de cădere suficientă, iar parte din construcții sunt construite supraterran.

5.6.25.5. Când în peretele aval al deznisipatorului se decupează jumătate din deversorul proporțional indicat în fig. 5.10, a, el este tot cu caracteristică liniară și poartă denumirea de deversor Sutro.

5.6.26. Debitmetre electromagnetice (sau inductive)

5.6.26.1. Servesc pentru măsurarea debitelor de fluide (apă uzată, nămol etc.).

Folosirea debitmetrului electromagnetic este legată de asigurarea unei conductivități minime a fluidului, în condiții de laborator între 0,1 și 1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (microsiemens/cm), iar în industrie de cel puțin 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ [20].

5.6.26.2. Debitmetrul constă dintr-un segment de conductă prevăzut, în principal, cu un electromagnet și doi electrozi în contact cu fluidul care curge prin interiorul conductei (v. fig. 5.11).

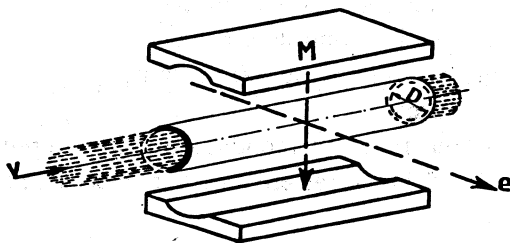


Fig. 5.11. – Debitmetru electromagnetic.
Schema de principiu

Forța electromotoare indusă de fluidul care traversează câmpul magnetic (al electromagnetului) este convertită în debit prin intermediul unui aparat special cu care este echipat contorul.

5.6.26.3. Acest debitmetru se montează pe conducta care transportă fluidul prin intermediul unor flanșe. El prezintă următoarele avantaje:

- nu apar pierderi de presiune în locul măsurării, conducta ne prezintă nici o ștrangulare;

- debitul nu depinde de densitatea și vâscozitatea fluidului;

- se pot măsura fluide agresive sau cu concentrații mari de materii în suspensie;

- plaja de debite este foarte mare, de la $0,18 \text{ m}^3/\text{h}$ la $10.000 \text{ m}^3/\text{h}$ ($0,05 \text{ l/s} \dots 2700 \text{ l/s}$); deoarece cei doi electrozi trebuie să fie permanent în contact cu fluidul, *amplasarea debitmetrului se face numai pe conducte funcționând „la plin” sau sub presiune;*

- precizia măsurătorii este echivalentă și chiar mai bună decât a altor debitmetre utilizate în prezent.

5.6.26.4. Subansamblul principal este traductorul de debit în care ia naștere un semnal electric, specific mărimii debitului, semnal care, după amplificare, ajunge într-un contor unde este afișat sau înregistrat în unități de debit.

Traductorul funcționează ca generator de curent alternativ, fluxul de fluid îndeplinind rolul de conductor. Acest lucru impune ca fluidul să conțină un minim de săruri minerale care să-i confere conductibilitate electrică.

Prin deplasarea fluidului (conductorul) în câmpul magnetic al traductorului (v. fig. 5.11) ia naștere un curent electric, proporțional cu mărimea debitului.

5.6.26.5. Alegerea debitmetrului electromagnetic se face funcție de plaja de debite care interesează.

Fiecare debitmetru are afectat un contor cu cadran pentru indicarea debitului.

Debitul vehiculat prin debitmetru se determină ca raport între constanta k_0 indicată pe cadranul contorului și factorul nominal de calibrare k înserat pe corpul debitmetrului:

$$Q = \frac{k_0}{k} \text{ (l/s)} \quad (5.44)$$

Constanta k_0 corespunde debitului maxim ce se dorește a fi măsurat, respectiv indicației de 100 % pe cadranul contorului.

5.6.26.6. Pentru măsurarea debitelor de apă uzată pot fi utilizate și alte tipuri de debitmetre, cu condiția ca acestea să fie atestate de către o unitate de specialitate abilitată.

5.6.26.7. În schema stațiilor de epurare funcție de mărimea și importanța acestora, amplasarea debitmetrelor se poate face:

- în aval de deznisipatoare;
- pe canalul (conducta) de evacuare a apelor epurate;
- în alte secțiuni de pe linia apei, a nămolului sau biogazului unde tehnologia de epurare impune cunoașterea permanentă a debitelor respective.

5.7. Deznisipatoare

5.7.1. Deznisipatoarele sunt construcții descoperite care rețin particulele grosiere din apele uzate, în special nisipul, cu diametrul granulelor mai mare ca 0,20...0,25 mm.

5.7.2. Deznisipatoarele utilizate în mod curent în stațiile de epurare a apelor uzate sunt:

- deznisipatoare orizontale longitudinale;
- deznisipatoare tangențiale;
- deznisipatoare cu insuflare de aer (sau aerate);
- deznisipatoare – separatoare de grăsimi cu insuflare de aer.

5.7.3. Amplasarea deznisipatoarelor se face în mod curent după grătare și înaintea separatoarelor de grăsimi, a decantoarelor primare sau a stației de pompare a apelor uzate brute, dacă necesitatea acesteia nu poate fi evitată.

În cazul în care stația de pompare este echipată cu transportoare hidraulice, deznisipatoarele pot fi amplasate și în avalul acesteia.

5.7.4. Indiferent de tipul deznisipatorului, există o serie de prescripții și recomandări comune, dintre care se menționează:

– numărul minim de compartimente: $n = 2$; în caz că este necesar un singur compartiment, la stațiile de epurare mici ($5 \text{ l/s} \leq Q_{u. \text{zl. max}} < 50 \text{ l/s}$) și foarte mici ($Q_{u. \text{zl. max}} < 5 \text{ l/s}$) se va prevedea un canal de ocolire;

– mărimea hidraulică u_0 a particulelor de nisip (viteza de sedimentare a unei particule solide într-un fluid aflat în repaos sau în regim de curgere laminar) și viteza de sedimentare în curent u , pentru particule de nisip cu $\gamma = 2,65 \text{ tf/m}^3$, viteza orizontală $v_0 = 0,3 \text{ m/s}$ și diverse diametre d , se consideră ca în tabelul 5.4 [18].

Valori ale mărimii hidraulice și ale vitezei de sedimentare în curent pentru particule de nisip cu $\gamma = 2,65 \text{ tf/m}^3$.

Tabelul 5.4.

$d \text{ (mm)}$	0,20	0,25	0,30	0,40
$u_0 \text{ (mm/s)}$	23	32	40	56
$u \text{ (mm/s)}$	16	23	30	45

Viteza de sedimentare în curent u este valoarea vitezei la care particula de nisip sedimentează chiar în condițiile unui regim de curgere turbulent.

– viteza orizontală a apei în deznisipator (medie pe secțiune):

$$v_0 = 0,10 \dots 0,30 \text{ m/s}$$

La intrarea și ieșirea din compartimentele deznisipatoare se vor prevedea stările de închidere în scopul izolării fiecărui compartiment în caz de revizii, avarii sau reparații. Pentru manevrarea acestora se vor realiza pasarele de acces cu lățimea de 0,80...1,20 m, prevăzute cu balustrade.

– debitul de calcul (v. tabelul 2.2);

– în procedeul de canalizare unitar și mixt, $Q_c = 2 \cdot Q_{uoramax}$;

– în procedeul de canalizare separativ, $Q_c = Q_{uoramax}$;

– debitul de verificare, în toate procedeele de canalizare:

$$Q_v = Q_{uoramin}$$

– încărcarea superficială u_s (parametru a cărui valoare poate fi dictată de proiectant prin adoptarea unei valori corespunzătoare pentru suprafața orizontală A_0) va trebui să respecte condiția:

$$u_s = \frac{Q_c}{A_0} \leq u \quad 5.45)$$

în care A_0 este suprafața orizontală a luciului de apă la debitul de calcul.

Deznisipatoarele se prevăd la canalizările în procedeu unitar sau mixt pentru debite $Q_{uoramax} \geq 10 \text{ l/s}$.

La canalizările în procedeu separativ, se prevăd deznisipatoare pentru debite $Q_{uoramax} \geq 35 \text{ l/s}$.

Alegerea tipului de deznisipator se face pe criterii tehnico-economice, recomandându-se însă deznisipatorul tangențial pentru debite $Q_{uoramax}$ sub 50 l/s în procedeul separativ și sub 100 l/s în procedeele unitar sau mixt.

5.7.5. Deznisipator orizontal longitudinal cu secțiune transversală parabolică

5.7.5.1. Parametrii de proiectare specifici deznisipatorului orizontal longitudinal cu secțiune transversală parabolică sunt:

- *timpul mediu de trecere a apei prin bazin:*

$$t = 30 - 65 \text{ s}$$

- *adâncimea apei în deznisipator se recomandă $H = 0,40 \dots 1,50 \text{ m}$. Având secțiunea transversală parabolică, deznisipatorul se poate cupla în aval cu debitmetrul de tip canal Venturi. În acest fel, adâncimea H a apei în deznisipator la debitul de calcul, se va considera egală cu adâncimea apei din canalul amonte de debitmetrul Venturi (h_m^c).*
- *lățimea B_1 a compartimentelor va respecta dimensiunile recomandate pentru utilajul de evacuare a nisipului (podul curățitor);*
- *ecuația parabolei,*

$$\left(\frac{b}{2}\right)^2 = 2 \cdot p \cdot h \quad (5.46)$$

unde: b – este lățimea la oglinda apei;
 $2p$ – parametrul parabolei;
 h – adâncimea apei în deznisipator.

limită:

(5.47)

deznisipator pentru debitul de calcul (v. fig. 5.12).

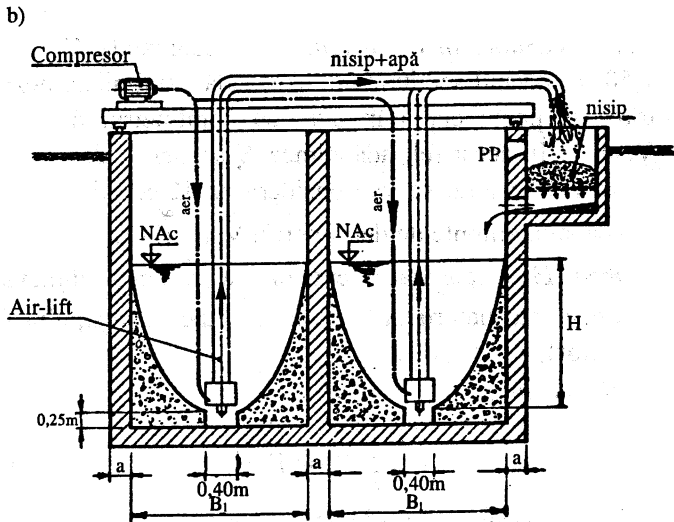
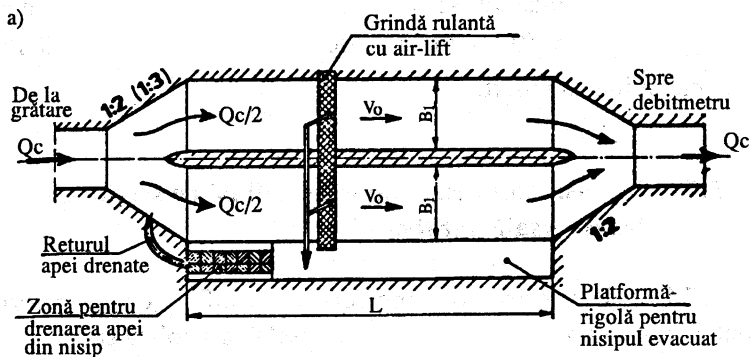


Fig. 5.12. – Deznisipator orizontal longitudinal

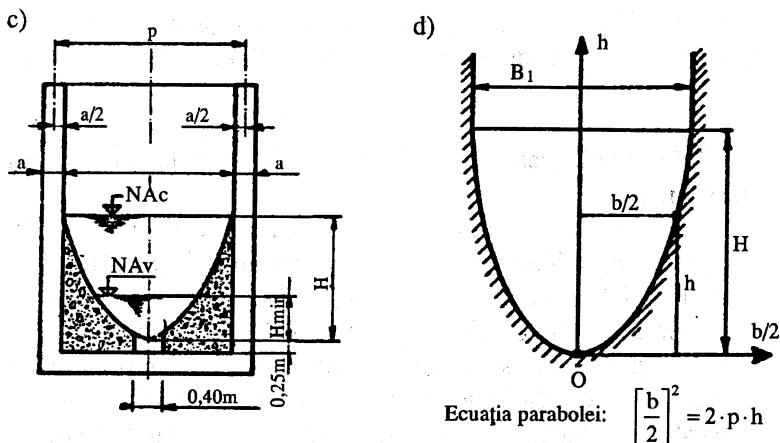


Fig. 5.12. – Deznisipator orizontal longitudinal

5.7.5.3. Lungimea deznisipatorului se poate determina din relațiile:

$$L = \frac{V_0}{u} \cdot H \text{ (m)} \quad (5.48)$$

$$L = \frac{A_0}{n \cdot B_1} \text{ (m)} \quad (5.49)$$

unde: n – este numărul de compartimente, iar

$$A_0 = n \cdot B_1 \cdot L \text{ (m)} \quad (5.50)$$

5.7.5.4. Cantitatea specifică de nisip ce trebuie evacuată se va considera:

- $c = 4 \dots 6 \text{ m}^3 \text{ nisip} / 100.000 \text{ m}^3 \text{ apă uzată, zi}$ – în procedeul separativ;
- $c = 8 \dots 12 \text{ m}^3 \text{ nisip} / 100.000 \text{ m}^3 \text{ apă uzată, zi}$ – în procedeele unitar și mixt;

Debitul la care se raportează cantitățile specifice de nisip este

$Q_{u. zmax}$

5.7.5.5. Rigola longitudinală de colectare a nisipului, va avea în secțiunea transversală, dimensiuni de minim 0,40 m lățime și 0,25 m adâncime.

5.7.5.6. Evacuarea nisipului din cuve se poate face în mai multe moduri și anume:

- cu ajutorul unei lopeți racloare profilată după forma rigolei longitudinale, montată pe grinda mobilă ce se deplasează în lungul bazinului. Nisipul este împins de lopată într-o bașă amonte de unde, cu ajutorul unui air-lift sau al unei pompe este extras din bazin și dirijat fie pe o platformă de drenare a nisipului, fie într-o instalație de separare (clasare) și spălare a acestuia de particulele și impuritățile fine de natură organică;

- cu ajutorul unui air-lift sau unei pompe montate pe o grindă mobilă care se deplasează în lungul deznisipatorului. Amestecul de apă și nisip extras din deznisipator este refulat într-un jghiab longitudinal adiacent bazinului, care are prevăzut la capătul amonte un radier drenant (v. fig. 5.12).

Apa drenată din nisip este reintrodusă în fluxul apei, iar nisipul deshidratat este evacuat periodic manual sau mecanic.

Amestecul de apă și nisip poate fi dirijat, atunci când amplasarea pe verticală a obiectelor tehnologice permite acest lucru, spre o instalație de separare (clasare) și spălare a nisipului.

5.7.5.7. Aerul necesar pentru funcționarea air-lifturilor se va asigura de la suflante (una în funcțiune și una de rezervă) amplasate pe podul curățător.

5.7.5.8. Pentru evitarea inundării stației în caz de colmatare a sistemului de drenaj, se prevăd în peretele dintre deznisipator și rigolă, ferestre de preaplin.

5.7.5.9. Nisipul evacuat de pe platforma de nisip poate fi spălat și utilizat după aceea pentru fundații de drumuri, alei, ca material de construcție pentru mortar și betoane etc.

5.7.6. Deznisipator orizontal tangențial

5.7.6.1. Este alcătuit dintr-o cuvă circulară în care accesul apei se face tangențial printr-o fereastră laterală prevăzută în perete, de lățime F (v. fig. 5.13 și 5.14).

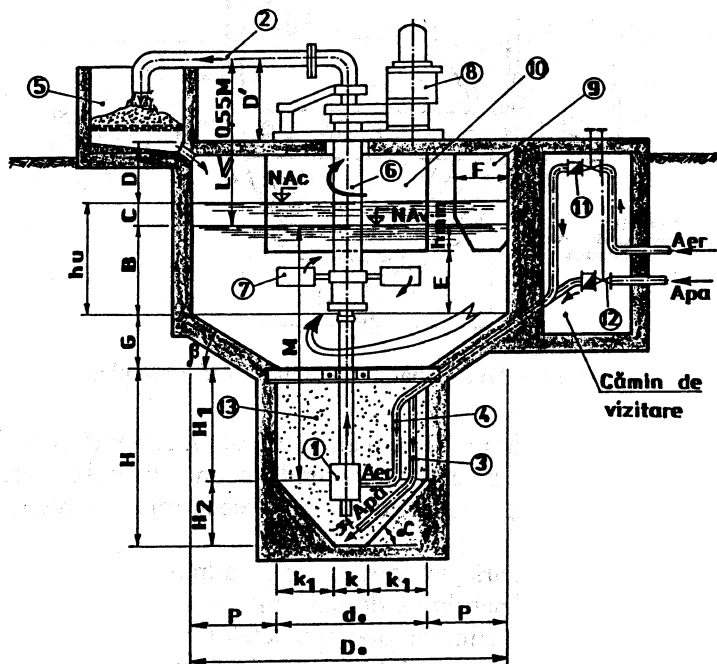


Fig. 5.13. – Deznisipator tangențial.

Secțiune transversală aer

- 1-air-lift;
- 2-conductă de evacuare a nisipului;
- 3-conductă de apă;
- 4-conductă de aer comprimat;
- 5-platformă pentru drenarea nisipului;
- 6-tub mobil;
- 7-paletă;
- 8-electromotor;

- 9-deschidere de acces a apei în deznisipator;
- 10-deschidere de evacuare a apei deznisipate;
- 11-clapet de reținere;
- 12-vană;
- 13-spațiu pentru colectarea nisipului.

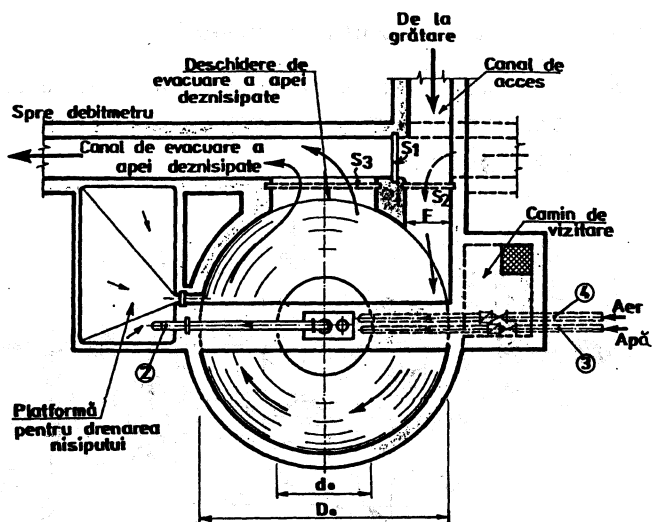


Fig. 5.14. – Deznisipator tangențial. Vedere în plan

Mișcarea circulară care se realizează este menținută și la debite mici cu ajutorul unor palete fixate rigid de un tub mobil care este acționat într-o mișcare de rotație de un grup electromotor – reductor de turație.

Mișcarea circulară imprimată apei admisă tangențial, este menținută la o viteză periferică de 0,30 m/s, aceasta fiind controlată prin accelerarea sau încetinirea rotației paletelor.

Prin interiorul tubului mobil trece conducta air-liftului care evacuează nisipul pe o platformă de drenaj amplasată adiacent bazinului.

5.7.6.2. Pentru cazul unei eventuale întăriri a nisipului din spațiul de colectare, se prevede o conductă de apă epurată, sub presiune, care dislocă local nisipul, îl afuiază și permite o mai bună funcționare a air-liftului.

5.7.6.3. În mișcarea lui descendentă, nisipul întâlnește peretele tronconic (încălinat cu unghiul $\beta = 30^\circ$ față de orizontală) și se prelinge în zona inferioară de colectare a nisipului.

5.7.6.4. Apa deznisipată este evacuată printr-o deschidere prevăzută în peretele deznisipatorului, în apropierea ferestrei de intrare.

5.7.6.5. Deznisipatorul poate fi alcătuit dintr-o singură cuvă, deoarece prin jocul unor stăvilare se poate realiza ocolirea bazinului, sau din module de câte două cuve cuplate și amplasate simetric.

Pentru proiectare, în afara prescripțiilor comune de la pct. 5.7.4, se recomandă următoarele elemente specifice:

– suprafața orizontală a luciului de apă:

$$A_0 = n \cdot A_1 = n \cdot \frac{\pi \cdot D_0^2}{4} = \frac{Q_c}{u_s} \quad (5.51)$$

- adâncimea utilă la debitul de calcul (v. fig. 5.13):

$$h_u = B + C = u \cdot t = \frac{Q_c \cdot t}{A_0} \quad (5.52)$$

– diferența adâncimilor C se determină cu relația:

$$C = h_{\max} - h_{\min} \quad (5.53)$$

unde: h_{\max} și h_{\min} sunt adâncimile normale ale apei în canalul de acces pentru debitul de calcul și debitul de verificare. Aceste adâncimi se obțin din cheia limnimetrică a canalului de acces.

Rezultă: $B = E + h_{\min}$, în care $E = 0,30 \dots 0,40$ m.

5.7.6.7. Diametrele caracteristice ale cuvei sunt:

$$d_0 = 0,6 \dots 1,5 \text{ m}$$

$$D_0 = 1,0 \dots 6,0, \text{ cu pas de } 0,5 \text{ m.}$$

5.7.6.8. Celelalte elemente geometrice se vor lua constructiv ca mai jos:

$$k = 0,30 \dots 0,40 \text{ m}$$

$$\alpha \geq 45^\circ \text{ și } \beta \geq 30^\circ$$

$$D = 0,30 \dots 0,50 \text{ m, } D' = 0,40 \dots 0,50 \text{ m}$$

5.7.6.9. Înălțimea de refulare a air-liftului va fi:

$$L = C + D + D' \geq L_0 = 0,55 M \quad (5.55)$$

unde M – este înălțimea de aspirație a dispozitivului:

$$M = H_1 + G + B \quad (5.56)$$

Pentru $\alpha = 45^\circ$, rezultă $k_1 = H_2 = \frac{d_0 - k}{2}$, $P = \frac{D_0 - d_0}{2}$ și

$$G = P \cdot \operatorname{tg} \beta.$$

5.7.6.10. Cantitatea de nisip ce trebuie evacuată se va considera ca la pct. 5.7.5. – 5.7.6.11. Timpul de staționare a nisipului în spațiul de colectare între două evacuări va fi:

$$0,5 \text{ zile} \leq T \leq 2 \text{ zile}.$$

5.7.6.12. Volumul de nisip reținut zilnic se determină cu relația:

$$V_{nzi} = \frac{c \cdot Q_{uzi \max}}{100000} \text{ (m}^3/\text{zi)} \quad (5.57)$$

5.7.6.13. Volumul de colectare a nisipului ce trebuie asigurat în zona inferioară a cuvei, de înălțime H , între două evacuări este:

$$V_n = T \cdot V_{n.zi} \text{ (m}^3\text{)} \quad (5.58)$$

Expresia geometrică a acestui volum (v. fig. 5.13), va fi:

$$V_n = \frac{\pi \cdot H_2}{3} \cdot (R^2 + r^2 + R \cdot r) + \frac{\pi \cdot d_o^2}{4} \cdot H_1 \quad (5.59)$$

unde, $R = \frac{d_o}{2}$ și $r = \frac{k}{2}$.

Din expresia (5.59) se determină de obicei H_1 . Această dimensiune nu trebuie să fie prea mare deoarece conduce la o adâncime de fundare neeconomică și la greutate în execuție.

Se recomandă pentru H , valori în limitele: 0,50...2,30 m.

5.7.7. Deznisipator cu insuflare de aer

5.7.7.1. Se mai numește deznisipator aerat și constă dintr-un canal longitudinal în care se insuflă aer comprimat sub formă de bule fine prin intermediul unor țevi perforate, discuri sau plăci cu membrană elastică perforată, dispozitivul de insuflare fiind amplasat asimetric în secțiunea transversală, în apropierea unuia dintre pereții bazinului.

5.7.7.2. Mișcarea apei în bazin este de tip elicoidal, nisipul conținut în apa uzată fiind proiectat pe peretele opus zonei de insuflare a aerului.

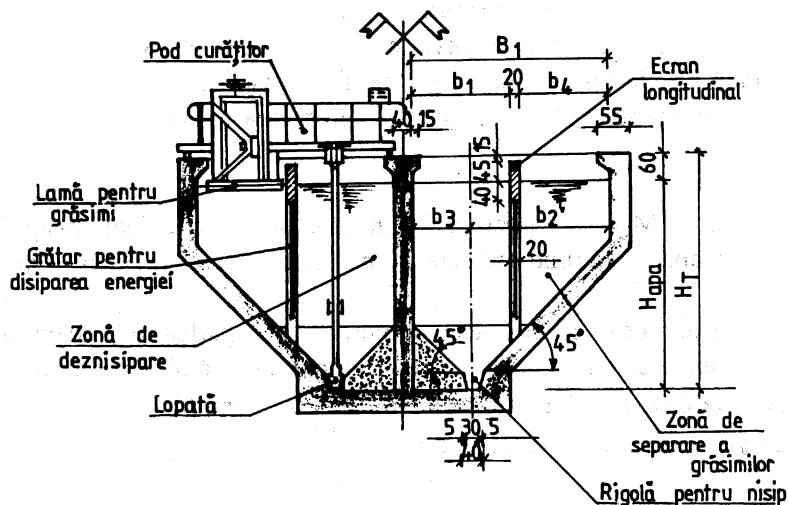
El cade de-a lungul acestui perete spre partea inferioară a bazinului unde este reținut într-o rigolă longitudinală al cărui ax este amplasat la o treime din lățimea B_1 a compartimentului (măsurată de la peretele lângă care se insuflă aerul).

5.7.7.3. Insuflarea aerului se face pe toată lungimea L a bazinului.

5.7.7.4. Evacuarea nisipului reținut în rigola longitudinală se face prin intermediul unui air-lift sau unei pompe amplasate pe un pod curățitor [18] care se mișcă în lungul bazinului. Amestecul de apă cu nisip este refulat într-o rigolă adiacentă deznisipatorului, cu panta radier spre capătul amonte, zonă în care este amenajată o porțiune cu fundul drenant care permite reținerea nisipului și returnarea apei drenate în deznisipator.

Evacuarea nisipului se mai poate realiza cu ajutorul unei lopeți racloare mobile, montată pe o grindă rulantă care se deplasează în lungul deznisipatorului. Lopata împinge nisipul din rigola de colectare într-o bașă amonte de unde, un air-lift sau o pompă refulează apa cu nisip pe o platformă drenantă sau într-o instalație de spălare a nisipului de impuritățile fine de natură organică, în vederea refolosirii lui (v. fig. 5.15).

SECȚIUNE TRANSVERSALA



SECȚIUNE LONGITUDINALA

Spre instalația de spălare
a nisipului

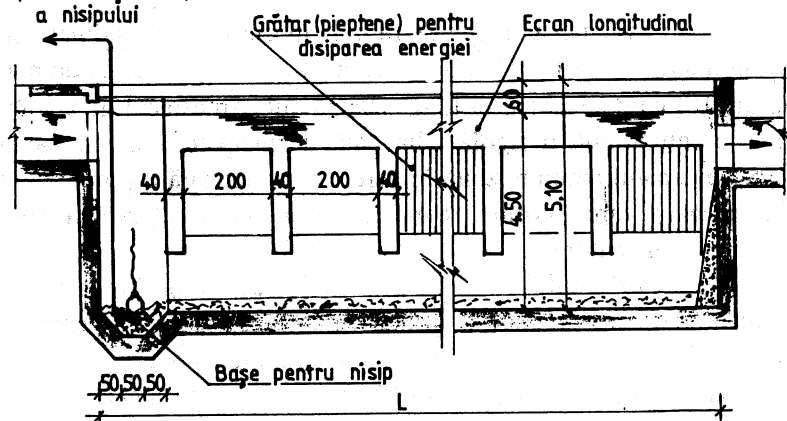


Fig. 5.15. – Deznisipator-separator de grăsimi cu insuflare de aer

5.7.7.5. Îmbunătățirea separării nisipului se face prin prevederea la $1/3 L$ și $2/3 L$ a unor ecrane transversale submersate (min. 30-50 cm) și a unor ecrane longitudinale amplasate în treimile mijlocie și finală, de asemenea submersate [18].

5.7.7.6. Evacuarea apei deznisipate se face printr-un orificiu decupat în timpanul aval.

5.7.7.7. Parametri de proiectare recomandați sunt:

- *Debitul de calcul:*

- $Q_c = 2Q_{uoramax}$ – în procedeul unitar și mixt;

- $Q_c = Q_{uoramax}$ – în procedeul divizor;

- *Debitul de verificare:* $Q_v = Q_{uzimax}$;

- *Încărcarea superficială;* pentru separarea nisipului cu $d \geq 0,25 \text{ mm}$ la o eficiență de peste 85 % se va considera:

- pentru debitul de calcul

$$u_s = \frac{Q_c}{A_0} \leq 19-20 \text{ mm/s} \quad (5.60)$$

- pentru debitul zilnic maxim

$$u'_s = \frac{Q_{uzimax}}{A_0} \leq 9...9,5 \text{ mm/s} \quad (5.61)$$

În cazul deznisipatoarelor aerate, încărcarea superficială u_s trebuie să fie mai mică sau cel mult egală cu viteza de sedimentare u a unei particule de diametrul d care sedimentează chiar în condițiile turbulenței sporite existente în bazin.

- *Viteza medie orizontală:*

$$v_0 = \frac{Q_c}{n \cdot B_1 \cdot H} \leq 0,10...0,20 \text{ m/s} \quad (5.62)$$

unde: n este numărul de compartimente;

B_1 – lăţimea unui compartiment,

H – adâncimea utilă, măsurată între nivelul apei şi cota superioară a dispozitivului de insuflare a aerului.

- Raportul dintre lăţime şi adâncime:

$$\frac{B_1}{H} = 1,2 \quad (5.63)$$

- Se recomandă [11] ca suprafaţa secţiunii transversale

$$S_1 = B_1 \cdot H < 15\text{m}^2;$$

- Raportul dintre lungimea deznisipatorului şi lăţimea sa:

$$m = \frac{L}{B_1} = 10 \dots 15 \quad (5.64)$$

Orientativ, lungimea bazinului se poate determina şi cu relaţia:

$$L = \frac{v_0}{u_s} \cdot H \text{ (m)} \quad (5.65)$$

- Distanţa dintre difuzoarele pentru insuflarea aerului:

$$d = 0,5 \dots 0,6 \text{ m}$$

5.7.7.8. Aerul poate fi insuflat şi prin ţevi perforate din inox sau material plastic în care se practică orificii având diametrul $\phi = 2,0 \dots 2,5 \text{ mm}$, amplasate la $5 \dots 10 \text{ cm}$ unul de altul.

Viteza de circulaţie a aerului prin conducte se va considera între 8 şi 20 m/s .

- Timpul mediu de staţionare a apei în bazin:

$$t = 1 \dots 3 \text{ min la } Q_c = 2 \cdot Q_{uoramax},$$

$$t = 5 \dots 10 \text{ min la } Q_{uzlmax}$$

- Debitul specific de aer:

$$q_{aer} = 0,5 \dots 1,5 \text{ aer / h, m}^3 \text{ volum util}$$

5.7.7.9. Viteza periferică „de rulare” a apei de 0,3 m/s, necesară antrenării nisipului depus pe radierul cu pantă mai lină, poate fi menținută prin reglarea debitului de aer insuflat funcție de debitul de apă vehiculat prin bazin, respectându-se relația:

$$\frac{Q_{aer}}{Q_c} = 0,025 \dots 0,10 \quad (5.66)$$

5.7.7.10. Lățimea unui compartiment de deznisipator B_1 se alege funcție de deschiderea podului curățitor [46].

5.7.7.11. Aerul necesar se va asigura de la o stație de suflante.

5.7.8. Deznisipator – separator de grăsimi cu insuflare de aer

5.7.8.1. Este o instalație care reunește două obiecte tehnologice distincte (deznisipatorul și separatorul de grăsimi) într-unul singur. Avantajele rezultate sunt multiple și anume: economie de investiție și de spațiu ocupat, cheltuieli de exploatare, volum de beton, cantitate de armătură mai reduse etc.

5.7.8.2. Constă dintr-un deznisipator aerat asemănător cu cel descris la pct. 5.7.7. la care ecranul longitudinal care separă zona de deznisipare de zona de separare a grăsimilor este prevăzut la partea inferioară cu un grătar din bare verticale pentru disiparea energiei curentului transversal de apă (v. fig. 5.15 și 5.16).

5.7.8.3. Încărcarea superficială recomandată [18]:

– $u \leq 6 \dots 7$ mm/s pentru debitul de calcul;

– $u_s \leq 4 \dots 5$ mm/s pentru debitul Q_{uzlmax}

Debitul de calcul este:

- $Q_c = 2Q_{uoramax}$ – pentru stațiile de epurare aferente localităților canalizate în procedeul unitar sau mixt;

DISPOZITIE IN PLAN

Cap amonte

Cap aval

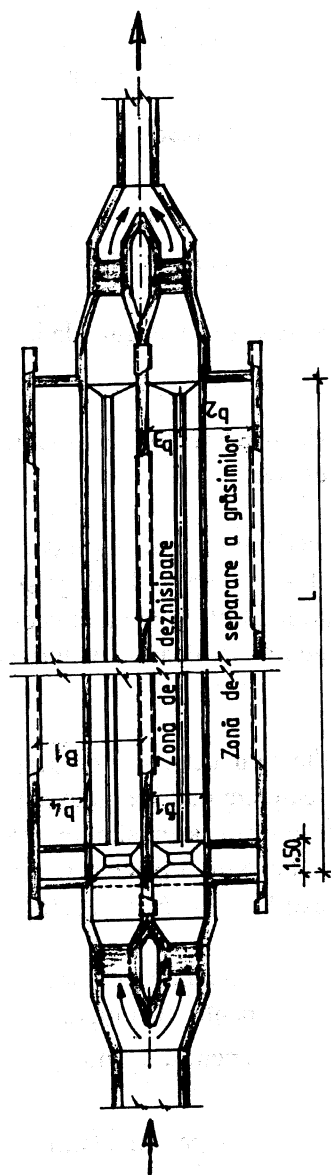


Fig. 5.16. — Deznisipator-separator de grăsimi cu insuflare de aer

- $Q_c = Q_{uoramax}$ – pentru stațiile de epurare aferente localităților canalizate în procedeul divizor (separativ).

Debitul de verificare este:

$$Q_v = Q_{uztmax}$$

5.7.8.4. Timpul mediu de staționare în bazin:

– $t = 2 \dots 5$ min la debitul de calcul;

– $t = 10 \dots 15$ min la debitul Q_{uztmax} .

5.7.8.5. Debitul specific de aer:

$$q = 0,5 \dots 1,5 \text{ m}^3 \text{ aer/h, m}^3 \text{ volum util}$$

5.7.8.6. Raportul debitelor de aer și apă:

$$\frac{Q_{aer}}{Q_c} = 0,10 \dots 0,22 \quad (5.67)$$

$$\frac{Q_{aer}}{Q_{u. ztmax}} = 0,20 \dots 0,50 \quad (5.68)$$

5.7.8.7. Grăsimile separate din apă se colectează într-un compartiment situat în zona amonte 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.

5.8. Separatoare de grăsimi

5.8.1. Elemente generale

5.8.1.1. Separatoarele de grăsimi sunt construcții descoperite, prevăzute curent în practica epurării apelor uzate orășenești, care utilizează principiul fizic al flotației naturale și artificiale de separare

din apă a grăsimilor, uleiurilor, produselor petroliere și a altor substanțe nemiscibile și mai ușoare decât apa.

Aceste tipuri de separatoare rețin grăsimile aflate în apă sub formă liberă (peliculă sau film) ori sub formă de particule independente formând cu apa emulsii mecanice de tip mediu sau grosier (diametrul particulelor de grăsime $d_p > 50\mu\text{m}$).

5.8.1.2. Prevederea separatoarelor de grăsimi în stațiile de epurare a apelor uzate orășenești *este obligatorie* în următoarele cazuri:

- când concentrația grăsimilor din apa uzată exprimată prin substanțele extractibile în eter de petrol, este $\geq 20 \text{ mg/dm}^3$ (se vor avea în vedere șocurile de încărcare cu grăsimi, previzibile sau accidentale ale influentului stației de epurare);
- când schema tehnologică a stației de epurare cuprinde treaptă biologică artificială sau naturală.

5.8.1.3. Separatoarele de grăsimi trebuie prevăzute cu minimum două compartimente în funcțiune. În cazul unor debite de apă uzată sub $50 \text{ dm}^3/\text{s}$, se poate admite un singur compartiment, cu obligativitatea prevederii unui canal de ocolire.

5.8.1.4. În schema tehnologică a stației de epurare, separatorul de grăsimi se amplasează între deznisipatoare și decantoarele primare. Deznisiparea apelor uzate în amonte de separatoarele de grăsimi este obligatorie.

La stațiile de epurare medii ($Q_{u, \text{zi max}} = 50 \dots 250 \text{ l/s}$) și mari ($Q_{u, \text{zi max}} > 250 \text{ l/s}$) se recomandă utilizarea deznisipatorului – separator de grăsimi cu insuflare de aer.

5.8.1.5. Principiul fizic de separare al grăsimilor din apele uzate are ca aplicații practice flotația naturală și artificială.

Flotația naturală constă în separarea independentă a particulelor de grăsime în mediu liniștit, datorită diferenței de densitate dintre apă și grăsime.

Flotația artificială constă în introducerea în masa de apă uzată a aerului sub formă de bule fine (1...3 mm diametru) și foarte fine (sub 1 mm) care, aderând la particulele de grăsime, formează împreună cu acestea ansambluri „bulă-picătură”, cu densitatea suficient de redusă pentru a se ridica singure la suprafața apei.

5.8.1.6. Principiul fizico-chimic de separare constă în tratarea apelor uzate cu reactivi chimici în scopul distrugerii emulsiilor, spre a favoriza coalescența particulelor de grăsime și separarea ulterioară a acestora în bazine care utilizează flotația artificială sau naturală.

5.8.1.7. În stațiile de epurare a apelor uzate orășenești se utilizează frecvent următoarele tipuri de separatoare de grăsimi:

- deznisipatoare-separatoroare de grăsimi cu insuflare de aer (v. pct. 5.7.8.);
- separatoare de grăsimi cu insuflare de aer la joasă presiune ($0,5 \div 0,7$ at.);
- separatoare de grăsimi cu plăci paralele sau cu tuburi înclinate.

5.8.1.8. La proiectarea separatoarelor de grăsimi se va ține seama de prevederile STAS 12268-91 „Canalizări. Separatoroare de uleiuri și grăsimi la stațiile de epurare orășenești” [42].

5.8.2. Separator de grăsimi cu insuflare de aer la joasă presiune ($0,5 \div 0,7$ at.)

5.8.2.1. Parametri tehnologici și relațiile de dimensionare sunt:

- Debitele de calcul și de verificare:

$$Q_c = Q_{uzl\ max} - \text{în toate procedeele de canalizare;}$$

$Q_v = 2 \cdot Q_{uoramax}$ – în procedeele de canalizare unitar și mixt;

$Q_v = Q_{uoramax}$ – în procedeul separativ.

- Viteza de ridicare a particulelor de grăsime $v_r = 8 \dots 15 \text{ m/h}$.

- Încărcarea superficială:

$$u_s = \frac{Q_c}{A_o} = \frac{Q_c}{n \cdot B_1 \cdot L} \leq v_r \quad (5.69)$$

în care:

A_o = este aria suprafeței orizontale (la oglinda apei, pentru debitul de calcul), în m^2 ;

$B_1 = 2,0 \dots 4,5 \text{ m}$ – lățimea unui compartiment măsurată la oglinda apei, pentru debitul de calcul, în m;

n = numărul de compartimente în funcțiune;

L = lungimea utilă a separatorului, în m (v. fig. 5.17);

- Se recomandă raportul $\frac{L}{B_1} \geq 2,5$.

- Timpul mediu de trecere a apei prin separator:

$$t = \frac{V}{Q_c} = \frac{n \cdot S_1 \cdot L}{Q_c} = \frac{L}{v_L} \geq 5 \dots 12 \text{ min.} \quad (5.70)$$

unde: V – este volumul util al separatorului de grăsimi (m^3);

$S_1 = \frac{B_1 + b}{2} \cdot H$ – aria secțiunii transversale a unui compartiment (m^2);

b – lățimea compartimentului la partea inferioară, determinată din condițiile respectării adâncimii apei în separator H , a unghiului $\alpha = 60^\circ \dots 70^\circ$ de înclinare a pereților față de orizontală (la interior) și a asigurării spațiului necesar realizării sistemului de distribuție a aerului comprimat sub formă de bule fine sau medii;

$H = 1,2 \dots 3,0$ m adâncimea apei în separator măsurată între oglinda apei pentru debitul de calcul și nivelul superior al dispozitivelor de distribuție a aerului comprimat.

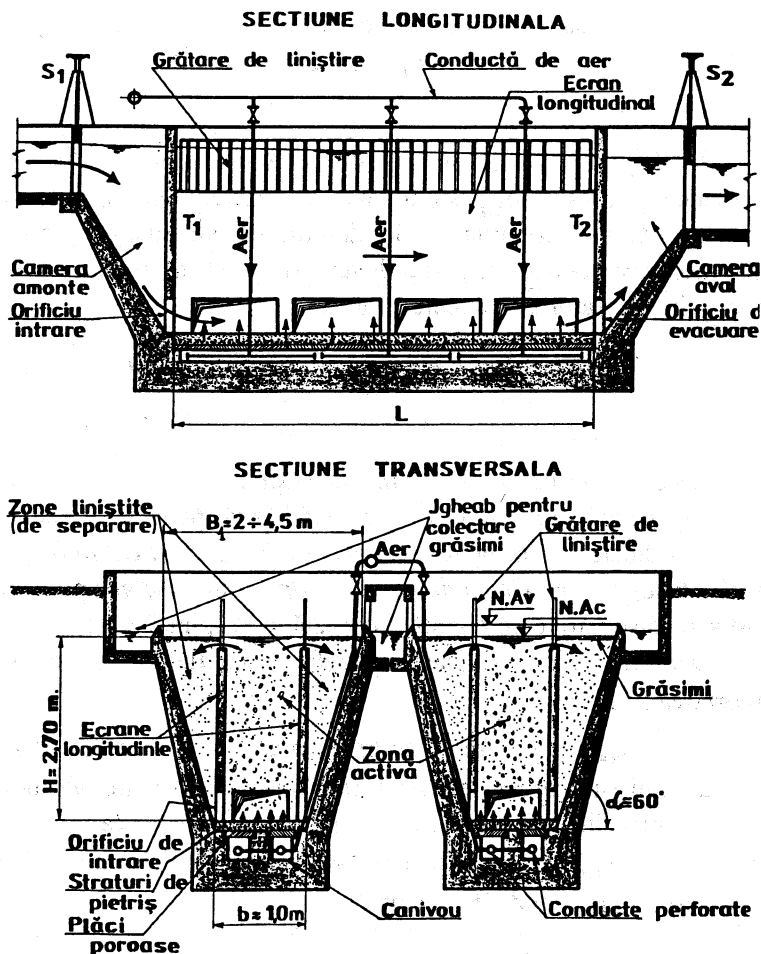


Fig. 5.17. – Separator de grăsimi cu insuflare de aer la joasă presiune ($0,5 \div 0,7$ at.)

5.8.2.2. Viteza longitudinală de curgere a apei prin separator (valoarea medie pe secțiune) se calculează cu relația:

$$v_L = \frac{Q_c}{n \cdot S_1} = \frac{L}{t} \text{ (cm / s)} \quad (5.71)$$

Ea trebuie să îndeplinească condiția:

$$v_L \leq 15u_s \quad (5.72)$$

5.8.2.3. Supraînălțarea h_v a pereților deversori ai jgheburilor de colectare a grăsimilor peste nivelul apei aferent debitului de calcul, se determină din condiția ca la debitul de verificare, apa să nu depășească creasta acestor pereți deversori iar timpul mediu de trecere a apei prin separator să respecte condiția:

$$t_v = \frac{V_v}{Q_v} = \frac{V + n \cdot B_1 \cdot L \cdot h_v}{Q_v} \geq 4..5 \text{ min} \quad (5.73)$$

5.8.2.4. *Cantitatea de aer insuflat este funcție de debitul de apă care se epurează la un moment dat, astfel încât pentru obținerea unei eficiențe ridicate și constante, este necesară reglarea debitului de aer insuflat funcție de mărimea debitului de apă tratat.* Se vor prevedea în acest sens dispozitive de reglare automată, corespunzătoare.

Debitul specific de aer ce trebuie insuflat se va considera (raportarea se face la $Q_{uzi \max}$):

– $q_{aer} = 0,3 \text{ m}^3/\text{h aer}/\text{m}^3/\text{h apă}$ uzată în cazul insuflării aerului sub formă de bule fine și medii prin materiale poroase sau prin dispozitive cu membrană elastică perforată;

– $q_{aer} = 0,6 \text{ m}^3/\text{h aer}/\text{m}^3/\text{h apă}$ uzată în cazul insuflării aerului prin conducte perforate.

Alegerea utilajului de producere a aerului comprimat (suflante) se va face pentru o presiune relativă de 0,5-0,7 at. și pentru un debit de aer:

$$Q_{\text{aer}} = q_{\text{aer}} \cdot Q_c \text{ (m}^3/\text{h)} \quad (5.74)$$

unde $Q_c = Q_{\text{uzi max}}$ se introduce în m^3/h .

5.8.2.5. Eficiența reținerii grăsimilor din apele uzate orășenești este de 50-85 %.

5.8.2.6. La insuflarea aerului prin materiale poroase, este obligatorie filtrarea aerului furnizat de către suflante, pentru a se evita colmatarea materialelor poroase.

Insuflarea aerului în apă poate fi realizată prin:

- plăci poroase de tip Arcuda, acoperite cu două straturi de pietriș sortat, stratul inferior de 10 cm grosime din pietriș cu granule de $15 \div 30$ mm, iar stratul superior de 5 cm grosime din pietriș cu granule de $7 \div 15$ mm;
- blocuri „M” acoperite cu două straturi de pietriș sortat, identice cu cele recomandate la soluția precedentă;
- plăci poroase din sticlă sinterizată cu diametrul porilor $200 \div 400$ microni;
- difuzoare, tuburi sau panouri cu membrană elastică perforată, dispozitive care nu necesită filtrarea aerului insuflat și prezintă avantaje nete față de soluțiile precedente.

5.8.2.7. Evacuarea apei degresate se poate face fie prin canale deschise, fie prin conducte.

5.8.2.8. Pentru colectarea uniformă a grăsimilor, se recomandă prevederea, în lungul pereților deversanți ai jgheaburilor de colectare a grăsimilor, de plăci metalice sau din material plastic cu dinți triunghiulari sau trapezoidali, reglabile pe verticală.

5.8.2.9. În scopul disipării energiei apei aerate la trecerea acesteia din zona activă în zona de liniștire, se vor prevedea grătare din

șipci de lemn sau bare de metal ori din plastic, sprijinite pe ecranele longitudinale submersate existente în fiecare compartiment (lumina dintre bare $b = 2-5$ cm).

5.8.2.10. Evacuarea grăsimilor colectate la suprafața apei din zonele de liniștire se face prin realizarea unui remuu pozitiv într-unul dintre compartimente, ca urmare a închiderii gradate a stăvilărilor din aval aferent compartimentului respectiv.

Pentru obținerea unei eficiențe optime în reținerea grăsimilor, acest tip de separator *impune realizarea continuă a insuflării aerului în apă.*

5.8.3. Separator de grăsimi cu plăci paralele sau cu tuburi înclinate

5.8.3.1. Separatorul este de tip gravitațional, utilizând principiul fizic al flotației naturale.

Acest tip de separator este alcătuit dintr-un sistem de plăci paralele sau tuburi *orientate* (față de direcția curentului de apă), *înclinate* (față de orizontală) și *distanțate* (între ele) astfel încât să favorizeze separarea grăsimilor spre suprafața apei. În același timp ele permit curgerea nămolului depus pe plăci spre partea inferioară a bazinului.

5.8.3.2. Separatorul de grăsimi poate fi echipat cu pachete din plăci plane paralele (PPP), cu pachete din plăci ondulate paralele (PPO), sau cu pachete din tuburi (PT).

5.8.3.3. Parametri tehnologici și relațiile de dimensionare pentru toate tipurile de pachete de mai sus sunt [18]:

– Debitele de calcul și de verificare sunt aceleași ca la separatorul de grăsimi cu insuflare de aer la joasă presiune ($0,5 \div 0,7$ at).

– Viteza de ridicare a particulelor de grăsime se calculează cu relația lui Stokes:

$$v_r = \frac{g \cdot D^2 \cdot (\rho_a - \rho_G)}{18 \eta} \quad (5.75)$$

dacă regimul de curgere prin pachet este laminar, adică sunt respectate condițiile,

$$Re = \frac{v_L \cdot R}{\nu} \leq \frac{L_{zt}}{0,1 \cdot d} \leq 200 \quad (5.76)$$

$$10^{-4} < Re^* = \frac{v_r \cdot D}{\nu} \leq 1 \quad (5.77)$$

în care:

g – este accelerația gravitațională (cm/s^2);

ρ_a – densitatea apei (g/cm^3);

ρ_G – densitatea grăsimii (g/cm^3);

D – diametrul particulei de grăsime (cm);

v_L – viteza longitudinală, medie pe secțiune, a curentului de apă care străbate pachetul (cm/s);

R – raza hidraulică a secțiunii de curgere (cm);

Re – numărul Reynolds al curentului de apă ce străbate pachetul;

Re^* – numărul Reynolds al mișcării picăturii de grăsime în apă;

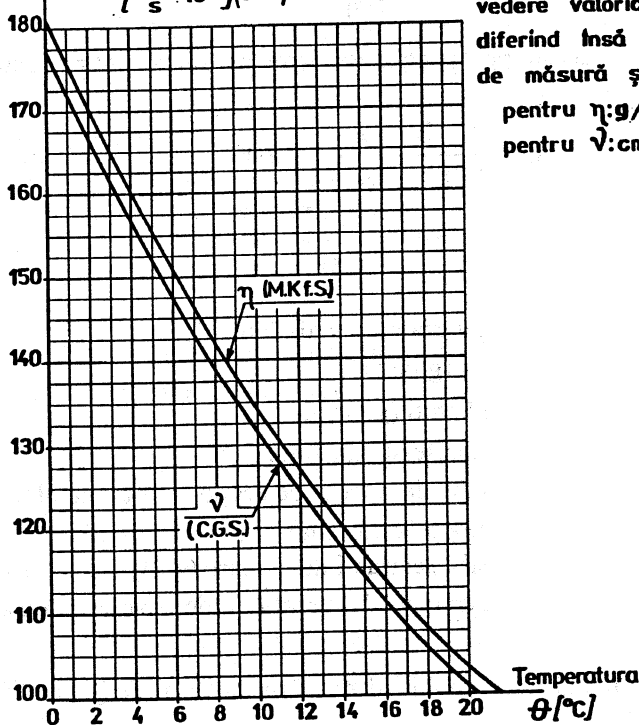
η – coeficientul dinamic de vâscozitate al mediului fluid ($\text{g/cm} \cdot \text{s}$)

ν – coeficientul cinematic de vâscozitate al mediului fluid (cm^2/s);

Coeficienții ν și η sunt funcție de temperatura apelor uzate, variind invers proporțional cu aceasta (v. fig. 5.18).

L_{zt} – lungimea zonei de tranziție, situată în partea amonte a pachetului, de-a lungul căreia se face trecerea de la regimul turbulent de curgere la regimul laminar (cm).

$\eta \left[\frac{\text{kgf} \cdot \text{s}}{\text{m}^2} \cdot 10^{-6} \right] (\text{MKFS})$
 $\nu \left[\frac{\text{cm}^2}{\text{s}} \cdot 10^{-4} \right] (\text{CGS})$



OBSERVATIE :

In sistemul C.G.S., deoarece $\eta = \rho \cdot \nu$
 iar $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$, din punct de
 vedere valoric $\eta = \nu$,
 diferind însă unitățile
 de măsură și anume
 pentru $\eta: \text{g/cm} \cdot \text{s}$
 pentru $\nu: \text{cm}^2/\text{s}$

Fig. 5.18. – Variația coeficientului cinematic (ν) și dinamic (η) de vâscozitate a apei, în funcție de temperatură [θ (°C)]

5.8.3.4. Diametrul celei mai mici particule ce se impune a fi separată:

$$D \leq 100-150 \mu\text{m}$$

5.8.3.5. Timpul de ridicare pe verticală a unei particule de grăsimi t_r , trebuie să fie inferior sau cel mult egal cu timpul mediu t

de parcurgere a lungimii efective de separare L , astfel încât se impune respectarea condiției:

$$t_r \leq t \quad (5.78)$$

unde:
$$t_r = \frac{d}{v_r \cdot \cos \alpha} \quad (5.79)$$

$$t = \frac{L}{v_L - v_r \cdot \sin \alpha} \quad (5.80)$$

$d = 3 \dots 4$ cm este distanța dintre două plăci paralele sau diametrul interior al tubului (cm);

α = unghiul de înclinare al pachetului față de orizontală care se adoptă de 30° pentru ape uzate cu o concentrație redusă a materiilor în suspensie (sub $40 \div 50$ mg/dm³) și de 45° pentru ape uzate cu o concentrație a materiilor în suspensie peste $40 \div 50$ mg/dm³;

$L \geq 1,25$ m – lungimea efectivă de separare de-a lungul căreia o particulă de grăsime care se deplasează într-un regim de curgere laminar și care se află situată pe placa inferioară (sau pe generatoarea inferioară în cazul tuburilor) este interceptată de placa superioară (cm).

5.8.3.6. Lungimea totală a pachetului se determină cu relația:

$$L_T = L + L_{zt} \text{ (m)} \quad (5.81)$$

Lungimea efectivă de separare sau de interceptare L se determină cu relațiile:

- pentru pachetele din plăci ondulate (v. fig. 5.19),

$$L = \frac{d}{\cos \alpha} \cdot \left(\frac{v_L}{v_r} - \sin \alpha \right) \text{ (cm)} \quad (5.82)$$

- pentru pachetele din tuburi (v. fig. 5.20),

$$L = \frac{d}{\cos \alpha} \cdot \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{v_L}{v_r} - \sin \alpha \right) \text{ (cm)} \quad (5.83)$$

în care, lungimea zonei de tranziție se calculează cu formula:

$$L_{zt} = 0,1 \cdot d \cdot Re \leq 50 \text{ cm} \quad (5.84)$$

În mod curent lungimea totală a pachetului se adoptă de 1,75 m.

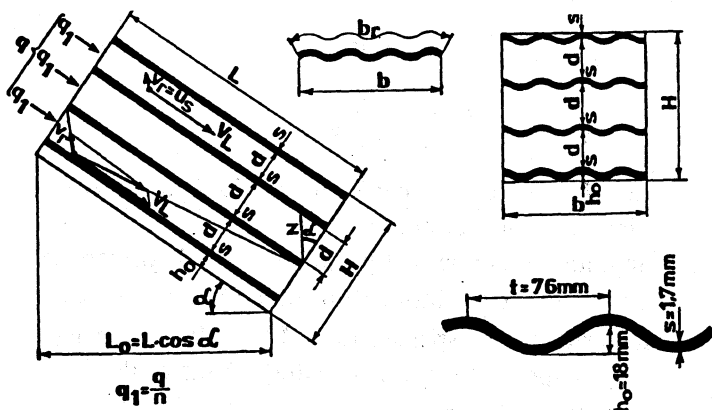


Fig. 5.19. – Pachet cu plăci ondulate –
Schema de calcul

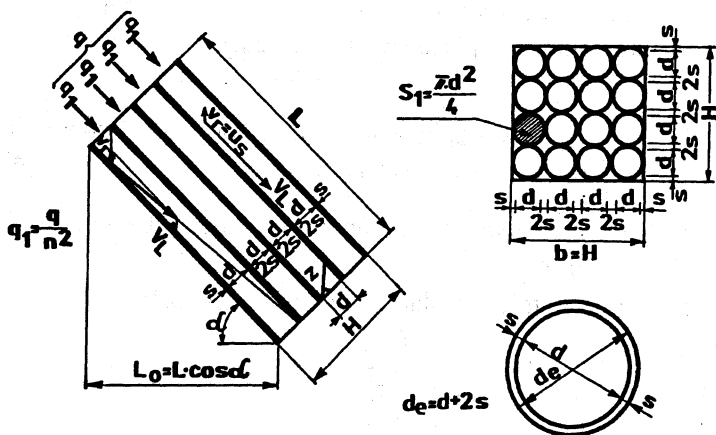


Fig. 5.20. – Pachet cu tuburi cu secțiune circulară –
Schema de calcul

5.8.3.7. Debitul specific de apă uzată deversată din canalul de acces în camera de încărcare nu va depăși $22 \text{ dm}^3/\text{s}$ și m.

5.8.3.8. Debitul capabil al unui pachet se determină cu relația:

$$q_p = S \cdot v_L \text{ (dm}^3/\text{s, pachet)} \quad (5.85)$$

în care S este aria netă a secțiunii transversale de curgere (cm^2).

5.8.3.9. Numărul de pachete necesar:

$$n_p = \frac{Q_c}{q_p} \quad (5.86)$$

5.8.3.10. Alcătuirea constructivă a separatoarelor cu plăci ondulate sau tuburi este ca în fig. 5.21.

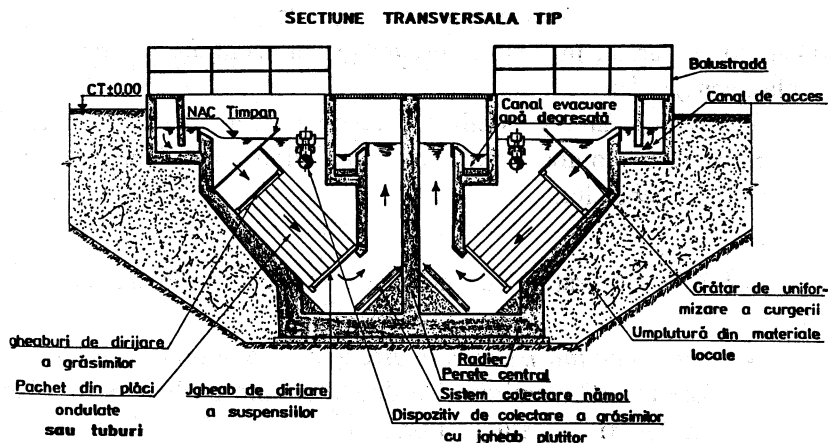


Fig. 5.21. – Separator de grăsimi cu plăci ondulate sau tuburi – Alcătuire constructivă

5.8.3.11. Eficiența în reținerea grăsimilor din apele uzate orășenești a acestor tipuri de separatoare este de 80-99 %.

5.8.3.12. Plăcile paralele sau tuburile sunt introduse în bazin grupate sub forma unor pachete paralelipipedice, de diverse dimensiuni.

Secțiunea transversală a pachetului se recomandă de formă pătrată cu lățimea $b = 1,0$ m și înălțimea $H = 1,00$ m.

Pachetul este introdus într-un cadru de protecție de forma unei cutii paralelipipedice, care are fețele laterale din materiale rezistente la coroziune (tablă zincată, tablă de inox, poliesteri armați cu fibră de sticlă etc.).

Pe lângă rolul de protecție, cadrul respectiv permite manipularea pachetului în scopul montării sau demontării lui în bazin cu ajutorul automacaralelor.

5.8.3.13. Alimentarea cu apă uzată a pachetelor se face ținând seama de sensul de mișcare a apei față de sensul de mișcare al grăsimilor separate, în *contra-curent* (sensuri contrare) în *co-curent* (același sens) și *lateral*.

Pentru separarea grăsimilor se recomandă adoptarea sistemului de alimentare în *contra-curent*, apa brută fiind admisă pe la partea superioară a pachetelor.

5.8.3.14. Separatorul de grăsimi este alcătuit din trei compartimente:

- *camera de intrare* în care este admisă apa brută și în care se face repartiția uniformă a debitului spre pachetele din plăci sau tuburi. Liniștirea și uniformizarea curentului de fluid la intrarea în pachete se realizează prin intermediul unui grătar de distribuție;
- *camera de amplasare a pachetelor din plăci paralele sau tuburi*, în care are loc fenomenul de separare a grăsimilor din apă;

- *camera de evacuare* a apei degresate, din care apa este colectată uniform într-o rigolă ce dirijează apa spre decantoarele primare.

5.8.3.15. Pachetele sunt prevăzute amonte și aval cu grătare de dirijare din jgheaburi curbate care conduc grăsimile separate în pachet spre suprafața apei, respectiv nămolul ce alunecă pe plăci spre zona de colectare de la partea inferioară a bazinului (v. fig. 5.21).

Distanța dintre planul grătarului de dirijare a grăsimilor și secțiunea de intrare în pachet, se va adopta $e = 5 \dots 10$ cm.

5.8.3.16. Unghiul de înclinare față de orizontală al grătarului de uniformizare a curgerii (de distribuție) situat în camera de intrare, se determină cu relația:

$$\beta = 90^\circ - \alpha \quad (5.87)$$

5.8.3.17. Nămolul depus la partea inferioară a bazinului va trebui evacuat la max. 6 ore pentru a se evita intrarea lui în putrefacție.

Evacuarea lui poate fi făcută hidraulic, prin sifonare sau prin pompare, operațiuni ce pot fi automatizate.

5.8.3.18. La proiectarea separatoarelor de grăsimi echipate cu pachete de tip PPO sau PT, se pot utiliza caracteristicile geometrice indicate în tabelele 5.5 și 5.6.

5.8.3.19. În anexele nr. 2 și 3 se prezintă relații specifice de calcul pentru pachetele din plăci ondulate și din tuburi.

Tabelul 5.5.

Caracteristicile geometrice pentru pachetele din plăci ondulate

Tipul de pachet	d (cm)	Nr. de plăci n ₁	Nr. de intersp n	Înălțimea (cm)		Lățimea (cm)		Suprafața		α	Raza hidraulică R (cm)
				brută H	netă h	pachetului b	reală a plăcii ondulate br	transv. netă S (cm ²)	de separare orizont. A (m ²)		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PPO ₁	2,0	46	45	100	91,8	100	111	9132	64,95	30°	0,982
									55,03	45°	
									37,50	60°	
PPO ₂	3,0	32	31	100,24	94,8	100	111	9420	44,74	30°	1,46
									36,52	45°	
									25,83	60°	
PPO ₃	4,0	24	23	100	93,8	100	111	9547	33,20	30°	1,93
									27,10	45°	
									19,17	60°	
Lungimea totală a pachetului: L _T = 175 cm.											

Tabelul 5.6.

Caracteristicile geometrice pentru pachetele din tuburi cu secțiune circulară

Tipul de pachet	Diametrul tubului (cm)		Dimensiuni pachet (cm)		Nr. de tuburi N	Suprafața		α	Raza hidraulică R (cm)
	Interior d	Exterior d_e	Înălțime H	Lățime b		transv. netă S (cm ²)	de separare orizont. A (m ²)		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
PT ₁	2,8	3,2	100	100	961	8189	38,84	30°	0,7
							31,70	45°	
							22,40	60°	
PT ₂	3,6	4,0	100	100	625	8508	32,475	30°	0,9
							26,51	45°	
							18,75	60°	
PT ₃	4,5	5,0	100	100	400	8508	25,98	30°	1,125
							21,21	45°	
							15,00	60°	
Lungimea totală a pachetului: $L_T = 175$ cm.									

5.9. Decantoare primare

5.9.1. Elemente generale

5.9.1.1. Decantoarele primare sunt construcții descoperite care au rolul de a reține din apele uzate orășenești sau industriale cu caracteristici similare, substanțele în suspensie sedimentabile gravimetric care au trecut de deznisipatoare și separatoare de grăsimi.

Decantoarele primare orizontale longitudinale și radiale, decantoarele verticale și jgheburile de sedimentare a decantoarelor cu etaj, se proiectează în conformitate cu prevederile STAS 4162/1-89 „Canalizări. Decantoare primare. Prescripții de proiectare”.

5.9.1.2. Decantoarele primare sunt amplasate în aval de separatoarele de grăsimi sau de treapta de degrosare atunci când separatoarele lipsesc din schema de epurare.

5.9.1.3. Substanțele reținute poartă denumirea de nămoluri primare. Umiditatea acestor nămoluri este $w_p = 95...96\%$.

În aceste nămoluri sunt conținute și o parte din substanțele organice din apele uzate, astfel încât decantoarele primare rețin odată cu materiile în suspensie și substanțe organice.

Orientativ, se indică mai jos eficiența reținerii prin decantare primară a substanțelor în suspensie (e_s) și a substanțelor organice exprimate prin consumul biochimic de oxigen la 5 zile (e_x):

$$e_s = 40...60\%$$

$$e_x = 20...30\%$$

5.9.1.4. În anumite cazuri, justificate tehnic și economic, decantoarele primare pot lipsi din schema tehnologică a stației de epurare și anume [34]:

- când epurarea se realizează în instalații biologice compacte de capacitate mică (soluție cu bazine de aerare);

- când apele uzate ce urmează a fi epurate au proveniență exclusiv menajeră și debite $Q_{u, zlmax}$ până la 200 dm³/s, iar epurarea biologică se realizează în soluția cu bazine de aerare;
- când eficiența decantării prin sedimentare gravimetrică e_s (reținerea materiilor în suspensie) este sub 40 %.

5.9.1.5. Decantoarele primare se pot clasifica astfel [34]:

- a) după modul în care se face sedimentarea:
 - decantoare cu sedimentare gravimetrică;
 - decantoare cu sedimentare gravimetrică activată cu coagulanți;
- b) după direcția de curgere a apei prin decantor:
 - decantoare orizontale longitudinale (se cuprind și jgheburile decantoarelor cu etaj);
 - decantoare orizontale radiale;
 - decantoare verticale;
 - decantoare de tip special (cu module lamelare, ciclatoare etc.);
- c) după modul de curățire a depunerilor:
 - decantoare cu curățire manuală;
 - decantoare cu sisteme de curățire mecanică;
 - decantoare cu sisteme de curățire hidraulică.

Prevederile prezentului normativ nu se aplică în cazul decantoarelor de tip special.

5.9.1.6. Numărul de decantoare va fi de minimum două unități (compartimente), ambele utile, fiecare putând funcționa independent.

5.9.1.7. Debitul de calcul al decantoarelor este $Q_c = Q_{u, zlmax}$ în ambele procedee de canalizare, iar debitul de verificare este $Q_v = 2 \cdot Q_{u, orarmax}$ în procedeele de canalizare unitar și mixt și $Q_v = Q_{u, orarmax}$ în procedeul separativ (v. tabelul 2.2).

5.9.1.8. Pentru funcționarea corectă a unităților de decantare se impune distribuția egală a debitelor între unitățile respective, lucru care se realizează prin prevederea în amonte de decantoare a unei camere de distribuție a debitelor (denumite și distribuitoare).

Camera de distribuție trebuie să asigure echipartitia debitelor (sau, dacă este necesară, o distribuție inegală) prin realizarea unei deversări neînecate și a unei alcătuirii constructive care să conducă la evitarea depunerilor în compartimentele camerei respective.

5.9.1.9. Ansamblul instalației de decantare va fi prevăzut cu un canal de ocolire care să asigure scoaterea din funcțiune, în caz de necesitate, a fiecărei unități de decantare.

În acest sens, intrarea și ieșirea apei din fiecare compartiment de decantare va fi comandată de un dispozitiv de închidere (vană, stavilă, etc.) care să permită izolarea din flux a unui compartiment în caz de revizii, avarii sau reparații.

5.9.1.10. În cazul stațiilor de epurare deservind o canalizare în procedeu unitar sau mixt decantoarele vor fi precedate obligatoriu de deznisipatoare, lucru ce se impune și în procedeu separativ pentru debite ce depășesc $3000 \text{ m}^3/\text{zi}$ ($Q_{u, z\text{max}}$).

5.9.1.11. Principalii parametri de dimensionare ai decantoarelor primare sunt:

- debitul apelor uzate;
- viteza de sedimentare a particulelor (u);
- viteza de curgere a apei prin bazin;
- timpul de decantare de calcul (t_c) și de verificare (t_v).

5.9.1.12. În lipsa unor date experimentale, viteza de sedimentare (u) se va stabili funcție de eficiența dorită în reținerea suspensiilor (e_s) și de concentrația inițială în suspensii a apelor uzate (c_{uz}), conform tabelului 5.7.

Valori ale vitezei de sedimentare u

Eficiența reținerii suspensiilor în decantor e_s (%)	Concentrația inițială a suspensiilor (c_{uz})		
	$c_{uz} < 200$	$200 \leq c_{uz} < 300$	$c_{uz} \geq 300$
	Viteza de sedimentare (u) m/h		
0	1	2	3
40 ... 45	2,3	2,7	3,0
46 ... 50	1,8	2,3	2,6
51 ... 55	1,2	1,5	1,9
56 ... 60	0,7	1,1	1,5

5.9.1.13. Pentru apele uzate industriale cu caracteristici diferite de cele orașenești, parametri de dimensionare se vor stabili pe bază de studii.

5.9.1.14. Viteza maximă de curgere a apei prin decantor este de:

- 10 mm/s – la decantoarele orizontale;
- 0,7 mm/s – la decantoarele verticale;

5.9.1.15. Încărcarea superficială u_s , realizată prin proiectare trebuie să respecte întotdeauna condiția (la debitul de calcul):

$$u_s = \frac{Q_c}{A_o} \leq u \quad (5.88)$$

în care: A_o este suprafața orizontală a luciului de apă din decantoare, iar u este viteza de sedimentare conform tabel 5.7.

La debitul de verificare, încărcarea poate ajunge, în special la canalizările din procedeul unitar sau mixt, la valori de 4-6 m/h [9].

5.9.1.16. Timpul de decantare corespunzător debitului de calcul t_c se recomandă să fie de minim 1,5 ore.

La debitul de verificare, timpul de decantare t_v va fi de minim:

– 0,5 ore în cazul în care stația de epurare are numai treapta mecanică sau când decantoarele primare sunt urmate de bazine cu nămol activat iar procedeul de canalizare este unitar sau mixt;

– 1,0 oră, în cazul procedeului separativ;

– 1,0 oră, în cazul în care decantoarele primare sunt urmate de filtre biologice, indiferent de procedeul de canalizare.

5.9.1.17. Accesul și evacuarea apei în și din decantor prezintă mare importanță pentru eficiența procesului de sedimentare. Pentru acces se recomandă prevederea de deflectoare sau ecrane semiscufundate ori realizarea unor orificii în peretele frontal amonte care să permită repartiția cât mai uniformă a firelor de curent pe întreaga secțiune transversală de curgere.

Determinarea numărului de deflectoare se face pe baza debitului aferent unui deflector $q_d = 4 \dots 7$ l/s, deflector și a distanței dintre ele $a = 0,75 \dots 1,00$ m, atât pe verticală cât și pe orizontală.

5.9.1.18. Evacuarea apei se face de obicei prin deversare peste unul sau ambii pereți ai rigolelor de colectare a apei decantate. Pentru realizarea unei colectări uniforme pe toată lungimea de deversare, se prevăd deversoare metalice cu dinți triunghiulari, mobile pe verticală, a căror montare se face astfel încât lama de apă pentru fiecare dinte să fie egală.

Amonte de peretele deversor al rigolei de colectare a apei limpezite, la cca. 0,30...0,40 m se prevede un ecran semiscufundat cu muchia inferioară la 0,25 m sub nivelul minim al apei și muchia superioară la cel puțin 0,20 m deasupra nivelului maxim al apei.

Evacuarea apei decantate se poate realiza și printr-un colector alcătuit din conductă submersată, cu fante (orificii), care are avantajul de a elimina influența vântului și peretele (ecranul) semiscufundat și de a reduce substanțial abaterile de la orizontalitate a sistemului de colectare.

5.9.1.19. Lungimea deversoarelor trebuie să fie astfel încât debitul specific de apă pentru 1 m lungime de deversor să nu depășească valorile de mai jos:

- $q_d^c \leq 60 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$, la debitul de calcul;
- $q_d^v \leq 180 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$, la debitul de verificare.

Când valorile de mai sus sunt depășite, se recomandă mărirea lungimii de deversare prin realizarea de rigole paralele sau, la decantoarele radiale și verticale, prin prevederea de rigole radiale suplimentare.

5.9.1.20. Alegerea tipului de decantor, a numărului de compartimente și a dimensiunilor acestora se face pe baza unor calcule tehnico-economice comparative, a cantității și calității apei brute și a parametrilor de proiectare recomandați pentru fiecare caz în parte.

5.9.1.21. Determinarea pierderilor de sarcină prin decantor se va face atât pentru debitul de calcul cât și pentru cel de verificare, adoptându-se pentru profilul tehnologic valorile cele mai dezavantajoase.

5.9.1.22. Decantoarele primare sunt alcătuite în principal din:

- compartimentele de decantare propriu-zise;
- sistemele de admisie și distribuție a apei brute;
- sistemele de colectare și evacuare a apei decantate;
- echipamentele mecanice necesare colectării și evacuării nămolului, precum și dispozitivele de închidere pe accesul și evacuarea apei în și din decantor, necesare izolării fiecărui compartiment în parte în caz de necesitate (avarii, revizii, reparații etc.);
- conducte de evacuare a nămolului primar și de golire a decantorului;
- sistem de evacuare a materiilor plutitoare.

5.9.1.23. Înălțimea de siguranță (garda hidraulică) a pereților decantorului deasupra nivelului maxim al apei va fi de minim 0,3 m.

5.9.2. Decantoare orizontale longitudinale

5.9.2.1. Sunt bazine din beton armat, de regulă descoperite, cu secțiune transversală dreptunghiulară, având lățimea unui compartiment b_1 , adâncimea utilă h_u și lungimea L (v. fig. 5.22).

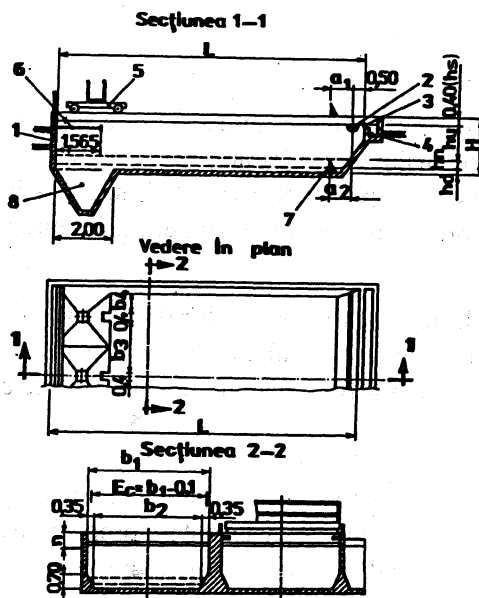


Fig. 5.22. – Decantor orizontal longitudinal. Dispoziție în plan și secțiuni caracteristice.

- | | |
|---|------------------------------------|
| 1 – dispozitiv de distribuție a apei; | 5 – pod raclor; |
| 2 – jgheab pentru colectarea materiilor plutitoare; | 6 – tampon amonte pod raclor; |
| 3 – deversor cu zimți triunghiulari; | 7 – tampon aval pod raclor; |
| 4 – rigolă pentru colectarea apei decantate; | 8 – pâlnie colectare pentru nămol. |

5.9.2.2. Admisia apei în decantor se face prin defletoare sau orificii practicate în perelele despărțitor dintre camera de intrare și compartimentul decantor, sau prin deversare uniformă pe toată lățimea decantorului peste perelele rigolei de aducțiune a apei.

5.9.2.3. În partea amonte a bazinului este prevăzută o pâlnie (bașă) pentru colectarea nămolului din care acesta este evacuat hidraulic, prin sifonare sau pompare, continuu sau intermitent, spre construcțiile de prelucrare a nămolului. Intervalul de timp dintre două evacuări se stabilește funcție de tehnologia de epurare adoptată, de caracteristicile nămolului etc., recomandându-se a nu se depăși $4 \div 6$ ore, în scopul evitării intrării în fermentare a nămolului.

5.9.2.4. Îndepărtarea nămolului din pâlnie se face prin conducte cu diametrul de minim 200 mm, viteza minimă admițându-se de 0,70 m/s.

5.9.2.5. Nămolul depus pe radierul bazinului este dirijat către pâlnia de nămol din amonte, prin intermediul unui pod cu lamă racloare a cărei viteză de deplasare se ia de 2...5 cm/s, astfel încât ciclul tur-retur să nu depășească 45 minute și deplasarea podului raclor să nu repună în stare de suspensie nămolul depus pe radier.

5.9.2.6. Curățirea nămolului de pe radier și transportul acestuia spre pâlnia colectoare amonte poate fi realizată și de racloare submersate de tip lanț fără sfârșit (lanț cu racleți). Lamele racloare sunt așezate la distanța de cca. 2,0 m una de alta, iar viteza de mișcare a lanțului este de 1,5...4,0 cm/s.

5.9.2.7. Pentru lățimi ale compartimentelor de decantare $b_1 > 6$ m se vor realiza două pâlnii de colectare a nămolului. Lățimea unui compartiment nu va depăși 9 m.

5.9.2.8. Pentru evitarea antrenării spumei și uneori a grăsimilor odată cu apa decantată, în avalul decantoarelor se prevăd pereți semiscufunđați amplasați la $0,30 \div 0,50$ m în fața deversoarelor și la $0,25 \div 0,30$ m sub nivelul minim al apei. Muchia superioară a acestor pereți se plasează cu minim 0,20 m deasupra nivelului maxim al apei din decantor.

5.9.2.9. Grăsimile și alte materii plutitoare sunt împinse de lame de suprafață prinse de podul raclor sau de lanțul fără sfârșit și colectate într-un jgheab pentru grăsimi, așezat în partea aval a decantorului. De aici, printr-o conductă, grăsimile ajung într-un cămin (rezervor) pentru grăsimi amplasat în vecinătatea decantorului, fiind apoi evacuate prin vidanjare sau pompare.

5.9.2.10. Dimensionarea decantoarelor orizontale longitudinale se face utilizându-se următoarele relații de calcul:

• *Volumul decantorului:*

$$V_d = Q_c \cdot t_c \text{ (m}^3\text{)} \quad (5.89)$$

$$V_d = Q_v \cdot t_v \text{ (m}^3\text{)} \quad (5.90)$$

unde:

Q_c – este debitul de calcul;

Q_v – debitul de verificare;

t_c – timpul de decantare la Q_c ;

t_v – timpul de decantare la Q_v .

În calcule se va considera valoarea cea mai mare pentru V_d rezultată din relațiile (5.89) și (5.90).

• *Secțiunea orizontală a decantorului:*

$$A_0 = \frac{Q_c}{u_s} \text{ (m}^2\text{)} \quad (5.91)$$

$$A_0 = n \cdot b_1 \cdot L \text{ (m}^2\text{)} \quad (5.92)$$

unde:

u_s – este încărcarea superficială considerată egală cu viteza de sedimentare stabilită experimental sau, în lipsa datelor experimentale, conform tabelului 5.7 funcție de eficiența dorită e , și de concentrația inițială în materii în suspensie a apelor uzate c_{uz} ;

n – numărul de compartimente de decantare;

L – lungimea decantorului;

b_1 – lățimea unui compartiment.

• *Secțiunea transversală a decantorului:*

$$S = \frac{Q_c}{v_0} \text{ (m}^2\text{)} \quad (5.93)$$

$$S = \frac{V_d}{L} \text{ (m}^2\text{)} \quad (5.94)$$

$$S = n \cdot b_1 \cdot h_u \text{ (m}^2\text{)} \quad (5.95)$$

în care:

h_u – este adâncimea utilă a decantorului;

v_0 – viteza orizontală a apei în decantor, medie pe secțiune, care nu trebuie să depășească 10 mm/s.

• *Lungimea decantorului:*

$$L = v_0 \cdot t_c \text{ (m)} \quad (5.96)$$

• *Lățimea decantorului:*

$$b_1 = \frac{A_0}{n \cdot L} \text{ (m)} \quad (5.97)$$

cu valori recomandate de 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0 și 9,0 m (v. tabelul 5.8).

Tabelul 5.8.

Dimensiuni caracteristice ale decantoarelor orizontale longitudinale

b_1 m	L m	$A_{01}^* =$ $= b_1 \cdot L$ m ²	b_2 m	b_3 m	b_4 m	h_w m	h_s m	h_m m	h_d m	H m	E_c m	$S =$ $= b_1 \cdot h$ m ²	$V_0 = A_{01}^* \cdot h_w$ m ³	a_1 m	a_2 m
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3,0	20... 30	60...90	2,3	1,1	0,20	1,80	0,4	0,2	0,20	2,60	2,90	5,40	108...162	0,27	0,97
4,0	25... 40	100... 160	3,3	1,6	0,45	2,00	0,4	0,2	0,20	2,80	3,90	8,00	195...312	0,27	0,97
5,0	30... 50	150... 250	4,3	2,1	0,70	2,20	0,4	0,2	0,20	3,00	4,90	11,00	322...537	0,27	0,97
6,0	40... 55	240... 330	5,3	2,6	0,85	2,50	0,4	0,2	0,30	3,40	5,90	15,00	540...835	0,26	1,175
7,0	45... 60	315... 420	6,3	3,1	1,20	2,65	0,4	0,2	0,35	3,60	6,90	18,55	835... 1130	0,25	1,38
8,0	50... 65	400... 520	7,3	3,6	1,45	2,80	0,4	0,2	0,40	3,80	7,90	22,40	1120... 1456	0,23	1,69
9,0	55... 70	495... 630	8,3	4,1	1,70	2,95	0,4	0,2	0,45	4,00	8,90	26,55	1460... 1860	0,23	1,69

*) A_{01} este aria orizontală utilă a unui compartiment de decantare

- Raportul L/b_1 trebuie să respecte relația:

$$4 \leq \frac{L}{b_1} \leq 10 \quad (5.98)$$

- Adâncimea utilă a spațiului de decantare:

$$h_u = u \cdot t_c \text{ (m)} \quad (5.99)$$

va trebui să satisfacă condiția,

$$\frac{L}{25} \leq h_u \leq \frac{L}{10} \quad (5.100)$$

- Debitul specific al deversorului de la ieșire (de evacuare a apei limpezite) sau „încărcarea hidraulică a deversorului”, va respecta condițiile de mai jos,

$$q_d^c = \frac{Q_c}{n \cdot b_1} \leq 60 \text{ (m}^3/\text{h, m)} \quad (5.101)$$

$$q_d^v = \frac{Q_v}{n \cdot b_1} \leq 180 \text{ (m}^3/\text{h, m)} \quad (5.102)$$

unde $L_d = n \cdot b_1$ reprezintă lungimea de deversare.

Dacă aceste condiții nu sunt respectate, se vor prevedea lungimi de deversare suplimentare.

5.9.2.11. Cantitatea zilnică de materii solide, exprimată în substanță uscată, în greutate, din nămolul primar (rezultat din reținerea în decantorul primar a materiilor în suspensie) este:

$$N_p = e_s \cdot c_{uz} \cdot Q_c \text{ (kgf/zi)} \quad (5.103)$$

5.9.2.12. Volumul de nămol primar cu umiditatea w_p :

$$V_{np} = \frac{N_p}{\gamma_n} \cdot \frac{100}{100 - w_p} \text{ (m}^3/\text{zi)} \quad (5.104)$$

în care $\gamma_n = 1008 \dots 1200 \text{ kgf/m}^3$ – greutatea specifică a nămolului pentru o umiditate $w_p = 95 \dots 96 \%$.

5.9.2.13. Volumele de nămol reținute în decantorul primar trebuie sporite în schemele de epurare în care se folosește coagulant (de 2-3 ori chiar) sau când se trimite în decantor nămol biologic din decantoarele secundare.

5.9.2.14. Volumul pâlniilor de nămol se stabilește astfel încât volumul geometric care se realizează (V_{pg}) să fie mai mare sau cel puțin egal cu volumul de nămol dintre două evacuări. Evacuarea poate fi realizată continuu dacă nămolul rezultă în cantități mari, sau intermitent, la maximum $4 \div 6$ ore spre a se evita intrarea în fermentare a nămolului.

Notând cu t_{ev} (ore) timpul dintre două evacuări, rezultă numărul de evacuări (șarje):

$$n_{ev} = \frac{24}{t_{ev}} \quad (5.105)$$

Volumul de nămol dintre două evacuări aferent unui compartiment de decantare:

$$V_{ev} = \frac{V_{np}}{n_{ev} \cdot n} \text{ (m}^3\text{/evacuare)} \quad (5.106)$$

unde n este numărul de compartimente de decantare.

Se verifică, în final, prin alegerea corespunzătoare a dimensiunilor geometrice ale pâlniei dacă:

$$V_{pg} \geq V_{ev} \quad (5.107)$$

în care V_{pg} este volumul geometric al pâlniei.

5.9.2.15. Dacă în decantorul primar se trimite nămol *în exces* din decantoarele secundare (în schemele cu bazine cu nămol activat) sau *nămol biologic* (în schemele cu filtre biologice), atunci volumul pâlniei de nămol V_{pg} se va majora corespunzător.

5.9.2.16. Adâncimea totală a decantorului, măsurată în secțiunea mijlocie (la distanța $L / 2$ de intrarea apei în decantor) este [9]:

$$H = h_s + h_u + h_n + h_d \text{ (m)} \quad (5.108)$$

unde:

h_s – este înălțimea zonei de siguranță care se ia egală cu $0,30 \div 1,00$ m, în funcție de înălțimea lamei racloare, în cazul în care aceasta, în cursa pasivă, este deasupra nivelului apei și de influența valurilor funcție de intensitatea vânturilor, conform STAS 946-71;

h_u – adâncimea utilă a decantorului stabilită cu relația (5.99);

h_n – înălțimea stratului neutru, care desparte spațiul de sedimentare de cel de depunere a nămolului și care se ia de obicei de $0,30$ m;

h_d – înălțimea stratului de depunere, considerat în calcule de $0,20 \dots 0,30$ m.

5.9.2.17. Rigolele de colectare a apei limpezite se vor dimensiona la debitul de verificare Q_v , astfel încât în secțiunea cea mai solicitată viteza să fie de minimum $0,7$ m/s. Sistemul de colectare a apei limpezite trebuie să asigure o colectare uniformă prin deversare în regim neînneecat.

5.9.3. Decantoare orizontale radiale

5.9.3.1. Sunt bazine cu forma circulară în plan, în care apa este admisă central prin intermediul unei conducte prevăzută la debușare cu o pâlnie (difuzor) a cărei muchie superioară este situată la $20 \div 30$ cm sub planul de apă. Apa limpezită este evacuată printr-o rigolă perimetrală (v. fig. 5.23) sau prin conductă submersată cu fante.

5.9.3.2. Circulația apei se face orizontal și radial, de la centru spre periferie. Din conducta de acces, apa iese pe sub un cilindru

central semiscufundat, cu muchia inferioară situată la o adâncime sub planul de apă egală cu $2/3$ din înălțimea zonei de sedimentare h_u .

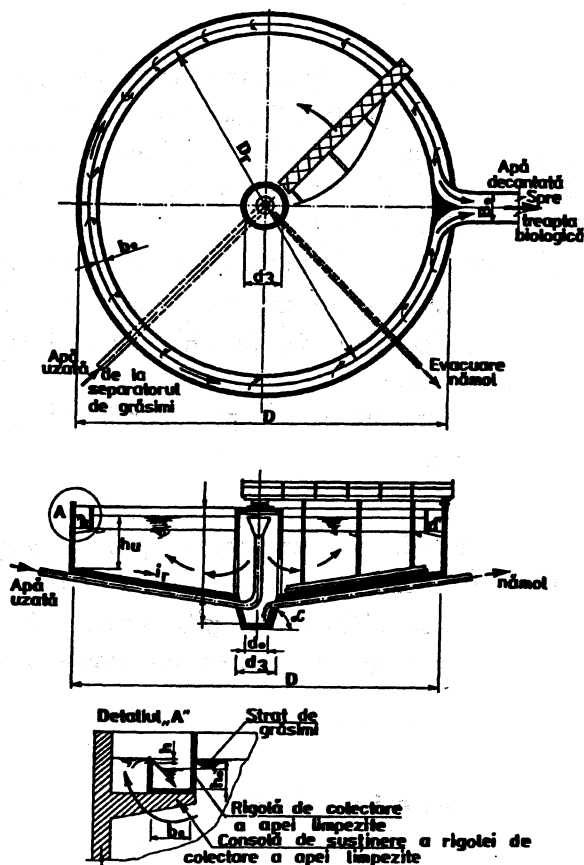


Fig. 5.23. – Decantor radial.
Vedere în plan și secțiuni caracteristice

În alte variante, apa iese din cilindrul central prin intermediul unor orificii cu defletoare practicate în peretele acestuia, sau printr-un grătar de uniformizare cu bare verticale.

Distribuția uniformă a apei de la centru spre periferie se poate realiza și prin intermediul unui dispozitiv de tip lala Coandă care prezintă avantaje hidraulice și tehnologice deosebite.

5.9.3.3. Cilindrul central, al cărui diametru este de $10 \div 20\%$ din diametrul decantorului, sprijină pe radierul bazinului prin intermediul unor stâlpi.

5.9.3.4. La partea superioară a cilindrului central se prevede o structură de rezistență capabilă să preia forțele generate de podul raclor al cărui pivot este amplasat pe structura de rezistență respectivă.

Celălalt capăt al podului raclor sprijină prin intermediul unor roți echipate cu bandaje din poliuretan pe peretele exterior al bazinului. Calea de rulare poate fi realizată și din șină metalică, roțile fiind prevăzute în mod corespunzător acestui tip de rulare.

5.9.3.5. Podul raclor este alcătuit dintr-o grindă solidară cu mai mulți montanți prevăzuți la partea inferioară cu lame racloare. Acestea curăță nămolul de pe radier și îl conduc către conul central care constituie pâlnia de colectare a nămolului. De aici, nămolul este evacuat prin diferență de presiune hidrostatică, prin sifonare sau prin pompare, spre treapta de prelucrare ulterioară a nămolului.

5.9.3.6. De podul raclor este prins, de asemenea, un braț metalic prevăzut cu o lamă racloare de suprafață care împinge grăsimile și spuma de la suprafața apei spre periferie, către un cămin sau alt dispozitiv de colectare a acestora.

Prevederile punctelor 5.9.3.4. și 5.9.3.5. nu exclud posibilitatea utilizării de poduri racloare submersate.

5.9.3.7. Rigola de colectare a apei decantate poate fi așezată în afara suprafeței de decantare (amplasată în afara peretelui exterior, pe

circumferința bazinului), sau în interiorul acesteia la $1,0 \div 1,5$ m de perete.

În primul caz, în peretele exterior al decantorului se practică ferestre prevăzute pe muchia interioară cu deversoare metalice cu dinți triunghiulari, reglabile pe verticală. În fața acestor deversoare, la cca. $30 \div 50$ cm distanță se prevede un perete semiscufundat, de formă circulară în plan, a cărui muchie inferioară este la minim $25 \div 30$ cm sub planul de apă.

În cel de-al doilea caz, peretele rigolei dinspre centrul bazinului are coronamentul deasupra nivelului apei, el servind drept perete obstacol pentru spuma și grăsimile de la suprafața apei. Apa decantată trece pe sub rigolă și deversează peste peretele circular exterior al rigolei, prevăzut și el cu plăcuțe metalice cu dinți triunghiulari reglabile pe verticală (v. detaliul „A” din fig. 5.23).

Colectarea în rigolă a apei limpezite se face prin deversare neînneacă. Colectarea apei limpezite se poate face și prin conductă submersată cu fante, care prezintă multiple avantaje (v. pct. 5.9.1.18).

5.9.3.8. Radierul decantorului are o pantă de $6 \div 8$ % spre centru, iar radierul pâlniei de nămol o pantă de $2 : 1$.

5.9.3.9. Diametrul decantoarelor radiale este cuprins între 16 și 50 m, iar adâncimea utilă h_u între 1,2 și 4,0 m.

5.9.3.10. Viteza periferică a podului raclor variază între 10 și 60 mm/s, realizând $1 \div 3$ rotații complete pe oră.

5.9.3.11. Evacuarea nămolului se poate face continuu în cazul unor volume mari de nămol, sau la intervale de maxim $4 \div 6$ h, prin conducte cu Dn 200 mm prin care viteza nămolului să fie minim 0,7 m/s.

5.9.3.12. Dimensionarea decantoarelor orizontale radiale se face utilizând următoarele relații:

• Volumul decantorului:

$$V_d = Q_c \cdot t_c \text{ (m}^3\text{)} \quad (5.109)$$

sau
$$V_d = Q_v \cdot t_v \text{ (m}^3\text{)} \quad (5.110)$$

Se consideră valoarea cea mai mare.

• *Secțiunea orizontală:*

$$A_0 = \frac{Q_c}{u_s} \text{ (m}^2\text{)} \quad (5.111)$$

• *Adâncimea utilă a spațiului de decantare:*

$$h_u = u \cdot t_c \text{ (m)} \quad (5.112)$$

Cu aceste elemente se intră în tabelul 5.9 și se stabilesc dimensiunile principale efective: D , d_3 , h_u , A_0 și V_d , precum și numărul de unități de decantare. Se verifică apoi dacă sunt respectate condițiile de mai jos:

$$- 10 \leq \frac{D}{h_u} \leq 15, \text{ pentru decantoare cu diametrul } D = 16 - 30 \text{ m;} \quad (5.113)$$

$$- 15 \leq \frac{D}{h_u} \leq 20, \text{ pentru decantoare cu diametrul } D = 30 - 50 \text{ m.} \quad (5.114)$$

5.9.3.13. Volumul zilnic de nămol primar se determină cu relația (5.104) și apoi se stabilesc ca la pct. 5.9.2.14. durata dintre două evacuări, dimensiunile necesare pentru pâlnia de nămol, conductele și modul de evacuare a nămolului (prin diferență de presiune hidrostatică, prin pompă) etc.

Se verifică debitul specific deversat pe conturul rigolei de colectare a apei limpezite:

$$q_d^c = \frac{Q_c}{n \cdot \pi \cdot D_r} \leq 60 \text{ m}^3/\text{h, m} \quad (5.115)$$

$$q_d^v = \frac{Q_v}{n \cdot \pi \cdot D_r} \leq 180 \text{ m}^3/\text{h, m} \quad (5.116)$$

în care D_r este diametrul aferent peretelui deversor al rigolei.

Tabelul 5.9.

Dimensiuni caracteristice ale decantoarelor orizontale radiale

D m	D_2 m	d_1 m	$A_{01}^* = 0,785 \cdot (D_2^2 - d_1^2)$ m^2	d_2 m	d_3 m	h_s m	h_w m	h_{id} m	H m	D_1 m	b m	$V_0 = A_{01}^* \cdot h$ m^3
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
16	14,7	3,0	165	2,6	3,0	0,3	1,6	0,43	1,90	16,14	0,50	264
18	16,7	3,0	214	2,6	3,0	0,3	1,6	0,50	1,90	18,14	0,50	343
20	18,5	3,0	264	2,6	3,0	0,3	1,6	0,57	1,90	20,14	0,50	423
22	20,5	4,0	320	3,6	4,0	0,3	1,6	0,60	1,90	22,14	0,50	512
25	23,5	4,0	423	3,6	4,0	0,4	2,0	0,70	2,40	25,14	0,50	846
28	26,1	4,0	524	3,6	4,0	0,4	2,0	0,80	2,40	28,14	0,50	1048
30	28,1	4,0	610	3,6	4,0	0,4	2,0	0,87	2,40	30,14	0,50	1220
32	30,1	5,0	695	4,6	5,0	0,4	2,0	0,90	2,40	32,14	0,50	1390
35	33,1	5,0	843	4,6	5,0	0,4	2,0	1,00	2,40	35,14	0,50	1686
40	37,7	6,0	1091	5,6	6,0	0,4	2,5	1,13	2,90	40,14	0,60	2728
45	42,7	6,0	1407	5,6	6,0	0,4	2,5	1,30	2,90	45,14	0,60	3518

*) A_{01} este aria orizontală utilă a unui compartiment de decantare.

Observație: Pentru diametre $D > 45$ m, trebuie întocmite studii prealabile privind regimul de curgere și sistemele de colectare.

5.9.3.14. Dimensiunile rigolei de colectare a apei limpezite se stabilesc pentru debitul de verificare Q_v , punând condiția ca în secțiunea cea mai solicitată viteza minimă să fie de 0,7 m/s.

5.9.3.15. Adâncimea decantorului la perete (H_p) și la centru (H_c):

$$H_p = h_s + h_u \text{ (m)} \quad (5.117)$$

$$H_c = h_s + h_u + h_p + h_n \text{ (m)} \quad (5.118)$$

unde:

h_s – înălțimea de siguranță;

h_u – adâncimea utilă;

h_p – diferența de înălțime datorită pantei;

h_n – înălțimea pâlniei de nămol (obișnuit 2...3 m).

5.9.4. Decantoare verticale

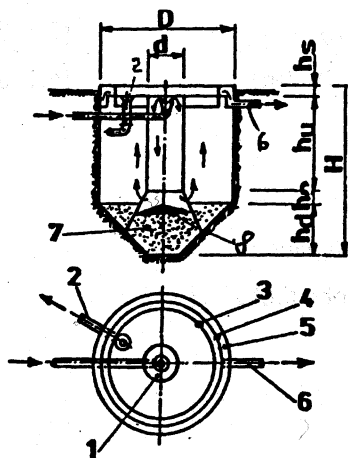
5.9.4.1. Sunt construcții cu forma în plan circulară sau pătrată, în care mișcarea apei se face pe verticală, în sens ascendent.

Se utilizează mai rar, în general pentru debite zilnice maxime sub 10.000 m³/zi, recomandându-se în special ca decantoare secundare după bazine cu nămol activat sau filtre biologice, datorită avantajului prezentat de stratul gros de flocoane care mărește eficiența decantării.

5.9.4.2. Se construiesc pentru diametre până la 10 m și deoarece rezultă de adâncimi mari (chiar 10 m uneori), utilizarea lor este limitată din cauza dificultăților de execuție.

5.9.4.3. Apa este introdusă într-un tub central (v. fig. 5.24) prin care curge în sens descendent cu o viteză $v_t \leq 0,10$ m/s. La ieșirea din tub se prevede un deflector (la cca. 50 cm de marginea inferioară a tubului) care are rolul de a realiza o distribuție cât mai uniformă a apei

în camera de decantare propriu-zisă (de formă inelară în plan). Diametrul deflectorului va fi cu 20...100 % mai mare ca diametrul d al tubului central. În această cameră, apa se ridică spre suprafață unde este colectată într-o rigolă perimetrală sau suplimentar, în rigole radiale debușând în cea perimetrală în cazul în care debitul specific deversat este depășit sau când suprafața orizontală a decantorului este mai mare decât 12,0 m².



1. – camera de distribuție cu dispozitiv de admisie a apei;
2. – pâlnie pentru colectarea materiilor plutitoare;
3. – perete semiîncet;
4. – deversor cu dinți triunghiulari;
5. – rigolă pentru colectarea apei decantate;
6. – conductă de evacuare a apei decantate;
7. – pâlnie colectoare pentru nămol;
8. – deflector.

Fig. 5.24. – Decantor vertical.
Secțiune transversală și vedere în plan

Colectarea apei decantate se poate face și cu ajutorul unor conducte radiale submersate, realizate din tuburi de plastic perforate pe generatoarea superioară, debușând într-un colector perimetral (rigolă sau conductă perforată). Se elimină astfel accesul spumei, grăsimilor și plutitorilor în efluentul decantoarelor verticale.

5.9.4.4. Nămolul se depune în partea inferioară a bazinului, amenajată sub forma unui trunchi de con cu pereții înclinați față de orizontală cu mai mult de 50°.

Din pâlnia de nămol, acesta este evacuat prin diferență de presiune hidrostatică, prin sifonare sau pompare spre instalațiile de prelucrare ulterioară.

5.9.4.5. În scopul reținerii grăsimilor, spumei și a altor substanțe plutitoare se prevăd pereți semiscufundați în fața rigolelor de colectare a apei decantate.

5.9.4.6. Dimensionarea decantoarelor verticale se face utilizând următoarele relații de calcul:

- *Volumul decantorului* se calculează cu relațiile (5.89) și (5.90) considerându-se valoarea cea mai mare;

- *Suprafața orizontală și adâncimea utilă a decantorului* se calculează cu relațiile (5.91) și (5.99) cu mențiunea că adâncimea utilă h_u nu trebuie să depășească 4 m;

- *Secțiunea tubului central:*

$$A_{tc} = \frac{Q_c}{v_t} = n \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (\text{m}^2) \quad (5.119)$$

- Se propune un număr de unități de decantare și se urmărește ca diametrul fiecărei unități să fie sub 10 m. Se verifică apoi relația:

$$\frac{h_u}{D-d} \geq 0,80 \quad (5.120)$$

în care D este diametrul decantorului, iar d – diametrul tubului central.

Dacă relația (5.120) nu este verificată se va mări adâncimea h_u .

- *Înălțimea tubului central:*

$$H_t = 0,8 \cdot h_u \quad (\text{m}) \quad (5.121)$$

- *Adâncimea totală a decantorului:*

$$H = h_s + h_u + h_n + h_d \quad (\text{m}) \quad (5.122)$$

în care:

h_s – înălțimea de siguranță (0,3 ÷ 0,5 m);

h_u – adâncimea utilă;

h_n – înălțimea zonei neutre (0,4...0,6 m);

h_d – înălțimea depunerilor (a trunchiului de con).

Înălțimea pâlniei de nămol h_d se stabilește funcție de debitul de calcul ($Q_{u, z1max}$), de concentrația în materii în suspensie a apelor uzate la intrarea în stația de epurare (c_{uz}), de eficiența reținerii materiilor în suspensie prin decantare (e_s) și de modul de evacuare continuu sau intermitent a nămolului.

5.9.4.7. Funcție de volumul zilnic de nămol primar, de durata și volumul de nămol dintre două evacuări, aferent unei unități de decantare, se stabilesc dimensiunile geometrice ale pâlniei de nămol și modul de evacuare a nămolului.

5.9.4.8. Deversorul rigolei de colectare a apei limpezite se dimensionează la debitul de verificare Q_v astfel încât să fie respectate condițiile impuse prin relațiile 5.101 și 5.102.

Rigola de evacuare a apei limpezite se calculează din condiția respectării vitezei de minim 0,7 m/s la debitul de verificare în secțiunea cea mai solicitată.

5.9.4.9. Viteza ascensională a apei în spațiul de decantare inelar, în lipsa unor date experimentale, se va lua de maximum 0,7 mm/s.

Diametrul bazei mici a pâlniei tronconice pentru colectarea nămolului se va considera de 0,3...1,0 m, pentru a permite o evacuare eficientă a acestuia având în vedere raza de influență relativ mică a conductei Dn 200 mm de evacuare a nămolului.

5.9.5. Decantoare cu etaj

5.9.5.1. Sunt cunoscute și sub denumirea de decantoare Imhoff, după numele inventatorului lor, sau decantoare Emscher, după denumirea regiunii în care au fost aplicate pentru prima oară.

5.9.5.2. Sunt utilizate pentru colectivități sub 20.000 locuitori sau debite $Q_{u, z1max} \leq 100 \text{ l/s}$.

5.9.5.3. În general, se cuplează câte două unități de decantare.

5.9.5.4. Decantoarele cu etaj constau din construcții cu forma în plan circulară sau pătrată care au rolul atât de decantare a apei cât și de fermentare a nămolului reținut.

5.9.5.5. Decantarea se face în jgheaburi longitudinale cu secțiunea transversală de forma indicată în fig. 5.25.

Fermentarea se realizează în zona situată sub jgheaburi, de formă cilindrică și în partea inferioară tronconică, fermentarea fiind de tip anaerob în regim crioofil (la temperatura mediului ambiant).

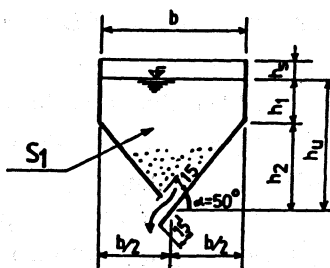


Fig. 5.25. – Secțiune transversală prin jgheabul de decantare a apei

Dimensiunile recomandate pentru jgheaburi sunt:

– $b = 1,0 \dots 2,5$ m pentru $h_u = 2,0$ m și

– $b = 3,0$ m pentru $h_u = 2,30$ m.

Înclinarea față de orizontală a pereților jgheabului: $\alpha = 50^\circ$.

Pentru elementele date și cu notațiile din fig. 5.25, rezultă:

$$h_2 = 0,6 \cdot b \text{ (m)} \quad (5.123)$$

$$h_1 = h_u - 0,6 \cdot b \text{ (m)} \quad (5.124)$$

$$S_1 = b \cdot (h_1 + 0,3 \cdot b) \text{ (m}^2\text{)} \quad (5.125)$$

în care S_1 este suprafața secțiunii transversale a unui jgheab.

Suprafața și volumul jgheaburilor de decantare pot fi majorate prin evazarea pereților laterali de la partea superioară a cuvelor, situați între zona neutră și suprafața liberă a apei.

5.9.5.6. Dimensionarea jgheaburilor se face după metodologia și pentru parametri recomandați la decantoarele orizontale longitudinale.

5.9.5.7. Diametrul unei unități de decantare D variază între 5,0 și 12,0 m; în calcule, lungimea jgheabului se consideră egală cu diametrul de mai sus ($L_j = D$).

5.9.5.8. Suprafața luciului de apă neocupată de jgheaburi (aria liberă A_l) trebuie să fie de peste 20 % din suprafața orizontală totală a unității de decantare.

În cazul stațiilor de epurare a localităților rurale, prevăzute cu decantoare cu etaj, prin închiderea cu planșee a zonelor neocupate de jgheaburi, se poate capta și colecta gazul de fermentare (biogazul). Acesta va putea fi folosit pentru încălzirea pavilionului tehnologic din stația de epurare sau a unor gospodării individuale din apropierea stației.

5.9.5.9. La partea inferioară a jgheaburilor, se lasă prin construcție o fantă longitudinală de cca. 15...25 cm lățime, pereții fiind petrecuți pe o distanță de 15 cm. Nămolul depus în jgheaburi curge prin această fantă în zona inferioară de colectare și fermentare.

Eventualele gaze de fermentare care se degajă din masa de nămol, în drumul lor spre suprafață sunt împiedicate să pătrundă în jgheaburi prin fantă datorită acelei petreceri de 15 cm a pereților. În acest fel, fluxul gazelor, de sens contrar procesului de decantare, nu deranjează acest important proces.

5.9.5.10. Admisia și evacuarea apei în și din jgheaburi se face peste pereții frontali prevăzuți cu plăcuțe deversoare metalice cu dinți triunghiulari, reglabile pe verticală în scopul uniformizării curgerii.

5.9.5.11. Adâncimea totală a decantorului rezultă în general peste 6 m, limitându-se însă din considerente constructive la 8...10 m. Funcție de natura terenului de fundație și de prezența apei subterane ele pot fi construite sub formă de cuvă sau cheson, utilizându-se în ambele cazuri ca material de construcție betonul armat.

5.9.5.12. Dimensionarea decantoarelor cu etaj se face folosind următoarele relații de calcul:

- Volumul, suprafața orizontală și suprafața secțiunii transversale a jgheabului se determină ținându-se seama de debitele de calcul și de verificare, de timpii de decantare recomandați, de viteza de sedimentare indicată în tabelul 5.7 și de viteza orizontală a apei $v_0 \leq 10$ mm/s.

Se utilizează în acest sens relațiile (5.89), (5.90), (5.91) și (5.93).

- Suprafața transversală a unui jgheab se determină cu relația (5.125).

- Suprafața transversală a celor două jgheaburi cu care este echipată de obicei o unitate de decantare va fi:

$$S_j = 2 \cdot S_1 \text{ (m}^2\text{)} \quad (5.126)$$

- Volumul celor două jgheaburi dintr-o unitate de decantare, pentru o lungime de jgheab $L_j = D$, diametrul D alegându-se între 5 și 12 m, rezultă:

$$V_j = 2 \cdot S_1 \cdot L_j \text{ (m}^3\text{)} \quad (5.127)$$

Lungimea L_j se alege cu 0,5...1,0 m mai mare în cazul a două unități de decantare alăturate, când jgheaburile celor două unități sunt prevăzute în prelungire (v. fig. 5.26).

- Numărul de unități de decantare va fi:

$$n = \frac{V_d}{V_j} \quad (5.128)$$

- Încărcarea superficială se calculează cu relația,

$$u_s = \frac{Q_c}{2 \cdot n \cdot b \cdot L_j} \text{ (m/h)} \quad (5.129)$$

și se verifică condiția $u_s \leq u$, în care viteza de sedimentare u este luată din tabelul 5.7.

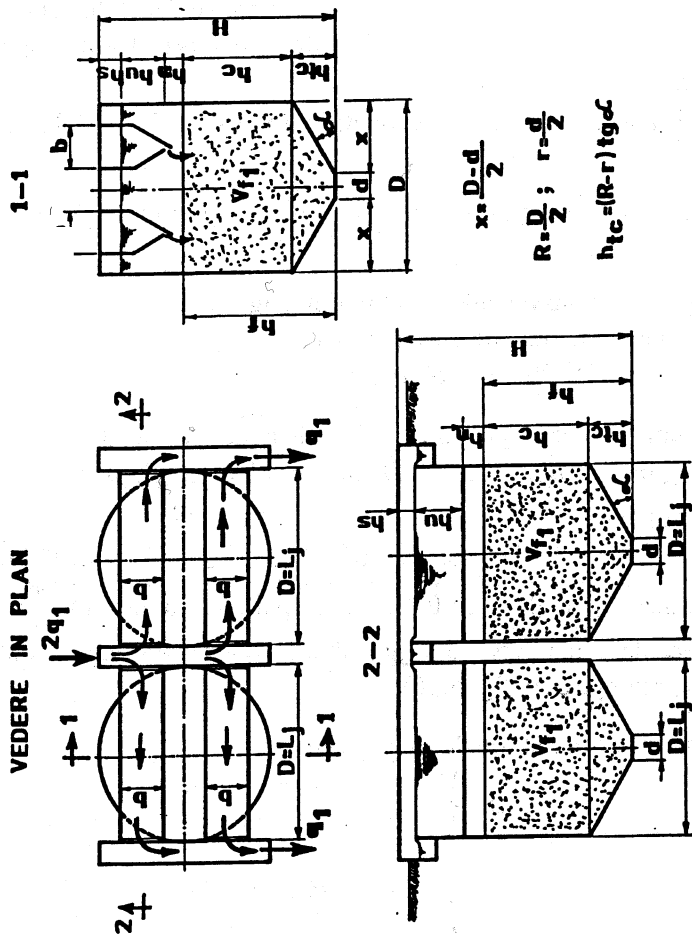


Fig. 5.26. – Decantor cu etaj. Dispoziție în plan și secțiuni caracteristice

- Viteza orizontală efectivă se calculează cu relația:

$$v_0 = \frac{Q_c}{2 \cdot n \cdot S_1} \quad (5.131)$$

și se verifică dacă $v_0 \leq 10 \text{ mm/s}$.

- Debitul capabil al unei unități de decantare rezultă:

$$q_1 = \frac{Q_c}{n} \text{ (l/s, unitate)} \quad (5.132)$$

5.9.5.13. În tabelul 5.11 se indică volumul și debitul capabil al unei unități de decantare prevăzute cu două jgheaburi având dimensiunea b din coloana „0” și diametrele D cuprinse între 5 și 12 m (pentru $t_c = 1,5 \text{ h}$).

5.9.5.14. Se determină timpii de decantare la debitul de calcul și de verificare din relațiile (5.89) și (5.90) verificându-se dacă se respectă recomandările (minim 1,5 h la Q_c și minim 0,5 h la Q_v).

5.9.5.15. Se calculează aria liberă, neocupată de jgheaburi:

$$A_l = \frac{\pi \cdot D^2}{4} - 2 \cdot b \cdot D \text{ (m}^2\text{)} \quad (5.133)$$

și se verifică dacă:

$$\frac{A_l}{\frac{\pi \cdot D^2}{4}} \geq 0,20 \quad (5.134)$$

5.9.5.16. În lipsa datelor privind cantitățile de nămol aferente spațiului de fermentare determinate prin efectuarea bilanțului de substanță din stația de epurare, volumul spațiului de fermentare se determină cu relația:

$$V_f = \frac{m \cdot N_L}{1000} \text{ (m}^3\text{)} \quad (5.135)$$

unde:

- N_L este numărul de locuitori;
 m – capacitatea specifică de fermentare, conform tabelului 5.10.

Tabelul 5.10.

*Capacitatea specifică și durata de fermentare
 funcție de temperatura medie anuală a aerului*

Temperatura medie anuală a aerului (°C)	Capacitatea specifică m (l/loc.)	Timpul de fermentare T_f (zile)
0	1	2
7	75	150
8	65	120
10	50	90

Capacitatea specifică de fermentare m se majorează în unele cazuri astfel [9]:

- cu 20 % când temperatura medie anuală a aerului este sub 7°C;
- cu 20 %...50 % când numărul locuitorilor este sub 5.000;
- cu 50 % când decantorul cu etaj este urmat de treaptă de epurare biologică.

5.9.5.17. Când se cunoaște cantitatea de substanță uscată reținută în decantorul primar N_p (v. pct. 5.9.2.11), respectiv volumul zilnic de nămol V_{np} atunci, funcție de durata de fermentare T_f din tabelul 5.10 rezultă volumul de fermentare ce trebuie asigurat într-o unitate de decantare:

$$V_{f1} = \frac{V_f}{n} = \frac{V_{np} \cdot T_f}{n} \text{ (m}^3\text{/unitate)} \quad (5.136)$$

Tabelul 5.11.

Debitul capabil al unei unități de decantare cu două jgheaburi de sedimentare

b (m)	S_1 (m ²)	$2S_1$ (m ²)	Volum jgheaburi	Diametrul unității de decantare D (m)							
				Debit capabil	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	12,00
1,00	1,70	3,40	V_j (m ³)	17,00	20,40	23,80	27,20	30,60	34,00	40,80	
			q_1 (l / s)	3,15	3,78	4,41	5,03	5,66	6,30	7,55	
1,50	2,325	4,65	V_j (m ³)	23,30	27,90	32,50	37,20	41,80	46,50	55,80	
			q_1 (l / s)	4,30	5,16	6,00	6,90	7,75	8,62	10,35	
2,00	2,80	5,60	V_j (m ³)	28,00	33,60	39,20	44,80	50,40	56,00	67,20	
			q_1 (l / s)	5,20	6,22	7,25	8,30	9,33	10,40	12,50	
2,50	3,12	6,24	V_j (m ³)	31,20	37,50	43,60	50,00	56,10	62,40	75,00	
			q_1 (l / s)	5,80	6,95	8,07	9,25	10,40	11,50	13,90	
3,00	4,20	8,40	V_j (m ³)	42,00	50,40	58,80	67,20	75,50	84,00	100,00	
			q_1 (l / s)	7,80	9,33	10,90	12,50	14,00	15,50	18,50	

Determinările s-au făcut utilizând relațiile:

$$V_j = 2 \cdot S_1 \cdot L_1; L_j = D; q = \frac{V_j}{t_c}; t_c = 1,5 \cdot h; S = b \cdot (h_1 + 0,3 \cdot b); h_1 = h_u - 0,6 \cdot b$$

Egalându-se volumul V_{f1} cu volumul geometric al spațiului de fermentare, se calculează înălțimea cilindrului h_c din relația (v. fig. 5.26):

$$V_{f1} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h_c + \frac{\pi \cdot h_{tc}}{3} \cdot (R^2 + r^2 + R \cdot r) \quad (5.137)$$

unde:

D – diametrul unității de decantare;

h_{tc} – înălțimea părții tronconice a spațiului de fermentare;

$R = D / 2$ – raza unității de decantare;

$r = d / 2$ – raza bazei mici a trunchiului de con, pentru

$d = 0,4 - 1,0$ m.

Înălțimea trunchiului de con h_{tc} se calculează cu relația:

$$h_{tc} = (R - r) \cdot \operatorname{tg} \alpha \text{ (m)} \quad (5.138)$$

în care $\alpha = 15^\circ \dots 30^\circ$.

Spațiul de fermentare va fi majorat corespunzător în cazul în care nămolul în exces provenit din treapta biologică este trimis la fermentare în decantorul cu etaj.

5.9.5.18. Evacuarea nămolului se face printr-o conductă Dn 200 mm (v. fig. 5.27) prin diferență de presiune hidrostatică (minim 1,5 m) într-un cămin alăturat, alcătuit din două compartimente:

– un compartiment uscat pentru vane;

– un compartiment umed în care se poate vedea nămolul ce se evacuează (pentru a nu evacua eventual apă în loc de nămol) și din care acesta este dirijat, de regulă, spre stația de pompare a nămolului și de aici spre deshidratare.

5.9.5.19. Adâncimea totală a decantorului:

$$H = h_s + h_u + h_n + h_f \quad (5.139)$$

unde:

$h_s = 0,30 \dots 0,50$ m – înălțimea de siguranță;

$h_u = 2,00 \dots 2,30$ m – adâncimea utilă a jgheabului de decantare;

$h_n = 0,50$ m – adâncimea spațiului neutru dintre partea inferioară a jgheabului și partea superioară a spațiului de fermentare;

$h_f = h_c + h_{tc}$ – adâncimea spațiului de fermentare.

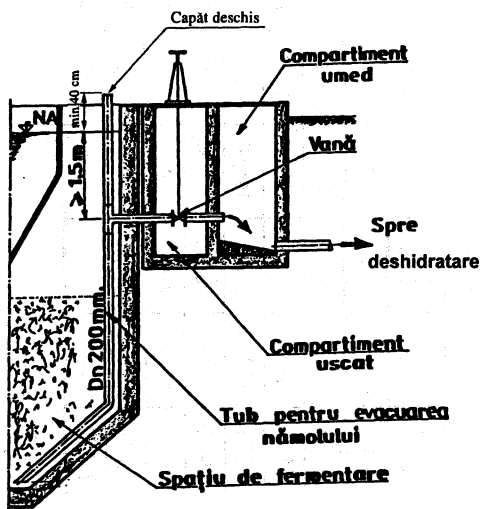


Fig. 5.27. – Evacuarea hidraulică a nămolului fermentat prin diferență de presiune hidrostatică

5.9.5.20. În tabelul 5.12 se indică volumul total al spațiului de fermentare, pentru o unitate de decantare, funcție de diametrul D și înălțimea h_c a spațiului de fermentare cilindric.

Tabelul 5.12.

Volumul total al spațiului de fermentare, pentru o unitate de decantare, funcție de diametrul D și înălțimea h_c

D (m)	A_0 (m ²)	h_c (m)	V_{fc} (m ³)	Volumul total al spațiului de fermentare (m ³) pentru h_c (m) de:								
				1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5,00	19,60	0,60	4,60	24,20	34,00	43,80	53,60	63,40	73,20	83,00	92,80	102,60
6,00	28,20	0,70	7,60	35,80	49,90	64,00	78,10	92,20	106,20	120,60	134,60	148,60
7,00	38,40	0,85	12,10	50,50	69,70	88,90	108,10	127,10	146,60	165,60	185,10	204,10
8,00	50,30	1,00	18,00	68,30	93,50	124,00	144,00	168,90	194,00	230,00	244,00	269,50
9,00	63,60	1,10	25,50	89,10	120,70	152,70	184,50	216,50	248,00	279,90	311,50	343,50
10,00	78,54	1,25	35,20	113,70	153,20	192,20	231,70	271,20	310,20	350,20	389,20	428,20
12,00	113,00	1,50	60,80	173,80	230,20	286,80	342,80	399,80	455,80	512,80	569,80	625,80

Calculul s-a efectuat utilizându-se relațiile de mai jos:

$$A_0 = \frac{\pi \cdot D^2}{4}; d = 0,70 \text{ m}; r = d / 2; R = D / 2; V_f = A_0 \cdot h_c + \frac{\pi \cdot h_{tc}}{3} \cdot (R^2 + r^2 + R \cdot r);$$

$$h_{tc} = (R - r) \cdot \operatorname{tg} \alpha, \alpha = 15^\circ$$

5.10. Stații de pompare a apelor uzate sau epurate

5.10.1. Elemente generale

5.10.1.1. Stațiile de pompare se folosesc în stațiile de epurare pentru ridicarea apelor uzate sau epurate la cote care să permită curgerea gravitațională între obiectele tehnologice de pe linia apei sau în emisar, atunci când datorită reliefului zonei în care este amplasată stația de epurare sau variației nivelurilor de apă în emisar nu se dispune în permanență de diferența de nivel necesară.

5.10.1.2. Prezentul normativ se aplică pentru stațiile de pompare echipate cu pompe cu ax orizontal, cu pompe cu ax vertical, cu pompe submersibile și cu transportoare hidraulice (șnecuri).

5.10.1.3. Prevederile prezentului normativ nu se aplică la stațiile de pompare echipate cu alt fel de pompe decât cele precizate la pct. 5.10.1.2. și nici la stațiile de pompare provizorii.

5.10.1.4. În cazul în care cota radierului colectorului principal la intrarea în stația de epurare impune fundarea în apă subterană a construcțiilor, trebuie să se analizeze tehnico-economic și o variantă cu pomparea apei.

5.10.1.5. Amplasarea stației de pompare pentru ape uzate în cadrul unei stații de epurare se poate face la intrarea în stație, într-una din secțiunile fluxului tehnologic sau la ieșirea din stație, înainte de vărsarea apelor epurate în emisar.

Amplasamentul optim se definitivează în urma unui calcul tehnico-economic comparativ.

5.10.1.6. În interiorul stațiilor de epurare mijlocii și mari se recomandă cel mult o pompare a apelor uzate, exceptând stațiile de epurare mici și foarte mici unde pot exista soluții optime și cu mai multe pompări pe linia apei.

5.10.1.7. Când stația de pompare este impusă de nivelurile ridicate ale apei emisarului, ea trebuie concepută astfel încât să permită evacuarea gravitațională a apei epurate ori de câte ori nivelurile apei din emisar permit acest lucru.

5.10.1.8. Dacă stația de pompare este amplasată la intrarea în stația de epurare și este echipată cu: pompe cu ax orizontal, pompe cu ax vertical sau pompe submersibile, ea trebuie precedată de grătare, deznisipatoare și dacă tehnic și economic se dovedește avantajos, și de separatoare de grăsimi.

Dacă stația de pompare este echipată cu transportoare hidraulice, ea poate fi amplasată și în amonte de grătare.

5.10.2. Prescripții de proiectare

5.10.2.1. Proiectarea stațiilor de pompare pentru apele uzate din cadrul stației de epurare se va face cu respectarea prevederilor STAS 12594-87 „Canalizări. Stații de pompare. Prescripții generale de proiectare”.

5.10.2.2. Stațiile de pompare constituie un ansamblu de construcții și instalații alcătuite, în principal, din:

- agregatele de pompare (pompă – motor electric);
- instalația hidraulică (conducte de aspirație și refulare, piese speciale aferente, armături de închidere și reglare, instalații de golire, preaplin și epuizmente ș.a.);
- echipament electric de forță, iluminat și protecție;
- echipament de automatizare și aparatură de măsură și control;
- echipament mecanic pentru manevrarea agregatelor de pompare și a pieselor grele în timpul execuției și exploatării;
- instalații sanitare, termice și de ventilație;
- construcția propriu-zisă a stației de pompare care adăpostește echipamentele și instalațiile, a bazinului de recepție și a încăperilor auxiliare, dacă este cazul.

5.10.2.3. Parametri principali de proiectare tehnologică a stației de pompare sunt:

- debitul ce trebuie pompat Q_p ;
- înălțimea de pompare, reprezentând suma dintre înălțimea geodezică, pierderile de sarcină pe conductele de aspirație și refulare și diferența dintre înălțimile cinetice la ieșirea și intrarea în pompă;
- calitatea apei ce trebuie pompată (temperatura, conținutul în materii în suspensie, vâscozitatea, etc.).

5.10.2.4. Când stația este echipată cu transportoare hidraulice, înălțimea de pompare este egală cu înălțimea geodezică.

5.10.2.5. Prin înălțime geodezică se înțelege diferența dintre nivelul maxim al apei din bazinul de refulare și nivelul minim al apei din bazinul de recepție.

5.10.2.6. Numărul agregatelor de pompare în funcțiune depinde în principal de gama de variație a debitelor care trebuie pompate, de debitul nominal al pompelor care asigură înălțimea de pompare necesară și de gradul de automatizare al procesului de pompare.

5.10.2.7. Programul de funcționare automată a stației de pompare va urmări realizarea unui grafic de funcționare a pompelor propuse cât mai apropiat de graficul de variație a debitului influent, astfel încât volumul util al bazinului de recepție să rezulte minim.

Intervalul de timp dintre două porniri ale aceleiași pompe trebuie să fie de minim 10 minute. Micșorarea acestui interval se va face numai dacă furnizorul pompei garantează prin fișa utilajului, acest lucru.

5.10.2.8. Timpul de acumulare a apelor uzate corespunzător debitului orar maxim în bazinul de recepție în cazul în care nu se

cunoaște graficul de variație a debitului influent, se va considera după cum urmează:

- 2...10 min la stațiile de pompare automatizate;
- 0,5...1,0 h la stațiile de pompare neautomatizate.

Se recomandă ca stațiile de pompare neautomatizate să fie prevăzute pe cât posibil numai în cazuri izolate.

5.10.2.9. Numărul agregatelor de rezervă se va considera astfel:

- până la 3 pompe în funcțiune, 1 pompă de rezervă;
- de la 4 la 7 pompe în funcțiune, două pompe de rezervă;
- peste 7 pompe în funcțiune, trei pompe de rezervă.

În cazul pompelor submersibile glisând pe tije verticale, în funcție de greutatea pompelor, a importanței procesului tehnologic etc., pompa de rezervă poate fi montată în stația de pompare, sau păstrată ca „rezervă rece” în magazie.

5.10.2.10. Când stația este echipată cu pompe de capacități diferite, numărul agregatelor de rezervă se stabilește conform pct. 5.10.2.9., luând în considerare agregatele cele mai mari.

5.10.2.11. Alegerea pompelor se face în funcție de debitul necesar a fi pompat, de înălțimea de pompare necesară, de domeniul de utilizare a pompelor recomandat de furnizorul acestora, de caracteristicile pompelor și de caracteristica conductei de refulare, de eventualele extinderi etc.

La stațiile de pompare echipate cu transportoare hidraulice, alegerea acestora se face din catalogul firmelor producătoare în funcție de debitul necesar a fi pompat și de înălțimea de pompare necesară.

5.10.2.12. Stațiile de pompare echipate cu pompe cu ax orizontal, cu ax vertical sau submersibile sunt, de regulă, construcții închise, cu excepția bazinului de recepție care poate fi în unele cazuri o construcție deschisă.

La stațiile de pompare echipate cu transportoare hidraulice, bazinele de recepție și jgheburile transportoarelor sunt construcții deschise, recomandându-se o construcție închisă numai pentru protecția electromotoarelor de acționare a transportoarelor.

5.10.2.13. Stațiile de pompare pot fi realizate în construcție îngropată sau semiîngropată, în funcție de nivelul apei subterane și de caracteristicile geotehnice ale terenului de fundare, de tipul pompei și de cota de amplasare a pompelor în profilul tehnologic al stației de epurare.

5.10.2.14. Stațiile de pompare a apelor uzate sau epurate se prevăd obligatoriu cu funcționarea înecată a pompelor, exceptând cazurile în care pompele sunt autoamorsante (centrifugale, cu lobi, cu șurub).

5.10.2.15. La pompele submersibile sau la cele cu ax vertical, se va respecta înecarea minimă prescrisă de furnizorul pompelor respective.

În lipsa acestei indicații, se recomandă ca întreg corpul pompei să fie sub nivelul minim al apei din bazinul de recepție.

5.10.2.16. În cazul pompelor cu ax orizontal, cota axului pompei se va stabili sub nivelul minim al apei din bazinul de recepție dar, în orice caz, astfel încât întreg corpul pompei să fie sub nivelul maxim.

5.10.2.17. Amplasarea agregatelor în interiorul construcției stației de pompare se face cu respectarea distanțelor minime dintre agregate, între acestea și pereți sau tablourile electrice și cu asigurarea unor spații de circulație în interiorul stației (v. tabelul 5.13).

Aceste distanțe permit proiectantului stabilirea gabaritelor necesare pentru clădirea stației de pompare.

În același scop, se va ține seama și de spațiile necesare realizării instalației hidraulice pe aspirația și refularea pompelor

Distanțele minime recomandate

Distanța	Pompă cu ax orizontal	Pompă cu ax vertical	Pompă submersibilă
	Distanța minimă (m)		
0	1	2	3
Între perete și părțile proeminente ale agregatelor de pompare	0,8	0,8	0,8
Între perete și postamentul agregatului de pompare	1,0	–	–
Între postamentele agregatelor de pompare așezate paralel	Lățimea postamentului agregatului de pompare, dar min. 1 m	–	–
Între agregatul de pompare și tabloul electric, în cazul alimentării: - pe tensiune de 380 V - pe tensiune de 6 kV	1,5 2,0	1,5 2,0	– –
Lățimea spațiului de circulație la stațiile de pompare cu debite: - sub 1 m ³ /s - peste 1 m ³ /s	1,5 2,5	1,5 2,5	– –

5.10.2.18. La proiectarea construcției stațiilor de pompare se vor prevedea golurile necesare în planșee și pereți având laturile cu cel puțin 20 cm mai mari decât dimensiunile agregatului sau subansamblului care se introduce sau se scoate din stație în scop de montaj, reparații sau înlocuire.

5.10.2.19. Dacă stația de pompare este prevăzută cu instalații de ridicat, înălțimea sălii pompelor sau sălii motoarelor se va determina astfel încât între piesa ridicată și celelalte agregate să existe în timpul transportului sau manevrării o distanță de siguranță de cel puțin 0,50 m.

5.10.2.20. Înălțimea sălii pompelor sau sălii motoarelor de la stațiile de pompare echipate cu pompe cu ax orizontal sau ax vertical, unde nu există instalații de ridicat, va fi de minimum 3,0 m.

5.10.2.21. La stațiile de pompare echipate cu pompe submersibile, suprastructura (sala pompelor sau sala motoarelor) poate lipsi.

5.10.2.22. În cazurile în care greutatea G a celui mai greu agregat sau subansamblu component depășește 0,1 t, instalațiile de ridicat se vor prevedea după cum urmează:

- dispozitiv mobil demontabil, pentru $0,1 \text{ t} < G \leq 0,3 \text{ t}$;
- monoșină cu palan manual, pentru $0,3 \text{ t} < G \leq 2,0 \text{ t}$;
- grindă rulantă cu cărucior și palan manual, pentru $G > 2,0 \text{ t}$.

5.10.2.23. Distanțele instalațiilor de ridicat față de pereți, planșeu și agregatele de pompare trebuie să respecte prescripțiile I.S.C.I.R.

5.10.2.24. Postamentul pompelor cu ax orizontal va trebui să aibă înălțimea de min. 25 cm peste pardoseală, în scopul protecției motorului electric de eventualele scurgeri de apă datorate neetanșeității îmbinărilor sau trecerilor conductelor prin pereți.

5.10.2.25. Pentru colectarea pierderilor de apă din instalații, pardoseala va fi amenajată cu pantele și rigolele de scurgere necesare. Apa va fi condusă spre o bașă de unde, o pompă de epuizment va refula apa în bazinul de recepție, în conducta de preaplin sau în conducta de golire a bazinului de recepție în caz de avarii.

5.10.2.26. La proiectarea instalațiilor hidraulice aferente stațiilor de pompare trebuie avute în vedere următoarele:

- conductele de aspirație și refulare trebuie rezemate sau susținute corespunzător pentru a nu produce solicitări mecanice în flanșele de racordare a agregatelor de pompare;

– instalația hidraulică să fie astfel concepută încât în timpul exploatarei să se permită un acces ușor la pompe, să se poată demonta un agregat fără a demonta conductele și fără a opri funcționarea restului de agregate;

– pentru a înlesni demontarea pompelor se va prevedea cel puțin un compensator de montaj pe conducta generală de refulare. Pe refularea fiecărei pompe se va monta obligatoriu, în sensul refulării, robinet de reținere (clapetă) și robinet de închidere (vană de izolare). În cazul pompelor cu funcționare independentă (având conducte de refulare individuale de înălțime și lungime redusă), robinetul de reținere și robinetul de închidere, pot lipsi.

– lungimea conductelor de aspirație să fie cât mai scurtă, în scopul reducerii la minimum a pierderilor de sarcină pe aspirație (se recomandă ca acestea să nu depășească 1,0 m);

– conductele de aspirație se vor realiza în pantă de cel puțin 5°_{∞} spre pompe, racordarea cu pompele cu ax orizontal sau cu ax vertical amplasate în cameră uscată făcându-se cu reducții asimetrice în scopul evitării formării pungilor de aer;

– pozarea conductelor de aspirație și refulare se recomandă a se face deasupra pardoselii. În cazul pozării sub nivelul pardoselii, conductele se vor amplasa în canale acoperite cu dale sau grătare demontabile.

Dimensiunile interioare ale acestor canale cu lățimea B și adâncimea H se stabilesc funcție de diametrul conductelor, astfel:

– pentru $D_n \leq 400$ mm, $B = D_n + 600$ mm,
 $H = D_n + 400$ mm;

– pentru $D_n > 400$ mm, $B = D_n + 800$ mm,
 $H = D_n + 600$ mm;

La montarea mai multor conducte în paralel, în același canal, distanța dintre pereții conductelor va fi:

a) la *îmbinarea cu flanșe*:

– minim 500 mm pentru $D_n \leq 400$ mm;

– minim 700 mm pentru $D_n > 400$ mm;

b) la *îmbinarea prin sudură*:

– minim 600 mm pentru $D_n \leq 400$ mm;

– minim 700 mm pentru $D_n > 400$ mm.

5.10.2.27. Dimensionarea hidraulică a conductelor instalației de pompare se va face pentru următoarele valori ale vitezei apei prin conducte:

Tabelul 5.14.

Viteze recomandate pe conductele de aspirație și refulare

Diametrul conductei (mm)	Viteza apei (m/s)	
	Conducte de aspirație	Conducte de refulare
0	1	2
până la 250	0,7 ... 0,8	1,0 ... 1,1
peste 250	0,9 ... 1,0	1,2 ... 1,3

5.10.2.28. Pentru evitarea înghețării apei în conductele instalației de pompare în perioadele de întrerupere a funcționării stației, se va prevedea posibilitatea de golire a tuturor conductelor.

5.10.2.29. Alimentarea cu energie electrică a stațiilor de pompare pentru ape uzate se face din sistemul energetic național prin linii electrice și posturi de transformare comune și pentru celelalte obiecte tehnologice ale stației de epurare.

Instalațiile electrice aferente bazinelor de aspirație se proiectează conform reglementărilor tehnice specifice în vigoare privind protecția antiexplozivă și antideflagrantă. În spațiile cu umiditate ridicată, instalațiile electrice de iluminat se vor realiza pentru tensiune nepericuloasă (12...24 V).

5.10.2.30. Necesitatea și gradul de automatizare a fiecărei stații de pompare se analizează pentru fiecare caz în parte, urmărindu-se aspectul calitativ al supravegherii și al conducerii procesului tehnologic, precum și cel de eficiență.

5.10.2.31. În cazul prevederii automatizării funcționării agregatelor de pompare, trebuie să se aibă în vedere corelarea regimului tehnologic de funcționare a stației de pompare cu regimul de funcționare pentru care sunt construite motoarele de antrenare a pompelor, astfel încât acestea să nu fie suprasolicitate în cazul pornirii lor la intervale scurte.

5.10.2.32. Sala pompelor se prevede, în general, fără instalații de încălzire. Acestea se prevăd numai în situații speciale, precizate în reglementările tehnice specifice după care se face și proiectarea lor. În aceste cazuri, încălzirea se face cu apă caldă sau cu aburi de joasă presiune. Nu se admite încălzirea locală cu sobe.

Conductele de transport a agentului termic nu trebuie să fie amplasate în zone în care se pot acumula gaze cu pericol de explozie.

5.10.2.33. În cazul stațiilor de pompare care au încăperi anexe (atelier de întreținere, grup sanitar, încăperi separate pentru instalații electrice) trebuie asigurate prin încălzire temperaturile normate.

5.10.2.34. Stațiile de pompare, cu excepția celor echipate cu transportoare hidraulice, se prevăd cu instalații de ventilație mecanică separate pentru sala pompelor și pentru bazinul de aspirație.

Instalația de ventilație la sala pompelor trebuie să asigure 20... 25 schimburi de aer pe oră, în perioada în care personalul de exploatare lucrează în stație.

5.10.2.35. Pentru evitarea accidentelor în situațiile ocazionale în care personalul de întreținere și exploatare trebuie să intervină în

interiorul bazinului de aspirație deschis sau închis (acoperit), trebuie prevăzută o instalație de ventilație mobilă pentru introducere de aer proaspăt la locul de intervenție și posibilitatea de evacuare a aerului viciat în atmosferă.

Pentru bazinele de aspirație închise, pot fi prevăzute suplimentar și instalații de exhaustare fixe, în afara instalației de ventilație naturală și a instalațiilor de ventilație mobile. Ventilatoarele pentru exhaustare se amplasează numai în exterior.

5.10.2.36. Proiectarea instalațiilor de ventilație se face cu respectarea prevederilor reglementărilor tehnice specifice privind protecția antiexplozivă și antideflagrantă.

5.10.2.37. La stațiile de pompare din cadrul stațiilor de epurare nu se prevăd spații pentru depozitare și reparații, acestea prevăzându-se în cadrul depozitului și atelierului pentru întreaga stație de epurare.

5.10.2.38. Proiectul de execuție al stației de pompare trebuie să conțină măsurile necesare pentru protecția muncii ca: balustrade, legarea la pământ a părților metalice care ar putea intra accidental sub tensiune, instalații de iluminat la tensiune nepericuloasă, instalații de ventilație mecanică etc., precum și prevederile din reglementările specifice de protecție a muncii pe care executantul și beneficiarul trebuie să le respecte în timpul execuției și exploatării.

5.10.2.39. Exploatarea stațiilor de pompare se face conform instrucțiunilor de exploatare, care trebuie să conțină și măsurile de protecția muncii, indicându-se, în detaliu, toate operațiile pe care personalul trebuie să le efectueze în acest sens.

5.10.2.40. Pentru evidența continuă a debitelor de ape uzate sau epurate pompate și pentru indicarea nivelului apei în bazinul de recepție, se vor prevedea aparate de măsură și control corespunzătoare.

5.11. Stații de pompare a nămolului primar

5.11.1. Stația de pompare a nămolului primar are rolul de a ridica nămolul provenit din decantoarele primare la o cotă suficientă pentru transportul acestuia în instalațiile de prelucrare a nămolului, după caz, în bazinul de amestec cu nămolul biologic, în instalațiile de sitare, de concentrare sau fermentare a nămolului.

5.11.2. Nivelul maxim al nămolului în bazinul de recepție se determină din condiția evacuării pe cât posibil gravitaționale a nămolului din decantorul primar în bazinul de recepție.

5.11.3. Prescripțiile de proiectare de la pct. 5.10.2. pentru stațiile de pompare a apelor uzate sau epurate sunt valabile și pentru stația de pompare a nămolului primar (cu excepția unor prevederi specifice numai apelor uzate sau epurate).

5.11.4. Stația de pompare a nămolului primar se amplasează în apropierea decantoarelor primare în scopul realizării unui traseu cât mai scurt și cu minimum de schimbări de direcție în plan a conductelor de racord între decantoarele primare și bazinul de recepție al stației de pompare.

5.11.5. La stațiile de epurare mici se va studia gruparea pompelor pentru nămol în aceeași încăpere cu pompele pentru ape uzate brute sau epurate.

5.11.6. În scopul simplificării execuției și exploatării se recomandă echiparea stațiilor de pompare pentru nămol primar cu pompe submersibile funcționând în cameră umedă.

5.11.7. Caracteristicile pompelor de nămol și volumul bazinelor de recepție se vor stabili în funcție de volumele de nămol colectate și

de modul de evacuare a acestora spre prelucrările ulterioare (continuu sau intermitent).

5.11.8. Se vor prevedea aparate de măsură și control a debitelor vehiculate prin stația de pompare și eventual, a nivelurilor nămolului din bazinul de recepție, precum și instalațiile specifice necesare funcționării automate a stației de pompare.

5.11.9. Se va acorda o atenție deosebită instalațiilor de ventilație, programului de exploatare și măsurilor de protecție a muncii, având în vedere, în cazul unei exploatare necorespunzătoare, gradul mare de pericolozitate prezentat de intrarea în fermentare a nămolului cu producerea de gaze nocive pentru sănătatea oamenilor.

5.11.10. Viteza nămolului în conductele de refulare trebuie să fie mai mare sau egală cu 1,0 m/s, pentru umidități ale nămolului de 90-97 %, în scopul evitării depunerilor și cimentării nămolului pe pereții interiori ai conductelor.

Diametrul minim admis pe conductele care transportă nămol este Dn 200 mm.

5.11.11. În cazul scoaterii din funcțiune pe o durată mai mare de 8 ore a stației de pompare, se va prevedea posibilitatea golirii complete de nămol a bazinului de recepție, a conductelor de aspirație și refulare și a corpului pompei.

5.11.12. Bazinul de recepție poate fi realizat în construcție deschisă, situație în care se vor prevedea balustrade de protecție în toate zonele unde există pericol de cădere.

5.11.13. Radierul bazinului de recepție se va amenaja astfel încât nămolul să fie dirijat spre zonele de aspirație a pompelor, în scopul evitării producerii de depuneri.

5.12. Stația de suflante

5.12.1. Asigurarea debitelor de aer necesar separatoarelor de grăsimi și deznisipatoarelor aerate se va face cu suflante a căror presiune pe refulare se încadrează, de regulă, între 0,3 și 0,6 bar.

5.12.2. Presiunea necesară la flanșa de refulare va trebui să fie mai mare sau egală cu suma dintre adâncimea de imersie sub planul de apă a dispozitivelor de insuflare a aerului, pierderea de sarcină distribuită pe traseul suflantă – dispozitiv de insuflare și pierderea de sarcină locală prin dispozitivul de insuflare.

5.12.3. Alegerea numărului de suflante în funcțiune se face în funcție de debitul de aer ce trebuie furnizat și presiunea necesară la flanșa de refulare.

5.12.4. Numărul de agregate de rezervă se va considera astfel:

- până la 3 suflante în funcțiune, un agregat de rezervă;
- de la 4 la 7 suflante în funcțiune, două agregate de rezervă;
- peste 7 suflante în funcțiune, trei agregate de rezervă.

5.12.5. Amplasarea suflantelor se poate face în clădire sau în containere, pe cât posibil în apropierea obiectului deservit.

5.12.6. Viteza recomandată pentru dimensionarea conductelor de transport a aerului este de 8...20 m/s.

5.12.7. Clădirea stației de suflante (sau containerul) se va izola fonic astfel încât intensitatea zgomotului produs de electrosuflante să se situeze sub pragul de 80 decibeli pentru a nu dăuna sănătății oamenilor.

5.12.8. Pentru măsurarea și evidența debitelor de aer furnizate de suflante se vor prevedea dispozitive de măsurare a debitului de aer, a presiunii și a temperaturii.

5.12.9. Pe lângă prevederile de mai sus, la proiectarea stațiilor de suflante se vor respecta și indicațiile de la pct. 5.10.2 cu referire în principal la: instalațiile de ridicat, distanța de amplasare a agregatelor, lucrări de automatizare, măsurile de protecția muncii în exploatare ș.a.

5.12.10. Pe conducta de aspirație a fiecărei suflante se vor prevedea amortizoare de zgomot și filtre de aer.

5.12.11. Pe conducta generală de refulare se va prevedea o supapă de siguranță.

5.13. Elemente tehnologice de legătură între obiectele treptei de epurare mecanică

5.13.1. Elementele tehnologice de legătură între obiectele treptei de epurare mecanică constau din:

- canale (jgheaburi) și conducte de apă, nămol, aer, gaze de fermentare;
- camere de distribuție egală sau inegală a debitelor de apă și de nămol;
- cămine de vane pe canalele și conductele de apă uzată și nămol;
- cămine de vizitare pe conductele de apă uzată și nămol.

Jgheaburile (canalele) servesc la curgerea apelor uzate, a nămolului precum și a apelor epurate. Prin jgheaburi se realizează curgere cu nivel liber.

Conductele servesc la transportul apelor uzate în cazul pompărilor, a nămolului proaspăt sau fermentat și lucrează sub presiune.

5.13.2. Jgheaburile sau canalele deschise se construiesc din beton armat, monolit sau prefabricat, având secțiunea dreptunghiulară. La stațiile de epurare cu debite mici canalele pot avea radierul de forma circulară fie din construcție, fie prin prelucrarea ulterioară cu beton de umplutură. La proiectarea canalelor deschise sau a jgheaburilor de ape uzate brute sau nămol, în funcție de dimensiunile acestora, se vor alege astfel pantele încât să se asigure o viteză minimă de autocurățire de 0,7 m/s.

5.13.3. Pe jgheaburi sau canale deschise, în punctele de ramificație sau în zonele de acces în obiecte, se vor prevedea stavile de închidere, dimensionate corespunzător, care vor asigura curgerea apelor și a nămolurilor conform nevoilor proceselor tehnologice, precum și posibilitatea de curățire și revizuire a diferitelor obiecte ale stației de epurare.

5.13.4. Când adâncimea jgheaburilor (canalelor) este mai mare de 80 cm lățimea liberă între pereții laterali trebuie să fie minimum 60 cm pentru a rămâne vizitabile.

5.13.5. Când obiectele stației de epurare sunt supraterane, conductele și canalele vor fi sprijinite pe stâlpi sau diafragme cu fundații izolate amplasate în teren sănătos.

5.13.6. La schimbările de direcție ale jgheaburilor sau canalelor deschise, se vor prevedea curbe executate monolit, care vor avea o rază de curbură de minimum 3...5 ori lățimea acestora.

5.13.7. Conductele de legătură, pentru apă și nămol, se pot executa din tuburi de beton armat, mase plastice și numai în cazuri speciale din oțel sau fontă.

5.13.8. La ramificații sau la tronsoane mai lungi de 200 m ale conductelor de nămol precum și la curbele la 90° pe conducte de diametre mici ($D_n 100 \dots D_n 200$ mm) se prevăd piese de curățire amplasate într-un cămin de vizitare.

5.13.9. Camerele de distribuție sunt construcții, de preferință circulare, care se amplasează pe canalele și conductele de legătură din incinta stațiilor de epurare în scopul repartizării egale sau inegale a apei sau nămolului spre diferite obiecte ale stației de epurare.

5.13.10. Camerele de distribuție se prevăd cu dispozitive de închidere care pot fi de tipul stavilelor plane (în cazul canalelor deschise) sau de tipul vanelor (în cazul conductelor).

5.13.11. La dimensionarea camerelor de distribuție se va considera deversarea neînecată peste pereți de lungime egală (sau inegală, după caz).

Amplasarea camerelor de distribuție în profilul tehnologic se va face astfel încât să fie asigurată, la orice debit, deversarea *neînecată*. Garda de neînecare se va considera de min 5-10 cm.

Se recomandă ca la stațiile mari de epurare, camerele de distribuție să fie definitivare în urma unor încercări pe model.

5.13.12. Funcție de amplasarea lor pe verticală, camerele de distribuție trebuie prevăzute cu balustrade de protecție în scopul evitării accidentelor.

Lista principalelor standarde și normative care reglementează proiectarea tehnologică a stațiilor de epurare – treapta mecanică

Nr. STAS	Titlul documentației	Observații
1	2	3
1343/0-89	Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare. Prescripții generale.	
1343/1-95	Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru centre populate.	
1343/2-89	Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru unități industriale.	
1343/3-86	Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru unități zootehnice.	
1343/4-86	Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru amenajări de irigații.	
1343/5-86	Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru unități piscicole.	
3051/91	Sisteme de canalizare. Canale ale rețelor exterioare de canalizare. Prescripții fundamentale de proiectare.	
4068/2-87	Debite și volume maxime de apă. Probabilitățile anuale ale debitelor și volumelor maxime în condiții normale și speciale de exploatare.	
4162/1-89	Canalizări. Decantoare primare. Prescripții de proiectare.	
4273/83	Construcții hidrotehnice. Încadrarea în clase de importanță.	
***	Normativ privind obiectivele de referință pentru clasificarea calității apelor de suprafață, aprobat prin Ordinul Ministerului Apelor și Protecției Mediului nr. 1.146 din 10 Decembrie 2002.	
10178	Canalizări. Gazometre la stațiile de epurare orășenești. Prescripții de proiectare.	

1	2	3
10686/76	Canalizări. Bazine pentru uniformizarea debitelor și calității apelor uzate industriale. Prescripții de proiectare.	
10859/91	Canalizări. Stații de epurare a apelor uzate provenite de la centrele populate. Studii pentru proiectare.	
10898/85	Alimentări cu apă și canalizări. Terminologie.	
11565/90	Canalizări. Platforme pentru uscarea nămolului fermentat din stațiile de epurare orășenești. Prescripții de proiectare.	
12264/91	Canalizări. Separatoare de uleiuri și grăsimi la stațiile de epurare orășenești.	
12431/90	Canalizări. Grătare pentru stații de epurare a apelor uzate orășenești. Prescripții generale de proiectare.	
12594/87	Canalizări. Stații de pompare. Prescripții generale de proiectare.	
12278/96	Canalizări. Rezervoare de fermentare a nămolurilor din stațiile de epurare. Prescripții generale de proiectare.	
NTPA 001/2002	Normativ privind stabilirea limitelor de încărcare cu poluanți a apelor uzate industriale și orășenești la evacuarea în receptorii naturali – aprobat prin H.G. nr. 188 / 28.02.2002	
NTPA 002/2002	Normativ privind condițiile de evacuare a apelor uzate în rețelele de canalizare ale localităților și direct în stațiile de epurare - aprobat prin H.G. nr. 188 / 28.02.2002	
NTPA 011/2002	Norme tehnice privind colectarea, epurarea și evacuarea apelor uzate orășenești – aprobate prin H.G. nr. 188 / 28.02.2002	
***	Normativ de conținut al documentațiilor tehnice necesare obținerii avizului de gospodărire a apelor și a autorizației de gospodărire a apelor aprobat prin Ordinul Ministrului Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului nr. 277 / 11.04.1997.	

1	2	3
***	Norme de igienă și recomandări privind mediul de viață al populației, aprobate de Ministrul Sănătății prin Ordinul Nr. 1935/13.09.1996.	
***	Norme speciale privind caracterul și mărimea zonelor de protecție sanitară, aprobate prin Hotărârea de Guvern nr. 101/03.04.1997.	
***	Norma tehnică republicană privind măsurarea debitelor de apă N.T.R.Q. 0-1-84. Determinarea debitelor de apă în sisteme de curgere cu nivel liber. Metoda modificării locale a secțiunii de curgere. Canale de măsurare. Prescripții generale. București, 1985.	

Relații de calcul pentru pachetele cu plăci ondulate sau plane paralele

Cu notațiile din fig. 5.15 rezultă:

$$H = n \cdot d + n_1 \cdot S + h_0 \text{ (m)} \quad (\text{A } 1)$$

$$h = H - n_1 \cdot S = n \cdot d + h_0 \text{ (m)} \quad (\text{A } 2)$$

unde:

H – este înălțimea totală a pachetului (m);

n – numărul de interspații;

n_1 – numărul de plăci;

S – grosimea plăcii ondulate (m);

h_0 – înălțimea unui onduleu (m);

h – înălțimea netă a pachetului (m).

Numărul de plăci necesare:

$$n_1 = \frac{H + d - h_0}{d + S} \quad (\text{A } 3)$$

în care $d = \frac{h}{n}$ este distanța dintre plăci.

Aria netă a secțiunii transversale de curgere:

$$S = S_0 - n_1 \cdot \beta \cdot b \cdot S = b(H - n_1 \cdot S \cdot \beta) \text{ (cm}^2\text{)} \quad (\text{A } 4)$$

unde: $S_0 = b \cdot H$ – este aria brută a secțiunii transversale de curgere (cm²);

$\beta = \frac{b_r}{b}$ – raportul dintre lățimea reală a unei plăci ondulate și lățimea proiectată pe orizontală a plăcii.

Raza hidraulică:

$$R = \frac{\beta \cdot b \cdot d}{2(\beta \cdot b + d)} \text{ (cm)} \quad (\text{A } 5)$$

Lungimea efectivă de separare a particulei de grăsime de densitate ρ_G și diametrul D , se determină cu relația:

$$L = \frac{d}{\cos \alpha} \left(\frac{V_L}{V_r} - \sin \alpha \right) \text{ (cm)} \quad (\text{A } 6)$$

Încărcarea superficială:

$$U_s = \frac{q_P}{A_0} \leq V_r \quad (\text{A } 7)$$

unde:

$$A_0 = b \cdot L_T (n_1 - 1) \frac{\cos \alpha}{c_0} \text{ (m}^2\text{)} \quad (\text{A } 8)$$

$c_0 = 1,05$ coeficient de siguranță.

Lățimea bazinului în care se amplasează pachetele se calculează cu relația:

$$B_0 = n_P \cdot b_c + (n_P + 1) \cdot S_0 \text{ (m)} \quad (\text{A } 9)$$

în care:

$b_c = b + 0,06$ este lățimea cadrului de protecție a unui pachet (m);

$S_0 = 0,02..0,03$ – distanța dintre două cadre de protecție a pachetelor, sau dintre cadre și pereții bazinului (m).

Relații de calcul pentru pachetele din tuburi

Cu notațiile din fig. 5.16, rezultă înălțimea totală (H) a pachetului, respectiv numărul de tuburi de pe un rând (n):

$$H = b = n \cdot d_e = n \cdot (d + 2 \cdot s) \quad (\text{m}) \quad (\text{A } 10)$$

unde:

d – este diametrul nominal (interior) al tubului (cm);

d_e – diametrul exterior al tubului (cm);

s – grosimea pereților tubului (cm).

Tuburile au secțiune transversală circulară.

Aria netă a secțiunii transversale a pachetului:

$$S = n^2 \cdot \left(d_e^2 - \frac{\pi}{4} (d_e^2 - d^2) \right) \quad (\text{cm}^2) \quad (\text{A } 11)$$

Raza hidraulică a secțiunii de curgere:

$$R = \frac{d}{4} \quad (\text{cm})$$

Lungimea efectivă de separare:

$$L = \frac{d}{\cos \alpha} \cdot \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{v_L}{v_r} - \sin \alpha \right) \quad (\text{cm}) \quad (\text{A } 12)$$

Încărcarea superficială:

$$u_s = \frac{q_P}{A_o} \leq v_r \quad (\text{A } 13)$$

unde:

$$A_o = d \cdot L_T \cdot N \cdot \frac{\cos \alpha}{c_o} \quad (\text{m}^2) \quad (\text{A } 14)$$

$c_o = 1,05$ – coeficient de siguranță

$N = n^2$ este numărul total de tuburi din pachet.

**Notații privind principalii parametri utilizați
în calculele de dimensionare**

C_{uz} – concentrația în materii în suspensie a apelor uzate la intrarea în stația de epurare (mg/dm^3);

X_{5uz} – concentrația materiei organice biodegradabile, exprimată prin CBO_5 a apelor uzate la intrarea în stația de epurare (mg/dm^3);

C_{uz}^{dg} – concentrația în materii în suspensie a apelor uzate degrosisate (efluente din treapta de degrosisare) (mg/dm^3);

X_{5uz}^{dg} – concentrația materiei organice biodegradabile, exprimată prin CBO_5 a apelor uzate degrosisate (mg/dm^3);

C_{uz}^b – concentrația în materii în suspensie a apelor uzate care intră în treapta de epurare biologică (mg/dm^3);

X_{5uz}^b – concentrația materiei organice biodegradabile, exprimată prin CBO_5 a apelor uzate care intră în treapta de epurare biologică (mg/dm^3);

C_{uz}^{dp} – concentrația în materii în suspensie a apelor uzate decantate primar (mg/dm^3);

X_{5uz}^{dp} – concentrația materiei organice biodegradabile, exprimată prin CBO_5 a apelor uzate decantate primar (mg/dm^3);

C_{uz}^{adm} – concentrația în materii în suspensie a apelor uzate epurate, care sunt evacuate în emisar, conform NTPA 001/2002 și NTPA 011/2002 (mg/dm^3);

- X_{5uz}^{adm} – concentrația materiei organice biodegradabile, exprimată prin CBO_5 a apelor uzate epurate, care sunt evacuate în emisar, conform NTPA 001/2002 (mg/dm^3) și NTPA 011/2002;
- c_r – concentrația în materii în suspensie a apei emisarului, amonte de secțiunea de evacuare a apelor uzate epurate (mg/dm^3);
- X_{5r} – concentrația materiei organice biodegradabile, exprimată prin CBO_5 a apei emisarului, amonte de secțiunea de evacuare a apelor uzate epurate (mg/dm^3);
- X_N – concentrația normată a materiei organice biodegradabile, exprimată prin CBO_5 a amestecului de ape uzate epurate și ale emisarului, în secțiunea de control situată amonte 1 km de folosința considerată, conf. [13], (mg/dm^3);
- O_r – concentrația oxigenului dizolvat în apa emisarului, amonte de secțiunea de evacuare a apelor uzate epurate (mgO_2/dm^3), la temperatura θ ($^{\circ}C$);
- O_s – concentrația oxigenului dizolvat de saturație (mgO_2/dm^3) la temperatura θ ($^{\circ}C$) și la presiunea atmosferică de 760 mm col. Hg;
- O_{min}^R – concentrația minimă efectivă a oxigenului dizolvat în apa râului, în secțiunea în care se realizează deficitul critic de oxigen (mgO_2/dm^3);
- O_{min}^N – concentrația minimă normată a oxigenului (conf. [13]) care se admite în apa emisarului funcție de categoria de calitate a acestuia (mgO_2/dm^3);
- D_a – deficitul inițial de oxigen din apa emisarului, calculat în secțiunea situată amonte de evacuarea apelor uzate epurate (mgO_2/dm^3);

D_{cr} – deficitul critic (sau maxim) de oxigen din apa emisarului, calculat pentru secțiunea critică de pe râu, aval de punctul de evacuare a apelor epurate (mgO_2/dm^3);

t_{cr} – timpul la care se realizează deficitul critic de oxigen în apa emisarului (zile);

Q_{uzimed} – debitul zilnic mediu al apelor uzate;

Q_{uzimax} – debitul zilnic maxim al apelor uzate;

$Q_{uoramax}$ – debitul orar maxim al apelor uzate;

$Q_{uoramin}$ – debitul orar minim al apelor uzate;

Q_c – debitul de calcul;

Q_v – debitul de verificare;

Q_{inf} – debitul provenit din infiltrațiile de apă subterană în rețeaua de canalizare;

Q_{ind} – debitul de ape uzate provenit de la industrii și societăți comerciale și introdus în rețeaua publică de canalizare;

N_t – cantitatea de materii solide în suspensie exprimată în substanță uscată, care intră zilnic în stația de epurare (kg/zi);

N_{dg} – cantitatea de materii solide în suspensie exprimată în substanță uscată, evacuată zilnic din treapta de degrosare (kg/zi);

N_p – cantitatea de materii solide în suspensie exprimată în substanță uscată, care este reținută zilnic în decantorul primar (kg/zi);

N_{dp} – cantitatea de materii solide în suspensie exprimată în substanță uscată, evacuată zilnic din decantorul primar (kg/zi);

- N_{ev} – cantitatea de materii solide în suspensie exprimată în substanță uscată, evacuată zilnic în emisar cu efluentul epurat mecano-biologic (kg/zi);
- C_t – cantitatea de substanță organică biodegradabilă exprimată prin CBO_5 , care intră zilnic în stația de epurare (kg CBO_5 / zi);
- C_{dg} – cantitatea de substanță organică biodegradabilă exprimată prin CBO_5 , care este evacuată zilnic din treapta de degrosare (kg CBO_5 /zi);
- C_{dp} – cantitatea de substanță organică biodegradabilă exprimată prin CBO_5 , care este evacuată zilnic din decantorul primar (kg CBO_5 /zi);
- C_{ev} – cantitatea de substanță organică biodegradabilă exprimată prin CBO_5 , care este evacuată zilnic în emisar cu efluentul epurat mecano-biologic (kg CBO_5 /zi);
- e_{sd} – eficiența treptei de degrosare privind reținerea materiilor solide în suspensie (%);
- e_{xd} – eficiența treptei de degrosare privind reținerea materiei organice biodegradabile, exprimată prin CBO_5 (%);
- e_s – eficiența decantorului primar privind reținerea materiilor solide în suspensie (%);
- e_x – eficiența decantorului primar privind reținerea materiei organice biodegradabile exprimată prin CBO_5 ;
- d_s – gradul de epurare necesar din punct de vedere al materiilor solide în suspensie pentru întreaga stație de epurare (%);
- d_x – gradul de epurare necesar din punct de vedere al materiilor organice biodegradabile exprimate prin CBO_5 pentru întreaga stație de epurare (%);

- N_c – cantitatea de materii solide, exprimată în substanță uscată, din nămolul concentrat (îngroșat) evacuat spre fermentare (kg/zi);
- N_f – cantitatea de materii solide, exprimată în substanță uscată, din nămolul fermentat anaerob evacuat spre deshidratare sau prelucrare ulterioară (kg/zi);
- N_s – cantitatea de materii solide, exprimată în substanță uscată, din nămolul fermentat (stabilizat) aerob evacuat spre deshidratare sau prelucrare ulterioară (kg/zi);
- N_d – cantitatea de materii solide, exprimată în substanță uscată, din nămolul deshidratat (kg/zi);
- w – umiditatea nămolului (%);
- V_{np} – volumul de nămol reținut zilnic în decantorul primar (nămol primar) (mg/dm^3);
- V_{nc} – volumul zilnic de nămol concentrat (îngroșat) evacuat zilnic din concentratorul de nămol spre fermentare (mg/dm^3);
- V_{nf} – volumul zilnic de nămol fermentat anaerob evacuat spre deshidratare (mg/dm^3);
- V_{ns} – volumul zilnic de nămol fermentat (stabilizat) aerob evacuat spre deshidratare (mg/dm^3);
- V_{nd} – volumul zilnic de nămol deshidratat evacuat din stația de epurare (mg/dm^3);
- Q_{np} – debitul de nămol primar evacuat din decantorul primar (m^3/zi , m^3/h etc.);
- Q_{nc} – debitul de nămol concentrat (îngroșat) evacuat din concentratorul de nămol (m^3/zi , m^3/h etc.);
- Q_{nf} – debitul de nămol fermentat anaerob evacuat spre deshidratare (m^3/zi , m^3/h etc.);
- Q_{ns} – debitul de nămol fermentat (stabilizat) aerob evacuat spre deshidratare (m^3/zi , m^3/h etc.);

w_p –umiditatea nămolului primar (%);

w_{nc} –umiditatea nămolului concentrat evacuat din concentrator (îngroșător) (%);

w_f –umiditatea nămolului fermentat anaerob evacuat spre deshidratare (%);

w_s – umiditatea nămolului fermentat (stabilizat) aerob evacuat spre deshidratare (%);

l_f –limita tehnică de fermentare anaerobă a nămolului (%);

l_s –limita tehnică de fermentare (stabilizare) aerobă a nămolului (%).

Bibliografie

1. Degrémont - Méménto technique de l'eau. Editura Degrémont, Paris, 1989.
2. Hammer, I. Mark - Water and Wastewater Technology. Second edition. Prentice Hall Career & Technology, Englewood Cliffs, New Jersey, 1991.
3. Meinck, F., Stooff, H. - Les eaux residuales industrielles. Editura Masson et Cie, Paris, 1970.
4. Munoz, A. Hernandez - Depuracion de Aguas Residuales. Segunda edicion revisada y ampliada. Coleccion Senior nr. 9, Madrid, 1992.
5. Parker, H. - Wastewater Systems Engineering. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1985.
6. Quasim, R. Syed - Wastewater Treatment Plants. Planning, Designing and Operation. Holt, Rinehart and Winston, New York, London, Tokyo, 1985.
7. Tchobanoglous, G. - Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse. Second Edition. Metcalf & Eddy Inc., McGraw Hill Book Co., New York, 1993.
8. Vaillant, J. R. - Perfectionnements et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires. Editura Eyrolles, Paris, 1974.
9. Negulescu, M. - Epurarea apelor uzate orășenești. Editura Tehnică, București, 1978.

10. Negulescu, M. - Municipal Wastewater Treatment. Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York, Tokyo, 1985.
11. Pallasch, O. ș. a. - Lehr und Handbuch der Abwassertechnik. Berlin, München, 1990.
12. Arlyn, E. - Aerated grit operation design and chamber. Georgia, 1966.
13. Cioc, D. - Hidraulică. Editura didactică și pedagogică, Ediția a II-a, București, 1983.
14. Iamandi, C. ș. a. - Mecanica fluidelor. Elemente de calcul și aplicații. Editura I. C. B., București, 1975.
15. Ianuli, V. - Hidraulică și amenajări hidrotehnice. Aplicații. Editura I. C. B., București, 1976.
16. Ianuli, V. - Camere de distribuție a debitelor în stațiile de epurare (distribuitoare). Buletinul științific al I. C. B. nr. 2/1970.
17. Ianuli, V. - Contribuții la calculul hidraulic și tehnologic al separatoarelor de grăsimi din stațiile de epurare a apelor uzate. Teză de doctorat. București, 1981.
18. Ianuli, V., Rusu, Gh. - Stații de epurare a apelor uzate orășenești. Exemple de calcul. Partea I. Editura I. C. B., București, 1983.
19. Idelcik, I. E. - Méméto des pertes de charge. Editura Eyrolle, Paris, 1968.
20. Gabriel, Gh. - Măsurarea debitelor de fluide. Editura Tehnică, București, 1978.

21. Emrath, E. - Deznisipator rectangular cu secțiune parabolică. "La technique de l'eau et de l'assainissement" nr. 216/1964.
22. Troskolansky, A. - Théorie et pratique des mesures hydrauliques. Editura Dunod, Paris, 1966.
23. Collection Moniteur - La pratique de l'eau. Usages domestiques collectifs Technique et industriels. Edition du Monitor, Paris, 1981.
24. I. R. S. - STAS 737/1-91 – Sistemul internațional de unități (SI) Unități fundamentale și suplimentare.
25. I. R. S. - STAS 737/2-82 – Sistemul internațional de unități (SI) Unități derivate adoptate la Conferința Generală de Măsură și Greutăți (CGPM).
26. I. R. S. - STAS 1343/0-89 – Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare. Prescripții generale.
27. I. R. S. - STAS 1343/1-95 – Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru centre populate.
28. I. R. S. - STAS 1343/2-89 – Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru unități industriale.
29. I. R. S. - STAS 1343/3-86 – Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru unități zootehnice.
30. I. R. S. - STAS 1343/4-86 – Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru amenajări de irigații.
31. I. R. S. - STAS 1343/5-86 – Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru unități piscicole.

32. I. R. S. - STAS 3051/91 – Sisteme de canalizare. Canale ale rețelelor exterioare de canalizare. Prescripții fundamentale de proiectare.
33. I. R. S. - STAS 4068/1-82 – Debite și volume maxime de apă. Probabilitățile anuale ale debitelor și volumelor maxime în condiții normale și speciale de exploatare.
34. I. R. S. - STAS 4162/1-89 – Canalizări. Decantoare primare. Prescripții de proiectare.
35. I. R. S. - STAS 4273/83 – Construcții hidrotehnice. Încadrarea în clase de importanță.
36. * * * - Normativ privind obiectivele de referință pentru clasificarea calității apelor de suprafață, aprobat prin Ordinul Ministerului Apelor și Protecției Mediului nr. 1.146 din 10 Decembrie 2002.
37. I. R. S. - STAS 10178 – Canalizări. Gazometre la stațiile de epurare orășenești. Prescripții de proiectare.
38. I. R. S. - STAS 10686/76 – Canalizări. Bazine pentru uniformizarea debitelor și calității apelor uzate industriale. Prescripții de proiectare.
39. I. R. S. - STAS 10859/91 – Canalizări. Stații de epurare a apelor uzate provenite de la centrele populate. Studii pentru proiectare.
40. I. R. S. - STAS 10898/85 – Alimentări cu apă și canalizări. Terminologie.
41. I. R. S. - STAS 11565/90 – Canalizări. Platforme pentru uscarea nămolului fermentat din stațiile de epurare orășenești. Prescripții de proiectare.

42. I. R. S. - STAS 12264/91 – Canalizări. Separatoare de uleiuri și grăsimi la stațiile de epurare orășenești.
43. I. R. S. - STAS 12431/90 – Canalizări. Grătare pentru stații de epurare a apelor uzate orășenești. Prescripții generale de proiectare.
44. I. R. S. - STAS 12594/87 – Canalizări. Stații de pompare. Prescripții generale de proiectare.
45. I. S. L. G. C. - Catalog de utilaje și echipamente pentru alimentări cu apă și canalizări. Vol. I și II.
46. I. S. L. G. C. - Alimentări cu apă și canalizări. Catalog de proiecte tip. București, 1985.
47. I. C. B. - Cercetări privind proiectarea unui nou tip de deznisipator cu insuflare de aer și compartimente pentru separarea grăsimilor. Etapa a V-a. Dec. 1979.
48. C. S. C. A. S. - Normativ pentru proiectarea stațiilor de epurare mecanică a apelor uzate orășenești. Indicativ P 28-64.
49. I. S. L. G. C. - Normativ pentru proiectarea tehnologică a stațiilor de epurare a apelor uzate orășenești, treptele de epurare mecanică și biologică și linia de prelucrare și valorificare a nămolurilor. Indicativ P28-84.
50. I. S. L. G. C. - Normativ pentru proiectarea tehnologică a stațiilor de epurare a apelor uzate orășenești. Treapta de epurare terțiară. Indicativ P28/2-88.
51. * * * - Normativ privind stabilirea limitelor de încărcare cu poluanți a apelor uzate industriale și orășenești la evacuarea în receptorii naturali, NTPA – 001 / 2002, aprobat prin H.G. nr.188 / 28.02.2002.

52. * * * - Normativ privind condițiile de evacuare a apelor uzate în rețelele de canalizare ale localităților și direct în stațiile de epurare - NTPA – 002 / 2002, aprobat prin H.G. nr.188 / 28.02.2002.
53. * * * - Norme tehnice privind colectarea, epurarea și evacuarea apelor uzate orășenești, NTPA 011 / 2002, aprobate prin H.G. nr.188 / 28.02.2002.
54. * * * - Normativ de conținut al documentațiilor tehnice necesare obținerii avizului de gospodărire a apelor și a autorizației de gospodărire a apelor, aprobat prin Ordinul Ministrului Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului nr. 277/11.04.1997.
55. * * * - Norme de igienă și recomandări privind mediul de viață al populației, aprobate de Ministrul Sănătății prin Ordinul Nr. 1935/13.09.1996.
56. * * * - Norme speciale privind caracterul și mărimea zonelor de protecție sanitară, aprobate prin Hotărârea de Guvern nr. 101/03.04.1997.
57. I.C.P.G.A. - Canale de măsură. Prescripții generale de calcul, proiectare și execuție. București, 1983.
58. I.C.P.G.A.- Norma tehnică republicană privind măsurarea debitelor de apă NTRQ. 0 – 1 – 84. Determinarea debitelor de apă în sisteme de curgere cu nivel liber. Metoda modificării locale a secțiunii de curgere. Canale de măsurare. Prescripții generale. București, 1985.
59. M.A.P.P.M. - Norme metodologice privind instituirea regimului de supraveghere specială în caz de nerespectare a măsurilor stabilite pentru asigurarea condițiilor înscrise în autorizația de gospodărire a apelor – aprobate cu Ordinul nr. 275 / 11.04.1997 publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 100 bis.

60. M.A.P.P.M. - Metodologie - cadru de elaborare a planurilor de prevenire și combatere a poluărilor accidentale la folosințele de apă potențial poluatoare - aprobată cu Ordinul nr. 278 / 11.04.1997 publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 100 bis.
61. M.A.P.P.M. - Norme metodologice privind avizul de amplasament - aprobate cu Ordinul nr. 279 / 11.04.1997 publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 100 bis.
62. M.A.P.M. - Ordinul 1141 / 06.12.2002 - pentru aprobarea „Procedurii și a competențelor de emitere a avizelor și autorizațiilor de gospodărire a apelor”.
63. Parlamentul României - Lege pentru aprobarea Ordonanței de urgență a Guvernului nr. 34 / 2002 privind prevenirea, reducerea și controlul integrat al poluării - publicată în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 901 / 12.12.2002.
64. M.A.P.P.M. - Legea Apelor, nr. 107 / 25.09.1996 – publicată în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 244 / 08.10.1996.
65. M.A.P.P.M. - Legea nr. 137 / 1995 privind protecția mediului, republicată în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 70/ 17.02.2000.

ORDINUL Nr. 639
din 23.10.2003

pentru aprobarea reglementării tehnice
„Normativ pentru proiectarea construcțiilor și instalațiilor de
epurare a apelor uzate orășenești – Partea a II-a: Treapta
biologică”, indicativ NP 088-03

În conformitate cu prevederile art. 38 alin. 2 din Legea nr. 10/ 1995 privind calitatea în construcții, cu modificările ulterioare ale art. 2 pct. 45 și ale art. 5 alin. (4) din Hotărârea Guvernului nr. 740/2003 privind organizarea și funcționarea Ministerului Transporturilor, Construcțiilor și Turismului,

Având în vedere avizul nr. 26/04.07.2003 al Comitetului Tehnic de Specialitate,

Ministrul transporturilor, construcțiilor și turismului emite următorul

ORDIN:

Art. 1. – Se aprobă reglementarea tehnică „**Normativ pentru proiectarea construcțiilor și instalațiilor de epurare a apelor uzate orășenești – Partea a II-a: Treapta biologică**”, indicativ NP 088-03, elaborată de U.T.C.B. și prevăzută în anexa¹ care face parte integrantă din prezentul ordin.

Art. 2. – Prezentul ordin va fi publicat în *Monitorul Oficial al României*, Partea I.

Art. 3. – Direcția Generală Tehnică va aduce la îndeplinire prevederile prezentului ordin.

MINISTRU,

MIRON TUDOR MITREA

¹ Anexa se publică în *Buletinul Construcțiilor* editat de Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Construcții și Economia Construcțiilor – București

**MINISTERUL TRANSPORTURILOR, CONSTRUCȚIILOR
ȘI TURISMULUI**

**NORMATIV PENTRU PROIECTAREA CONSTRUCȚIILOR
ȘI INSTALAȚIILOR DE EPURARE A APELOR**

UZATE ORĂȘENEȘTI – Partea a II-a:

Treapta biologică

INDICATIV NP 088-03

Elaborat de:

Universitatea Tehnică de Construcții – București

Rector: prof. univ. dr. ing. Petre PĂTRUȚ
Decan: prof. univ. dr. ing. Ovidiu IANCULESCU
Șef catedră: prof. univ. dr. ing. Marin SANDU
Șef proiect: prof. univ. dr. ing. Victor IANULI
Colectiv de elaborare: asist. dr. ing. Stelian IANULI
drd. ing. Iulian MAXUT
drd. ing. Mariana BALABAN

Avizat de:

DIRECȚIA GENERALĂ TEHNICĂ – M.T.C.T.

Director general: ing. Ion STĂNESCU

Responsabil lucrare M.T.C.T.: ing. Ion NICULESCU

CUPRINS

Cap. 1. Generalități	174
Cap. 2. Scheme tehnologice de epurare mecanico-biologică a apelor uzate	177
Cap. 3. Debite de apă uzată și bilanțul de substanțe pe linia apei	192
Cap. 4. Epurarea biologică naturală	205
4.1. Câmpuri de irigare și infiltrare	205
4.2. Iazuri de stabilizare (biologice)	218
Cap. 5. Epurarea biologică artificială	225
5.1. Rol	225
5.2. Clasificare	225
5.3. Filtre biologice	226
5.3.1. Amplasarea în schema tehnologică	226
5.3.2. Rol	226
5.3.3. Clasificare	226
5.3.4. Elemente comune tuturor tipurilor de filtre biologice	227
5.3.5. Criterii de alegere	229
5.4. Filtre biologice percolatoare (cu picurare) joase	229
5.5. Filtre biologice percolatoare turn	246
5.6. Contactori biologici rotativi	248

5.7. Bazine cu nămol activat (bazine de aerare)	259
5.7.1. Generalități	259
5.7.2. Clasificarea bazinelor cu nămol activat	262
5.7.3. Amplasamentul bazinelor cu nămol activat în fluxul tehnologic al apei	270
5.7.4. Criterii de alegere	273
5.7.5. Alcătuire constructivă	273
5.7.6. Parametri de proiectare ai bazinelor cu nămol activat	275
5.7.7. Procedee de aerare	291
5.8. Șanțuri de oxidare	321
5.9. Instalații de epurare biologică mixtă (tip STM)	331
5.10. Bazine cu funcționare secvențială (SBR – Sequencing Batch Reactor)	343
5.11. Decantoare secundare	345
5.11.1. Elemente generale	345
5.11.2. Decantoare secundare orizontale longitudinale	352
5.11.3. Decantoare secundare orizontale radiale	363
5.11.4. Decantoare secundare verticale	370
5.12. Stație de pompare pentru nămolul activat de recirculare și în exces	375
5.12.1. Elemente generale	375
5.12.2. Prescripții de proiectare	376

Cap. 6. Elemente tehnologice de legătură între obiectele	
treptei de epurare biologică	378
6.1. Deversorul din amonte treptei de epurare biologică	378
6.2. Conducte și canale de legătură între bazinul cu nămol	
activat și decantorul secundar	378

ANEXE

Anexa 1. – Lista principalelor standarde și normative care	
reglementează proiectarea tehnologică a	
stațiilor de epurare mecanico-biologice	379
Anexa 2. – Notății privind principalii parametri utilizați	
în calculele de dimensionare	383
Anexa 3. – Notății utilizate în schemele și figurile	
prezentate în cadrul normativului	393
Anexa 4. – Bibliografie	396

Cap. 1. GENERALITĂȚI

1.1. Prezentul normativ conține prescripțiile și datele necesare proiectării construcțiilor și instalațiilor de pe linia apei în care se realizează epurarea biologică a apelor uzate orășenești, precum și elementele de proiectare pentru stația de pompare a nămolului activat de recirculare și în exces.

1.2. Apele uzate orășenești definite conform STAS 1846-90 reprezintă amestecul dintre apele uzate menajere, apele uzate tehnologice proprii sistemului de alimentare cu apă și de canalizare și apele uzate industriale, respectiv agrozootehnice preepurate sau nu, astfel încât caracteristicile lor fizice, chimice, biologice și bacteriologice să respecte valorile indicate în NTPA – 002/2002 „Normativ privind condițiile de evacuare a apelor uzate în rețelele de canalizare ale localităților”.

1.3. Epurarea biologică trebuie precedată de treapta de epurare mecanică a apelor uzate, treaptă realizată în conformitate cu prevederile NP – 032 / 1999 [63].

În cazul unor stații de epurare foarte mici, mici și medii (v. pct. 2.5 din [63]), în care epurarea biologică se realizează în bazine cu nămol activat, poate lipsi decantorul primar, dar trebuie prevăzută cel puțin o treaptă de degrosare a apelor uzate.

Elaborat de:
UNIVERSITATEA TEHNICĂ DE
CONSTRUCȚII BUCUREȘTI

Aprobat de: MINISTRUL
TRANSPORTURILOR,
CONSTRUCȚIILOR ȘI
TURISMULUI, cu ordinul
nr. 639 din 23.10.2003

1.4. Epurarea biologică are loc în instalații special prevăzute în acest scop și reprezintă un complex de fenomene biochimice realizate cu ajutorul unor microorganisme care mineralizează parțial substanțele organice pe bază de carbon aflate în apele uzate sub formă coloidală sau dizolvată, transformându-le în material celular sau biomasă, care este reținută sub formă de nămol biologic în decantarele secundare.

Epurarea biologică continuă procesele de epurare din treapta mecanică, contribuie la reținerea substanțelor organice coloidale și dizolvate din apele uzate, dar reține în mică măsură unele substanțe denumite „refractare” cum ar fi azotul, fosforul și compuși ai acestora. Pentru reținerea acestor substanțe este necesară o tratare specială a apelor uzate epurate mecano-biologic, tratare care constituie treapta de epurare avansată (denumită uneori, în mod impropriu, epurare terțiară).

1.5. Proiectarea construcțiilor și instalațiilor pentru prelucrarea nămolurilor reținute în stațiile de epurare, epurarea avansată a apelor uzate orășenești și epurarea unor debite mici (5...50 l/s) și foarte mici (sub 5 l/s), nu este cuprinsă în prezentul normativ și va constitui obiectul unor reglementări tehnice separate.

În conformitate cu paragraful 2.5. din „Normativ pentru proiectarea construcțiilor și instalațiilor de epurare a apelor uzate orășenești – Partea I : Treapta mecanică”, indicativ NP 032 - 1999, aprobat prin Ordinul nr. 60/N din 25.08.1999 al Ministrului Lucrărilor Publice și Amenajării Teritoriului, clasificarea stațiilor de epurare a apelor uzate orășenești din punct de vedere al debitelor este următoarea:

- $Q_{u.zi.max.} < 5 \text{ l/s}$ – stații de epurare foarte mici;
- $5 \text{ l/s} \leq Q_{u.zi.max.} < 50 \text{ l/s}$ – stații de epurare mici;
- $50 \text{ l/s} \leq Q_{u.zi.max.} < 250 \text{ l/s}$ – stații de epurare medii;
- $Q_{u.zi.max.} \geq 250 \text{ l/s}$ – stații de epurare mari.

În continuare, referirile la mărimea stațiilor de epurare se vor face în conformitate cu această clasificare.

1.6. Epurarea biologică a apelor uzate orășenești este necesară atunci când gradul de epurare necesar al întregii stații *este mai mare decât valorile de mai jos:*

- 40 – 60 % pentru materii în suspensie;
- 20 – 40 % pentru CBO₅;
- 20 – 40 % pentru CCO.

Pentru valori intermediare cuprinse între 40 și 60 % pentru materii în suspensie și între 20 și 40 % pentru CBO₅ și CCO, necesitatea epurării biologice se va stabili de comun acord de către proiectant, beneficiar și organele abilitate (Companiile de gospodărire a apelor, Agențiile de protecția mediului și Direcțiile/inspectoratele sanitare).

1.7. Epurarea mecano-biologică poate asigura eficiențe de îndepărtare a diferitelor substanțe poluante, astfel [20], [23], [72]:

- 40-95 % și chiar mai mult pentru CBO₅ și CCO funcție de tehnologiile de epurare adoptate și de calitatea apelor uzate supuse epurării;
- 10-20 % pentru fosforul și azotul organic;
- 20-30 % pentru fosforul și azotul total;
- 70-90 % pentru bacteriile coliforme totale.

Eficiența epurării mecano-biologice convenționale (v. pct. 2.3.10) asupra eliminării compușilor anorganici ai azotului (amoniu, nitrați, nitriți) și fosforului (ortofosfați, polifosfați etc.) este practic neglijabilă.

1.8. Epurarea mecano-biologică a apelor uzate orășenești trebuie să asigure efluenți corespunzători calitativ condițiilor impuse de „Normativul privind stabilirea limitelor de încărcare cu poluanți a apelor uzate evacuate în resursele de apă”- indicativ NTPA – 001/2002 [64], [66].

1.9. Gradul de epurare necesar pentru întreaga stație sau numai pentru treapta biologică, reprezentând eficiența de epurare **obligatorie** aferentă unui anumit poluant, se stabilește pe baza condiți-

ilor de descărcare în receptori, determinate conform NTPA 001/2002 [64], [66] și a prevederilor cuprinse în avizele și autorizațiile de gospodărire a apelor.

1.10. Pentru substanțele reținute, inclusiv nămolurile primare și biologice, instalațiile de epurare mecano-biologică trebuie să asigure obținerea de produse finite, igienice, valorificabile și ușor de integrat în mediul natural.

1.11. La proiectarea treptei de epurare biologică a apelor uzate orășenești, se vor avea în vedere prevederile standardelor și normativelor indicate în tabelul din ANEXA 1, precum și recomandările literaturii de specialitate (cuprinse în bibliografia anexată).

Cap. 2. SCHEME TEHNOLOGICE DE EPURARE MECANO-BIOLOGICĂ A APELOR UZATE

2.1. Epurarea biologică a apelor uzate orășenești poate fi realizată în mod natural sau artificial.

2.2. Epurarea biologică naturală are la bază fenomenul de autoepurare al solurilor (câmpuri de irigare și infiltrare) și fenomenul de autoepurare al apelor de suprafață (iazurile sau lagunele biologice).

2.3. Epurarea biologică artificială are loc în instalații în care sunt intensificate fenomenele de autoepurare specifice solului și apei. Aceste instalații pot fi clasificate astfel:

- *instalații care utilizează procedeul de epurare biologică cu biomasă (peliculă) fixată* (filtre biologice clasice, filtre biologice cu discuri și alți contactori biologici rotativi – RBC);

- *instalații care utilizează procedeul de epurare biologică cu biomasă în suspensie* (bazine cu nămol activat, șanțuri de oxidare, reactoare biologice cu funcționare secvențială – SBR ș.a.);
- *instalații care utilizează procedee de epurare biologică mixte*, de tip Stählermatic, în care epurarea biologică a apelor uzate se realizează atât prin procedeul cu peliculă fixată cât și prin procedeul cu peliculă în suspensie.

2.4. Epurarea biologică trebuie precedată de o treaptă de epurare mecanică sau cel puțin de o treaptă de degroisare (v. pct. 1.3).

Ca urmare, schemele stațiilor de epurare cu treaptă biologică vor cuprinde, pe linia apei, construcții și instalații (obiecte tehnologice) care să realizeze atât epurarea mecanică minim necesară cât și epurarea biologică propriu-zisă.

2.5. Schemele de epurare mecano-biologică pe linia apei, cel mai des întâlnite în practică, sunt:

A – Epurare mecano-biologică naturală, cu:

S1 – câmpuri de irigare și infiltrare (v. fig. 2.1);

S2 – câmpuri de infiltrare (v. fig. 2.2);

S3 – filtre de nisip (v. fig. 2.3);

S4 – iazuri (lagune) de stabilizare (v. fig. 2.4).

B – Epurare mecano-biologică artificială, cu:

S5 – filtre biologice percolatoare (clasice) (v. fig. 2.5);

S6 – filtre biologice cu discuri sau alți contactori biologici rotativi (v. fig. 2.6);

S7 – bazine cu nămol activat și decantoare primare, fără nitrificarea apelor uzate (epurare convențională) (v. fig. 2.7);

S8 – bazine cu nămol activat, fără decantoare primare și fără nitrificarea apelor uzate (v. fig. 2.8);

- S9 – bazine cu nămol activat cu aerare prelungită și stabilizarea aerobă a nămolului (v. fig. 2.8);
- S10 – bazine cu nămol activat, cu nitrificarea apelor uzate (v. fig. 2.7);
- S11 – bazine cu nămol activat, cu nitrificarea și denitrificarea apelor uzate (v. fig. 2.9);
- S12 – bazine cu nămol activat, cu nitrificarea și denitrificarea apelor uzate și stabilizarea aerobă a nămolului (v. fig. 2.10);
- S13 – procedeu mixt de tip STM (v. fig. 2.11).

În figurile nr. 2.1...2.11 sunt prezentate grafic, pe linia apei, elementele principale ale schemelor de epurare mecano-biologice menționate mai înainte.

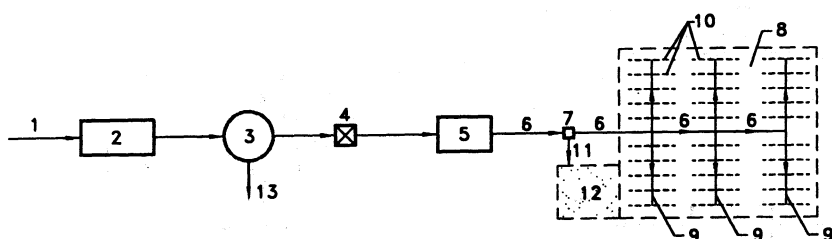


Fig. 2.1: – Schema SI – Epurare mecano-biologică naturală cu câmpuri de irigare și infiltrare

- | | |
|--|---|
| 1 – influent; | 8 – câmp de irigare; |
| 2 – treaptă de degroșare (grătare, eventual deznisipatoare, separatoare de grăsimi); | 9 – canale de distribuție a apei pe parcele; |
| 3 – decantor primar; | 10 – canale de irigație; |
| 4 – stație de pompare pentru apa uzată epurată mecanic; | 11 – canal de alimentare a câmpului de infiltrare cu apă epurată mecanic; |
| 5 – bazin de stocare a debitelor; | 12 – câmp de infiltrare; |
| 6 – canal principal de aducțiune a apei epurate mecanic; | 13 – nămol primar. |
| 7 – cămin cu stavile; | |

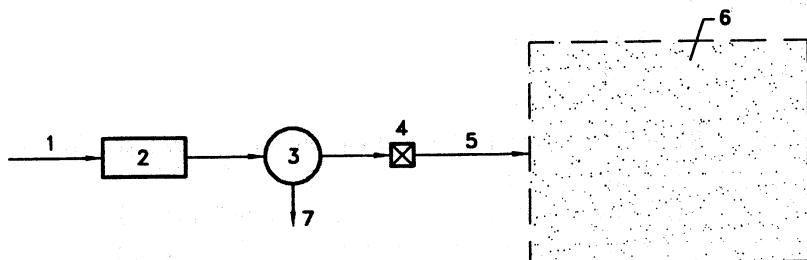


Fig. 2.2: – Schema S2 – Epurare mecano-biologică
cu câmp de infiltrare

- 1 – influent;
- 2 – treaptă de degroșare (grătare, eventual deznisipatoare, separatoare de grăsimi);
- 3 – decantor primar;
- 4 – stație de pompare pentru apa uzată epurată mecanic;
- 5 – conductă de aducțiune a apei epurate mecanic;
- 6 – câmp de infiltrare;
- 7 – nămol primar.

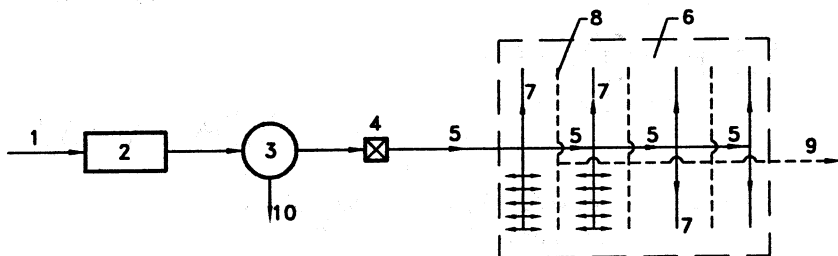


Fig. 2.3: – Schema S3 – Epurare mecano-biologică naturală
cu filtru subteran de nisip

- 1 – influent;
- 2 – treaptă de degroșare (grătare, eventual deznisipatoare, separatoare de grăsimi);
- 3 – decantor primar;
- 4 – stație de pompare pentru apa uzată epurată mecanic;
- 5 – conductă principală de aducțiune;
- 6 – filtru subteran de nisip;
- 7 – conducte perforate de distribuție amplasate în filtru de nisip cu pietriș;
- 8 – dren de colectare a apei filtrate;
- 9 – evacuarea apei epurate spre emisar;
- 10 – nămol primar.

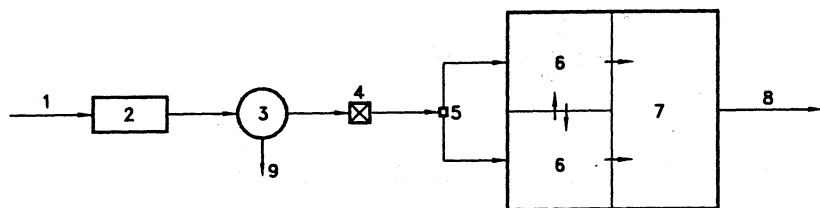


Fig. 2.4. – Schema S4 – Epurare mecano-biologică
cu lagune (iazuri) de stabilizare

- | | |
|--|---|
| 1 – influent; | 5 – cămin de distribuție; |
| 2 – treaptă de degrosare (grătare, eventual deznisipatoare, separatoare de grăsimi); | 6 – lagună primară; |
| 3 – decantor primar; | 7 – lagună secundară; |
| 4 – stație de pompare pentru apa uzată epurată mecanic; | 8 – evacuarea apei epurate spre emisar; |
| | 9 – nămol primar. |

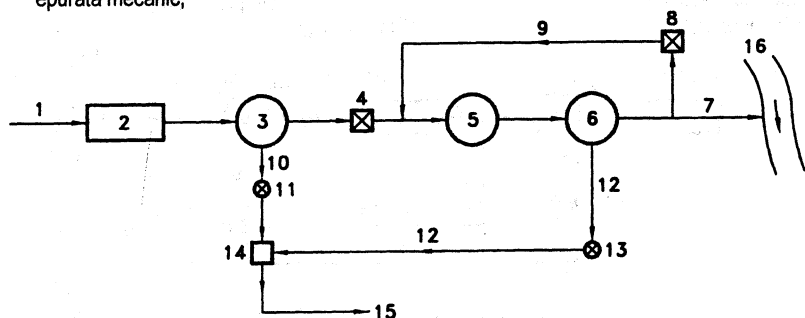


Fig. 2.5 – Schema S5 – Epurare mecano-biologică
cu filtre biologice percolatoare (clasice)

- | | |
|--|--|
| 1 – influent; | 10 – nămol primar; |
| 2 – treaptă de degrosare (grătare, eventual deznisipatoare, separatoare de grăsimi); | 11 – stație de pompare pentru nămolul primar; |
| 3 – decantor primar; | 12 – nămol biologic; |
| 4 – stație de pompare pentru apa uzată epurată mecanic ; | 13 – stație de pompare pentru nămolul biologic; |
| 5 – filtru biologic; | 14 – cămin de amestec; |
| 6 – decantor secundar; | 15 – amestec de nămol primar cu nămol biologic evacuat spre treapta de prelucrare; |
| 7 – efluent epurat; | 16 – emisar. |
| 8 – stație de pompare pentru apa epurată de recirculare; | |
| 9 – apă de recirculare; | |

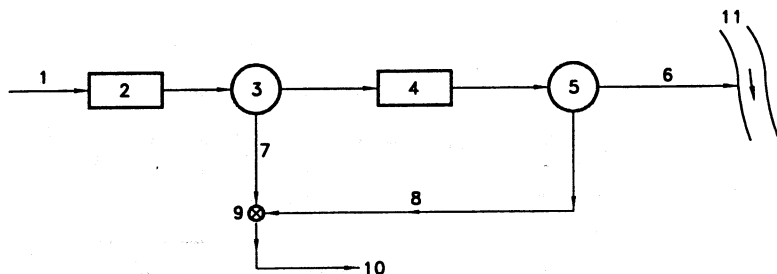


Fig. 2.6. – Schema S6 – Epurare mecano-biologică cu filtre biologice cu discuri (biodiscuri)

- | | |
|--|---|
| 1 – influent; | 7 – nămol primar; |
| 2 – treaptă de degrosisare (grătare, eventual deznisipatoare, separatoare de grăsimi); | 8 – nămol biologic; |
| 3 – decantor primar; | 9 – stație de pompare pentru amestecul dintre nămolul primar și cel biologic; |
| 4 – filtru biologic cu discuri; | 10 – amestec de nămol primar cu nămol biologic spre prelucrare; |
| 5 – decantor secundar; | 11 – emisar. |
| 6 – efluent epurat; | |

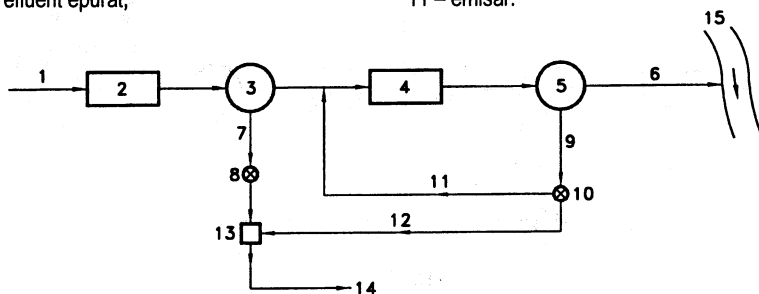


Fig. 2.7.

Schema S7 – Epurare mecano-biologică cu bazine cu nămol activat și decanatoare primare, fără nitrificarea apelor uzate (*epurare convențională*)

- | | |
|--|---|
| 1 – influent; | 9 – nămol activat; |
| 2 – treaptă de degrosisare (grătare, eventual deznisipatoare, separatoare de grăsimi); | 10 – stație de pompare pentru nămolul activat de recirculare și în exces; |
| 3 – decantor primar; | 11 – nămol de recirculare; |
| 4 – bazin cu nămol activat; | 12 – nămol în exces; |
| 5 – decantor secundar; | 13 – bazin de amestec; |
| 6 – efluent epurat; | 14 – amestec de nămol primar cu nămol în exces spre prelucrare; |
| 7 – nămol primar; | 15 – emisar. |
| 8 – stație de pompare pentru nămol primar; | |

Schema S10 – Epurare mecano-biologică cu bazine cu nămol activat cu nitrificarea apelor uzate (schema tehnologică este asemănătoare cu Schema S7 cu diferența menționată în text la obiectul 4.)

4 – bazin cu nămol activat cu nitrificarea apelor uzate.

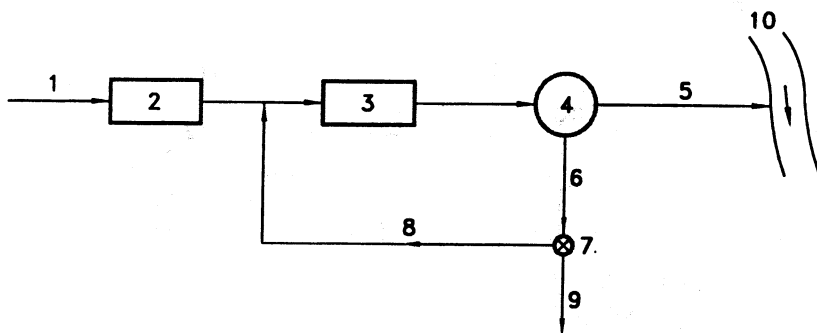


Fig. 2.8.

Schema S8 – Epurare mecano-biologică cu bazine cu nămol activat, fără decantoare primare și fără nitrificarea apelor uzate

- 1 – influent;
- 2 – treaptă de degroșare (grătare, eventual deznisipatoare, separatoare de grăsimi);
- 3 – bazin cu nămol activat;
- 4 – decantor secundar;
- 5 – efluent epurat;
- 6 – nămol activat;
- 7 – stație de pompare pentru nămolul activat de recirculare și în exces;
- 8 – nămol activat de recirculare;
- 9 – nămol în exces spre prelucrare;
- 10 – emisar.

Schema S9 – Epurare mecano-biologică cu bazine cu nămol activat, cu aerare prelungită și stabilizarea aerobă a nămolului (schema tehnologică este asemănătoare cu Schema S8, cu diferența menționată în text la obiectele 3 și 9.)

- 3 – bazin cu nămol activat cu aerare prelungită și stabilizarea aerobă a nămolului;
- 9 – nămol în exces stabilizat aerob, dirijat direct spre deshidratare.

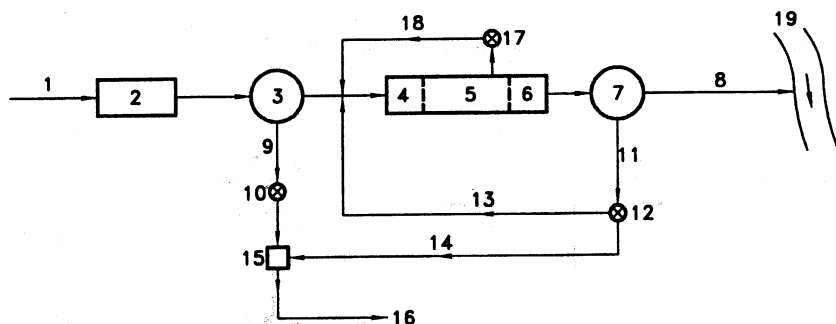


Fig. 2.9. – Schema S11 – Epurare mecano-biologică
cu bazine cu nămol activat, cu nitrificarea
și denitrificarea apelor uzate

- 1 – influent;
- 2 – treaptă de degrosare (grătare, eventual deznisipatoare, separatoare de grăsimi);
- 3 – decantor primar;
- 4 – bazin de denitrificare;
- 5 – bazin de nitrificare;
- 6 – bazin de denitrificare;
- 7 – decantor secundar;
- 8 – effluent epurat;
- 9 – nămol primar;
- 10 – stație de pompare pentru nămol primar;
- 11 – nămol activat;
- 12 – stație de pompare pentru nămolul activat de recirculare și în exces;
- 13 – nămol activat de recirculare (recirculare externă);
- 14 – nămol în exces spre prelucrare;
- 15 – bazin de amestec;
- 16 – amestec de nămol primar cu nămol în exces spre prelucrare;
- 17 – stație de pompare pentru recircularea apei uzate nitrificate (recirculare internă);
- 18 – apă uzată nitrificată;
- 19 – emisar.

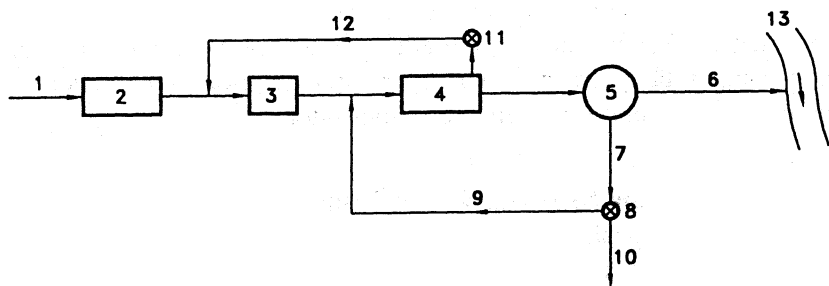


Fig. 2.10. – Schema S12 – Epurare mecano-biologică cu bazine cu nămol activat, cu nitrificarea și denitrificarea apelor uzate și stabilizarea nămolului

- | | |
|--|--|
| 1 – influent; | 8 – stație de pompare pentru nămolul activat de recirculare și în exces; |
| 2 – treaptă de degroșare (grătare, eventual deznisipatoare, separatoare de grăsimi); | 9 – nămol activat de recirculare; |
| 3 – bazin de denitrificare; | 10 – nămol în exces spre deshidratare; |
| 4 – bazin de nitrificare; | 11 – stație de pompare pentru recircularea apei uzate nitrificate; |
| 5 – decantor secundar; | 12 – efluent nitrificat; |
| 6 – efluent epurat; | 13 – emisar. |
| 7 – nămol activat; | |

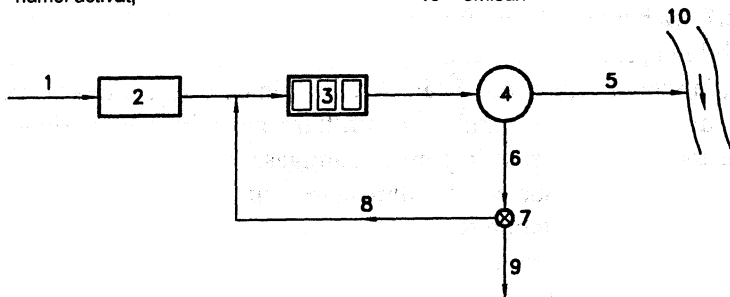


Fig. 2.11. – Schema S13 – Epurare mecano-biologică prin procedeul mixt de tip STM

- | | |
|--|--|
| 1 – influent; | 6 – nămol activat; |
| 2 – treaptă de degroșare (grătare, eventual deznisipatoare, separatoare de grăsimi); | 7 – stație de pompare pentru nămolul activat de recirculare și în exces; |
| 3 – bazin biologic; | 8 – nămol activat de recirculare; |
| 4 – decantor secundar; | 9 – nămol în exces spre prelucrare; |
| 5 – efluent epurat; | 10 – emisar. |

Pozițiile stațiilor de pompare pe fluxul tehnologic al apei sunt informative. Funcție de configurația topografică a terenului pe care este amplasată stația de epurare, poziția stațiilor (sau stației) de pompare se va modifica în mod corespunzător.

2.6. Schema S1 (v. fig. 2.1), necesită în mod obligatoriu treapta mecanică și în special decantoare primare (3), care rețin materiile fine în suspensie, pentru a se evita colmatarea prematură a câmpurilor de infiltrare (12).

De asemenea, schema presupune un bazin de stocare a debitelor (5) necesar pentru înmagazinarea apelor uzate preepurate în perioadele când nu se realizează irigarea culturilor.

Stația de pompare (4) poate lipsi atunci când condițiile de relief permit o curgere gravitațională a apelor uzate. Poziția ei în fluxul tehnologic al apei este informativă, ea urmând a se definitiva funcție de configurația topografică a terenului pe care este amplasată stația de epurare.

2.7. Schema S2 (v. fig. 2.2), presupune existența unui teren permeabil în apropierea stației de epurare, precum și un decantor primar eficient, în scopul evitării colmatării terenului în care se infiltrează apele uzate. Amplasamentul câmpului de infiltrare nu trebuie să pericliteze calitatea apei subterane și se impune a fi amplasat la distanțe suficient de mari de: locuințe, surse de alimentare cu apă, rezervoare de înmagazinare a apei potabile etc.

Stația de pompare a apelor uzate poate lipsi din schemă dacă este posibil transportul gravitațional al apelor epurate mecanic.

Schema S2 se aplică în general pentru debite mici de ape uzate (sub 25 l/s – v. pct. 1.5) și în lipsa unui emisar din categoria apelor de suprafață.

2.8. Schema S3 (v. fig. 2.3), este avantajoasă pentru debite mici de ape uzate și în cazul în care terenul este cu permeabilitate redusă, sau impermeabil.

Se impune o decantare primară eficientă în scopul evitării colmatării premature a filtrului și eventual o pompare a apelor decantate dacă transportul gravitațional al acestora nu este posibil. Durata de funcționare a acestui tip de filtru este funcție de calitatea apelor introduse în filtru, de valoarea debitelor tratate, de natura și granulozitatea materialelor utilizate, de încărcările organice și hidraulice ale materialului filtrant etc. În condiții normale, durata minimă de funcționare se estimează la cca. 4-5 ani.

Filtrul constă dintr-o incintă excavată în sol, umplută cu nisip și pietriș. În această masă filtrantă se introduc la partea superioară și la cea inferioară, conducte perforate de distribuție, respectiv de drenaj (de colectare a apei filtrate).

Apa epurată este evacuată în cel mai apropiat emisar.

2.9. Schema S4 (v. fig. 2.4), utilizează fenomenul natural de autoepurare al apelor de suprafață și presupune două sau mai multe lagune (iazuri) legate în serie sau în paralel.

Schema se aplică pentru debite mici și medii și necesită suprafețe mari de teren.

2.10. Câmpurile de infiltrare, filtrele subterane de nisip și lagunele de stabilizare pot constitui trepte de epurare biologică *independente* în cazul debitelor de ape uzate mici și foarte mici (v. paragraful 1.5), sau pot constitui trepte de *finisare* pentru *epurarea avansată* a apelor uzate după o prealabilă epurare mecano-biologică.

2.11. Schema S5 (v. fig. 2.5), cuprinde filtre biologice percolatoare (clasice) urmate de decantoare secundare și prezintă următoarele caracteristici specifice:

- necesită întotdeauna decantoare primare, pentru evitarea colmatării premature a materialului filtrant;
- filtrele biologice sunt în general construcții supraterane și impun în marea majoritate a cazurilor pomparea apelor decantate primar în filtre;

– pentru ape uzate decantate cu un conținut mare de substanțe organice (când valoarea indicatorului CBO₅ este peste 150-250 mg/dm³), se impune recircularea apelor epurate în amonte de filtru, într-o proporție de 50...300 % din debitul de calcul;

– în această schemă *nu se recirculă* niciodată nămolul biologic reținut în decantoarele secundare. Acesta este în mod curent amestecat cu nămolul primar și dirijat spre instalațiile de prelucrare a nămolului din stația de epurare.

În unele cazuri, cu justificarea tehnico-economică necesară și cu dimensionarea corespunzătoare a decantoarelor primare și a instalațiilor de epurare din avalul acestora la debitele sporite, se poate trimite nămolul biologic din decantoarele secundare în amonte de decantoarele primare.

2.12. În toate schemele cu *epurare biologică artificială cu peliculă fixată*, decantorul secundar trebuie prevăzut în mod obligatoriu deoarece el reține pelicula biologică evacuată din filtrele biologice sau flocoanele de nămol activat evacuate din bazinele de aerare, sub formă de nămol biologic.

2.13. Când localitatea este canalizată în procedeele unitar sau mixt, între treapta de epurare mecanică și cea biologică se va prevedea un deversor care să evacueze spre emisar, pe timp de ploaie, surplusul de debit peste valoarea $Q_{u.oramax}$ (v. tabelul 3.1).

2.14. Schema S6 (v. fig. 2.6), caracteristică stațiilor de epurare cu debite mici și foarte mici, are și decantor primar, iar treapta biologică este alcătuită din filtre biologice cu discuri (biodiscuri) sau alt tip de contactori biologici rotativi și decantor secundar.

În această schemă, nu se recirculă nici apă epurată, nici nămol biologic și în cele mai multe cazuri nu este necesară pomparea apelor decantate primar spre instalația cu biodiscuri.

2.15. Schema S7 (v. fig. 2.7), are treapta biologică alcătuită din bazine cu nămol activat (sau bazine de aerare) fără nitrificarea apelor uzate și decantoare secundare. Treapta mecanică este completă și cuprinde pe lângă instalațiile de degrosare și decantoare primare. Această schemă este cunoscută și sub numele de epurare mecano-biologică *convențională*, constituind o schemă tehnologică de referință. Ea se caracterizează prin:

- existența bazinelor cu nămol activat în care au loc procese biochimice de eliminare a materiilor organice pe bază de carbon;
- lipsa nitrificării apelor uzate;
- eficiența eliminării materiilor organice biodegradabile exprimate prin CBO_5 : 90...92 %;
- recircularea nămolului activat reținut în decantoarele secundare;
- evacuarea nămolului în exces în amestec cu nămolul primar spre treapta de prelucrare a nămolului din stația de epurare, sau trimiterea nămolului în exces în amonte de decantoarele primare, soluție care trebuie justificată tehnic și economic și care impune în acest caz dimensionarea corespunzătoare, la debite sporite, a decantoarelor primare și a instalațiilor de epurare din avalul acestora.

2.16. Schema S8 (v. fig. 2.8), este analogă schemei S7, dar fără a fi prevăzute decantoare primare. Schema se aplică de regulă pentru debite mici și medii (v. Pct. 1.5) și numai în cazul când treapta biologică conține bazine cu nămol activat. Ea nu se aplică în schemele cu filtre biologice.

Schema se caracterizează prin:

- lipsa decantoarelor primare;
- recircularea nămolului activat reținut în decantoarele secundare;
- trimiterea nămolului în exces în treapta de prelucrare a nămolului din stația de epurare;
- eficiența eliminării CBO_5 , până la 90 %.

2.17. Schema S9 (v. fig. 2.8), analogă ca alcătuire cu schema S8 cuprinde bazine cu nămol activat cu aerare prelungită, în care se produce și stabilizarea aerobă a nămolului, urmate de decantoare secundare.

Această schemă se caracterizează prin:

- se aplică pentru epurarea unor debite mici și foarte mici de apă uzată;

- durate de aerare mari (18...24 h și chiar mai mult), la debitul de calcul;

- nămolul este stabilizat pe cale aerobă în același bazin în care are loc și aerarea apei uzate. El poate fi trimis direct la deshidratare;

- se elimină operațiunea de pompare a nămolului de recirculare, fapt care reduce, în mod evident, costul epurării.

2.18. Schema S10 (v. fig. 2.7), este analoagă ca alcătuire cu schema S7 și realizează o aerare mai extinsă (ca durată și aprovizionare cu oxigen) prin care se obține în final nitrificarea apelor uzate (transformarea compușilor anorganici de natura amoniului și nitriților, în nitrați). Spre deosebire de schema S7, în bazinul 4 se produce pe lângă mineralizarea substanțelor organice pe bază de carbon și *nitrificarea* apelor uzate.

2.19. Schema S11 (v. fig. 2.9), realizează în treapta biologică atât eliminarea substanțelor organice pe bază de carbon, cât și a azotului, prin crearea condițiilor de nitrificare și denitrificare a apelor uzate (reducerea progresivă a nitraților la faza de azot molecular care este eliberat în atmosferă).

Schema se caracterizează prin:

- realizarea de zone anoxice în bazinele de denitrificare;

- realizarea de zone aerobe (intens aerate) în bazinele de nitrificare;

- recircularea nămolului activat reținut în decantoarele secundare în amonte de bazinele de nitrificare-denitrificare (recirculare *externă*);

- recircularea amestecului aerat cu un conținut mare de nitrați în amonte de bazinul de denitrificare (recirculare *internă*);
- trimiterea nămolului în exces în amestec cu nămolul primar la treapta de prelucrare a nămolurilor din stația de epurare.

2.20. Schema S12 cuprinde în treapta biologică instalații în care se realizează eliminarea materiilor organice pe bază de carbon, nitrificarea și denitrificarea apelor uzate, precum și stabilizarea aerobă a nămolului.

Schema are următoarele caracteristici:

- se aplică la epurarea unor debite de ape uzate mici și foarte mici;
- existența recirculării externe (nămolul activat reținut în decantoarele secundare este trimis în amonte de bazinul de aerare (4) în care are loc nitrificarea apelor uzate);
- poate lipsi din schemă decantorul primar;
- existența recirculării interne, în care lichidul aerat din bazinul de aerare, bogat în nitrați, este trimis amonte de bazinul de denitrificare (3);
- nămolul în exces, stabilizat pe cale aerobă, este trimis direct la deshidratare.

2.21. Schema S13 realizează epurarea biologică în instalații de tip STM (Stählermatic) care utilizează procedee mixte de epurare (atât cu peliculă fixată cât și cu peliculă în suspensie), urmate de decantoare secundare.

Schema se caracterizează prin:

- se aplică la stații de epurare foarte mici, mici și medii;
- decantorul primar poate lipsi din schemă;
- recircularea nămolului activat reținut în decantoarele secundare în amonte de bazinul biologic;
- trimiterea nămolului în exces în treapta de prelucrare a nămolului din stația de epurare.

2.22. În practica epurării biologice a apelor uzate există și alte scheme de epurare în afara celor prezentate (S1...S13) care pot fi adoptate cu justificarea tehnico-economică corespunzătoare.

2.23. Prezentul normativ nu tratează schemele tehnologice S10, S11 și S12, care vor fi detaliate în partea a IV-a a normativului, neelaborată încă și care va cuprinde epurarea avansată a apelor uzate.

Cap. 3. DEBITE DE APĂ UZATĂ ȘI BILANȚUL DE SUBSTANȚE PE LINIA APEI – Debite de calcul și de verificare ale obiectelor tehnologice din treapta de epurare biologică

3.1. Debitul *maxim* de apă uzată admis în treapta de epurare biologică este:

a. *Pe timp uscat:*

$$Q_{maxb} = Q_{uoramax} \quad (3.1)$$

în toate procedeele de canalizare (divizor, unitar și mixt).

b. *Pe timp de ploaie:*

$$Q_{maxb} = Q_{uoramax} \quad (3.2)$$

în procedeul de canalizare divizor, și

$$Q_{maxb} = (n-1) Q_{uoramax} \quad (3.3)$$

în procedeele de canalizare unitar și mixt.

În relația (3.3) s-a notat cu n coeficientul de multiplicare a debitului orar maxim al apelor uzate, cu ajutorul căruia se determină debitul maxim al apelor de canalizare (amestec de ape uzate cu ape de ploaie) admis pe timp de ploaie în stația de epurare a localităților canalizate în procedeele unitar și mixt: $Q_{SE} = n \cdot Q_{uoramax}$

În conformitate cu prevederile STAS 1846-90, coeficientul este considerat, de regulă, $n = 2$. În cazuri speciale, cu justificarea corespunzătoare din partea proiectantului, se poate considera $n = 3 \dots 4$.

3.2. În funcție de alcătuirea schemei de epurare adoptată de proiectant (v. principalele scheme prezentate în fig. 2.1...2.11) și de procedeul de canalizare al localității (divizor, unitar sau mixt), debitele de calcul și de verificare ale obiectelor tehnologice din treapta de epurare biologică sunt prezentate în tabelul 3.1.

Bilanțul de substanțe pe linia apei

3.3. Bilanțul de substanțe constă în evidențierea și determinarea concentrațiilor (cu excepția valorilor de la intrarea și ieșirea din stația de epurare) și a cantităților de substanțe poluante în diferite secțiuni de calcul ale schemei de epurare adoptate de proiectant, precum și indicarea eficiențelor de eliminare (reținere, reducere) a substanțelor poluante de către un obiect sau grupuri de obiecte tehnologice, de către treapta de epurare biologică sau de către stația de epurare în ansamblul său.

3.4. Schema de calcul a bilanțului de substanțe pe linia apei și principalii parametri de dimensionare se prezintă în fig. 3.1 și 3.2 pentru două scheme de epurare (S5 și S7) și pentru doi poluanți (materii în suspensie și CBO_5).

3.5. Pentru întocmirea bilanțului de substanțe pe linia apei, trebuie cunoscute, determinate sau apreciate (conform altor situații similare sau literaturii de specialitate) următoarele date principale:

- debitele caracteristice: $Q_{uz\max}$, $Q_{uor\max}$, $Q_{uor\min}$;
concentrațiile substanțelor poluante în secțiunea de intrare a apelor uzate (influentului) în stația de epurare, spre exemplu c_{uz} , X_{5uz} etc.

*Debite de calcul și verificare ale obiectelor tehnologice
din treapta de epurare biologică*

Obiectul și elementul de legătură între obiecte	Procedeul de canalizare			
	Divizor (separativ)		Unitar sau mixt	
	Debit de dimensionare (Q_c)	Debit de verificare (Q_v)	Debit de dimensionare (Q_c)	Debit de verificare (Q_v)
1	2	3	4	5
Stație de pompare a apelor uzate decantate primar.	$Q_{U \text{ orar max}}$	$Q_{U \text{ orar min}}$	$Q_{U \text{ orar max}}$	$Q_{U \text{ orar min}}$
Câmpuri de irigare și de infiltrare, filtre de nisip și iazuri (lagune) de stabilizare.	$Q_{U \text{ zi max}}$	$Q_{U \text{ orar max}}$	$Q_{U \text{ zi max}}$	$Q_{U \text{ orar max}}$
Canalele (sau conductele) dintre treapta de epurare mecanică și treapta de epurare biologică.	$Q_{U \text{ orar max}}$	$Q_{U \text{ orar min}}$	—	—
Deversorul din amonte treptei de epurare biologică și canalul dintre acest deversor și emisar.	—	—	$(n-1) \cdot Q_{U \text{ orar max}}$	$n \cdot Q_{U \text{ orar max}}$

1	2	3	4	5
Canalul (sau conducta) dintre deversorul din amonte treptei de epurare biologice și treapta de epurare biologică.	-	-	$Q_{u.orar.max}$	$Q_{u.orar.min}$
Filtre biologice percolatoare (clasice)	$Q_{u.zf.max}$	$Q_{u.orar.max} + Q_{AR.max}$	$Q_{u.zf.max}$	$Q_{u.orar.max} + Q_{AR.max}$
Filtre biologice cu discuri sau alți contactori biologici rotativi.	$Q_{u.zf.max}$	$Q_{u.orar.max}$	$Q_{u.zf.max}$	$Q_{u.orar.max}$
Stație de pompare și conducta pentru apă epurată de recirculare din decantoarele secundare în amonte filtre biologice clasice.	$Q_{AR.max}$	$Q_{AR.min}$	$Q_{AR.max}$	$Q_{AR.min}$
Canalele (sau conductele) dintre filtrele biologice și decantoarele secundare, inclusiv camera de distribuție a apei filtrate la decantoarele secundare.	$Q_{u.orar.max} + Q_{AR.max}$	$Q_{u.orar.min} + Q_{AR.min}$	$Q_{u.orar.max} + Q_{AR.max}$	$Q_{u.orar.min} + Q_{AR.min}$
Bazine cu nămol activat	$Q_{u.zf.max}$	$Q_{u.orar.max} + Q_{nr.max}$	$Q_{u.zf.max}$	$Q_{u.orar.max} + Q_{nr.max}$
Canalele (sau conductele) dintre bazinele cu nămol activat și decantoarele secundare, inclusiv camera de distribuție a apei aerate la decantoarele secundare.	$Q_{u.orar.max} + Q_{nr.max}$	$Q_{u.orar.min} + Q_{nr.min}$	$Q_{u.orar.max} + Q_{nr.max}$	$Q_{u.orar.min} + Q_{nr.min}$

1	2	3	4	5
Decantoarele secundare după filtre biologice	$Q_{u.zi.max}$	$Q_{u.orar.max} + Q_{AR.max}$	$Q_{u.zi.max}$	$Q_{u.orar.max} + Q_{AR.max}$
Decantoarele secundare după bazinele cu nămol activat.	$Q_{u.zi.max}$	$Q_{u.orar.max} + Q_{nr.max}$	$Q_{u.zi.max}$	$Q_{u.orar.max} + Q_{nr.max}$
Canalele (sau conductele) de legătură dintre decantoarele secundare și emisar.	$Q_{u.orar.max}$	$Q_{u.orar.min}$	$Q_{u.orar.max}$	$Q_{u.orar.min}$
Stația de pompare pentru nămolul activat de recirculare și nămolul în exces în schemele cu bazine cu nămol activat.	$Q_{nr.max} + Q_{ne}$	$Q_{nr.min}$	$Q_{nr.max} + Q_{ne}$	$Q_{nr.min}$
Canalele (sau conductele) pentru transportul nămolului activat de recirculare spre bazinele cu nămol activat.	$Q_{nr.max}$	$Q_{nr.min}$	$Q_{nr.max}$	$Q_{nr.min}$
Canalele (sau conductele) pentru transportul nămolului în exces (în schemele cu bazine cu nămol activat).	Q_{ne}	-	Q_{ne}	-
Stația de pompare și conductele pentru nămolul biologic reținut în decantoarele secundare, în schemele cu filtre biologice de orice tip.	$Q_{nb.max}$	$Q_{nb.min}$	$Q_{nb.max}$	$Q_{nb.min}$

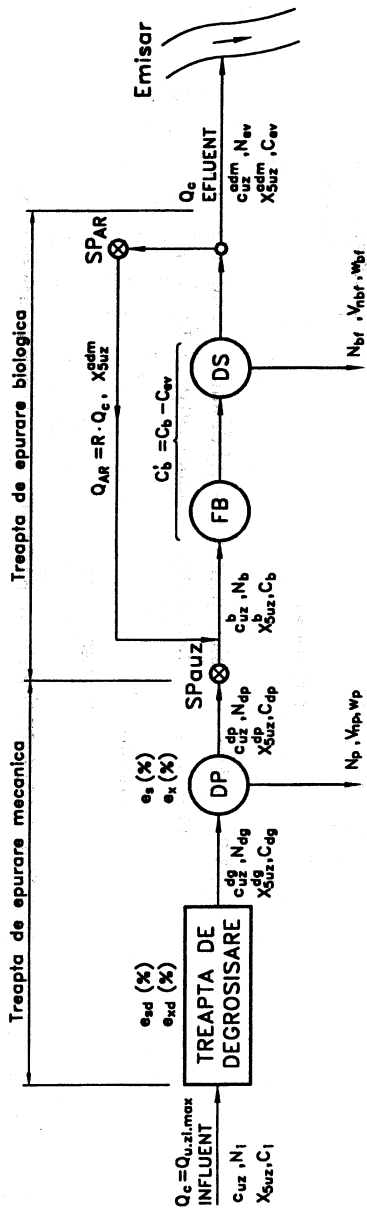


Fig. 3.1. – Schema de calcul pentru bilanțul de substanțe pe linia apei, în schema S5 – cu *filtre biologice* (v. fig. 2.5)

DP – decantor primar;

SPauz – stație de pompare pentru ape uzate;

FB-filtru biologic;

DS-decantor secundar;

SP_{AR} – stație de pompare pentru apă epurată de recirculare.

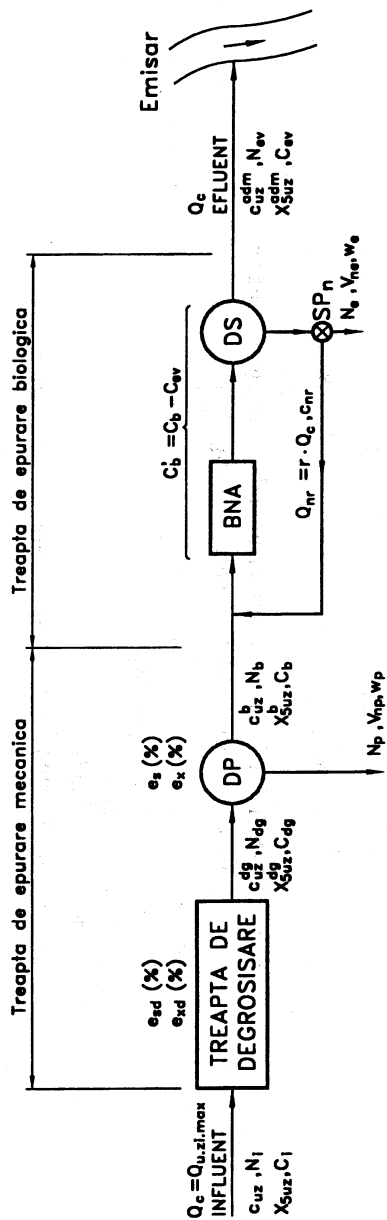


Fig. 3.2. — Schema de calcul pentru bilanțul de substanțe pe linia apei, în schema S7 — cu bazine cu nămol activat (v. fig. 2.7)

DP — decantor primar;

BNA — bazin cu nămol activat;

DS — decantor secundar;

SP_n — stație de pompare pentru nămolul activat de recirculare și în exces

Semnificația tuturor notațiilor este dată în Anexa nr. 4.:

- concentrațiile limită admisibile ale substanțelor poluante din efluentul epurat mecano-biologic, în secțiunea de ieșire din stația de epurare, ca de exemplu c_{uz}^{adm} , X_{5uz}^{adm} etc., în conformitate cu prevederile NTPA 001/2002 sau autorizațiilor de gospodărirea apelor ;
- eficiențele de reținere a substanțelor poluante de către obiectele treptei de degrosare (e_{sd} , e_{xd} etc.) și de către decantorul primar (e_s , e_x etc.);
- umiditatea nămolului primar (w_p), a nămolului în exces (w_e) sau a nămolului biologic în schemele cu filtre biologice;
- concentrațiile în substanță uscată a lichidului din bazinul cu nămol activat (c_m) și a nămolului de recirculare preluat din decantorul secundar (c_m);
- indicele volumetric al nămolului I_{VN} (indexul lui Mohlmann) pentru nămolul activat reținut în decantorul secundar.

3.6. Bilanțul de substanțe pe linia apei se va întocmi pentru fiecare schemă de epurare în parte, determinându-se *cantitățile* de substanță aferente fiecărui poluant în secțiunile principale de calcul și anume în:

- secțiunea de intrare în stația de epurare;
- secțiunea de intrare în decantoarele primare;
- secțiunea de ieșire din decantoarele primare, amonte de stația de pompare a apelor uzate (v. fig. 3.1);
- secțiunea de intrare în treapta biologică;
- secțiunea de evacuare a apei din treapta biologică, respectiv din stația de epurare (dacă aceasta este alcătuită numai din treaptă mecanică).

3.7. În toate calculele de bilanț de substanțe, se va considera ca *debit de calcul* debitul la care apele uzate au cea mai mare încărcare în impurități și anume:

$$Q_c = Q_{uzimax} \quad (3.4)$$

3.8. Pentru schema cu filtre biologice percolatoare (clasice) (v. fig. 3.1), bilanțul de substanțe pe linia apei va determina următoarele cantități de substanțe (se consideră, spre exemplificare, numai indicatorii de impurificare „materii în suspensie” și „substanțe organice biodegradabile exprimate prin CBO_5 ”, asupra cărora epurarea mecano-biologică are eficiențe de reținere semnificative):

3.8.1. Cantitățile de materii în suspensie și de materie organică exprimată în CBO_5 intrate zilnic în stația de epurare:

$$\bullet N_t = c_{uz} \cdot Q_c \text{ (kg/zi)} \quad (3.5)$$

$$\bullet C_t = X_{5uz} \cdot Q_c \text{ (kg } \text{CBO}_5 \text{ /zi)} \quad (3.6)$$

Notă: În prezentul normativ, în scopul unei exprimări mai simple, în loc de „cantitatea de materie organică biodegradabilă exprimată prin CBO_5 ”, se va utiliza expresia „cantitatea de CBO_5 ”.

3.8.2. Cantitățile de materii în suspensie și CBO_5 , evacuate zilnic cu apele degrositate, deci determinate în secțiunea de intrare în decantoarele primare sunt:

$$\bullet N_{dg} = c_{uz}^{dg} \cdot Q_c = (1 - e_{sd}) \cdot N_t \text{ (kg /zi)} \quad (3.7)$$

$$\bullet C_{dg} = X_{5uz}^{dg} \cdot Q_c = (1 - e_{xd}) \cdot C_t \text{ (kg } \text{CBO}_5 \text{ /zi)} \quad (3.8)$$

3.8.3. Cantitățile de materii în suspensie și CBO_5 evacuate zilnic cu apele decantate, deci determinate în secțiunea amonte de stația de pompare a apelor uzate:

$$\bullet N_{dp} = (1 - e_s) \cdot N_{dg} = (1 - e_{sd}) \cdot (1 - e_s) \cdot N_t \text{ (kg/zi)} \quad (3.9)$$

$$\bullet C_{dp} = (1 - e_x) \cdot C_{dg} = (1 - e_{xd}) \cdot (1 - e_x) \cdot C_t \text{ (kg } \text{CBO}_5 \text{ /zi)} \quad (3.10)$$

3.8.4. Debitul de apă epurată pentru recirculare (se determină la dimensionarea filtrelor biologice clasice) are expresia:

$$Q_{AR} = R \cdot Q_c \quad (3.11)$$

unde $R = \frac{Q_{AR}}{Q_c}$ este coeficientul de recirculare și are de regulă valori cuprinse între 0,5 și 3,0.

3.8.5. Concentrația apei epurate (cu care se realizează recircularea) în materii în suspensie este c_{uz}^{adm} , iar în materii organice biodegradabile, X_{5uz}^{adm} .

3.8.6. Concentrațiile în materii în suspensie și în materii organice biodegradabile ale amestecului de ape decantate primar cu ape epurate de recirculare, se determină ca medii ponderate cu debitele aferente, astfel:

$$c_{uz}^b = \frac{c_{uz}^{dp} \cdot Q_c + c_{uz}^{adm} \cdot Q_{AR}}{Q_c + Q_{AR}} \quad (\text{mg/dm}^3) \quad (3.12)$$

$$X_{5uz}^b = \frac{X_{5uz}^{dp} \cdot Q_c + X_{5uz}^{adm} \cdot Q_{AR}}{Q_c + Q_{AR}} \quad (\text{mg CBO}_5/\text{dm}^3) \quad (3.13)$$

3.8.7. Cantitățile de materii în suspensie și CBO_5 intrate zilnic în treapta de epurare biologică:

$$N_b = c_{uz}^b \cdot (Q_c + Q_{AR}) = c_{uz}^{dp} \cdot Q_c + c_{uz}^{adm} \cdot Q_{AR} \quad (\text{kg/zi}) \quad (3.14)$$

$$C_b = X_{5uz}^b \cdot (Q_c + Q_{AR}) = X_{5uz}^{dp} \cdot Q_c + X_{5uz}^{adm} \cdot Q_{AR} \quad (\text{kg CBO}_5/\text{zi}) \quad (3.15)$$

3.8.8. Cantitățile de materii în suspensie și CBO_5 evacuate zilnic cu efluentul epurat, determinate deci în secțiunea de ieșire din stația de epurare:

- pentru materii în suspensie,

$$N_{ev} = c_{uz}^{adm} \cdot Q_c = (1 - d_s) \cdot N_t \quad (\text{kg/zi}) \quad (3.16)$$

unde:

$$d_s = \frac{c_{uz} - c_{uz}^{adm}}{c_{uz}} \cdot 100 = \frac{N_t - N_{ev}}{N_t} \cdot 100 (\%) \quad (3.17)$$

este gradul de epurare necesar privind materiile în suspensie pentru întreaga stație de epurare.

- pentru CBO_5 :

$$C_{ev} = X_{5uz}^{adm} \cdot Q_c = (1 - d_x) \cdot C_t \text{ (kg } CBO_5/\text{zi)} \quad (3.18)$$

unde:

$$d_x = \frac{X_{5uz} - X_{5uz}^{adm}}{X_{5uz}} \cdot 100 = \frac{C_t - C_{ev}}{C_t} \cdot 100 (\%) \quad (3.19)$$

este gradul de epurare necesar privind CBO_5 pentru întreaga stație de epurare.

3.8.9. Cantitățile de materii în suspensie și CBO_5 *reduse* (eliminate sau reținute) zilnic în treapta de epurare biologică:

- pentru materii în suspensie:

$$N'_b = N_b - N_{ev} \text{ (kg/zi)} \quad (3.20)$$

- pentru CBO_5 :

$$C'_b = C_b - C_{ev} \text{ (kg } CBO_5/\text{zi)} \quad (3.21)$$

3.8.10. Gradul de epurare necesar *al treptei de epurare biologică* pentru cele două substanțe poluante se determină cu relațiile:

- pentru materii în suspensie:

$$d_{sb} = \frac{N_b - N_{ev}}{N_b} \cdot 100 = \frac{N'_b}{N_b} \cdot 100 (\%) \quad (3.22)$$

- pentru CBO_5 :

$$d_{xb} = \frac{C_b - C_{ev}}{C_b} \cdot 100 = \frac{C'_b}{C_b} \cdot 100 (\%) \quad (3.23)$$

3.9. Pentru schema care cuprinde bazine cu nămol activat (v. fig. 3.2), bilanțul de substanțe pe linia apei va determina, pentru cei doi poluanți considerați la pct. 3.8., următoarele cantități de substanțe:

3.9.1. Cantitățile de materii în suspensie și de CBO_5 în secțiunea de intrare a apelor uzate în stația de epurare:

$$\bullet N_t = c_{uz} \cdot Q_c \text{ (kg/zi)} \quad (3.24)$$

$$\bullet C_t = X_{5uz} \cdot Q_c \text{ (kg } \text{CBO}_5\text{/zi)} \quad (3.25)$$

3.9.2. Cantitățile de materii în suspensie și CBO_5 evacuate zilnic cu apele degrosisate, deci calculate în secțiunea de intrare în decantoarele primare:

$$\bullet N_{dg} = c_{uz}^{dg} \cdot Q_c = (1 - e_{sd}) \cdot N_t \text{ (kg/zi)} \quad (3.26)$$

$$\bullet C_{dg} = X_{5uz}^{dg} \cdot Q_c = (1 - e_{xd}) \cdot C_t \text{ (kg } \text{CBO}_5\text{/zi)} \quad (3.27)$$

3.9.3. Cantitățile de materii în suspensie și CBO_5 evacuate zilnic cu apele decantate primar, calculate deci în secțiunea de intrare a apelor uzate în treapta de epurare biologică:

$$\bullet N_b = c_{uz}^b \cdot Q_c = (1 - e_s) \cdot N_{dg} = (1 - e_{sd}) \cdot (1 - e_s) \cdot N_t \text{ (kg/zi)} \quad (3.28)$$

$$\bullet C_b = X_{5uz}^b \cdot Q_c = (1 - e_x) \cdot C_{dg} = (1 - e_{xd}) \cdot (1 - e_x) \cdot C_t \text{ (kg } \text{CBO}_5\text{/zi)} \quad (3.29)$$

unde: $- c_{uz}^b = (1 - e_{sd}) \cdot (1 - e_s) \cdot c_{uz} \text{ (mg/dm}^3\text{)} ;$
 $- X_{5uz}^b = (1 - e_{xd}) \cdot (1 - e_x) \cdot X_{5uz} \text{ (mg } \text{CBO}_5\text{/dm}^3\text{)}.$

3.9.4. Cantitățile de materii în suspensie și CBO_5 evacuate zilnic cu efluentul epurat, determinate deci în secțiunea de ieșire din stația de epurare:

• pentru materii în suspensie:

$$N_{ev} = c_{uz}^{adm} \cdot Q_c = (1 - d_s) \cdot N_t \text{ (kg/zi)} \quad (3.30)$$

unde d_x are semnificația dată la punctul 3.8.8. și se determină cu relația (3.17).

- pentru CBO_5 :

$$C_{ev} = X_{5uz}^{adm} \cdot Q_c = (1 - d_x) \cdot C_t \text{ (kg CBO}_5\text{/zi)} \quad (3.31)$$

unde d_x are semnificația dată la punctul 3.8.8. și se determină cu relația (3.19)

3.9.5. Cantitățile de materii în suspensie și CBO_5 reduse (eliminate sau reținute) zilnic în treapta de epurare biologică:

- pentru materii în suspensie:

$$N'_b = N_b - N_{ev} \text{ (kg/zi)} \quad (3.32)$$

- pentru CBO_5 :

$$C'_b = C_b - C_{ev} \text{ (kg CBO}_5\text{/zi)} \quad (3.33)$$

3.9.6. Gradul de epurare necesar al treptei de epurare biologică pentru materiile în suspensie se determină cu relația (3.22), iar pentru CBO_5 cu relația (3.23).

3.10. Cantitățile de substanțe poluante determinate în principalele secțiuni de calcul așa cum s-a arătat la pct. 3.8 și 3.9 servesc pentru dimensionarea obiectelor tehnologice din treptele de epurare mecanică și biologică.

Semnificația notațiilor utilizate în calculele de bilanț de substanțe pe linia apei este indicată în Anexa nr. 2 la prezentul normativ.

Cap. 4. EPURAREA BIOLOGICĂ NATURALĂ

4.1. Câmpuri de irigare și infiltrare

Epurarea biologică naturală reprezintă totalitatea fenomenelor biochimice ce decurg din metabolismul microorganismelor existente în apele uzate și are drept scop reținerea din aceste ape a substanțelor organice coloidale sau dizolvate. Acest tip de epurare se bazează pe capacitatea naturală de autoepurare a solului și a apelor și se realizează pe câmpuri de irigare, câmpuri de infiltrare, filtre de nisip și iazuri biologice (de stabilizare).

Datorită eficienței ridicate pe care o asigură ($95 \div 99 \%$), epurarea biologică naturală este recomandată acolo unde emisarul impune evacuarea unei ape curate, sau în acele cazuri în care această metodă se dovedește avantajoasă din punct de vedere tehnico-economic.

4.1.1. Câmpurile de irigare și infiltrare sunt suprafețe de teren folosite fie pentru epurare și irigare în scopuri agricole (cazul câmpurilor de irigare) fie numai pentru epurare (cazul câmpurilor de infiltrare). De obicei câmpurile de irigare sunt asociate cu câmpurile de infiltrare, ultimele fiind folosite în special în perioadele cu ploii abundente, când nu este nevoie de apă pentru culturi, în perioadele de strâns al recoltei, în perioadele de îngheț etc.

4.1.2. Se recomandă folosirea câmpurilor de irigare și infiltrare în următoarele situații:

- existența unor zone cu precipitații slabe, sub 600 mm/an;
- ape uzate provenite de la localități ce nu depășesc 10.000 locuitori;
- ape uzate cu un conținut de substanțe fertile (azot, fosfor, potasiu) cel puțin egal cu valorile indicate în tabelul 4.1.

*Conținutul în substanțe fertilizante a apelor uzate
și nămolurilor [20]*

Felul apei sau nămolului	Felul substanței (g/loc·zi)			
	Azot	Fosfat (P ₂ O ₅)	Potasiu (K ₂ O)	Materii organice
Ape uzate brute	12,8	5,3	7,0	55,0
Ape uzate epurate biologic	10,0	2,8	6,7	19,0
Nămoluri fermentate	1,3	0,7	0,2	20,0

4.1.3. Pentru preîntâmpinarea colmatării sistemelor de transport și a terenurilor irigate, concentrația de materii în suspensie trebuie să fie minimă; în acest scop se vor utiliza numai ape epurate mecanic. Timpul de decantare primară se recomandă a fi cuprins între 1,5 și 2,0 h.

4.1.4. Răspândirea apelor uzate epurate mecanic pe câmpurile de irigare se poate utiliza numai dacă solul este pretabil. Această caracteristică a solului depinde de: panta terenului natural, textura și permeabilitatea solului, nivelul apelor freatice, intensitatea salinizării etc.

Pentru cunoașterea evoluției calității solului în perioada utilizării apelor uzate ca ape de irigații, este necesară urmărirea în timp a modificărilor fizico-chimice produse asupra solului.

4.1.5. În perioadele ploioase apele uzate vor fi trimise pe câmpurile de infiltrare sau reținute în bazine de stocare.

În cazul în care emisarul nu poate să suporte încărcări suplimentare, chiar și pentru perioadele mici din timpul ploilor se va construi o stație de epurare artificială, mecanică sau biologică care să funcționeze temporar sau permanent. Irigarea se va realiza numai în perioadele secetoase cu apele uzate epurate în stație.

4.1.6. În timpul iernii, pentru epurarea apelor uzate folosind procedeul cu câmpuri de infiltrație, se recomandă următoarele soluții:

– Inundarea câmpurilor și înghețarea apei pe suprafața parcelor, apă care se va infiltra lent în sol în zilele călduroase de primăvară.

– Irigarea sub gheață a câmpurilor mari de irigare pe 70-80 % din suprafața totală a parcelor. Procedeul constă în executarea unor brazde de 25-30 cm peste care se trimite apă uzată într-un strat de 50-60 cm, urmând a se realiza pe crestele brazdelor un pod de gheață de 20-30 cm grosime sub care irigarea se desfășoară în mod normal pe toată perioada rece.

4.1.7. Câmpurile de irigare (terenuri agricole destinate irigației) se împart în parcele, având suprafețe cu lungimi de 1000-2000 m și lățimi de 150-250 m, raportul mediu dintre cele două dimensiuni fiind de 5/1. Panta longitudinală a parcelor este recomandat să fie cuprinsă între 0,001-0,002 pentru terenuri argilo-nisipoase și 0,03 pentru terenuri nisipoase, iar panta transversală va avea valori între 0,002 și 0,005.

4.1.8. Se disting următoarele metode de răspândire a apelor uzate:

- *Răspândirea prin brazde* – la care rețeaua provizorie se compune din rigole de irigare, amplasate la distanța de 10-20 m și din brazde de udare dispuse perpendicular pe rigole la distanța de 1,00 m una de alta (v. fig. 4.1). Pământul scos din brazde va forma straturile pe care se cultivă plantele.
- *Răspândirea prin inundare* (irigarea prin fâșii) – rețeaua provizorie se compune din rigole de irigare din care apa uzată este răspândită pe fâșii cu lățimea de 10-15 m delimitate de diguri de pământ de mică înălțime (v. fig. 4.2).

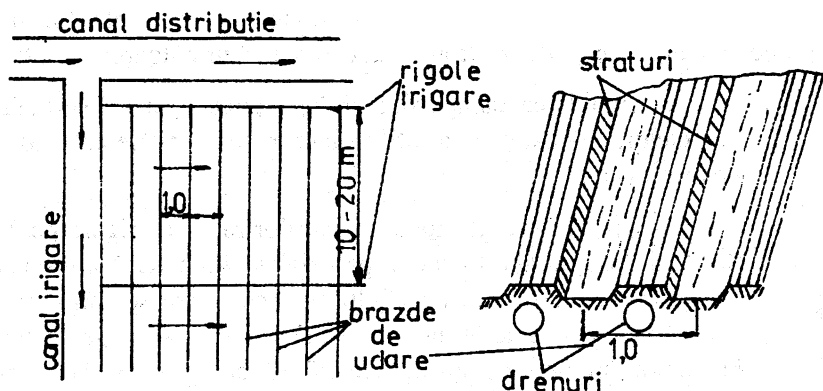


Fig. 4.1. – Irigarea culturilor prin brazde

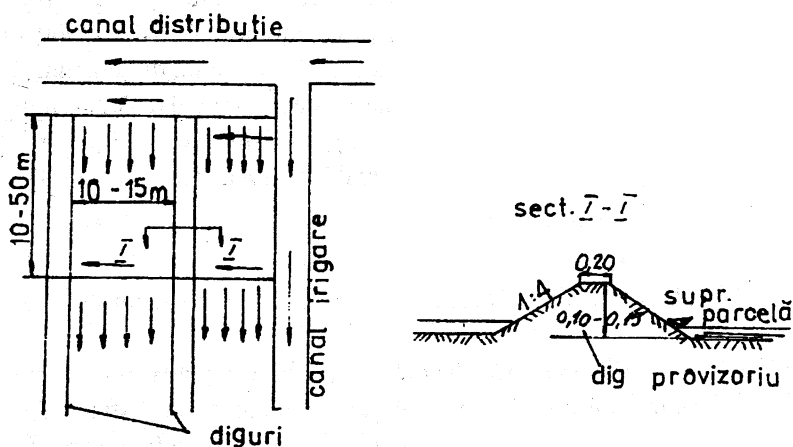


Fig. 4.2. – Irigarea culturilor pe fâșii

- *Răspândire la suprafața solului* (scurgerea superficială pe parcele înierbate) – parcelele pe care apele uzate se scurg gravitațional, au lungimi de 30-40 m iar panta se alege de 2°-8°. La partea inferioară a parcelelor se prevăd jgheaburi de colectare a apei epurate (v. fig. 4.3). Eficiența procedeului

depinde de: lungimea terenului în pantă, gradul de epurare preliminară și temperatură. (Rezultate favorabile se obțin în absența timpului friguros.)

Acest sistem trebuie realizat simultan, pe mai multe parcele, astfel ca periodic câte una să poată fi scoasă din funcțiune și cosită apoi, eventual reînsămânțată.

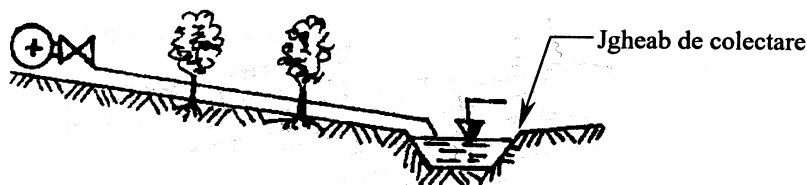


Fig. 4.3. – Irigarea culturilor pe la suprafața solului

- *Răspândirea prin aspersiune* – aplicabilă acolo unde culturile agricole necesită un asemenea mod de irigare și unde relieful zonei nu permite curgerea gravitațională. La acest sistem nu este nevoie de drenaj, întrucât se trimite apă numai în măsura necesarului pentru dezvoltarea plantelor.

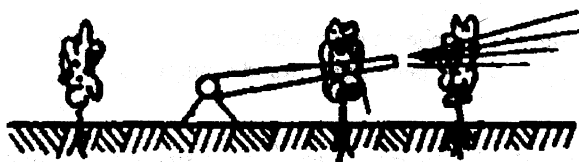


Fig. 4.4. – Irigarea culturilor prin aspersiune

4.1.9. În mod obișnuit câmpurile de irigare și infiltrare sunt alcătuite din următoarele construcții (v. fig. 4.5):

- canalul principal de aducțiune a apei epurate mecanic;

- rețeaua de distribuție a apei pe parcele ce constă din canale de distribuție și canale de irigație;
- rețeaua de desecare a parcelelor ce constă din drenuri, canale de colectare principale și secundare precum și guri de vărsare în emisar.

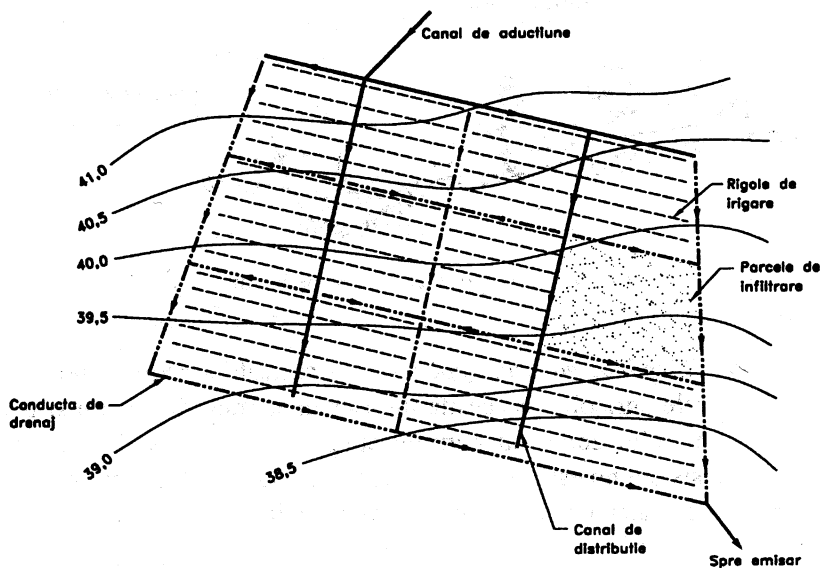


Fig. 4.5. – Schema parcelor și instalațiilor necesare pentru un câmp de irigare

Într-o altă clasificare, rețeaua de distribuție a apelor uzate pe parcele este alcătuită dintr-o rețea cu caracter permanent și una cu caracter provizoriu. Canalele de distribuție și de irigație ce alcătuiesc rețeaua permanentă asigură repartizarea apei în rețeaua provizorie de irigație care diferă în funcție de metoda de răspândire adoptată și de tipul de cultură.

Pe lângă componentele enumerate mai sus mai există construcții și instalații auxiliare necesare câmpurilor de irigare și infiltrare ce constau din:

- stăvilare, vane, cămine de vizitare etc., necesare funcționării și exploatării conductelor și canalelor de diferite tipuri;
- drumuri necesare circulației între parcele, a căror lățime variază între 2,50 și 3,00 m;
- diguri pentru separarea parcelelor, a căror înălțime minimă trebuie să fie de 0,70 m;
- diguri de apărare contra inundațiilor provocate de apele de suprafață învecinate sau ce provin din topirea zăpezilor (lățimea minimă la coronamentul digului este de 0,70 m);
- plantații de arbori pentru a împiedica transportul muștelor și a mirosului.

4.1.10. Datorită variabilității necesarului de apă de irigare (funcție de anotimp, umiditatea solului, cerințe agrotehnice etc.) se vor realiza bazine de stocare amplasate între sursa de apă uzată și rețeaua de distribuție pe parcele. În aceste bazine de stocare se produce o decantare suplimentară și o îndepărtare mai avansată a helminților.

4.1.11. Atât canalul principal de aducțiune cât și canalul de distribuție, se vor executa închise sau deschise, ele având un caracter de permanență în exploatare.

Canalele de irigație sunt în general deschise și au un caracter sezonier. Panta radierului canalelor principale și de distribuție se recomandă a se considera minim 0,008, iar a celor de irigare de 0,001-0,002.

4.1.12. Drenajul închis care se aplică numai solurilor slab permeabile (argiloase, argilo-nisipoase cu granule mici etc.), se va realiza din tuburi ceramice cu diametrul de 50-100 mm, iar amplasarea se va face sub fiecare parcelă pe lungimi ce nu vor depăși 100 m. Panta de pozare a tuburilor se va încadra în intervalul 0,0025-0,005, asigurându-se viteze ale influentului de 0,2-1,0 m/s. Drenurile executate sub formă de canale deschise se vor aplica la solurile nisipoase, ușor permeabile. Adâncimea de pozare a tuburilor se va

stabili funcție de structura litologică a solului și de tipul de folosință a terenului (arabil, pășune etc.).

4.1.13. La proiectarea câmpurilor de irigare și infiltrare se va ține seama de următoarele studii preliminare:

- studiu de calitate pentru caracterizarea apelor uzate în vederea folosirii lor ca apă de irigație: stabilirea eventualului pericol de colmatare, de sărăturare, de alcalinizare, de intoxicare, de infectare a solului etc.;
- analiza oportunității aplicării irigațiilor cu ape uzate pentru compensarea deficitului de umiditate;
- stabilirea pretabilității terenului agricol (compatibilității solului) la împrăștierea apelor uzate în câmp;
- stabilirea culturilor pretabile și a asolamentelor;
- studiu hidrogeologic pentru stabilirea nivelului pânzei freatice și a capacității de epurare a solului;
- studiu topografic pentru estimarea terenului disponibil;
- studiu pedoclimatic pentru alegerea asolamentelor și efectuarea investițiilor pedoameliorative ale solului;
- stabilirea parametrilor tehnico-economici ai amenajării pentru evaluarea fezabilității întregului proiect și alegerea variantei optime.

4.1.14. Parametri de proiectare considerați sunt:

- Calitatea apei utilizate la irigații (STAS 9450);
- Necesarul de apă specific (determinat conf. STAS 1343/4-89):

$$D = E_p - 10 P - F - R_t + R_f \quad (\text{m}^3/\text{lună} \cdot \text{ha}) \quad (4.1)$$

unde:

D – necesarul de apă specific (deficit) ($\text{m}^3/\text{lună} \cdot \text{ha}$);

E_p – evapotranspirația potențială ($\text{m}^3/\text{lună} \cdot \text{ha}$);

P – înălțimea precipitațiilor utile care pot fi reținute în sol ($\text{mm}/\text{lună}$);

F – aportul de apă freatică ($\text{m}^3/\text{lună} \cdot \text{ha}$);

R_i – rezerva de apă din sol, la începutul lunii (m^3/ha);

R_f – rezerva de apă din sol la sfârșitul lunii (m^3/ha).

Dacă în relația (4.1) se obțin valori negative ale necesarului specific de apă, acestea se vor considera zero.

- Hidromodulul (debitul de irigare):

$$q = \frac{D_c}{T} \quad (\text{dm}^3/\text{s} \cdot \text{ha}) \quad (4.2)$$

unde:

D_c – debitul lunar de calcul (dm^3/ha);

T – durata de distribuire a apei pe parcursul unei luni (s).

În lipsa datelor necesare pentru determinarea bilanțului apei în sol, dimensionarea câmpurilor de irigare și infiltrare, precum și a instalațiilor de alimentare cu apă și de desecare, se va face pe baza normelor de irigare, a normelor de udare și a normelor de infiltrare (v. tabelul 4.2).

Tabelul 4.2.

Norme de udare și de irigare cu ape uzate în funcție de culturi [5]

Genul culturii	Cultura	Norma de udare (m^3/ha)		Norma de irigare ($\text{m}^3/\text{ha} \cdot \text{zi}$)
		de la	până la	
0	1	2	3	4
Culturi principale	Cereale – toamnă	200	300	300
	Cereale – primăvară	200	450	450
	Rapiță – toamnă	250	500	1500
	Cartofi timpurii	200	400	800
	Cartofi mijlocii	200	400	600
	Cartofi târzii	200	400	600

0	1	2	3	4
Culturi principale	Sfeclă	400	500	1500
	Trifoi	500	600	3000
	Porumb	500	750	4000
	Fânețe	500	750	4000
	Pășuni	500	750	7000
Culturi intercalate	Secară – nutreț	200	400	1000
	Porumb – nutreț	400	600	1500
	Trifoi	400	600	1500

- Suprafața câmpurilor de irigare:

$$A_{ig} = \frac{Q_{u, ztmed}}{N_{ig}} \text{ (ha)} \quad (4.3)$$

unde:

$Q_{u, ztmed}$ – debitul uzat zilnic mediu epurat mecanic (m^3/zi);

N_{ig} – norma de irigare ($m^3/ha \cdot zi$).

- Suprafața câmpurilor de infiltrare:

$$A_{if} = \alpha \cdot \frac{Q_{u, ztmed}}{N_{if}} = \alpha \cdot \frac{A_{ig} \cdot N_{ig}}{N_{if}} \text{ (ha)} \quad (4.4)$$

unde:

α – coeficient care exprimă partea din debitul uzat zilnic mediu care se distribuie pe câmpurile de infiltrare;

$Q_{u, ztmed}$ – debitul uzat zilnic mediu epurat mecanic (m^3/zi);

N_{ig} – norma de irigare ($m^3/ha \cdot zi$);

N_{if} – norma de infiltrare ($m^3/ha \cdot zi$).

- Suprafața necesară construcțiilor auxiliare (diguri, drumuri etc.):

$$A_d = k \cdot (A_{ig} + A_{if}) \text{ (ha)} \quad (4.5)$$

unde:

k – coeficient care ține seama de suplimentarea suprafețelor de teren, datorită amenajărilor de lucrări auxiliare; se

consideră orientativ $k = 0,15 - 0,25$, dar poate să ajungă și la 0,50 în cazul unui relief accidentat;

A_{ig} – suprafața câmpurilor de irigare (ha);

A_{if} – suprafața câmpurilor de infiltrare (ha);

• Suprafața totală necesară amenajării câmpurilor de irigare și infiltrare:

$$A_t = A_{ig} + A_{if} + A_d \text{ (ha)} \quad (4.6)$$

• Grosimea stratului de gheață care se formează în timpul iernii:

$$h_g = \frac{\beta \cdot Q_{u. \text{zl. med}} \cdot T_{ing}}{\gamma \cdot A_{ing}} + h_0 \text{ (m)} \quad (4.7)$$

unde:

β – coeficient de infiltrare și evaporare iarna; se ia 0,30-0,40 pentru soluri argiloase și 0,60-0,75 pentru soluri nisipoase;

T_{ing} – durata perioadei de îngheț (zile);

γ – greutatea specifică a gheții, $\approx 0,9 \text{ t/m}^3$;

A_{ing} – suprafața pe care se continuă irigarea pe timpul iernii, ($\approx 0,75A_{ig}$) (m^2);

h_0 – grosimea stratului de zăpadă ce se depune pe suprafața gheții, circa 0,10 m;

$Q_{u. \text{zlmed}}$ – debitul uzat zilnic mediu epurat mecanic (m^3/zi).

Înălțimea stratului de gheață va trebui să nu depășească 0,70-0,80 m, pentru a nu rezulta înălțimi mari necesare digurilor. Dacă această condiție nu este respectată se va aplica procedeul de infiltrație sub gheață.

Rețeaua de distribuție a apei uzate se va dimensiona pentru următoarele debite:

• Debitul de calcul al canalului principal:

$$Q_c = Q_{u. \text{oramax}} \text{ (dm}^3/\text{s)} \quad (4.8)$$

unde:

$Q_{u. \text{oramax}}$ – debitul uzat orar maxim epurat mecanic (dm^3/s).

• Debitul de calcul ce revine unei parcele de 1 ha, valoare pentru care se dimensionează canalele de distribuție și irigație a apei pe parcele este:

$$q_{ig} = \frac{1000 N_{ig} \cdot t}{3600 t_u} \text{ (dm}^3/\text{s} \cdot \text{ha)} \quad (4.9)$$

unde:

q_{ig} – debitul de irigare (hidromodulul) ($\text{dm}^3/\text{s} \cdot \text{ha}$);

N_{ig} – norma de irigare ($\text{m}^3/\text{ha} \cdot \text{zi}$);

t – perioada dintre două udări succesive; se ia ≈ 5 zile (zile);

t_u – timpul de udare; se ia ≈ 1 oră pentru 1 ha de parcelă udată (ore).

Dacă debitul calculat cu relația (4.9) rezultă mai mare decât debitul uzat orar maxim ($Q_{u.orar\max}$) în calcule se va lua în considerație ultimul.

Rețeaua de desecare se va dimensiona respectând următorii parametri:

• Debitul apelor evacuate de pe parcela cu suprafața de 1 ha, conform relației (4.10):

$$q_{des} = \frac{1000 \alpha \cdot N_{ig} \cdot t \cdot n}{86400 t_{des}} \text{ (dm}^3/\text{s} \cdot \text{ha)} \quad (4.10)$$

unde:

q_{des} – debitul de desecare colectat de pe suprafața unui ha de parcelă (modulul de scurgere) ($\text{dm}^3/\text{s} \cdot \text{ha}$);

α – coeficient de infiltrație în sol; se ia $\approx 0,5$;

N_{ig} – norma de irigare ($\text{m}^3/\text{ha} \cdot \text{zi}$);

t – perioada dintre două udări succesive; se ia ≈ 5 zile (zile);

n – coeficient care ține seama de pătrunderea neuniformă a apei în rețeaua de drenaj; se ia 1,5;

t_{des} – timpul în care trebuie să se producă desecarea; se ia $(0,4-0,5) \cdot t$ (zile);

- Debitul de calcul al unui dren:

$$Q_{dren} = q_{des} \cdot A_{des} \text{ (dm}^3/\text{s)} \quad (4.11)$$

unde:

q_{des} – debitul de desecare colectat de pe suprafața unui ha de parcelă (modulul de scurgere) ($\text{dm}^3/\text{s} \cdot \text{ha}$);

A_{des} – suprafața deservită de un singur dren (ha).

Această suprafață se calculează cu relația de mai jos:

$$A_{des} = \frac{L \cdot b}{10000} \text{ (ha)} \quad (4.12)$$

unde:

L – lungimea drenului (nu trebuie să depășească 120 m) (m);

b – distanța între drenuri (m).

- Distanța dintre drenurile sau șanțurile de desecare:

$$b = 632 (H - h) \cdot \sqrt{\frac{k}{q_{des}}} \text{ (m)} \quad (4.13)$$

unde:

H – adâncimea la care se așează drenurile; se apreciază adâncimi de 1,20-1,50 m pentru drenajul închis și adâncimi de 1,50-2,0 m pentru canalele de desecare;

h – adâncimea de drenare; se ia $\approx 0,60$ m pentru fâneață și $\approx 1,00$ m pentru legume;

k – coeficientul de permeabilitate; se ia circa 1,0-0,1 cm/s pentru nisip și circa 0,004-0,001 cm/s pentru soluri argilo-nisipoase (cm/s);

q_{des} – debitul de desecare colectat de pe suprafața unui ha de parcelă (modulul de scurgere) în $\text{dm}^3/\text{s} \cdot \text{ha}$.

Distanța dintre drenuri, pentru diferite soluri și adâncimi de așezare poate fi luată și din tabelul 4.3.

Distanța dintre drenuri pentru diferite soluri și adâncimi [20]

Natura solului	Distanța dintre drenuri b , (m), la adâncimi de așezare a lor de:	
	1,25 m	1,50 m
Argilă obișnuită	6,5	8,0
Argilă nisipoasă grea	8,0	10,0
Argilă nisipoasă obișnuită	9,5	12,0
Argilă nisipoasă mărunță	12,0	15,0
Sol nisipos	16,0	26,0

4.2. Iazuri de stabilizare (biologice)

4.2.1. Iazurile de stabilizare denumite și iazuri biologice, sunt bazine excavate în pământ, amenajate de cele mai multe ori în depresiuni naturale, având adâncimi de apă de 0,6-1,2 m și ca scop epurarea apelor uzate brute sau epurate parțial într-o oarecare măsură.

În practică s-a adoptat următoarea clasificare a iazurilor biologice:

- iazuri biologice aerobe ($h_a = 0,6 \div 1,2 \text{ m}$);
- iazuri biologice facultativ aerobe ($h_a = 1,2 \div 1,8 \text{ m}$);
- iazuri biologice anaerobe ($h_a = 2,0 \div 3,0 \text{ m}$).

4.2.2. Procesele de epurare care se desfășoară în iazurile biologice sunt de tip aerob sau/și anaerob, acestea bazându-se pe factori naturali.

4.2.3. Iazurile biologice pot fi folosite atât pentru epurarea apelor uzate menajere, cât și pentru cele orășenești și industriale, cu condiția ca acestea să nu conțină substanțe toxice.

4.2.4. Adâncimea iazurilor biologice poate să ajungă la 2,0-3,0 m și chiar mai mult, în zonele unde variațiile sezoniere de temperatură sunt mari (cazul țării noastre), iar apele uzate sunt în prealabil epurate mecanic [10], caz în care sunt cunoscute mai mult sub denumirea de lagune.

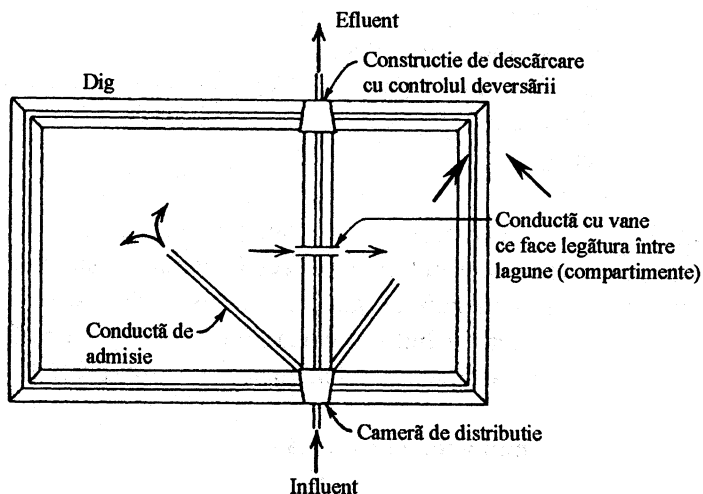
4.2.5. La iazurile biologice cu adâncimi mai mari de 1,0 m, fermentarea nămolului depus pe fund se face în condiții anaerobe, ceea ce poate conduce la emanații de gaze cu mirosuri neplăcute. Acest fenomen se produce atunci când cantitatea de nămol depusă pe fundul iazului este mare și, de asemenea, adâncimea este mare (peste 1,0 m).

4.2.6. Iazurile biologice pot fi alcătuite din unul sau mai multe compartimente. În cazul în care iazurile sunt alcătuite din două sau mai multe compartimente, acestea sunt legate în serie sau în paralel (v. fig. 4.6).

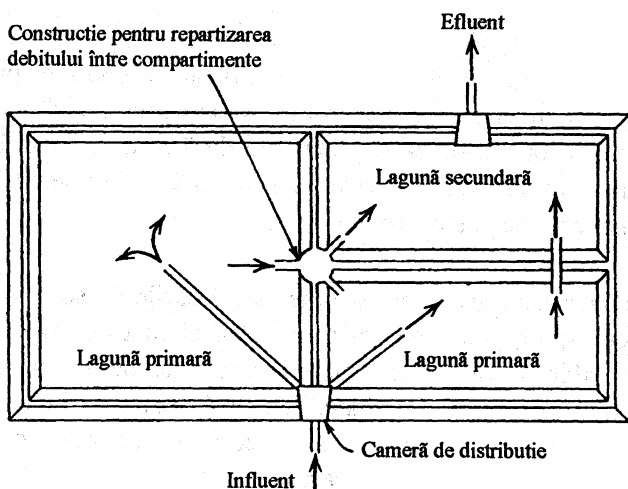
Soluția frecvent aplicată este cu compartimente legate în serie întrucât, în acest mod, se obține un grad ridicat de epurare; primul compartiment este împărțit în două, cu funcționare alternativă, pentru a permite curățarea lor periodică (la intervale de 2-3 ani), iar ultimele compartimente sunt populate cu pește (aici cantitatea de oxigen trebuie să fie în permanență de peste 3 mg O₂/l).

4.2.7. Dacă iazul este compartimentat, digurile de separare vor avea lățimi corespunzătoare pentru a se putea circula cu utilajele de curățire a iazurilor (v. fig. 4.7); taluzurile vor fi acoperite cu pereuri din piatră, asphalt sau vor fi înierbate. Radierul iazului trebuie să fie curățat în permanență de ierburi și uneori, în anumite condiții hidrogeologice, el se impermeabilizează.

4.2.8. Admisia apelor uzate se recomandă a se face prin mai multe puncte, folosind conducte imersate la 20-30 cm sub nivelul apei. În felul acesta se vor evita apariția de zone moarte, acolo unde se manifestă intens procesele de fermentare anaerobă.



a) Cele două compartimente pot funcționa atât în paralel cât și în serie



b) Trei compartimente din care două primare ce pot funcționa în paralel sau serie, urmate de un compartiment secundar care poate prelua încărcări suplimentare și controla evacuarea apelor epurate

Fig. 4.6. – Tipuri de iazuri de stabilizare (biologice)

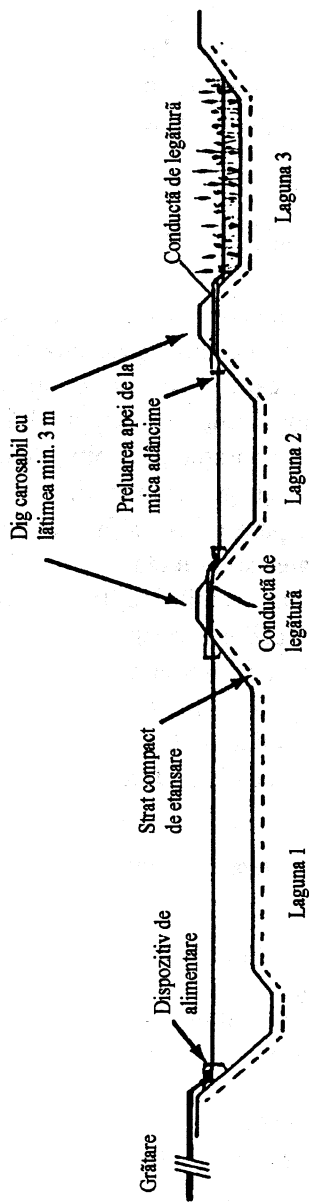


Fig. 4.7. – Profil tehnologic printr-un iaz biologic compartimentat

4.2.9. Evacuarea apei epurate din iaz este indicat a se efectua printr-un sistem de conducte și armături care să permită captarea apei de la diferite adâncimi. Se vor prevedea conducte de golire a iazului, iar în cazul în care dezvoltarea algelor este foarte puternică la evacuare se va amplasa o instalație de reținere a acestora (grătare fine, site mecanice etc.).

4.2.10. La proiectarea iazurilor biologice sunt necesare următoarele date preliminare:

- studii calitative și cantitative asupra apelor uzate;
- studii hidrologice și meteorologice efectuate în zona de amplasare a iazurilor, din care să rezulte: temperatura medie a aerului, direcția vânturilor predominante, gradul de acoperire a cerului, luminozitatea, evaporația, precipitațiile etc.;
- studii topografice și geotehnice din care să rezulte: adâncimea la care se află pânza freatică, structura, alternanța și duritatea rocilor, porozitatea solului etc.;
- condițiile de evacuare, posibilitățile de reutilizare a apei epurate, combaterea mirosurilor, a muștelor, rozătoarelor etc.;
- posibilități tehnice de recirculare a apei pentru asigurarea unui mediu aerob în iaz, sau utilizarea aerării artificiale cu ajutorul aeratoarelor mecanice fixe sau plutitoare (pe flotori) amplasate în diferite puncte pe suprafața iazului.

4.2.11. Parametrii de proiectare ai iazurilor biologice sunt dați în tabelul 4.4 [20]:

- Timpul de retenție al apei în iaz:

$$T = \frac{V}{Q_{u. \text{ zilmed}}} \text{ (zile)} \quad (4.14)$$

unde:

V – volumul util al iazului (m^3);

$Q_{u. \text{ zilmed}}$ – debitul uzat zilnic mediu ($\text{m}^3_{/\text{zi}}$).

• Suprafața necesară a iazului biologic se poate determina cu ajutorul volumului determinat din relația (4.14), care se raportează la adâncimea impusă (h_{impus}) [5]:

$$A_{iaz} = \frac{V}{h_{impus}} = \frac{T \cdot Q_{u. \text{zl. med}}}{h_{impus}} \text{ (m}^2\text{)} \quad (4.15)$$

sau conform relației:

$$A_{iaz} = \frac{F_t}{I_{OA}} \text{ (ha)} \quad (4.16)$$

unde:

I_{OA} – încărcarea organică pe suprafață ($\text{kgCBO}_5/\text{hazi}$) ;

F_t – cantitatea de substanță organică admisă în iaz (factorul de încărcare organică al iazului) (kgCBO_5/z) .

4.2.12. Pentru evaluarea calității apei uzate efluente din iazul biologic se recomandă următoarele formule de calcul:

$$X_{5uz}^{ev} = \frac{X_{5uz}^b}{K_T \cdot T + 1} \quad (4.17)$$

unde:

X_{5uz}^{ev} – concentrația în substanțe organice exprimate în CBO_5 a efluentului iazului biologic ($\text{mg CBO}_5/\text{l}$);

X_{5uz}^b – concentrația în substanțe organice exprimate în CBO_5 influente în iazul biologic (mgCBO_5/l);

K_T – constantă de viteză la temperatura $\theta^\circ\text{C}$ conform diagramei din fig. 4.8, în (zile^{-1});

T – timpul de retenție, în (zile).

Pentru evaluarea rapidă a volumului iazului biologic se poate folosi relația:

$$V = 35 Q_c \cdot X_{5uz}^b \cdot 1,08^{(35-\theta)} \text{ (m}^3\text{)} , \quad (4.18)$$

unde notațiile folosite au semnificația specificată mai sus.

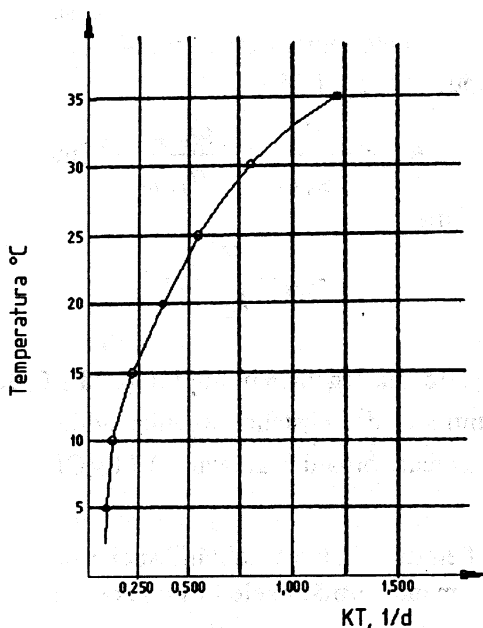


Fig. 4.8. – Diagrama constantei de viteză funcție de temperatura θ .

Tabelul 4.4.

Parametri de dimensionare a iazurilor biologice

Tipul iazului	Adâncimea iazului (m)	Încărcarea în locuitori (loc./ha)	Încărcarea organică pe suprafață (g CBO ₅ /m ² · zi)	Timp de retenție	Eficiența epurării (%)
Anaerob	2,0 – 3,0	–	35 – 60	6– 60 zile	10 – 50
Facultativ aerob	1,2 – 1,8	250	0,6 – 1,0	luni	75 – 80
Aerob	0,6 – 1,2	1000	5,5	≈ 30 zile	80 – 95
	< 0,6	2000	11 (iarna)	2 – 10 zile	80 – 95
		5000	25 (vara)		90 – 95

Cap. 5. EPURAREA BIOLOGICĂ ARTIFICIALĂ

5.1. Rol

Epurarea biologică artificială reproduce în mod intensiv fenomenele de autoepurare a solurilor și apelor de suprafață, realizând condițiile necesare (de debit, temperatură, pH, timp de contact, hrană etc.) dezvoltării masei bacteriene cu ajutorul căreia se mineralizează și se rețin substanțele organice biodegradabile aflate în stare coloidală sau dizolvată în apele uzate efluente din treapta de epurare mecanică.

Fenomenul de epurare biologică se bazează pe reacțiile metabolice ale unor populații mixte de bacterii, ciuperci și alte microorganisme inferioare, în special protozoare. În practica epurării aceste biocenoze poartă denumirea de **biomasă**.

Substanțele organice din apă pot fi îndepărtate de către microorganisme care le utilizează ca hrană, respectiv drept sursă de carbon. Ele constituie așa numitul substrat organic.

O parte din materiile organice utilizate de către microorganisme servesc la producerea energiei necesare pentru mișcare sau pentru desfășurarea altor reacții consumatoare de energie cum ar fi sinteza de materie vie, respectiv reproducerea (înmulțirea) microorganismelor.

Materialul celular nou creat se grupează pe un suport solid, dacă acesta există, realizând în jurul său o peliculă denumită membrană biologică, sau se grupează în flocoane (fulgi) care plutesc în masa de apă.

5.2. Clasificare

În funcție de procedeele de epurare predominante, epurarea biologică artificială se poate clasifica astfel (v. pct. 2.1):

- a – epurare biologică cu *biomasă sau peliculă fixată*, realizată în filtre biologice clasice ori echipate cu biodiscuri etc.;
- b – epurare biologică cu *biomasă în suspensie* realizată în bazine cu nămol activat, șanțuri de oxidare ș.a.;
- c – epurare biologică **mixtă** realizată în instalații de tip STM.

5.3. Filtre biologice

5.3.1. Amplasarea în schema tehnologică: după treapta de epurare mecanică, mai precis, după decantoarele primare.

5.3.2. Rol: mineralizează (oxidează) substanțele organice biodegradabile cu ajutorul microorganismelor aerobe care trăiesc și se dezvoltă pe pelicula (membrana) biologică fixată pe materialul de umplură din care este alcătuit filtrul.

5.3.3. Clasificare

Filtrele biologice pot fi clasificate în funcție de mai multe criterii și anume:

a) *După modul de funcționare și alcătuirea constructivă:*

- de contact;
- percolatoare (cu picurare), denumite și „clasice”;
- cu contactori biologici rotativi.

b) *După încărcarea organică și hidraulică:*

- de mică încărcare;
- de medie încărcare;
- de încărcare normală;
- de mare încărcare.

c) *După forma în plan:*

- circulare;
- rectangulare.

d) *După sistemul de distribuție al apei pe suprafața materialului filtrant:*

- cu sistem de distribuție fix și vas de dozare;
- cu sistem de distribuție mobil și vas de dozare (la filtrele biologice cu forma în plan dreptunghiulară);
- cu sistem de distribuție rotativ (la filtrele biologice cu forma în plan circulară). Acest sistem nu necesită în mod obișnuit vas de dozare.

e) *Din punct de vedere al ventilației:*

- cu ventilație naturală;
- cu ventilație artificială;

f) *Din punct de vedere al contactului cu atmosfera:*

- filtre biologice deschise (în majoritatea cazurilor);
- filtre biologice închise (în cazuri rare).

5.3.4. Elemente comune tuturor tipurilor de filtre biologice

5.3.4.1. Toate tipurile de filtre biologice necesită în prealabil decantare primară, în principal pentru evitarea colmatării premature a materialului filtrant.

5.3.4.2. Debitul de calcul este Q_{uztmax} .

5.3.4.3. Debitul de verificare este:

- $Q_v = Q_{uoramax} + Q_{ARmax}$, la filtrele cu recircularea apei epurate;
- $Q_v = Q_{uoramax}$, la filtrele fără recirculare.

5.3.4.4. Fenomenele de epurare și microorganismele mineralizatoare sunt de tip aerob, caracterizându-se prin prezența oxigenului și prin procesele de oxidare, care sunt predominante.

5.3.4.5. La toate tipurile de filtre se dezvoltă pe suprafața de contact (suprafața suport) o peliculă care, în mod continuu sau intermitent se desprinde și este antrenată de apă în decantoarele secundare unde este reținută sub formă de nămol biologic.

Ca urmare decantoarele secundare nu pot lipsi niciodată din schemele de epurare cu filtre biologice, deoarece ele trebuie să rețină pelicula biologică produsă și evacuată din filtre.

5.3.4.6. Cu excepția filtrelor biologice cu contactori rotativi (ex. filtre biologice cu discuri) este necesară pomparea apei decantate

primar în filtre, deoarece în majoritatea cazurilor acestea sunt construcții supraterrane.

5.3.4.7. *Nămolul biologic* reținut în decantoarele secundare nu este recirculat în amonte de filtre, deoarece ar putea conduce la colmatarea acestora. În anumite cazuri însă (v. pct. 5.4.15.3. și 5.4.16.3.), se recirculă apă epurată (filtrată și decantată), pentru scăderea încărcării organice volumetrice a filtrului biologic.

5.3.4.8. Contactul dintre apa uzată și materialul filtrant sau de contact (la filtrele biologice cu discuri) trebuie să fie intermitent, pentru a se permite aprovizionarea cu oxigen a microorganismelor mineralizatoare.

5.3.4.9. Pentru dezvoltarea materialului celular viu și desfășurarea activității de mineralizare a substratului organic, este necesar ca în apa uzată să se găsească anumite substanțe fertilizante cum ar fi azotul și fosforul, substanțe care să se afle într-un anumit raport față de carbon.

De obicei, în apele uzate menajere și orașenești, sunt asigurate cerințele cantitative minime și anume:

$$\text{CBO}_5 : \text{N} : \text{P}$$

$$100 : 5 : 1$$

La apele uzate sărace în azot și fosfor, se adaugă artificial substanțe ce conțin azot și fosfor (fertilizare), astfel încât cerințele minime de mai sus să fie îndeplinite.

5.3.4.10. În reținerea substanțelor organice coloidale și dizolvate de către microorganismele care trăiesc și se dezvoltă în pelicula biologică atașată de granulele materialului filtrant, fenomenele predominante sunt cele de interfață (la suprafața de separație dintre apă și granule) cum ar fi fenomenele de sitare, adsorbție și de decantare în spațiul dintre granule.

5.3.5. Criterii de alegere

5.3.5.1. Filtrele biologice sunt utilizate pentru debite de ape uzate mici și medii (de regulă $Q_{uztmax} < 250 \text{ dm}^3/\text{s}$) și pentru încărcări reduse cu materii în suspensie și materii organice biodegradabile.

5.3.5.2. *Filtrele biologice de contact*, constau din bazine de cca. 1,0 m înălțime pline cu piatră spartă în care se introduce apa uzată o dată sau de două ori pe zi, apă care se evacuează după 2-3 ore de staționare. În restul timpului filtrul rămâne fără apă, în scopul aerării și formării membranei biologice. Datorită randamentului redus și exploatării dificile, acest tip de filtre nu se mai utilizează în prezent.

Cele mai utilizate filtre sunt cele percolatoare (joase și turn) și cele cu biodiscuri.

5.4. Filtre biologice percolatoare (cu picurare) joase

5.4.1. Sunt construcții în care apa uzată decantată primar este distribuită intermitent pe suprafața filtrului și străbate în sens descendent un strat de material filtrant în care are loc practic epurarea biologică a apelor uzate.

Ele pot fi clasificate în filtre biologice joase (v. fig. 5.1) și filtre biologice turn (v. fig. 5.4).

Alcătuire constructivă

5.4.2. Filtrele biologice percolatoare joase, sunt alcătuite din următoarele elemente constructive principale (v. fig. 5.1):

- pereții exteriori;
- stratul de material filtrant;
- radierul drenant;
- radierul compact;
- sistemul de distribuție al apei pe suprafața materialului filtrant;
- rigole de colectare a apei filtrate;
- ferestre de acces a aerului pentru realizarea ventilației (tirajului).

5.4.3. Pereții exteriori limitează spațiul ocupat de materialul filtrant și sunt realizați în prezent din beton armat dar pot fi executați pentru filtre de dimensiuni mai mici și din cărămidă, piatră sau beton simplu.

Pereții din beton armat au grosimi de 20-30 cm și trebuie să fie etanși. Ei au rolul de a proteja materialul filtrant și procesele biologice care au loc în filtru împotriva frigului, de a favoriza tirajul necesar ventilației și de a împiedica ieșirea la exterior a muștelor *Psychoda*.

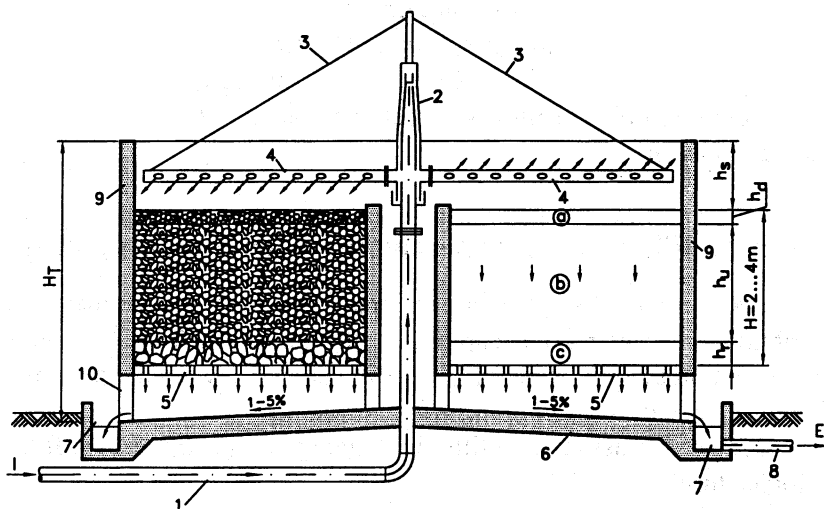


Fig. 5.1. – Filtru biologic percolator de înălțime redusă („jos”)

- | | |
|--|---------------------------------------|
| 1 – influent; | 8 – conductă de transport a apei |
| 1 – conductă de alimentare cu apă | filtrate spre decantare; |
| decantată a filtrului; | 9 – pereți exteriori; |
| 2 – cap rotativ; | 10 – ferestre de acces a aerului; |
| 3 – tiranți; | a – strat de repartiție; |
| 4 – conductă de distribuție perforată; | b – strat util („de lucru”); |
| 5 – radier drenant; | c – strat suport (de susținere sau de |
| 6 – radier compact; | rezistență) |
| 7 – rigolă perimetrală de colectare a | |
| apei filtrate; | |

5.4.4. Stratul de material filtrant, se caracterizează prin natura, dimensiunile granulelor și înălțimea lui.

Din punct de vedere al naturii materialului filtrant, se poate utiliza cărămidă, zgură, cocs, roci sparte cum ar fi tuful vulcanic, scoria bazaltică, diverse module din material plastic etc.

5.4.5. Stratul de material filtrant este alcătuit la rândul său din: (v. fig. 5.1):

a – stratul de repartiție în grosime de 0,20...0,30 m, alcătuit din granule cu dimensiuni de 20...30 mm;

b – stratul util sau „de lucru”, în grosime de 1,60...3,60 m, alcătuit din granule cu dimensiuni de 30...50 mm;

c – stratul suport sau de rezistență, în grosime de 0,20...0,30 m, alcătuit din granule cu dimensiuni de 50...80 mm.

5.4.6. Pentru a putea fi utilizat eficient stratul de material filtrant trebuie să îndeplinească următoarele condiții [20]:

- să fie alcătuit din granule cât mai uniforme pentru a oferi un volum maxim de goluri și o suprafață de contact cât mai mare;

- să aibă o suprafață rugoasă și poroasă spre a mări suprafața de contact cu apele uzate;

- să fie rezistentă la acțiunea mecanică a apei și a stratului de deasupra;

- să fie rezistent la variațiile de temperatură și de calitate a apelor uzate;

- să fie negeliv;

- să nu conțină substanțe inhibitoare sau bactericide pentru microorganismele mineralizatoare;

- granulele materialului filtrant să nu conțină părți fine și să fie curate, neacoperite cu pământ, urmărindu-se ca înainte de introducerea în filtru, materialul să fie bine spălat de orice impuritate;

- să favorizeze distribuția uniformă a apei uzate în materialul filtrant, să asigure tirajul de aer necesar pentru

alimentarea cu oxigen a peliculei biologice precum și curgerea liberă a apei și a peliculei biologice antrenate de apă spre zona de evacuare din filtru;

– să se evite distrugerea prin presare a materialului filtrant în perioada de execuție, interzicându-se accesul mijloacelor de transport pe suprafața filtrului. Se recomandă realizarea umpluturii cu ajutorul benzilor transportoare.

5.4.7. Înălțimea stratului filtrant este de regulă 1,80...2,00 m, dar pot fi adoptate înălțimi de până la 4,00 m pentru influenți cu concentrații mari de substanțe organice, la filtre biologice de mare încărcare și când există recircularea apei epurate, dacă se asigură o bună ventilare, adică un tiraj suficient de aer prin filtru.

5.4.8. Radierul drenant are rolul de a susține stratul de material filtrant și apa de deasupra și de a permite trecerea apei și a peliculei biologice spre evacuare. El se poate executa din elemente prefabricate din beton sau beton armat care au prevăzute orificii sau fante cu dimensiuni mai mici decât granulele materialului filtrant. Suprafața fantelor reprezintă cca. 15 % din suprafața orizontală a filtrului.

5.4.9. Radierul compact reprezintă elementul de construcție care are rolul de a prelua și transmite la teren sarcinile provenite de deasupra (materialul filtrant, apa, elementele de sprijin a radierului drenant, pereți etc.).

5.4.10. Fața superioară a radierului compact va fi concepută astfel (prin practicarea unor rigole și a unor pante corespunzătoare) încât să permită colectarea și curgerea radială a apei filtrate spre rigola periferică de colectare, precum și realizarea unor viteze suficient de mari care să favorizeze antrenarea peliculei biologice de pe radier (min 0,70 m/s).

5.4.11. Distanța dintre cele două radiere (drenant și compact) trebuie să fie de cel puțin 0,30 m la centru și de 0,70...1,0 m la periferie, pentru a permite spălarea radierului compact și a rigolelor radiale practicate în acesta la filtrele biologice de dimensiuni importante (cu diametrul cuvei mai mare de 10...15 m).

5.4.12. Ventilația filtrelor biologice are drept scop să asigure oxigenul necesar proceselor biochimice aerobe și să îndepărteze bioxidul de carbon rezultat din aceste procese.

5.4.12.1. Ventilația filtrelor este de obicei naturală, ea datorându-se diferenței de temperatură dintre interiorul și exteriorul filtrului. Tirajul se realizează prin materialul filtrant, curentul de aer intrând sau ieșind din filtru prin ferestrele (deschiderile) practicate la baza filtrului, între cele două radiere.

5.4.12.2. Suprafața ferestrelor dintre cele două radiere trebuie să fie suficient de mare pentru a lăsa să treacă aerul în cantitatea necesară. Această suprafață se apreciază a fi de minimum 15 % din aria orizontală a filtrului biologic.

5.4.12.3. Orientativ, pentru o diferență de temperatură de 6°C între interiorul și exteriorul filtrului sau invers, se realizează un curent specific de aer de 0,3 m³/m², min. (sau 18 m³/m², h), care este echivalentul unei bune ventilații.

5.4.13. Ventilația artificială este rar practică și își găsește justificarea în cazul filtrelor biologice închise sau amplasate în încăperi, în scopul protecției împotriva frigului și a evitării răspândirii mirosurilor neplăcute și a muștelor *Psychoda* în mediul înconjurător.

5.4.14. Distribuția apelor uzate la suprafața filtrelor biologice

5.4.14.1. Pe suprafața filtrelor biologice se distribuie *numai apă uzată decantată primar*.

5.4.14.2. Admisia apei la suprafața filtrelor biologice percolatoare se face de obicei prin pompare, filtrele fiind în marea majoritate a cazurilor construcții supraterane.

5.4.14.3. Sistemele de distribuție trebuie să asigure *udarea intermitentă* a materialului filtrant, astfel încât între două udări să existe o perioadă de alimentare cu aer a materialului filtrant, pentru asigurarea oxigenului necesar proceselor biochimice.

5.4.14.4. Distribuția apei pe suprafața filtrului se poate realiza prin sisteme de distribuție *fixe* sau *mobile*.

5.4.14.5. Sistemele de distribuție fixe reunesc vasul de dozare și sistemul propriu-zis de distribuție a apei pe suprafața filtrului, care poate fi realizat din:

- conducte perforate;
- jgheaburi perforate;
- jgheaburi basculante;
- rețea de dozare cu sprinklere.

5.4.14.6. *Vasul de dozare* are rolul de a asigura intermitența în udarea cu apă uzată a materialului filtrant și presiunea necesară pentru buna funcționare a sistemelor de distribuție (conducte și jgheaburi perforate, sprinklere etc.).

5.4.14.7. Vasul de dozare este realizat dintr-un bazin prevăzut cu o instalație de sifonare dimensionată astfel încât să se amorseze la atingerea unui nivel maxim și să se dezamorseze automat la atingerea unui nivel minim.

5.4.14.8. Volumul vasului de dozare se determină în funcție de durata de golire ($t_g = 1...5$ minute) și de diferența dintre debitul de apă uzată care pleacă din rezervor pentru a alimenta sistemul de distribuție și debitul care intră în rezervor.

5.4.14.9. Timpul total de umplere și golire al rezervorului nu trebuie să depășească 5...15 minute.

Diametrul conductei sifon se determină pentru o viteză de cca. 1,0 m/s.

5.4.14.10. *Jgheaburile și conductele perforate* pentru distribuția apei pe suprafața filtrului, se amplasează la o distanță de 1,20-2,0 m una de alta și la cca. 0,30-0,60 m deasupra materialului filtrant.

Diametrul conductelor sau lățimea jgheaburilor este de 0,20-0,30 m, iar orificiile, având diametrul de 10-20 mm sunt amplasate la distanțe de 0,50 - 1,0 m unele de altele.

5.4.14.11. *Jgheaburile basculante* sunt metalice și sunt amplasate deasupra materialului filtrant. Au secțiunea transversală asimetrică, de formă triunghiulară și sunt astfel construite și articulate încât la atingerea unui anumit nivel jgheabul se răstoarnă și apa uzată se răspândește pe suprafața filtrului. După golire, jgheabul revine automat în poziție inițială prin modificarea centrului de greutate.

Jgheaburile basculante sunt utilizate în instalațiile mici de epurare și nu necesită vas de dozare.

5.4.14.12. *Sprinklerele* sunt amplasate pe o rețea de conducte pe cât posibil din materiale necorozive, la distanțe de 1,0-1,5 m unele de altele. Pentru aceleași motive, de evitare a coroziunii, sprinklerele se fac din bronz sau aluminiu.

De regulă, sprinklerul se realizează sub forma unui ajutoraj fixat pe conductele de distribuție, ajutoraj care are prevăzut în dreptul orificiului de ieșire un deflector de tipul unei pâlnii conice.

Pâlnia este fixată de ajutoraj printr-un braț metalic elastic, care permite ajustarea distanței dintre pâlnie și capul ajutorajului.

5.4.14.13. Vasul de dozare care alimentează instalația de sprinklere trebuie amplasat pe verticală la o astfel de înălțime, încât ținându-se seama de pierderile de sarcină pe traseul vas de dozare-sprinklere, să poată fi realizate valorile necesare pentru debit și presiune la ieșirea din ajutoraj.

5.4.14.14. Sistemele de distribuție fixe sunt din ce în ce mai rar utilizate în prezent, dintre ele însă instalația de sprinklere fiind cea mai răspândită.

5.4.14.15. *Distribuitoarele mobile* sunt de două tipuri:

- distribuitorul rotativ;
- distribuitorul cu deplasare longitudinală (de tip „du-te vino”).

5.4.14.16. *Distribuitorul rotativ* constă dintr-un cap rotativ (v. fig. 5.1) de care sunt fixate 2-4 conducte orizontale perforate prin care apa este distribuită pe suprafața filtrului. Autopropulsarea este asigurată prin efectul de reacție hidraulică, dacă se asigură o înălțime de presiune de 30...75 cm la ieșirea din orificii. Turația este de 1-2 rot/min la distribuitoarele mici și de 0,5 rot/min la cele mari.

5.4.14.17. Udarea materialului filtrant se face intermitent, asigurându-se un timp suficient de contact cu aerul a peliculei biologice între două udări.

5.4.14.18. Orificiile conductelor perforate sunt amplasate la cca. 15-25 cm de suprafața materialului filtrant, orizontalitatea conductelor respective fiind asigurată de tiranți care leagă partea superioară a capului rotativ de extremitatea conductei de distribuție (eventual și de alte puncte intermediare la conductele lungi).

5.4.14.19. Acest tip de distribuitor se aplică la filtrele biologice care au forma în plan circulară și poate funcționa cu sau fără vas de dozare.

5.4.14.20. *Distribuitorul cu deplasare longitudinală* (de tip „du-te vino”) se aplică în cazul filtrelor biologice cu formă dreptunghiulară în plan. El funcționează de obicei împreună cu un vas de dozare deplasându-se în lungul cuvei filtrului. Distribuitorul asigură intermitență în udarea materialului filtrant, condiție esențială pentru aprovizionarea cu aer a membranei biologice și desfășurarea în condiții optime a proceselor biochimice.

Ajuns la capătul cursei, distribuitorul parcurge cuva în sens invers, reudând treptat materialul filtrant.

5.4.14.21. În scopul realizării unei eficiențe bune a epurării biologice, intervalul de timp dintre două udări trebuie ales astfel încât membrana biologică să se păstreze în permanență în stare umedă (lucru valabil pentru toate sistemele de distribuție a apei pe suprafața filtrului).

5.4.15. Scheme de epurare cu filtre biologice percolatoare

5.4.15.1. Schemele de epurare cu filtre biologice percolatoare pot fi cu o singură treaptă sau cu două trepte de filtrare. De asemenea, ele pot fi *fără recirculare* și *cu recircularea apei* epurate în amonte de filtru.

5.4.15.2. În fig. 5.2 se prezintă 4 scheme cu o singură treaptă de filtrare biologică și anume:

- a – fără recirculare și cu trimiterea nămolului primar Q_p și a nămolului biologic Q_{nb} în treapta de prelucrare a nămolului;
- b – cu recircularea apei epurate în amonte de filtrul biologic și cu trimiterea nămolului primar și a celui biologic în treapta de prelucrare a nămolului;

- c – fără recirculare, cu trimiterea nămolului biologic în amonte de decantorul primar și a amestecului de nămol primar cu cel biologic Q_{pb} , în treapta de prelucrare a nămolului;
- d – cu recircularea apei epurate în amonte de filtrul biologic și cu trimiterea nămolului biologic în amonte de decantorul primar. Amestecul de nămol primar cu cel biologic, este evacuat din decantorul primar în treapta de prelucrare a nămolului.

5.4.15.3. În cazul unor ape uzate influente în stația de epurare, cu încărcare mare în substanțe organice biodegradabile (exprimate prin CBO_5), este necesară o a doua treaptă de epurare cu filtre biologice pentru a se obține în efluentul epurat indicatorii de calitate impuși de NTPA 001/2002 și NTPA 011/2002 sau de autorizația de gospodărirea apelor.

5.4.15.4. În fig. 5.3 sunt prezentate schemele de epurare biologică mai uzuale cu două trepte de filtrare și anume:

- a – fără recircularea apei epurate și cu trimiterea nămolului primar și a nămolului biologic din ambele trepte spre instalațiile de prelucrare a nămolului;
- b – cu recircularea apei epurate în amonte de fiecare filtru biologic și cu trimiterea nămolului primar precum și a nămolului biologic din ambele trepte spre instalațiile de prelucrare a nămolului;
- c – cu recircularea apei epurate în amonte de fiecare filtru și cu trimiterea nămolului biologic din ambele trepte în amonte de decantorul primar. Amestecul de nămol primar cu nămol biologic este evacuat spre instalațiile de prelucrare a nămolului.

5.4.15.5. Pe lângă schemele prezentate în fig. 5.2 și 5.3, pot fi adoptate și alte scheme de epurare, funcție de parametri calitativi ai apelor ce trebuie epurate și de condițiile impuse de organele abilitate pentru efluentul epurat, cu justificarea tehnico-economică corespunzătoare.

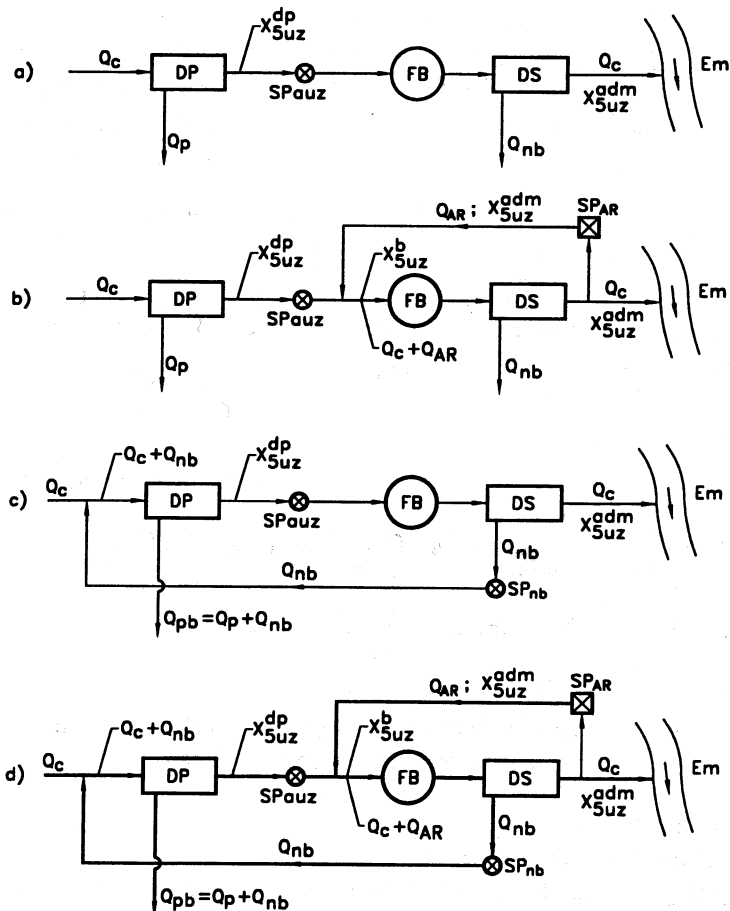


Fig. 5.2. – Scheme de epurare biologică cu filtre percolatoare de mică și mare încărcare, cu o singură treaptă

DP – decantor primar;
 SPauz – stație de pompare pentru ape uzate;
 FB – filtru biologic;
 DS – decantor secundar;
 SPnb – stație de pompare pentru nămolul biologic;

Q_c – debitul de calcul;
 Q_{nb} – debitul de nămol biologic;
 Q_{AR} – debitul apei de recirculare;
 Q_{pb} – debitul amestecului de nămol primar cu nămol biologic;
 Q_p – debitul de nămol primar;
 Em – emisar.

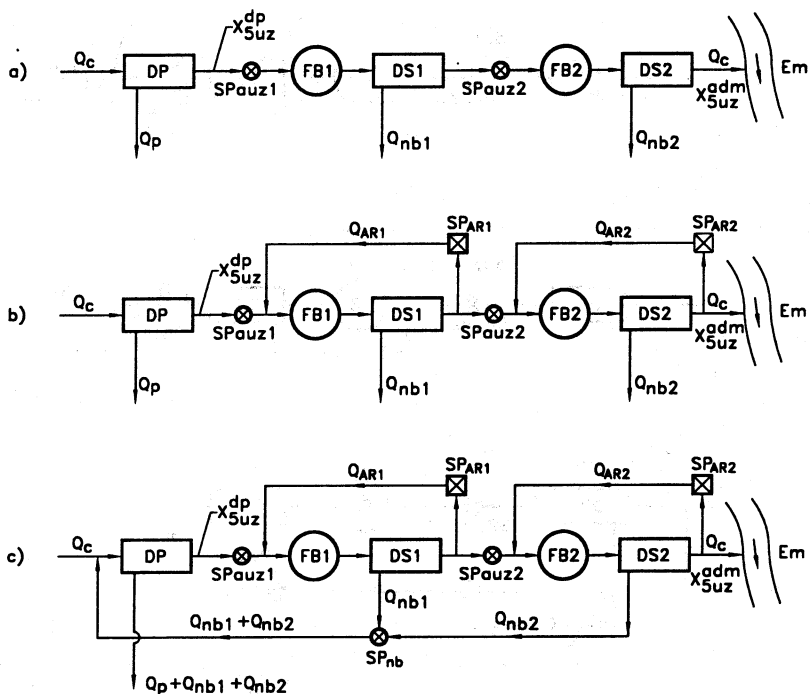


Fig. 5.3 – Scheme de epurare biologică în două trepte cu filtre percolatoare de mică și mare încărcare

Q_c – debitul de calcul;

Q_p – debitul de nămol primar;

Q_{nb1} și Q_{nb2} – debitul de nămol biologic din prima și a doua treaptă de epurare;

Q_{AR1} și Q_{AR2} – debitul apei de recirculare din prima și a doua treaptă de epurare;

FB1 și FB2 – filtru biologic din prima și a doua treaptă de epurare;

DS1 și DS2 – decantor secundar din prima și a doua treaptă de epurare;

SP_{AR1} și SP_{AR2} – stație de pompare pentru ape de recirculare din prima și a doua treaptă de epurare;

SP_{pauz1} și SP_{pauz2} – stație de pompare pentru apă uzată din prima și a doua treaptă de epurare;

SP_{nb} – stație de pompare pentru nămolul biologic;

Em – emisar.

5.4.16. Parametrii de proiectare ai filtrelor biologice percolatoare

5.4.16.1. Debitul funcție de care se realizează dimensionarea filtrelor biologice este $Q = Q_c + Q_{AR}$, unde $Q_c = Q_{uztmax}$, iar Q_{AR} conf. relației (5.1).

5.4.16.2. Debitul de verificare, în schemele fără recirculare este $Q_v = Q_{H \text{ orar max}}$, iar în schemele cu recirculare, $Q_v = Q_{H \text{ orar max}} + Q_{AR \text{ max}}$.

5.4.16.3. Debitul apei epurate de recirculare se calculează cu relația:

$$Q_{AR} = R \cdot Q_c \quad (5.1)$$

unde R poartă denumirea de coeficient de recirculare și se definește prin relația:

$$R = \frac{Q_{AR}}{Q_c} \quad (5.2)$$

Coeficientul de recirculare se determină dintr-o ecuație de bilanț de substanțe scrisă la intrarea în filtrul biologic și anume (v. fig. 3.1):

$$X_{5uz}^{dp} \cdot Q_c + X_{5uz}^{adm} \cdot Q_{AR} = X_{5uz}^b (Q_c + Q_{AR}) \quad (5.3)$$

în care se introduce expresia debitului apei de recirculare Q_{AR} dată de relația (5.2). Rezultă expresia:

$$R = \frac{X_{5uz}^{dp} - X_{5uz}^b}{X_{5uz}^b - X_{5uz}^{adm}} \quad (5.4)$$

5.4.16.4. Valoarea concentrației în CBO_5 la intrarea în treapta biologică X_{5uz}^b se limitează de regulă la 150 mg/dm^3 pentru filtre de mică încărcare și 300 mg/dm^3 pentru celelalte tipuri de filtre.

Valoarea concentrației de CBO_5 din efluentul epurat X_{5uz}^{adm} se impune prin normele de protecția apelor [64], [66] sau prin autorizația

de gospodărire a apelor, iar concentrația în CBO_5 a apelor decantate primar X_{5uz}^{dp} se determină cu relația:

$$X_{5uz}^{dp} = (1 - e_{xd}) (1 - e_x) \cdot X_{5uz} \quad (5.5)$$

Cu valorile de mai sus, se determină coeficientul de recirculare R aplicând relația (5.4).

5.4.16.5. Factorul hidraulic al recirculării reprezintă raportul dintre debitul de apă uzată introdus în filtru pe timpul recirculării și debitul de calcul:

$$F_h = \frac{Q_c + Q_{AR}}{Q_c} = 1 + R \quad (5.6)$$

5.4.16.6. Factorul biologic al recirculării se determină cu relația:

$$F_b = \frac{F_h}{[1 + (1 - f) R]^2} \quad (5.7)$$

unde f reprezintă proporția de materie organică (exprimată în CBO_5) îndepărtată la fiecare trecere a apei prin filtru și care se consideră de obicei $f = 0,90$. Practic, factorul biologic al recirculării reprezintă numărul mediu de treceri a materiei organice prin filtru.

5.4.16.7. Pentru diferite valori ale lui R și $f = 0,90$, se pot calcula valorile corespundente pentru F_h și F_b , valori care se indică în tabelul 5.1.

Tabelul 5.1.

R	0,5	1	2	3	4	5	8	15
$F_h = 1 + R$	1,5	2	3	4	5	6	9	16
$F_b = \frac{F_h}{(1 + 0,1R)^2}$	1,36	1,65	2,08	2,36	2,55	2,67	2,78	2,56

Deoarece factorul biologic al recirculării nu mai crește în mod sensibil pentru valori ale coeficientului de recirculare $R > 3,0$ se recomandă pentru R valori cuprinse între 0,5 și 3,0.

5.4.16.8. Încărcarea organică a filtrului biologic reprezintă raportul dintre cantitatea de substanță organică (exprimată în CBO_5) introdusă zilnic în treapta biologică C_b și volumul de material filtrant V_{mf} . Ea se determină cu relația:

$$I_o = \frac{C_b}{V_{mf}} \text{ (g CBO}_5\text{/m}^3\text{, zi)} \quad (5.8)$$

unde C_b se determină prin efectuarea bilanțului de substanțe cu relația (3.15).

5.4.16.9. Încărcarea hidraulică a filtrului biologic se determină ca raport al debitului apelor uzate admis în filtru $Q = Q_c + Q_{AR}$ și suprafața orizontală a filtrului A_0 . Relația de calcul este:

$$I_h = \frac{Q}{A_0} \text{ (m}^3\text{ a.uz./m}^2\text{, h)} \quad (5.9)$$

5.4.16.10. Eficiența de eliminare a materiei organice de către cuplul filtru biologic-decantor secundar se definește prin relația (3.23).

5.4.16.11. În funcție de tipul filtrelor biologice, în tabelul 5.2 se indică principalii parametri de proiectare ai acestora [20]:

5.4.16.12. Înălțimea totală a stratului de material filtrant H , va avea valori cuprinse între 2,0 și 4,0 m.

5.4.16.13. Forma constructivă în plan a filtrului biologic depinde de sistemul de distribuție a apei pe filtru. Astfel, forma se alege circulară pentru distribuitoarele rotative și dreptunghiulară pentru distribuția cu sprinklere, conducte și jgheaburi perforate sau distribuitoare cu deplasare longitudinală (tip „du-te vino”).

Tabelul 5.2.

Parametrul	UM	Tipul filtrului biologic			
		Mică încărcare	Medie încărcare	Încărcare normală	Mare încărcare
1	2	3	4	5	6
I_0	g CBO ₅ /m ³ , zi	≤ 200	200-450	450-750	750-1100
I_h	m ³ a.uz./m ² , h	< 0,2	0,4-0,8	0,6-1,2	0,7-1,5
d_{xd}	%	> 85 % (medie 92 %)	> 80 % (medie 88 %)	> 75 % (medie 83 %)	> 70 % (medie 77 %)
X_{5uz}^{adm}	mg/dm ³	≤ 20	≤ 25	≤ 30	≤ 45

5.4.16.14. Încărcarea organică și hidraulică a filtrelor biologice din schema cu două trepte este, conform valorilor din tabelul 5.2, după cum în treptele respective filtrele sunt de mică sau mare încărcare.

5.4.16.15. Volumul de material filtrant necesar se determină cu relația:

$$V_{mf nec} = \frac{C_b}{I_0} \text{ (m}^3\text{)} \quad (5.10)$$

unde valorile pentru încărcarea organică I_0 sunt indicate în tabelul 5.2 funcție de tipul filtrului (de încărcare mică, medie, normală sau mare).

5.4.16.16. Aria orizontală a suprafeței de filtrare rezultă din expresia (5.9):

$$A_0 = \frac{Q}{I_h} \text{ (m}^2\text{)} \quad (5.11)$$

unde valorile încărcării hidraulice I_h dau în tabelul 5.2 funcție de tipul filtrului biologic.

5.4.16.17. Înălțimea stratului de material filtrant se calculează cu relația:

$$H = \frac{V_{mf}}{A_0} = X_{5uz}^b \cdot \frac{I_h}{I_0} \quad (\text{m}) \quad (5.12)$$

Înălțimea astfel determinată trebuie să respecte valorile indicate la pct. 5.4.16.12.

5.4.16.18. Numărul minim al cuvelor de filtrare este $n = 2$. Dacă totuși, din motive justificate se adoptă o singură cuvă, atunci se va prevedea posibilitatea de ocolire (by-passare) a cuvei.

5.4.16.19. Suprafața maximă a unei cuve de filtrare poate fi de 2000 m², dar, din considerente tehnologice și constructive se recomandă să nu depășească 1000 m².

5.4.16.20. Eficiența cuplului filtru biologic-decantor secundar se poate calcula pentru schema cu o singură treaptă de epurare biologică, cu formula NCR [20], recomandată de Național Research Council SUA:

$$E = \frac{1}{1 + 0,014 \sqrt{\frac{I_0}{F_h}}} \quad (5.13)$$

în care încărcarea organică I_0 se exprimă în g CBO₅/m³ mat.filtr., zi, iar factorul hidraulic al recirculării se determină cu relația (5.6).

Această eficiență trebuie să rezulte egală sau mai mare decât gradul de epurare necesar privind CBO₅ al treptei biologice d_{xb} , determinat cu relația (3.23) din efectuarea bilanțului de substanțe pe linia apei.

5.4.16.21. În cazul când există dublă treaptă de epurare cu filtre biologice, eficiența celei de-a doua trepte se calculează tot cu relația

(5.13) în care se introduce încărcarea organică considerată pentru această treaptă.

5.4.16.22. Eficiența de epurare a treptei biologice (filtru plus decantor secundar) se poate calcula și cu relația propusă de Eckenfelder W.W.Jr [20] și anume:

$$E = \left(1 - \frac{X_{5uz}^{adm}}{X_{5uz}^b} \right) \cdot 100 (\%) \quad (5.14)$$

în care raportul

$$\frac{X_{5uz}^{adm}}{X_{5uz}^b} = \frac{1}{1 + 3888 \frac{H^{0.67}}{Q^{0.50}}} \quad (5.15)$$

Acest raport ține seama de înălțimea stratului de material filtrant adoptat precum și de debitul admis în filtru, $Q = Q_c + Q_{AR}$.

În relația (5.15) înălțimea stratului H se introduce în metri, iar debitul Q în m^3/zi .

5.4.16.23. Soluția optimă privind eficiența de epurare, gradul de recirculare, încărcarea hidraulică și înălțimea stratului de material filtrant, se alege în urma unor calcule tehnico-economice comparative.

5.5. Filtre biologice percolatoare turn

5.5.1. Sunt instalații de epurare biologică care se desfășoară mai mult pe înălțime, având formă circulară în plan și raportul dintre înălțime și diametru $H/D = 6 : 1 \dots 8 : 1$.

5.5.2. Filtrul este alcătuit din mai multe straturi filtrante de 2,0... 4,50 m înălțime dispuse pe verticală și separate între ele prin spații de 0,40...0,50 m înălțime, care servesc pentru realizarea unui tiraj corespunzător unei intense aerări a materialului filtrant (v. fig. 5.4).

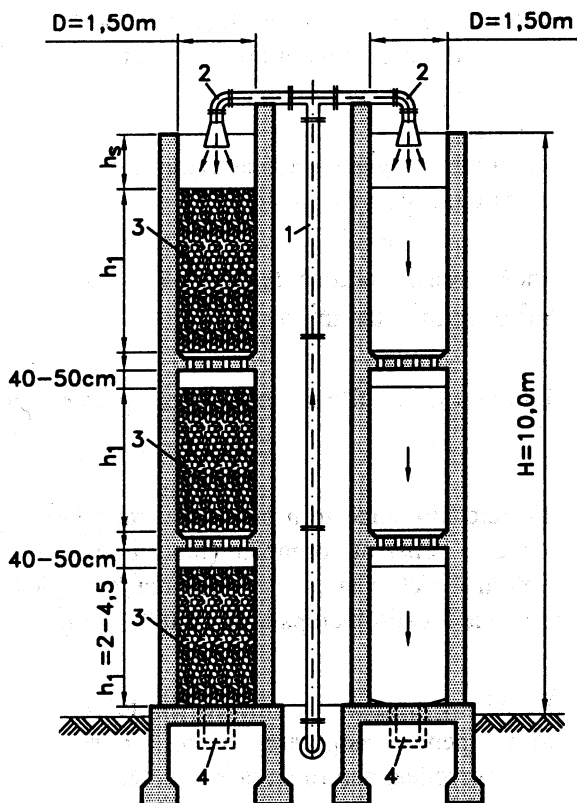


Fig. 5.4 – Filtru biologic turn

- | | |
|---|--|
| 1 – conducta de alimentare a filtrului
cu apă uzată decantată; | 3 – material filtrant; |
| 2 – conducte de distribuție a apei pe
filtru; | 4 – rigole de colectare a apei filtrate. |

5.5.3. Se recomandă a se adopta înălțimi de turn de până la 10 m pentru epurarea apelor uzate cu o concentrație în CBO_5 la intrarea în filtru $X_{5\text{uz}}^b = 200 \text{ mg/dm}^3$ și de până la 15 m pentru ape uzate cu $X_{5\text{uz}}^b = 300 \text{ mg/dm}^3$.

5.5.4. Admisia apei în filtru se face prin pompare la partea superioară a acestuia, iar distribuția apei pe suprafața de filtrare se face continuu, de obicei cu sprinklere.

5.5.5. Încărcarea organică a materialului filtrant $I_0 = 500...1800 \text{ g CBO}_5/\text{m}^3 \text{ mat. filtr.}, \text{ zi}$.

5.5.6. Încărcarea hidraulică I_h poate fi considerată până la $120 \text{ m}^3 \text{ a.uz.}/\text{m}^2, \text{ zi}$ ($5 \text{ m}^3 \text{ a.uz.}/\text{m}^2, \text{ h}$).

5.5.7. La acest tip de filtre, recircularea apei epurate este rar utilizată.

5.5.8. Filtrele biologice turn sunt utilizate pentru ape uzate puternic încărcate cu substanțe organice (fabrici de conserve, sanatorii, clinici veterinare etc.) și pentru epurarea biologică a apelor uzate provenite de la localități cu până la 10.000 locuitori.

5.5.9. La partea inferioară a fiecărei trepte de filtrare se vor prevedea ferestre pentru asigurarea ventilării și tirajului. De asemenea, se vor prevedea, pentru fiecare treaptă, deschideri care să permită încărcarea, respectiv evacuarea materialului filtrant.

5.6. Contactori biologici rotativi

5.6.1. Contactorii biologici rotativi (cunoscuți sub denumirea Rotating Biological Contactors – RBC) sunt instalații de epurare alcătuite din discuri din material plastic cufundate 35-40 % din diametru în apa uzată decantată primar în prealabil, care se rotesc lent (1-3 rot/min.) prin intermediul unui electromotor și a unui reductor de turație.

Aceste, instalații sunt cunoscute și sub denumirea de *Filtre Biologice cu Discuri (FBD)*, iar discurile constitutive se mai numesc *biodiscuri*.

5.6.2. Filtrele biologice cu discuri au rolul de a mineraliza și de a elimina substanțele organice biodegradabile aflate în stare coloidală sau dizolvată din apele uzate decantate primar.

Ele pot fi utilizate și în scheme de epurare prin care se urmărește nitrificarea, denitrificarea și reținerea fosforului din apele uzate.

5.6.3. Filtrele biologice cu discuri se amplasează în fluxul tehnologic după decantoarele primare și în amonte decantoarelor secundare (v. fig. 2.6 – Schema S6).

5.6.4. Decantorul primar și decantorul secundar *nu pot lipsi* din schema de epurare care conține filtre biologice cu discuri.

5.6.5. În schemele de epurare cu filtre biologice cu discuri nu se recirculă, de regulă, nici apa epurată, nici nămolul biologic.

5.6.6. Instalațiile de epurare biologică cu biodiscuri nu sunt construcții înalte și nu necesită, în mod normal, pomparea apei.

Pomparea apei se va prevedea numai în situațiile în care relieful terenului, cotele apei și soluția tehnologică adoptată impun acest lucru.

Instalația de biodiscuri necesită un consum redus de energie, zgomotul în timpul funcționării este neglijabil și procesul de epurare poate fi complet automatizat funcție de cantitatea și calitatea apei tratate.

Nu necesită întreținere zilnică și nici mână de lucru calificată.

5.6.7. Utilizarea filtrelor biologice cu discuri este avantajoasă în cazul unor debite reduse de ape uzate provenite de la mici

colectivități (5-500 locuitori), unități militare, campinguri, mici unități din industria alimentară, etc.

Ele pot fi realizate sub forma unor instalații monobloc modulate pentru anumite valori ale debitului de ape uzate.

5.6.8. Pentru realizarea și desfășurarea procesului de epurare biologică se prevăd jgheaburi metalice sau din beton armat în care sunt cufundate biodiscurile cca. 35-40 % din diametru (de obicei nivelul apei din jgheab – trebuie să fie min. 15 cm sub axul biodiscului).

Biodiscurile se rotesc cu o turație redusă (1-3 rot/min.), fiecare zonă din disc având succesiv și ciclic contact cu apa uzată și cu aerul din atmosferă (v. fig. 5.5).

Pe suprafața biodiscurilor se creează o peliculă, denumită membrană biologică, în care trăiesc și se înmulțesc microorganisme mineralizatoare de tip aerob, care utilizează substratul organic din apa uzată pentru metabolismul propriu și pentru crearea de material celular viu (biomasă). Pe măsură ce cantitatea de biomasă crește, membrana biologică se îngroașă și la un moment dat forțele de forfecare care iau naștere la rotirea discurilor în apă, desprind bucăți din membrană care cad în jgheaburi și sunt antrenate de apă în decantorul secundar unde sunt reținute ca nămol biologic.

Prin rotirea discurilor, zonele aflate în contact cu apa ies succesiv în atmosferă realizând aprovizionarea cu oxigen a micro-organismelor din membrana biologică.

5.6.9. Din punct de vedere constructiv, o instalație de filtre biologice cu discuri se compune din (v. fig. 5.5):

- unul sau mai multe jgheaburi în care sunt imersate biodiscurile;
- axele pe care sunt montate pachetele din biodiscuri (fiecare ax este amplasat într-un jgheab);

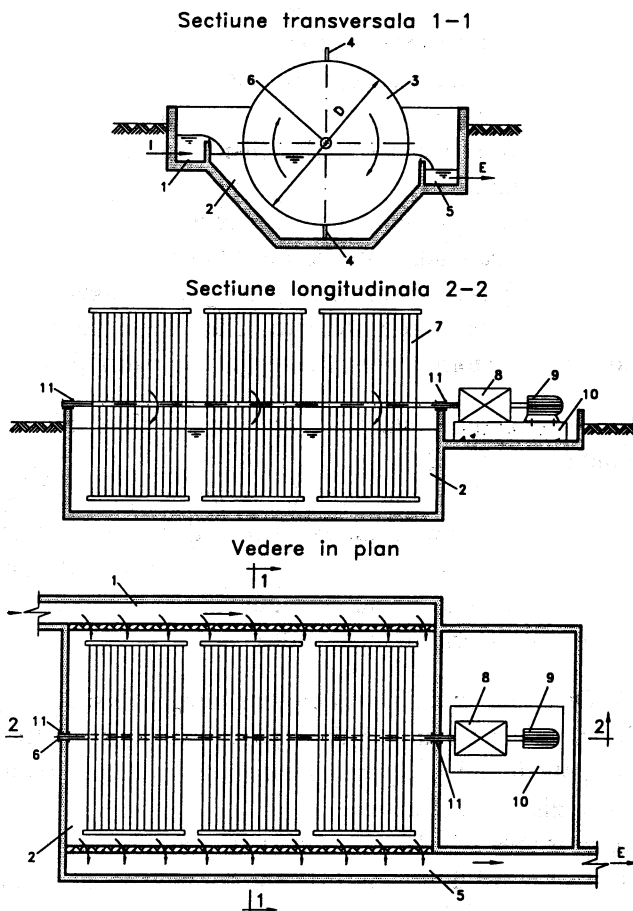


Fig. 5.5. – Filtru biologic cu discuri

- | | |
|---|----------------------------|
| I – influent; | 5 – rigolă de colectare; |
| E – efluent; | 6 – ax; |
| 1 – rigolă de admisie a apei decantate
primar în instalația de filtrare; | 7 – pachet din biodiscuri; |
| 2 – jgheab în care sunt cufundate
biodiscurile; | 8 – motoreductor; |
| 3 – biodisc; | 9 – motor electric; |
| 4 – riglă pentru împiedecarea
depunerilor; | 10 – postament de beton; |
| | 11 – lagăr |

- electromotoarele de acționare a axelor și reductoarele de turație aferente, necesare obținerii unei turații cuprinse între 1-3 rot/min;
- conducte sau canale de admisie a apei uzate decantate primar în jgheaburi;
- conducta sau canalul de evacuare a apei din jgheaburi;
- clădirea care adăpostește filtrul biologic cu discuri, instalația de automatizare, tablourile și motoarele electrice precum și reductoarele de turație aferente. Clădirea se va realiza (din considerente economice) din elemente de construcție ușoare.

5.6.10. Schema unei stații de epurare cu filtre biologice cu discuri este indicată în fig. 2.6.

Degrosirea apelor uzate constă de obicei dintr-un grătar des curățat mecanic, cu funcționare automată și un deznisipator tangențial.

Decantoarele primare și secundare se realizează de obicei în afara clădirii, exceptând cazul unui modul monobloc care se amplasează în întregime în interiorul unei clădiri.

5.6.11. Discurile au diametrul cuprins între 0,60 și 3,0 m și sunt realizate din materiale ușoare de tip lupolen sau styropor (materiale asemănătoare polistirenului expandat) dar mult mai dense (compacte) și cu muchiile rezistente și stabile.

Ele au grosimea $d = 10...15$ mm și se assemblează pe un ax, în pachete, distanța optimă dintre discuri considerându-se, $w = 20$ mm.

5.6.12. Materialul din care se confecționează biodiscurile trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- să reziste la acțiunea apelor uzate și a microorganismelor (să nu se dizolve, să fie nebiodegradabil și să nu se deterioreze în timp, schimbându-și forma, dimensiunile și masa);
- să nu conțină substanțe care să aibă o acțiune inhibitoare sau toxică față de microorganismele aerobe mineralizatoare;

- discurile să-și păstreze planeitatea și să fie confecționate, montate și asamblate astfel încât să nu se modifice distanța (w) dintre ele;
- să fie cât mai ușoare și rezistente în timpul manipulării, transportului și asamblării;
- să permită o montare /demonțare ușoară;
- să aibă o suprafață cât mai rugoasă și poroasă pentru a permite aderarea substanțelor impurificatoare din apa uzată pe disc.

5.6.13. Pe un ax se montează 1-4 pachete, fiecare pachet putând conține până la 20...25 biodiscuri.

Pentru antrenarea fragmentelor de membrană biologică detașate după discuri și căzută pe fundul jgheabului, pe două din generatoarele pachetului de discuri se montează palete sau rigle (v. fig. 5.3) care raclează depunerile, le mențin în suspensie și favorizează evacuarea lor odată cu apa epurată spre decantorul secundar.

5.6.14. Debitul de calcul este $Q_{uz\max}$, iar debitul de verificare $Q_{uor\max}$.

5.6.15. Dacă se notează cu r raza axului motor pe care se assemblează biodiscurile și cu D diametrul biodiscului, se recomandă ca $r/D = 0,02...0,20$.

Nivelul maxim al apei în jgheab va fi situat sub centrul biodiscului, la o distanță $\geq r$.

Dimensionarea filtrelor biologice cu discuri

5.6.16. Principalii *parametri de proiectare* ai filtrelor biologice cu discuri sunt indicați în tabelul 5.3 [26].

Parametri caracteristici de proiectare ai contactorilor biologici rotativi [26]

Parametrul	Unitatea de măsură	Tipul epurării		
		Convențională	Nitrificare simultană	Nitrificare în bazine separate
1	3	5	6	7
Încărcarea hidraulică (h)	$m^3/m^2, zi$	0,08-0,16	0,03-0,08	0,04-0,10
Încărcarea organică specifică ¹ ($SCBO_5$) ² I_s ($TCBO_5$) ³	$g/m^2, zi$ $g/m^2, zi$	3,70-10,00 10,00-17,00	2,50-7,30 7,30-15,00	0,50-1,50 1,00-3,00
Încărcarea organică specifică maximă ¹ din prima treaptă – ($SCBO_5$) ² I_s ($TCBO_5$) ³	$g/m^2, zi$ $g/m^2, zi$	20,00-30,00 40,0-60,0	20,00-30,00 40,00-60,00	
Încărcarea specifică în (NH_3)	$g/m^2, zi$	—	0,73-1,50	1,00-2,00
Țiimpul de trecere (t)	(h)	0,70-1,50	1,50-4,0	1,2-2,90
Concentrația în CBO_5 a efluentului (X_{5uz}^{adm})	mg / dm ³	15-30	7-15	7-15
Concentrația în NH_3 a efluentului ($C_{NH_3}^{adm}$)	mg / dm ³	—	< 2	1-2

¹ Temperatura apei uzate peste 13°C² $SCBO_5$ = consum biochimic de oxigen solubil³ $TCBO_5$ = consum biochimic de oxigen total

5.6.17. Încărcarea hidraulică reprezintă raportul:

$$I_h = \frac{Q_c}{A_d} \text{ (m}^3/\text{m)} \quad (5.16)$$

în care $Q_c = Q_{uz\max}$ în m^3/zi , iar A_d este suprafața biodiscurilor, în m^2 .

Pentru I_h se recomandă valori de 0,03...0,20 $\text{m}^3 \cdot \text{a.uz.}/\text{m}^2 \text{ disc, zi}$.

5.6.18. Încărcarea organică specifică a biodiscurilor se calculează cu relația:

$$I_s = \frac{C_b}{A_d} \text{ (g CBO}_5/\text{m}^2 \text{ disc, zi)} \quad (5.17)$$

în care cantitatea C_b exprimată în $\text{g CBO}_5/\text{zi}$ are semnificația de la pct. 3.8.7 și se calculează cu relația (3.15) în care $Q_{AR} = 0$, iar concentrația

$X_{5uz}^b = (1 - e_x) \cdot X_{5uz}^{dg} = X_{5uz}^{dp}$. Pentru I_s se recomandă valori cuprinse între 4 și 60 $\text{g CBO}_5 \text{ total}/\text{m}^2 \text{ disc, zi}$ (v. și tab. 5.3).

5.6.19. Încărcarea specifică în compuși amoniacali (NH_3) reprezintă raportul:

$$I_N = \frac{K_{\text{NH}_3}^b}{A_d} \text{ (g NH}_3/\text{m}^2 \text{ disc, zi)} = 0,70...2,00 \text{ (g NH}_3/\text{m}^2 \text{ disc, zi)} \quad (5.18)$$

unde $K_{\text{NH}_3}^b$ reprezintă cantitatea de azot din compuși amoniacali, care intră zilnic în treapta biologică.

5.6.20. Timpul de trecere prin instalație a apei uzate la debitul de calcul, se calculează cu relația:

$$t = \frac{V_j}{Q_c} \text{ (h)} \quad (5.19)$$

în care V_j (m^3) este volumul total al jgheaburilor, iar Q_c este debitul de calcul exprimat în m^3/h .

5.6.21. Reducerea specifică a materiilor organice exprimă câte grame de CBO_5 pot fi reduse (reținute, eliminate) de o suprafață de disc egală cu $1,0 \text{ m}^2$. Ea se calculează cu relația:

$$r_s = \frac{C'_b}{A_d} \text{ (g CBO}_5 \text{ red/m}^2 \text{ disc, zi)} \quad (5.20)$$

în care C'_b are semnificația de la pct. 3.8.9. și se determină cu relația (3.21).

Între încărcarea specifică I_s și reducerea specifică r_s , există aproximativ relația:

$$r_s = d_{xb} \cdot I_s \text{ (g CBO}_5 \text{ red/m}^2 \text{ disc, zi)} \quad (5.21)$$

unde d_{xb} reprezintă gradul de epurare necesar privind CBO_5 al treptei biologice care se calculează cu relația (3.23).

5.6.22. În calculele de dimensionare se determină cantitățile de substanță organică C_b și C'_b prin efectuarea bilanțului de substanțe pe linia apei conform pct. 3.8 și se alege o încărcare organică specifică I_s conform recomandărilor din tabelul 5.3. Cu această valoare se obține suprafața necesară a biodiscurilor:

$$A_d^{nec} = \frac{C_b}{I_s} \text{ (m}^2\text{)} \quad (5.22)$$

5.6.23. Pentru valoarea I_s considerată și gradul de epurare necesar privind CBO_5 al treptei biologice $d_{xb} = \frac{C'_b}{C_b}$, se calculează reducerea specifică r_s cu relația (5.21).

5.6.24. Se determină cantitatea de substanță organică ce poate fi eliminată de suprafața biodiscurilor A_d^{nec} calculată anterior:

$$C'_b = r_s \cdot A_d^{nec} \text{ (g CBO}_5 \text{ red / zi)} \quad (5.23)$$

5.6.25. Se compară valoarea C_b'' cu valoarea reală C_b' a cazului tratat, determinată din bilanțul de substanțe cu relația (3.21). Cele două valori nu trebuie să difere cu mai mult de $\pm 2\%$. Dacă diferența este mai mare, se refac calculele, considerând o altă încărcare specifică I_s , până când $C_b'' \cong C_b'$

5.6.26. Cu valoarea suprafeței biodiscurilor A_d determinată din ultima încercare și cu diametrul unui biodisc D ales în limitele recomandate (în mod curent 2,0...3,0 m), se calculează numărul de biodiscuri cu relația [20]:

$$m = 0,636 \frac{A_d}{D^2} \text{ (discuri)} \quad (5.24)$$

5.6.27. Lungimea axelor necesară rezultă din expresia:

$$L = m(d + w) \cdot k \text{ (m)} \quad (5.25)$$

unde $d = 0,01...0,015$ m este grosimea unui disc, $w = 0,02$ m distanța dintre discuri iar K un coeficient de neuniformitate care ține seama de circulația apei printre discuri. Coeficientul K se consideră în calcule egal cu 1,2.

5.6.28. Volumul net al jgheaburilor este:

$$V_{net} = 0,32D^2 (L - m \cdot d) \text{ (m}^3\text{)} \quad (5.26)$$

iar durata medie de trecere a apei uzate prin jgheaburi, la debitul de calcul:

$$t = \frac{V_{net}}{Q_c} \text{ (h)} \quad (5.27)$$

unde Q_c se introduce în m^3/h .

5.6.29. Turația necesară a biodiscurilor se calculează cu relația:

$$n = \frac{6,37}{D} \cdot \left(0,9 - \frac{V_{net}}{Q_c} \right) \text{ (rot/min)} \quad (5.28)$$

în care D se introduce în m, V_{net} în m^3 , iar Q_c în m^3/h .

Se recomandă ca la diametre ale discurilor de 2,0 m, turația să fie $h \geq 2$ rot/min., iar la diametre mai mari, turația să fie peste 1,4 rot/min.

Relația (5.28) este valabilă pentru funcționarea în serie a jgheburilor. La funcționarea în paralel, V_{net} din relația (5.28) se va înlocui cu $V_{1net} = \frac{V_{net}}{n_{axe}}$ ($m^3/jgheab$).

5.6.30. Numărul de pachete necesar se calculează cu relația:

$$n_p = \frac{m}{m_{dp}} \text{ (număr pachete)} \quad (5.29)$$

unde $m_{dp} \leq 20-25$ este numărul de discuri/pachet. Numărul n_p se rotunjește la valori întregi.

5.6.31. Numărul de axe necesar este:

$$n_{axe} = \frac{n_p}{n_{pax}} \text{ (număr axe)} \quad (5.30)$$

unde $n_{pax} = 1...4$ reprezintă numărul de pachete/ax. Numărul n_{axe} se rotunjește la valori întregi.

5.6.32. Lungimea unui ax se determină din expresia:

$$L_{ax} = \frac{L}{n_{axe}} = n_{pax} \cdot n_{dp} \cdot (d + u) \cdot K \text{ (m)} \quad (5.31)$$

5.6.33. Volumul net al unui jgheab va fi:

$$V_{1net} = 0,32 \cdot D^2 \cdot (L_{ax} - n_{pax} \cdot n_{dp} \cdot d) \text{ (m}^3\text{)} \quad (5.32)$$

5.6.34. Jgheburile cu biodiscuri pot fi montate în serie (maximum trei jgheaburi) sau în paralel, funcție de acest montaj

rezultând gabaritul clădirii, spațiile de circulație, amplasamentul echipamentului de acționare (motor electric, reductor de turație), al canalelor de admisie și de evacuare etc.

5.6.35. Metodologia de dimensionare de mai sus poate fi aplicată și altor tipuri de contactoare biologice rotative, cu condiția ca furnizorul să indice în ofertă suprafața contactorilor, dimensiunile geometrice ale elementelor componente și încărcările specifice (organice și hidraulice) aferente.

5.6.36. Volumul specific de nămol biologic reținut în decantoarele secundare este:

$$v_{sn} = 0,013.0,016m^3 \text{ nămol/kg CBO}_5 \text{ red, zi.}$$

Umiditatea acestui nămol este $\mu_b \cong 95\%$, iar gradul de mineralizare de 60 %.

5.7. Bazine cu nămol activat (bazine de aerare)

5.7.1. Generalități

5.7.1.1. Bazinele cu nămol activat (BNA), denumite și bazine de aerare, sunt construcții în care se produce procesul de epurare biologică a apelor uzate în prezența oxigenului introdus artificial prin aerare și a nămolului activat de recirculare (v. fig. 5.6).

Fenomenul este analog celui de autoepurare a cursurilor de apă, dar mult intensificat prin aerare artificială și prin recircularea nămolului activat.

5.7.1.2. Prin aerare artificială se înțelege îmbogățirea cu oxigen a masei de apă din bazin, prin transferul acestuia de la aer la apă, sau prin introducerea de oxigen pur în apa uzată care conține substanțe organice biodegradabile.

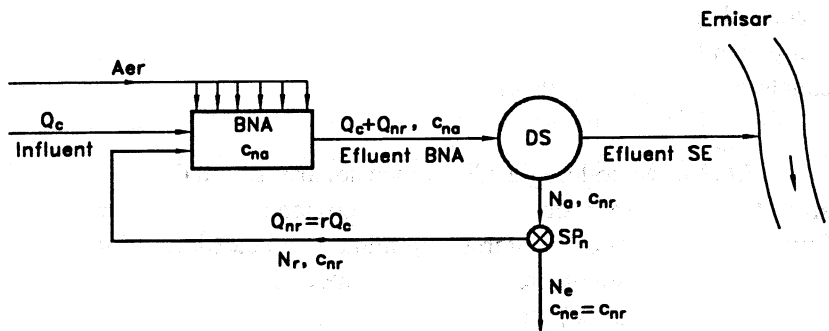


Fig. 5.6. – Schemă generală de epurare convențională cu bazine cu nămol activat

În bazinele cu nămol activat se amestecă trei elemente:

- apa uzată, conținând substanțe organice care constituie hrana bacteriilor mineralizatoare (așa numitul substrat organic);
- *aerul*, care conține oxigen și care este furnizat prin procedee mecanice, pneumatice, mixte sau cu jet ;
- *nămolul activat de recirculare*, care conține materialul celular viu, necesar menținerii unei anumite concentrații a nămolului activat în bazinul de aerare, corespunzătoare unui anumit grad de epurare necesar.

Cele trei elemente trebuie să se găsească într-o anumită proporție pentru o epurare corespunzătoare.

5.7.1.3. Mixarea celor trei elemente trebuie să se facă astfel încât, indiferent de procesul de aerare să se îndeplinească trei condiții esențiale:

- să se introducă oxigenul necesar desfășurării proceselor biochimice din bazinul de aerare;
- să se realizeze o bună omogenizare a celor trei elemente (apa uzată, aerul și nămolul activat de recirculare);
- să fie evitată depunerea flocoanelor de nămol în orice punct din bazinul de aerare.

5.7.1.4. Bacteriile participante în proces sunt de tip aerob. Ele se găsesc întotdeauna în apa uzată decantată primar și se pot adapta sau nu la condițiile aerobe din bazin. În bazinul cu nămol activat sunt create în mod artificial condiții de dezvoltare și de înmulțire intensivă a microorganismelor care, în procesul lor de viață, transformă substanțele organice biodegradabile pe bază de carbon aflate în apa uzată sub formă coloidală sau dizolvată, în material celular viu. Acesta se reunește în flocoane și este reținut în decantoarele secundare prevăzute în aval și poartă denumirea de „nămol activat”.

Procesele biochimice care au loc în bazinele de aerare se află în stadiul II de dezvoltare a masei bacteriene, stadiu denumit „de creștere logaritmică”.

Aceste procese sunt consumatoare de oxigen, element chimic care se asigură prin diverse procedee de aerare a apei.

Cu cât consumul de energie necesar pentru aerarea apei este mai redus, în condițiile asigurării unui grad de epurare dat, cu atât procedeul de aerare este mai avantajos.

5.7.1.5. Eficiența de îndepărtare (reducere sau eliminare) a substanțelor organice prin procedeele cu nămol activat, variază între 60 și 98 % în funcție de tipul de epurare adoptat, de procedeele de aerare aplicate, de natura apelor uzate etc.

5.7.1.6. În stațiile de epurare mici și medii ($Q_{uzmax} < 250 \text{ dm}^3/\text{s}$) se va prevedea bazin cu nămol activat având minimum două compartimente, iar la stațiile de epurare mari ($Q_{uzmax} \geq 250 \text{ dm}^3/\text{s}$), cel puțin trei compartimente, fiecare dintre ele putând funcționa separat.

La stațiile de epurare mici și foarte mici ($Q_{uzmax} < 25 \text{ dm}^3/\text{s}$) bazinul cu nămol activat poate avea un singur compartiment, cu posibilitatea de ocolire (by-pass).

5.7.1.7. În schemele stațiilor de epurare, unde *nu* sunt prevăzute decantoare primare, se va avea în vedere ca la debitul de verificare

$Q_v = Q_{uoramax} + Q_{nrmax}$, concentrația de oxigen dizolvat efectivă (c_B) să nu coboare sub $0,50 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$, iar durata de aerare (t_a^v) să fie $\geq 2\text{h}$.

5.7.2. Clasificarea bazinelor cu nămol activat poate fi întocmită după mai multe criterii și anume:

5.7.2.1. După procedeul de aerare, bazinele cu nămol activat pot fi:

- cu aerare pneumatică;
- cu aerare mecanică;
- cu aerare mixtă.
- cu jet.

5.7.2.2. După variația concentrației nămolului activat din bazinul de aerare:

- omogene, sau cu amestec complet (v. fig. 5.7);
- neomogene sau tip piston, la care concentrația nămolului activat descrește spre aval în lungul bazinului (v. fig. 5.8... 5.11).

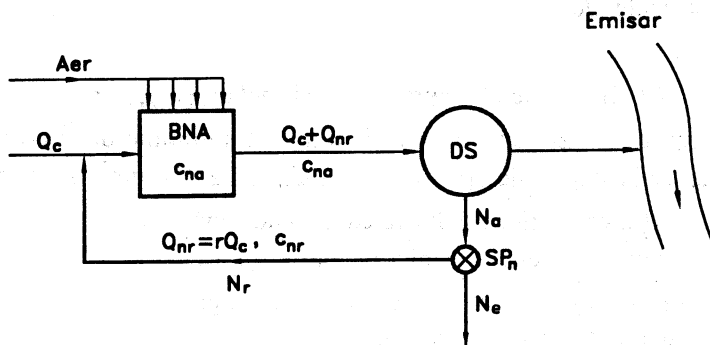


Fig. 5.7. – Bazine cu nămol activat omogene sau cu amestecare totală

BNA - bazin cu nămol activat; DS - decantor secundar;
 SP_n - stație de pompare pentru nămolul activat de recirculare
 și în exces.

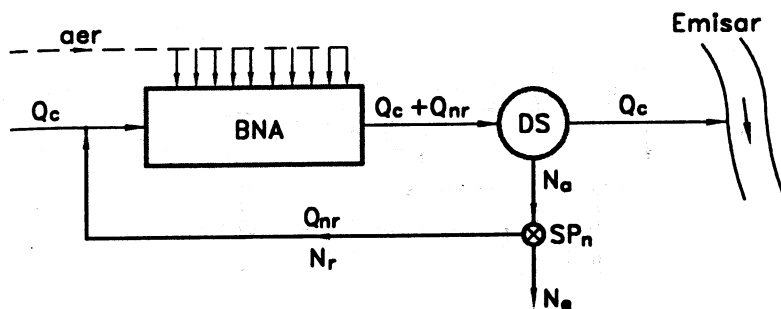


Fig. 5.8. – Bazin cu nămol activat convențional

BNA - bazin cu nămol activat;
 DS - decantor secundar;
 SP_n - stație de pompare nămol
 activat;

Q_c - debit de calcul;
 Q_{nr} - debit nămol activat de
 recirculare;
 N_e - nămol în exces.

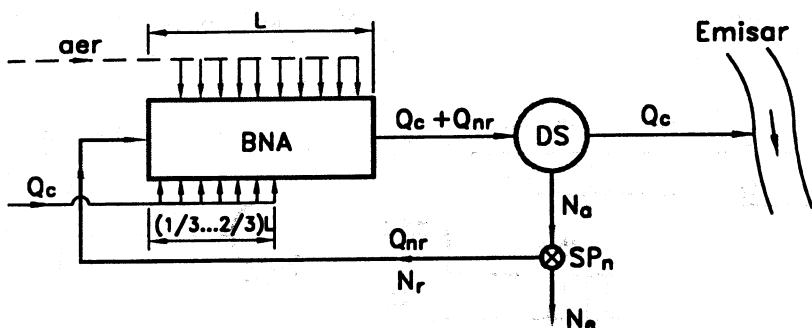


Fig. 5.9. – Bazin cu nămol activat cu distribuția fracționată a apei în lungul bazinului (step-feed)

BNA - bazin cu nămol activat;
 DS - decantor secundar;
 SP_n - stație de pompare nămol
 activat;

Q_c - debit de calcul;
 Q_{nr} - debit nămol activat de
 recirculare;
 N_e - nămol în exces.

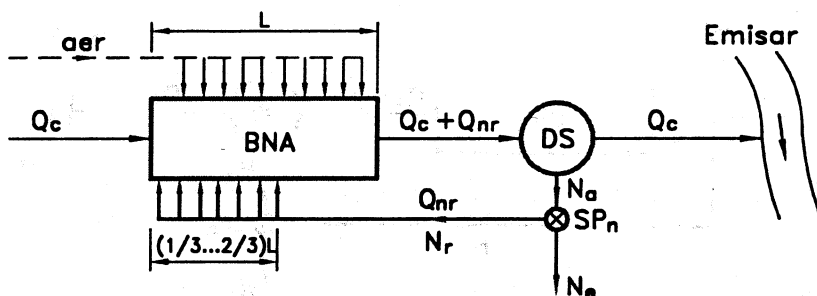


Fig. 5.10. – Bazin cu nămol activat cu distribuția fracționată a nămolului de recirculare în lungul bazinului

BNA - bazin cu nămol activat;
 DS - decantor secundar;
 SP_n - stație de pompare nămol activat;

Q_c - debit de calcul;
 Q_{nr} - debit nămol activat de recirculare;
 N_e - nămol în exces.

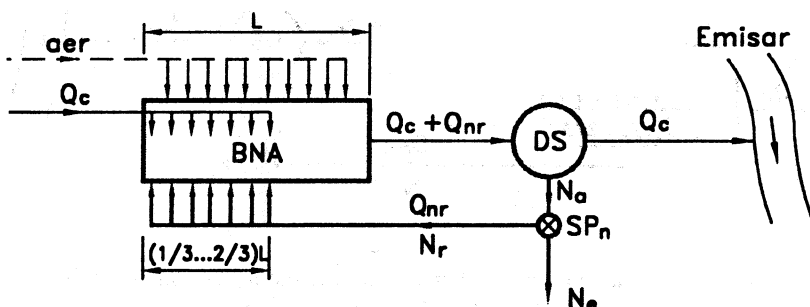


Fig. 5.11 – Bazin cu nămol activat cu distribuția fracționată a apei și a nămolului de recirculare în lungul bazinului

BNA - bazin cu nămol activat;
 DS - decantor secundar;
 SP_n - stație de pompare nămol activat;

Q_c - debit de calcul;
 Q_{nr} - debit nămol activat de recirculare;
 N_e - nămol în exces.

5.7.2.3. După modul de distribuție (repartiție) a apei uzate și nămolului de recirculare, bazinele de aerare neomogene pot fi:

- cu apa și nămolul activat de recirculare introduse concentrat în capătul amonte al bazinului (aerare convențională) (v. fig. 5.6 și 5.8);
- cu distribuția fracționată a apei în lungul bazinului (step-feed) – v. fig. 5.9;
- cu distribuția fracționată a nămolului de recirculare în lungul bazinului (v. fig. 5.10);
- cu distribuția fracționată a apei și a nămolului de recirculare în lungul bazinului (v. fig. 5.11);
- cu regenerarea nămolului de recirculare (stabilizare de contact) – v. fig. 5.12;
- cu aerare prelungită (v. fig. 5.13).

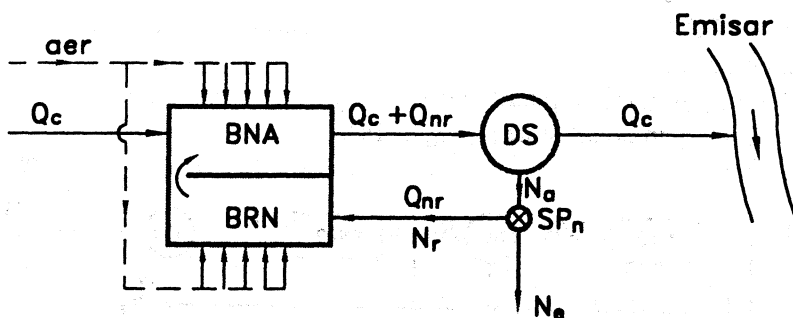


Fig. 5.12 – Bazin cu nămol activat cu regenerarea nămolului de recirculare (stabilizare de contact)

BNA - bazin cu nămol activat;
 DS - decantor secundar;
 BRN - bazin de regenerare a
 nămolului;
 SP_n - stație de pompare nămol
 activat;

Q_c - debit de calcul;
 Q_{nr} - debit nămol activat de
 recirculare;
 N_e - nămol în exces.

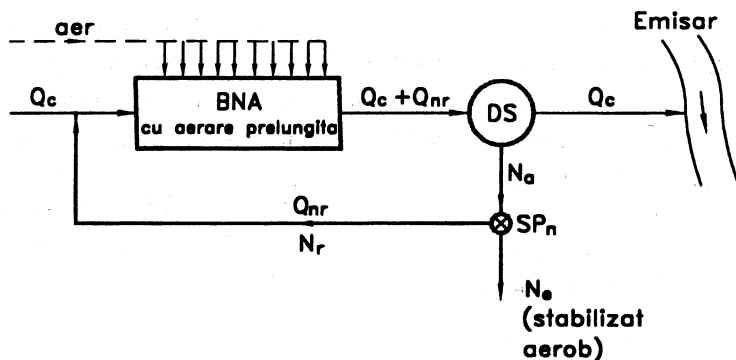


Fig. 5.13. – Bazin cu nămol activat cu aerare prelungită

BNA - bazin cu nămol activat;

DS - decantor secundar;

SP_n - stație de pompare nămol activat;

Q_c - debit de calcul;

Q_{nr} - debit nămol activat de recirculare;

N_e - nămol în exces.

5.7.2.4. După numărul treptelor de epurare biologică, pot exista bazine cu nămol activat:

într-o singură treaptă;

în două trepte (v. fig. 5.14).

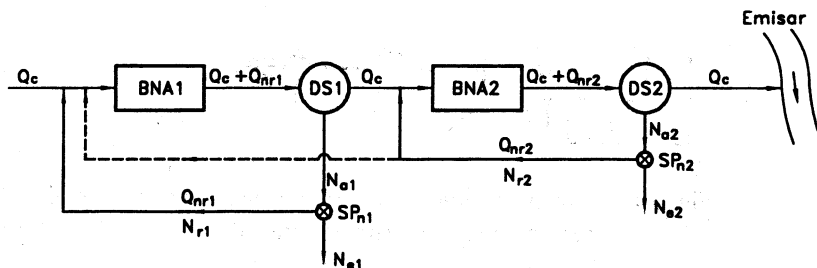


Fig. 5.14 – Bazin cu nămol activat în două trepte

BNA1, BNA2-bazin cu nămol activat treapta 1 și 2;

DS1 și DS2-decantor secundar treapta 1 și 2;

SP_{n1} și SP_{n2} - stație de pompare nămol activat din treapta 1 și 2;

Q_c - debit de calcul;

Q_{nr1} și Q_{nr2} - debit nămol activat de recirculare din treapta 1 și 2;

N_{e1} și N_{e2} - nămol în exces din treapta 1 și 2.

5.7.2.5. După încărcarea organică a nămolului I_{on} (kg CBO₅/kg s.u., zi), bazinele cu nămol activat pot fi (pentru I_{on} , v. pct. 5.7.6.7):

	I_{on} (kg CBO ₅ /kg s.u., zi)
– cu aerare prelungită.....	$I_{on} < 0,10$
– de mică încărcare	$0,10 \leq I_{on} < 0,30$
– de medie încărcare (convențională)	$0,30 \leq I_{on} < 0,60$
– de mare încărcare	$0,60 \leq I_{on} < 1,50$
– cu aerare modificată	$I_{on} \geq 1,50$

5.7.2.6. După natura procesului de aerare, bazinele cu nămol activat pot fi [26]:

- *Convenționale, tip piston* (v. fig. 5.6 sau 5.8). Apa uzată și nămolul activat de recirculare sunt introduse la capătul amonte al bazinului de aerare și sunt amestecate și omogenizate prin aerare pneumatică sau mecanică. Insuflarea aerului se face, de regulă, uniform de-a lungul bazinului. În timpul aerării, are loc procesul de sinteză a biomasei cu formarea flocoanelor și oxidarea materiei organice, fără a se produce nitrificare (v. și fig. 2.7).
- *Cu amestec complet*, în care apa uzată și nămolul activat de recirculare sunt introduse în mai multe puncte ale bazinului. Aerarea se face uniform în lungul cuvei, astfel încât încărcarea organică a bazinului (I_{ob}), aprovizionarea cu oxigen și concentrația nămolului activat sunt uniforme în tot bazinul. Procesul de epurare este analog cu cel care se desfășoară în bazinele de aerare omogenă (v. fig. 5.7).
- *Cu aerare descrescândă* (tip „con”), în care debitul de aer este variabil în lungul bazinului, descrescând spre aval funcție de necesarul mai redus de oxigen. Acest lucru se obține prevăzând distanțe diferite între dispozitivele de insuflare a aerului în apă (difuzori, panouri, tuburi etc.).

- *Cu alimentare fracționată (step-feed)* în care, în cadrul procesului convențional tip piston apa uzată este introdusă în diferite puncte ale bazinului de aerare pentru a egaliza încărcarea organică a nămolului (raportul substrat/masă celulară) și a reduce astfel necesarul maxim de oxigen (v. fig. 5.9). În acest scop se utilizează trei sau mai multe culoare prin care apa curge șicanat, introducerea apei făcându-se în capul fiecărui culoar. Procesul prezintă o mare flexibilitate în exploatare;
- *Cu aerare modificată.* Procesul este similar cu cel convențional tip piston, deosebindu-se de acesta prin durate de aerare mai mici și încărcări organice ale nămolului mai mari. Evident, eficiența de reducere a CBO₅ este mai scăzută decât în cazul celorlalte procese cu nămol activat.
- *Cu stabilizare de contact sau cu regenerarea nămolului* (v. fig. 5.12). În acest proces, nămolul activat de recirculare este mai întâi aerat într-un bazin separat pentru regenerarea sa și apoi amestecat cu apa uzată introdusă în bazinul de aerare.

Volumul bazinului cu nămol activat rezultă, în mod obișnuit, mai redus decât la procesul convențional tip piston.

- *Cu aerare prelungită.* Procesul este similar cu cel convențional tip piston, cu excepția faptului că el se desfășoară în prima fază a curbei de dezvoltare a materialului celular (faza de respirație endogenă), necesitând din acest motiv încărcări organice mult reduse și durate de aerare mari. Nămolul în exces rezultat din proces este stabilizat aerob și poate fi dirijat direct la deshidratare. El se aerează de obicei în același bazin în care se aerează și apele uzate. Procesul, utilizat în mod obișnuit pentru epurarea unor debite mici și foarte mici, poate fi aplicat și pentru debite mai mari de ape uzate.

- *Cu aerare de mare încărcare* (High-rate aeration). Acest tip de aerare reprezintă o modificare a procesului de epurare prin considerarea unor concentrații mari ale nămolului activat și a unor încărcări organice ale bazinului ridicate. În acest mod, se obțin încărcări organice ale nămolului mari, vârste ale nămolului mai reduse și durate de retenție hidraulică relativ mici. Se impune o amestecare foarte bună a componentelor (apa uzată, aerul și nămolul activat de recirculare).
- *Cu utilizarea procedurii Kraus*. Procedura constituie o variantă a procesului de alimentare fracționată (step-feed) și se utilizează pentru epurarea apelor uzate cu un conținut mic în azot. Supernatantul rezultat de la fermentarea nămolului este adăugat ca sursă de nutrient pentru o parte din nămolul de recirculare și amestecat cu acesta într-un bazin de aerare separat, proiectat pentru procesul de nitrificare. Amestecul lichid rezultat este introdus în procesul principal de aerare de tip piston.
- *Cu insuflare de oxigen pur*. Oxigenul de înaltă puritate este utilizat în locul aerului în procesul cu nămol activat. Oxigenul este difuzat într-un bazin de aerare acoperit și este recirculat. O parte din gaz este evacuată pentru a reduce concentrația de dioxid de carbon. O reglare a pH-ului poate fi, de asemenea, necesară. Cantitatea de oxigen transferată este de aproximativ 4 ori mai mare decât cantitatea care poate fi transferată prin sistemele de aerare convenționale, dar costul este, de asemenea, mai ridicat.
- *Șanțuri de oxidare*. Procesul de epurare se desfășoară în șanțuri cu formă inelară în plan, cu secțiunea transversală trapezoidală sau dreptunghiulară și de mică adâncime, în care aerarea se realizează cu dispozitive mecanice (aeratoare cu rotor orizontal sau perii de aerare).

Viteza de deplasare a apei în șanț este de 0,25-0,35 m/s. Procesul de epurare este de tip aerare prelungită, cu durate de aerare ridicate și vârste ale nămolului mari.

- *Cu aerare în foraj de adâncime.* Desfășurarea procesului de epurare are loc într-o coloană de foraj de aproximativ 120-150 m adâncime care înlocuiește decantoarele primare și bazinele de aerare. Coloana se realizează din oțel și include în interiorul ei o conductă concentrică. Se obține în acest fel un reactor inelar în care apa uzată, nămolul de recirculare și aerul sunt dirijate în sens descendent prin conducta interioară și se ridică prin spațiul inelar dintre conductă și coloană.
- *Cu nitrificare simultană.* În acest proces reducerea substanțelor organice biodegradabile și a amoniacului au loc în același bazin, într-o singură treaptă biologică. Instalația de epurare poate consta din mai multe bazine cu amestec complet sau cu aerare convențională tip piston funcționând în serie.
- *Cu nitrificare în bazine separate.* Procesul presupune un bazin separat pentru nitrificare, în care microorganismele utilizează substratul de la o treaptă de epurare biologică precedentă. Sistemul are avantajul unei flexibilități mai mari în realizarea nitrificării funcție de necesități.

5.7.2.7. În tabelul 5.4 se dau valori pentru principalii parametri de proiectare ai bazinelor cu nămol activat recomandați de literatura de specialitate [26].

5.7.3. Amplasamentul bazinelor cu nămol activat în fluxul tehnologic al apei poate fi: a) după treapta de epurare mecanică și înaintea decantoarelor secundare, în cazul procedului de canalizare divizor și b) între deversorul dintre treapta de epurare mecanică și cea biologică și decantoarele secundare în cazul procedeelor de canalizare unitar și mixt.

În cazul utilizării bazinelor cu nămol activat, decantorul primar poate lipsi din schema stației de epurare în următoarele condiții (v. și pct. 5.9.14 din [63]):

Valori ale parametrilor de proiectare pentru bazine cu nămol activat [26]

Tipul epurării	T_N (zile)	I_{on} (kg CBO ₅ /kg su, zi)	I_{ob} (kg CBO ₅ /m ³ , zi)	C_{na} (mg/dm ³)	$t_a = V/Q$ (h)	$r = Q_0/Q$
1	2	3	4	5	6	7
Convențională	3-15	0,2-0,5	0,32-0,64	1.000-3.000	4-8	0,25-0,75
Amestecare completă	1-15	0,2-1,0	0,80-1,92	1.000-6.500	3-5	0,25-1,00
Alimentare fracțională	3-15	0,2-0,5	0,64-0,96	1.500-3.500	3-5	0,25-0,75
Aerare modificată	0,2-0,5	1,5-5,0	1,20-2,40	200-1.000	1,5-3,0	0,05-0,25
Stabilizare de contact (aerare cu regenerarea nămolului)	5-15	0,2-0,6	0,96-1,20	(1.000-3.000) ¹ (4.000-9.000) ²	(0,5-1,0) ¹ (3-6) ²	0,50-1,50
Aerare prelungită	20-30	0,05-0,15	0,16-0,40	1.500-5.000	18-36	0,50-1,50
Aerare de mare încărcare	5-10	0,40-1,50	1,60-16	3.000-6.000	2-4	1,00-5,00
Proces Kraus	5-15	0,30-0,80	0,64-1,60	2.000-3.000	4-8	0,50-1,00
Oxygen pur	3-10	0,25-1,00	1,60-3,20	3.000-8.000	1-3	0,25-0,50
Șanțuri de oxidare	10-30	0,05-0,30	0,08-0,48	1.500-5.000	8-36	0,75-1,50

¹ pentru amestecul din BNA² pentru nămolul din bazinul de stabilizare aerobă a nămolului

1	2	3	4	5	6	7
Reactor cu funcționare secvențială	N/A	0,05-0,30	0,08-0,24	1.500-5.000 ^{1d}	12-50	N/A
Reactor-foraj de adâncime	NI	0,50-5,00	NI	NI	0,5-5	NI
Nitrificare simultană	8-20	0,10-0,25 (0,02-0,15) ²	0,08-0,32	1.500-3.500	6-15	0,50-1,50
Treaptă de nitrificare separată	15-100	0,05-0,20 (0,04-0,15) ²	0,048-0,144	1.500-3.500	3-6	0,50-2,00

T_N – vârsta nămolului

Notă: N/A = neaplicabil

NI = nu sunt informații

N_{av} = cantitatea de substanțe volatile din nămolul activat existent în bazinul de aerare

¹ C_{na} – variază, depinzând de etapa din ciclul de funcționare

² TKN/N_{av}

- când apele uzate ce urmează a fi epurate au proveniență exclusiv menajeră și debite $Q_{uz\max}$ până la $200 \text{ dm}^3/\text{s}$;
- când eficiența decantării prin sedimentare gravimetrică e_s (reținerea materiilor în suspensie) este sub 40 %;
- când epurarea se realizează în instalații biologice compacte de capacitate mică (soluția cu bazine de aerare).

5.7.4. Criterii de alegere. Bazinele cu nămol activat sunt instalații de epurare biologică care pot fi utilizate pentru orice valoare a debitului de ape uzate.

Ele pot fi utilizate atât pentru apele uzate menajere și orășenești, cât și pentru apele uzate industriale care îndeplinesc condițiile pentru tratabilitate biologică (dispun de suficiente substanțe nutritive și de substanțele necesare sintezei organice).

5.7.5. Alcătuire constructivă

5.7.5.1. Bazinele cu nămol activat sunt în general deschise la partea superioară (neacoperite), cu excepția cazului în care se aplică procedeul de insuflare a oxigenului pur în loc de aer și a unor situații speciale impuse de protecția oamenilor și a mediului înconjurător (stații de epurare subterane, în clădiri, în zone intens locuite etc.).

5.7.5.2. Forma în plan a bazinelor cu nămol activat poate fi rectangulară, circulară, inelară (șanțurile de oxidare de exemplu) și combinată (dreptunghiulară și cu capetele de forma unui semicerc).

5.7.5.3. Din punct de vedere al amplasării față de cota terenului amenajat, bazinele de aerare pot fi îngropate, semi-îngropate sau supraterane, în funcție de cerințele profilului tehnologic și de criteriile tehnico-economice ale soluției adoptate. Ele trebuie fondate pe teren sănătos (în nici un caz pe umplutură) și la adâncimi $\geq h$ îngheț.

5.7.5.4. Bazinele de aerare pot fi realizate din beton armat, materiale plastice sau metal (pentru stații de epurare mici și foarte mici, modulele de epurare pot fi realizate în uzină sau direct pe amplasament, din materiale plastice, oțel inox sau metal protejat corespunzător împotriva coroziunii).

În unele cazuri, bazinele de aerare pot fi realizate direct în pământ protejate cu pereu sau cu dale de beton în zonele expuse eroziunilor (v. șanțurile de oxidare, Cap. 5.8) .

5.7.5.5. Principalele părți componente ale bazinelor cu nămol activat sunt:

- bazinul (sau cuva) în care are loc procesul de epurare biologică;
- echipamentul mecanic de aerare (aeratoarele cu ax vertical, orizontal, motoreductorul etc.) în cazul aerării mecanice;
- conductele de transport și distribuție a aerului și dispozitivele de insuflare a aerului în apă (difuzoare, panouri, tuburi, furtune etc.) în cazul aerării pneumatice;
- pasarelele de susținere a aeratoarelor și de acces la acestea, la armăturile de reglaj situate pe conductele de aer sau apă uzată, la aparatura de măsură și control etc.;
- aparatura de măsură, control, și automatizare;
- canale sau conducte de acces și de evacuare a apei uzate și a nămolului de recirculare în și din bazinele de aerare, precum și stavilele aferente;
- sisteme de reglaj și de menținere constantă a nivelului apei în bazin (pentru aerare mecanică).

În afara celor indicate mai sus, pentru procedeele de aerare pneumatică, trebuie prevăzută sursa de furnizare a aerului comprimat corespunzătoare (electrosuflante, ventilatoare) și precizate măsurile de protecție și securitate a muncii care se impun (parapete de protecție, colaci de salvare etc.).

5.7.6. Parametri de proiectare ai bazinelor cu nămol activat

5.7.6.1. Debitul de calcul al bazinelor cu nămol activat este $Q_c = Q_{uzimax}$, indiferent de procedeul de canalizare al localității (divizor, unitar sau mixt).

5.7.6.2. Debitul de verificare este:

$$Q_v = Q_{uoramax} + Q_{nrmax} \quad (5.33)$$

Acest debit este impus și în situațiile în care, din diverse motive, flora și fauna bacteriană este distrusă, precum și în cazul punerii în funcțiune, când se impune recircularea maximă, la debitul:

$$Q'_v = Q_{uoramax} + Q_c \quad (5.34)$$

În expresia (5.34) de mai sus s-a considerat coeficientul maxim de recirculare a nămolului activat și anume, $r = 1$, deci:

$$Q_{nrmax} = r \cdot Q_c = Q_c$$

Instalațiile de pompare a nămolului de recirculare și conductele de transport a acestui nămol, se vor dimensiona la debitul Q_c , iar canalele de acces și evacuare, deversoarele de colectare și înălțimea de siguranță a bazinelor de aerare (h_s), vor fi verificate la debitul Q'_v dat de relația (5.34).

5.7.6.3. Concentrația în substanțe organice biodegradabile exprimate în CBO_5 a apelor uzate care intră în bazinele cu nămol activat:

$$X_{5uz}^b = (1 - e_{xd}) \cdot (1 - e_x) \cdot X_{5uz} \text{ (mg } CBO_5/\text{dm}^3\text{)} \quad (5.35)$$

5.7.6.4. Cantitatea de substanță organică biodegradabilă exprimată în CBO_5 care intră zilnic în bazinele cu nămol activat:

$$C_b = X_{5uz}^b \cdot Q_c \text{ (kg } CBO_5/\text{zi)} \quad (5.36)$$

5.7.6.5. Cantitatea de substanță organică biodegradabilă exprimată în CBO_5 , care este eliminată zilnic în treapta biologică (CBO_5 redus):

$$C'_b = C_b - C_{ev} \text{ (kg } \text{CBO}_5\text{)} \quad (5.37)$$

unde C_{ev} reprezintă cantitatea de substanță organică biodegradabilă exprimată în CBO_5 evacuată zilnic în emisar cu efluentul epurat și se determină cu relația:

$$C_{ev} = X_{5uz}^{adm} \cdot Q_c \text{ (kg } \text{CBO}_5\text{/zi)} \quad (5.38)$$

5.7.6.6. Încărcarea organică a bazinului, sau încărcarea volumetrică I_{ob} , reprezintă cantitatea de substanță organică biodegradabilă care revine într-o zi unui m^3 de volum util al bazinului de aerare și are expresia:

$$I_{ob} = \frac{C_b}{V} \text{ (kg } \text{CBO}_5\text{/m}^3 \text{ b.a., zi)} \quad (5.39)$$

unde $V (\text{m}^3)$ este volumul util al bazinului de aerare.

5.7.6.7. Încărcarea organică a nămolului indică ce cantitate de substanță organică biodegradabilă revine într-o zi unui kg de biomasă exprimată în substanță uscată (materii solide în suspensie) existentă în bazinul de aerare și se calculează cu relația (v. [20], [53], [73], ș.a.):

$$I_{on} = \frac{C_b}{N_a} \text{ (kg } \text{CBO}_5\text{/kg s.u., zi)} \quad (5.40)$$

unde $N_a \text{ (kg s.u.)}$ reprezintă cantitatea de biomasă exprimată în substanță uscată existentă în bazinul de aerare.

5.7.6.8. Încărcarea hidraulică a bazinului indică debitul de apă uzată care revine unui m^3 de volum util al bazinului de aerare și se determină cu relația:

$$I_h = \frac{Q_c}{V} \text{ (m}^3 \text{ a.uz./m}^3 \text{ b.a., zi)} \quad (5.41)$$

5.7.6.9. Concentrația nămolului activat din bazinul de aerare este dată de relația:

$$c_{na} = \frac{N_a}{V} \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (5.42)$$

și reprezintă cantitatea de nămol activat exprimată în materii solide în suspensie (substanță uscată) ce se regăsește într-un m³ de lichid din bazinul de aerare.

Pentru ușurința exprimării, în prezentul material, în loc de *materii solide în suspensie exprimate în substanță uscată*, s-a adoptat denumirea simplificată de *substanță uscată*.

Concentrația nămolului activat se poate calcula și cu relația:

$$c_{na} = \frac{I_{ob}}{I_{on}} \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (5.43)$$

În tabelul 5.5 se indică, funcție de tipul epurării, valorile recomandate în calculele de dimensionare pentru concentrația nămolului activat din bazinul de aerare [73].

Tabelul 5.5.

Tipul epurării	Concentrația în substanță uscată c_{na} (kg/m ³)	
	cu sedimentare primară	fără sedimentare primară
0	1	2
Fără nitrificare	2,5 + 3,5	3,5 + 4,5
Cu nitrificare și denitrificare	2,5 + 3,5	3,5 + 4,5
Cu stabilizarea nămolului	—	4,5
Cu eliminarea fosforului (precipitare simultană)	3,5 + 4,5	4,5

5.7.6.10. Indicele volumetric al nămolului (I_{VN}) sau indexul lui Mohlmann arată câți cm^3 de nămol revin unui gram de substanță uscată după o sedimentare de 30 min. a probei de nămol și se exprimă în cm^3/g .

El reprezintă raportul dintre volumul de nămol separat într-un con Imhoff de 1 dm^3 , umplut până la acest reper, după o sedimentare de 30 min. și cantitatea de substanță uscată aferentă acestui volum după etuvare.

Valori ale indicelui de nămol $I_{VN} = 50 \dots 150 \text{ cm}^3/\text{g}$, indică o bună sedimentare în decantoarele secundare. Pentru valori $I_{VN} > 200 \text{ cm}^3/\text{g}$, procesul de sedimentare este necorespunzător, obținându-se un nămol înfocat, cu proprietăți de decantare extrem de reduse și care poate conduce chiar, la ridicarea acestui nămol ușor la suprafața apei din decantorul secundar.

În calculele de dimensionare se recomandă pentru I_{VN} valori de $100 \text{ cm}^3/\text{g}$ pentru $I_{on} \leq 0,30 \text{ kg CBO}_5/\text{kg s.u.}$, zi și de $150 \text{ cm}^3/\text{g}$ pentru $I_{on} > 0,30 \text{ kg CBO}_5/\text{kg s.u.}$, zi.

Indicele nămolului poate fi exprimat și în ml/l (cm^3/dm^3), caz în care poartă denumirea de *sediment* sau *indicele comparativ al nămolului* și reprezintă raportul dintre volumul de nămol separat într-un con Imhoff de 1 dm^3 , umplut până la acest reper, după o sedimentare de 30 min. și volumul inițial al probei de nămol.

Concentrația nămolului activat de recirculare (c_{nr}) reprezintă concentrația nămolului evacuat din decantorul secundar. Ea are aceeași valoare și pentru concentrația nămolului în exces (nămol excedentar procesului de recirculare). Se poate determina cu relația:

$$c_{nr} = c_{ne} = \frac{100C}{I_{VN}} \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (5.44)$$

în care indicele nămolului I_{VN} se introduce în cm^3/g , sau se poate calcula din (5.46), rezultând expresia:

$$c_{nr} = c_{na} \cdot \frac{r+100}{r} \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

5.7.6.11. Coeficientul de recirculare a nămolului reprezintă raportul dintre debitul de nămol recirculat (Q_{nr}) și debitul de calcul (Q_c) și este definit prin relația:

$$r = \frac{Q_{nr}}{Q_c} \cdot 100 (\%) \quad (5.45)$$

El se determină dintr-o ecuație de bilanț aplicată între secțiunile de intrare și de ieșire din bazinul de aerare, în care se neglijează cantitatea de materii solide în suspensie adusă de apa uzată provenită din treapta mecanică.

Coeficientul de recirculare a nămolului activat se poate determina cu una din relațiile de mai jos:

$$r = \frac{c_{na}}{c_{nr} - c_{na}} \cdot 100 (\%) \quad (5.46)$$

$$r = \frac{c_{na} \cdot I_{VN}}{1000 - c_{na} \cdot I_{VN}} \cdot 100 (\%) \quad (5.47)$$

în care c_{na} și c_{nr} sunt exprimate în kg/m^3 , iar I_{VN} în cm^3/g .

Valoarea coeficientului de recirculare r rezultată din relațiile (5.46) sau (5.47) reprezintă o valoare minim necesară menținerii concentrației c_{na} în sistemul bazin de aerare-decantor secundar. În practică, rezultatul obținut trebuie majorat cu un coeficient de siguranță K având valoarea cuprinsă între 1,1 și 1,2.

La proiectarea bazinelor de aerare trebuie acordată atenție la alegerea concentrației c_{na} în limitele recomandate pentru tipul de epurare analizat (convențională, cu nitrificare, cu aerare prelungită etc.), deoarece la o aceeași valoare a indicelui volumetric a nămolului I_{VN} , pentru valori mari ale concentrației c_{na} rezultă valori reduse ale volumului bazinului de aerare (v. relația 5.42), dar grade de recirculare a nămolului ridicate și invers (v. relația 5.47) !

Relația (5.44) dă o informație doar asupra concentrației maxime a nămolului de recirculare care se poate obține în condiții ideale (eficiență a decantorului secundar de 100 %). În practică, condițiile de

lucru diferă destul de mult de situația ideală, fapt care justifică introducerea factorului de corecție K [73].

5.7.6.12. Nămolul în exces. În bazinele cu nămol activat se desfășoară, în mediu aerob, procese biochimice în care substratul organic din apa uzată este consumat de microorganisme și transformat în material celular viu și parțial inert, care se reține în decantoarele secundare sub denumirea de nămol activat.

Cea mai mare parte a nămolului activat este recirculat în bazinele de aerare, în scopul menținerii unei concentrații constante a acestuia în bazine, concentrație corespunzătoare gradului de epurare necesar al sistemului. O parte a nămolului activat reținut în decantoarele secundare este excedentară și ea trebuie eliminată din proces și trimisă în treapta de prelucrare a nămolului (v. fig. 5.6... 5.15).

Această parte constituie *nămolul în exces*. Evacuarea zilnică a nămolului în exces din treapta de epurare biologică este necesară în scopul menținerii controlului asupra încărcării organice a nămolului I_{on} sau a vârstei nămolului T_N .

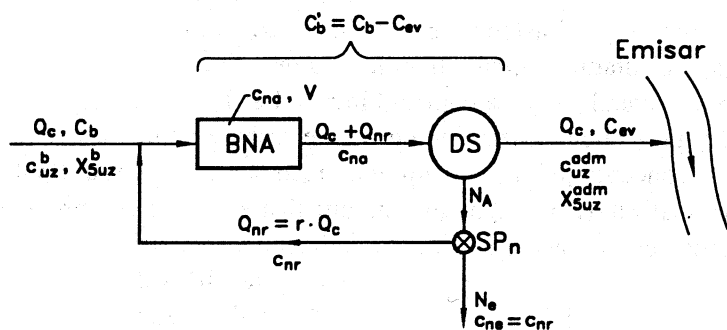


Fig. 5.15. – Schemă de calcul a bazinelor cu nămol activat cu indicarea principalilor parametri

BNA - bazin cu nămol activat; DS - decantor secundar;
 SP_n - stație de pompare nămol activat.

5.7.6.13. Debitul (volumul) zilnic de nămol în exces se determină cu relația (pentru notații v. și fig. 5.15):

$$Q_{ne} = \frac{c_{na} \cdot V - T_N \cdot Q_c \cdot c_{uz}^{adm}}{T_N \cdot (c_{ne} - c_{uz}^{adm})} \text{ (m}^3\text{/zi)} \quad (5.48)$$

în care:

- c_{na} (kg/m³), V (m³), Q_c (m³/zi), c_{uz}^{adm} (kg/m³) și c_{ne} (kg/m³) au fost definite anterior;
- T_N este vârsta nămolului (zile) definită la pct. 5.7.6.16.

5.7.6.14. Cantitatea de substanță uscată corespunzătoare volumului de nămol în exces este:

$$N_e = Q_{ne} \cdot c_{ne} \text{ (kg/zi)} \quad (5.49)$$

în care concentrația în substanță uscată a nămolului în exces (c_{ne}) se consideră egală cu concentrația în substanță uscată a nămolului de recirculare (c_{nr}).

Cantitatea de substanță uscată din nămolul în exces (N_e), poate fi determinată și cu relația:

$$N_e = n_{es} \cdot C'_b \text{ (kg/zi)} \quad (5.50)$$

în care:

- $n_{es} = \frac{N_e}{C'_b}$ este cantitatea specifică de nămol în exces, arătând ce cantitate de nămol în exces exprimată în substanță uscată, revine unui kg de CBO₅ redus (îndepărat) în treapta biologică. Se măsoară în kg s.u./kg CBO₅ redus.
- C'_b (kg CBO₅ redus/zi) – a fost definit la pct. 3.9.5. și se determină din bilanțul de substanțe efectuat pe linia apei, cu relația (3.33).

Cantitățile specifice de nămol în exces n_{es} se indică în tabelul 5.7 în funcție de tipul epurării (convenționale, cu nitrificare etc.).

5.7.6.15. Umiditatea nămolului în exces se va considera în calcule:

$$w_e = 99...99,2 \% \quad (5.51)$$

5.7.6.16. *Vârsta nămolului* pentru sistemul bazin de aerare decantor secundar din fig. 5.15 se definește ca raportul dintre cantitatea de materii solide în suspensie *existentă* în bazinul de aerare și cantitatea de materii solide în suspensie *care este eliminată* (îndepărată) *zilnic* din sistem. Ea se determină cu următoarea expresie:

$$T_N = \frac{c_{na} \cdot V}{(Q_c - Q_{ne}) \cdot c_{uz}^{adm} + Q_{ne} \cdot c_{ne}} \quad (\text{zile}) \quad (5.52)$$

în care toate noțiunile au fost definite anterior.

5.7.6.17. *Vârsta nămolului* este un parametru deosebit de important în epurarea biologică și epurarea avansată a apelor uzate. Valorile recomandate la dimensionare pentru acest parametru, depind de tipul epurării și sunt indicate (în zile), în tabelul 5.6 de mai jos [73].

Tabelul 5.6.

Tipul Epurării	Valori ale vârstei nămolului T_N , în zile, pentru dimensiuni ale stației de epurare:			
	Până la 1200 kg CBO ₅ /zi (≈ 20.000 LE)		Peste 6000 kg CBO ₅ /zi (≈ 100.000 LE)	
	Temperatura apei uzate			
	10°C	12°C	10°C	12°C
0	1	2	3	4
Epurarea apelor uzate fără nitrificare	5		4	
Epurarea apelor uzate cu nitrificare	10	8,2	8	6,6

0	1	2	3	4
Epurarea apelor uzate cu nitrificare și denitrificare V_D/V				
= 0,2	12,5	10,3	10,0	8,3
= 0,3	14,3	11,7	11,4	9,4
= 0,4	16,7	13,7	13,3	11,0
= 0,5	20,0	16,4	16,0	13,2
Epurarea apelor uzate cu nitrificare, denitrificare și stabilizarea nămolului	25		Nu se recomandă	

• V_D și V reprezintă volumul bazinului afectat procesului de denitrificare, respectiv volumul util total al bazinului de aerare.

• LE numărul de locuitori echivalenți determinați pentru fiecare caz în parte (pentru a ține seama de aportul poluant al industriilor), utilizând valorile recomandate pentru indicatorii specifici de poluare a apelor uzate menajere indicați la pct. 1.9 din „Normativ pentru proiectarea construcțiilor și instalațiilor de epurare a apelor uzate orășenești – Partea I: Treapta mecanică” – indicativ NP 032/1999, aprobat cu Ordinul Ministrului Lucrărilor Publice și Amenajării Teritoriului, nr. 60/N/25.08.1999 [63].

• Valorile vârstei nămolului indicate în coloanele 1, 2, 3 și 4 sunt date în zile.

5.7.6.18. Cantitatea de *oxigen necesară* proceselor biochimice din bazinele cu nămol activat se poate aprecia cu relația [53]:

$$O_n = a \cdot C'_b + b \cdot Na + c (K_l - K_{ev}) \quad (\text{kg O}_2/\text{zi}) \quad (5.53)$$

în care:

- $a \cdot C'_b$ (kg O_2/zi) este cantitatea de oxigen necesară respirației de substrat;
- $a \cong 0,5$ kg $\text{O}_2/\text{kg CBO}_5$ red – coeficient al respirației de substrat, reprezentând cantitatea de oxigen necesară micro-organismelor pentru eliminarea unui kilogram de substanță organică biodegradabilă, exprimată prin CBO_5 ;

- $b \cdot Na$ (kg O_2 /zi) este cantitatea de oxigen necesară respirației endogene;
- $b = 0,12 \dots 0,17$ kg O_2 /kg s.u.,zi – coeficient al respirației endogene, reprezentând cantitatea de oxigen necesară într-o zi microorganismelor care se găsesc într-un kilogram de substanță uscată din nămolul activat pentru a supraviețui;
- $c (K_i - K_{ev})$ (kg O_2 /zi) este cantitatea de oxigen necesară în procesul de nitrificare;
- $c = 4,6$ kg O_2 /kg $\cdot N - NH_4^+$ – coeficient al respirației de substrat în procesul de nitrificare, reprezentând cantitatea de oxigen necesară eliminării unui kg $N - NH_4^+$;
- C'_b și Na sunt parametri definiți anterior;
- K_i și K_{ev} reprezintă cantitatea de azot din NH_4^+ care intră zilnic în stația de epurare, respectiv care este evacuată zilnic în emisar cu efluentul epurat mecano-biologic (kg $N - NH_4^+$ / zi).

În cazul în care se are în vedere denitrificarea azotului produs, în instalații de denitrificare prealabilă (pre-denitrificare), o parte din oxigenul utilizat în procesul de nitrificare se poate recupera, situație în care coeficientul c va avea valoarea $c = 2,9$ kg O_2 / kg $N - NH_4^+$.

5.7.6.19. Cantitatea de oxigen necesară, se poate determina și cu relația:

$$O_n = O_{ns} \cdot V \text{ (kg } O_2/\text{zi)} \quad (5.54)$$

în care:

- O_{ns} este oxigenul necesar specific și reprezintă cantitatea zilnică de oxigen necesară microorganismelor dintr-un m^3 de volum util al bazinului de aerare pentru sinteză și pentru mineralizarea substanțelor organice biodegradabile. Se măsoară în kg O_2/m^3 b.a.,zi și are valorile indicate în tabelul 5.7, în funcție de tipul epurării (convenționale, cu nitrificare etc.).
- V este volumul util total al bazinului de aerare.

Tabelul 5.7.

Parametri de proiectare ai bazinelor cu nămol activat

Parametrul de proiectare	Relația de calcul	Unitatea de măsură	Aerare prelungită, cu stabilizarea nămolului	Epurare cu nitrificare	Epurare convențională pentru $X_{5,uz}^{adric}$ (mg/l)	
					≤ 20	≤ 30
1	2	3	4	5	6	7
I_{ob} – Încărcarea organică a bazinului	$I_{ob} = \frac{C_b}{V}$	$\frac{\text{kgCBO}_5}{\text{m}^3 \text{ bazi}}$	0,25	0,50	1,0	2,0
I_{on} – Încărcarea organică a nămolului	$I_{on} = \frac{C_b}{N_a}$	$\frac{\text{kg CBO}_5}{\text{kg s.u., zi}}$	0,05	0,15	0,30	0,60
I_h – Încărcarea hidraulică a bazinului	$I_h = \frac{Q_c}{V}$	$\frac{\text{m}^3}{\text{m}^3 \text{ ba, zi}}$	0,83	2,50	10	20
C_{na} – Concentrația nămolului activat din BNA	$C_{na} = \frac{N_a}{V} = \frac{I_{ob}}{I_{on}}$	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	5,00	3,30	3,30	3,30
I_{wv} – Indicele volumetric al nămolului	–	cm^3 / g	100	150	150	150

1	2	3	4	5	6	7
C_{nr} – Concentrația nămolului activat de recirculare, egală valoric cu concentrația nămolului în exces C_{ne}	$C_{nr} = \frac{1000}{I_{VN}} \text{ sau, } C_{nr} = \frac{r + 100}{r} \cdot C_{na}$	kg / m ³	10	6,67	6,67	6,67
r – Coeficientul de recirculare a nămolului	$r = \frac{C_{na}}{C_{nr} - C_{na}} \cdot 100$ sau, $r = \frac{C_{na} \cdot I_{VN}}{1000 - C_{na} \cdot I_{VN}} \cdot 100$	(%)	100	100	100	100
n_{es} – Nămol în exces specific	$n_{es} = \frac{N_e}{C'_b}$	$\frac{\text{kg s.u.}}{\text{kg CBO}_5 \text{ red}}$	0,35-0,50	0,50-0,70	0,60-0,80	0,70-0,90
O_{ns} – Oxigen necesar specific	$O_{ns} = \frac{O_n}{V}$	$\frac{\text{kg O}_2}{\text{m}^3 \text{ ba, zi}}$	0,47	0,79	1,12	1,44
$i_{\overline{CO}}$ – Capacitatea specifică de oxigenare	$i_{\overline{CO}} = \frac{\overline{CO}}{C'_b}$	$\frac{\text{kg O}_2}{\text{kg CBO}_5 \text{ red}}$	3,5	2,5	2	1,5

1	2	3	4	5	6	7
t_a^c – Durata de aerare la Q_c	$t_a^c = \frac{V}{Q_c}$	h	24	4	2	1
t_a^v – Durata de aerare la Q_v	$t_a^v = \frac{V}{Q_v}$	h	12	2	1	0,75
T_N – Vârsta nămolului $T_N = \frac{C_{na} \cdot V}{Q_{ne} \cdot C_{ne} + (Q_c - Q_{ne}) \cdot C_{uz}^{adm}}$						
X_{5uz}^{adr} – Concentrația în $CBOD_5$ a effluentului epurat	–	mg/dm ³	12	15	20	30
d_{xb} – Eficiențe capabile ale treptei biologice: - valori posibile - valori medii	$d_{xb} = \frac{C'_b}{C_b} \cdot 10C$	%	93-98 96	90-95 92,5	88-92 90	80-90 85

5.7.6.20. *Capacitatea de oxigenare necesară* reprezintă cantitatea de oxigen care *trebuie* introdusă într-o zi în bazinul cu nămol activat, astfel încât, ținând seama de eventualele pierderi de oxigen, să se asigure proceselor biochimice din bazin întreaga cantitate de oxigen necesară (O_n). Ea se poate determina [53] cu relația de mai jos :

$$\overline{CO}_{nec} = O_n \cdot \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{c_s}{c_{SA} - c_B} \cdot \sqrt{\frac{K_{10}}{K_T}} \cdot \frac{760}{p} \text{ (kg O}_2\text{/zi)} \quad (5.55)$$

în care:

- O_n – conform pct. 5.7.6.19. , în kg O₂ / zi ;
- c_s – concentrația de *saturație* a oxigenului dizolvat în apă curată, în condiții normale (standard) și anume: temperatura T (°C) și presiunea atmosferică 760 mm col. Hg. Valorile c_s sunt indicate în tabelul 5.8 în funcție de temperatură;
- c_{SA} – concentrația de *saturație* a oxigenului dizolvat în amestecul apă-nămol din bazinul de aerare la temperatura de lucru T (în calcule se poate considera $T = 12...20^\circ\text{C}$). Valorile c_{SA} sunt indicate, de asemenea, în tabelul 5.8.

Tabelul 5.8.

T (°C)	0	5	10	15	20	25	30
0	1	2	3	4	5	6	7
c_s (mg O ₂ /dm ³)	11,6	12,8	11,3	10,2	9,2	8,4	7,6
c_{SA} (mg O ₂ /dm ³)	11,3	10,0	9,0	8,1	7,4	6,7	6,1

- c_B – concentrația *efectivă* a oxigenului dizolvat din amestecul de apă-nămol din bazinul de aerare la temperatura de lucru T .

Valoarea concentrației c_B poate fi considerată în calcule 1... 3 mg O₂/dm³.

- K_{10} – coeficient de transfer al oxigenului în apă la temperatura de 10°C;
- K_T – coeficient de transfer al oxigenului în apă la temperatura $T^\circ\text{C}$. Valorile expresiei $\sqrt{\frac{K_{10}}{K_T}}$ sunt indicate în tabelul 5.9 în funcție de temperatura considerată pentru apa uzată.

Tabel 5.9.

$T^\circ\text{C}$	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
$\sqrt{\frac{K_{10}}{K_T}}$	1,019	1,000	0,982	0,964	0,946	0,928	0,911	0,885	0,878	0,861

$T^\circ\text{C}$	19	20	21	22	23	24
$\sqrt{\frac{K_{10}}{K_T}}$	0,845	0,830	0,815	0,799	0,784	0,770

- p – presiunea barometrică anuală medie a aerului din localitatea respectivă, în mm col. Hg.
- α – raportul dintre capacitatea de transfer a oxigenului în apa uzată și capacitatea de transfer a oxigenului în apa curată. Raportul se indică de obicei de către furnizorul dispozitivelor de aerare. Orientativ, se poate considera în calcule $\alpha = 0,70 \dots 0,90$ pentru apele uzate orășenești.

5.7.6.21. Capacitatea de oxigenare necesară se poate calcula și cu relația:

$$\overline{CO}_{nec} = i_{\overline{CO}} \cdot C'_b \quad (\text{kg O}_2 / \text{zi}) \quad (5.56)$$

unde:

- $i_{\overline{CO}}$ este capacitatea specifică de oxigenare, exprimată în $\text{kg O}_2 / \text{kg CBO}_5$ red, ale cărei valori, funcție de tipul epurării, sunt indicate în tabelul 5.7.;

- C'_b (kg CBO₅ red/zi) a fost definit anterior.

Capacitatea de oxigenare necesară \overline{CO}_{nec} (kgO₂/zi) se calculează cu relațiile (5.55) și (5.56). În calculele de dimensionare se adoptă valoarea cea mai mare.

La dimensionarea dispozitivelor de aerare, se va considera capacitatea de oxigenare orară a sistemului, determinată cu relația:

$$\overline{CO}_{h nec} = \frac{\overline{CO}_{nec}}{\delta} \text{ (kg O}_2\text{/h)} \quad (5.57)$$

în care δ este un coeficient adimensional care ține seama de mărimea stației de epurare și de neuniformitatea debitelor și încărcărilor cu poluanți în decursul unei zile. El se va considera astfel:

- $\delta = 15$ pentru $Q_c \leq 50 \text{ dm}^3/\text{s}$;
- $\delta = 20$ pentru $50 < Q_c \leq 150 \text{ dm}^3/\text{s}$;
- $\delta = 24$ pentru $Q_c > 250 \text{ dm}^3/\text{s}$.

5.7.6.22. Duratele de aerare pentru debitele de calcul și de verificare, reprezintă timpii medii de retenție a apelor uzate în bazinul cu nămol activat și se determină cu relațiile:

- pentru debitul de calcul:

$$t_a^c = \frac{V}{Q_c} \text{ (ore)} \quad (5.58)$$

- pentru debitul de verificare:

$$t_a^v = \frac{V}{Q_v} \text{ (ore)} \quad (5.59)$$

Pentru eficiențe d_{xb} ale treptei biologice privind eliminarea CBO₅ sub 90 %, se impune un timp de aerare la debitul de calcul de minim 2h și un timp de aerare la debitul de verificare de minim 1h.

5.7.6.23. Parametri de proiectare ai bazinului cu nămol activat, pentru principalele tipuri de epurare biologică (convențională, cu

nitrificare și aerare prelungită cu stabilizarea nămolului) sunt indicați în tabelul 5.7 [20], [23], [26], [73].

5.7.7. Procedee de aerare

5.7.7.1. Oxigenul necesar proceselor biologice aerobe care au loc în bazinele cu nămol activat este transferat de la aer la apă prin diverse procedee.

Cele mai utilizate în practica epurării sunt procedeele mecanice și pneumatice.

În procedeele mecanice, dispozitive speciale, purtând numele de aeratoare sau rotoare, pulverizează apa în atmosferă sub formă de picături fine, transferul de oxigen producându-se de la aerul atmosferic la picăturile de apă.

Aceste picături, îmbogățite cu oxigen, cad în masa de apă din bazin, amestecându-se cu apa uzată influentă și cu nămolul activat de recirculare.

În procedeele pneumatice, aerul furnizat de electro-suflante sau electro-ventilatoare este introdus în masa de lichid din bazinul de aerare sub formă de bule fine, medii sau mari, transferul de oxigen producându-se de la bulele de aer la faza lichidă, direct proporțional cu deficitul de oxigen existent în bazin.

5.7.7.2. Toate sistemele de aerare, au rolul de a asigura:

- transferul de oxigen de la aer la apă;*
- un amestec cât mai omogen al celor trei elemente participante la proces (aer, apă, nămol);*
- evitarea depunerilor de nămol pe radierul bazinului.*

Clasificarea procedeeleor de aerare

5.7.7.3. Din punct de vedere al fenomenului de transfer al oxigenului de la aer la apă, procedeele de aerare pot fi:

- mecanice;
- pneumatice;
- mixte;
- cu jet.

5.7.7.4. Din punct de vedere al mărimii bulelor de aer realizate în masa de apă (exprimate prin diametrul bulei – d_b), în procedeul de aerare pneumatic aerarea poate fi:

- cu bule fine ($d_b \leq 3\text{mm}$);
- cu bule medii ($d_b = 4-6\text{ mm}$);
- cu bule mari ($d_b > 6\text{ mm}$).

Aerarea mecanică a apelor uzate

5.7.7.5. Aerarea mecanică se realizează cu aeratoare cu rotor vertical și cu rotor orizontal notate pe scurt ARV, respectiv ARO.

5.7.7.6. Aeratoarele cu rotor vertical pot fi cu imersie constantă (v. fig. 5.16) sau cu imersie variabilă.

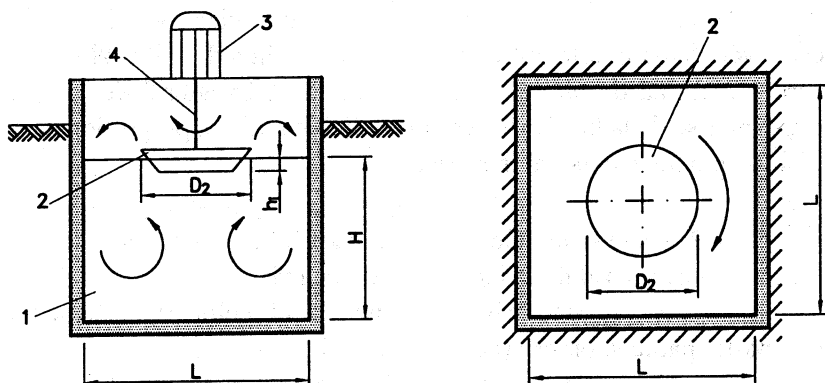


Fig. 5.16. – Aerare mecanică cu aeratoare cu ax vertical

1 - bazin cu nămol activat;

3-electromotor;

2 - aerator;

4-ax.

h_i - adâncimea de imersie a aeratorului;

D_2 - diametrul discului superior al aeratorului.

Ele pot fi *fixe*, amplasate pe o pasarelă, sau mobile (plutitoare) amplasate pe flotoare.

Pentru aeratoarele fixe, a căror înălțime de imersie variază în decursul zilei datorită variației debitelor de ape uzate influente în stația de epurare, este necesară adoptarea de soluții care să permită păstrarea constantă a imersiei.

Menținerea unei adâncimi de imersie h_i constante (dat fiind că debitul apelor uzate și implicit nivelul apei din bazin variază în decursul unei zile) se poate face prin:

- prevederea de aeratoare cu imersie variabilă;
- modificarea nivelului apei din bazin cu ajutorul unei clapete deversante amplasate pe canalul de evacuare a apei aerate;
- prevederea de aeratoare montate pe flotoare, cu fixarea acestora în plan orizontal pentru preluarea efectului reactiv al jetului de apă.

5.7.7.7. *Aeratoarele fixe* pot fi prevăzute cu și fără tub de aspirație. Tubul de aspirație este coaxial cu axul aeratorului și are rolul de a îmbunătăți circulația lichidului în bazinul de aerare, deci de a omogeniza amestecul aer-apă-nămol.

5.7.7.8. Un aerator mecanic este caracterizat prin:

- capacitatea de oxigenare în apă curată $\overline{CO'_R}$ (kg O₂/h, aerator) și în apă uzată $\overline{CO_R}$ (kg O₂/h, aerator);
- diametrul superior al rotorului D_2 (v. fig. 5.16);
- turația aeratorului (rot/min);
- puterea instalată P_i (kW) și puterea consumată P_e (kW);
- imersia optimă h_i (m);
- dimensiuni caracteristice de montaj (gabaritul);
- coeficientul de transfer al echipamentului, reprezentând raportul dintre capacitatea de oxigenare a aeratorului în apă uzată și

apă curată: $\alpha = \frac{\overline{CO_R}}{\overline{CO'_R}}$.

Valorile coeficientului α variază de regulă între 0,70 și 0,90.

Toate datele de mai sus sunt de regulă, furnizate de către producătorul aeratorului.

5.7.7.9. Între tipul de aerator utilizat și dimensiunile bazinului de aerare se recomandă satisfacerea următoarelor relații geometrice:

$$\frac{L}{D_2} = 5...9; \frac{H}{D_2} = 2...5; \frac{L}{H} = 2...4 \quad (5.60)$$

unde:

L (m) – este latura în plan a bazinului aferent unui aerator;

H (m) – adâncimea utilă a apei în bazin;

D_2 (m) – definit anterior.

5.7.7.10. Orientativ, capacitatea de oxigenare în apa curată a aeratoarelor cu rotor cu ax vertical variază între 100 și 4000 kg O₂/h, aerator, în condițiile respectării relațiilor geometrice (5.60).

5.7.7.11. Amplasarea mai multor aeratoare în bazin se poate face în serie sau în linii tehnologice paralele (v. fig. 5.17).

Volumele aferente aeratoarelor nu sunt delimitate de pereți despărțitori etanși (v. linia a-a din fig. 5.17), ci de pereți cu fante sau în cele mai multe cazuri nu se prevăd deloc pereți.

5.7.7.12. Pentru alegerea numărului de aeratoare de un anumit tip, trebuie determinate în prealabil capacitatea de oxigenare orară necesară a sistemului ($\overline{CO}_{h nec}$ – kg O₂/h, conf. pct. 5.7.6.20 și 5.7.6.21) și volumul util total al bazinelor cu nămol activat (V – m³ – determinat din relația 5.39).

5.7.7.13. La dimensionare, se urmărește alegerea numărului și a tipului de aerator care să conducă (pentru $\overline{CO}_{h nec}$ și V menționați la

punctul precedent) la un consum minim de energie, la respectarea condițiilor geometrice (5.60), precum și a relației de mai jos:

$$n_R = n_b \quad (5.61)$$

unde:

n_R – numărul de aeratoare mecanice;

n_b – numărul de bazine.

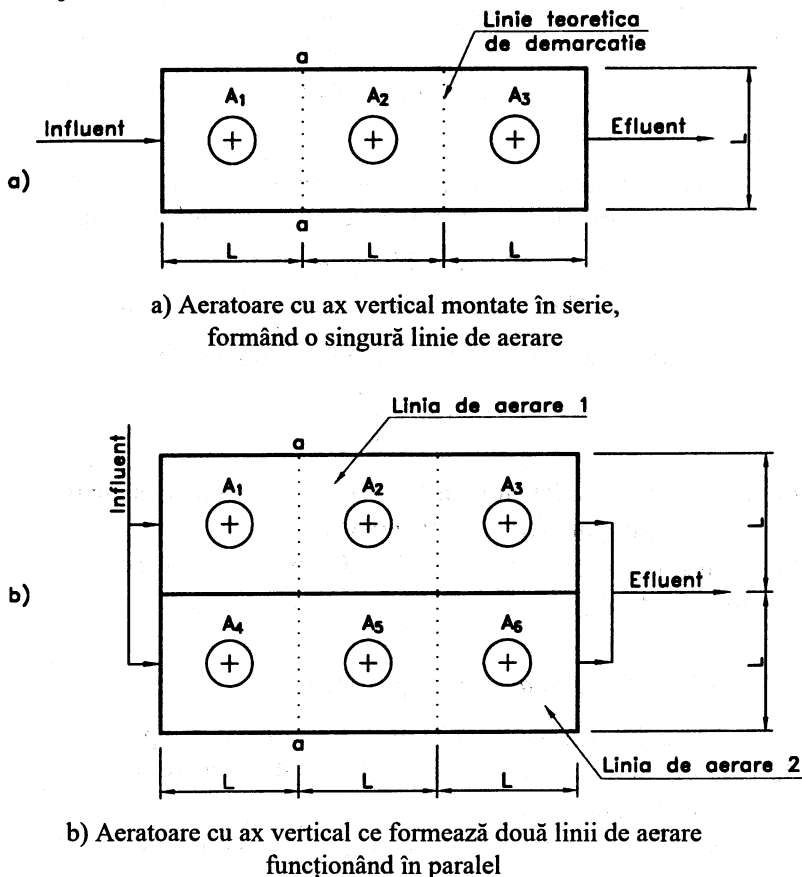


Fig. 5.17. – Schemă de aerare cu aeratoare cu ax vertical

$A_1...A_6$ - aeratoare cu ax vertical;

a – a-linia de demarcație între volumele aferente a două aeratoare.

Numărul de aeratoare se determină cu relația:

$$n_R = \frac{\overline{CO}_{h nec}}{\overline{CO}_R} \in \{Z\} \quad (5.62)$$

unde $\{Z\}$ este mulțimea numerelor întregi, iar \overline{CO}_{nec} și \overline{CO}_R s-au definit anterior.

Numărul de bazine se poate calcula cu formula:

$$n_b = \frac{V}{V_1} = \frac{V}{L^2 H} \quad (5.63)$$

unde:

V – volumul util total al bazinului de aerare (m^3);

V_1 – volumul util aferent unui aerator determinat cu relația>

$$V_1 = L^2 \cdot H \text{ (} m^3/\text{aerator)};$$

L și H au fost definite anterior (v. fig. 5.16 și 5.17).

Introducându-se expresia (5.63) în (5.61), rezultă:

$$n_R = \frac{V}{L^2 H} \quad (5.64)$$

din care, pentru o adâncime utilă de apă H , aleasă, se poate determina latura L a bazinului aferent unui aerator.

În final, ca verificare, L , H , și D_2 trebuie să respecte condițiile geometrice (5.60).

5.7.7.14. Aeratoare cu rotor orizontal

Se utilizează cu precădere pentru aerarea apei la instalații de epurare biologică de tipul șanțurilor de oxidare și al lagunelor (iazurilor) de stabilizare aerate.

Aeratoarele cu rotor orizontal (ARO) mai poartă denumirea de „perii de aerare” sau „perii rotative”.

Ele se caracterizează prin (v. fig. 5.18):

- lungimea periei, L_p (m);
- diametrul periei, D_p (m);

- adâncimea de imersie, h_i (m);
- capacitatea specifică de oxigenare în apă curată $\overline{CO'_P}$ (g O₂/m de perie, h);
- capacitatea specifică de oxigenare în apă uzată $\overline{CO_P}$ (g O₂/m de perie, h);
- coeficientul de transfer al aeratorului (periei) la trecerea de la apă curată la apă uzată:

$$\alpha = \frac{\overline{CO_P}}{\overline{CO'_P}} = 0,70 \dots 0,90 \quad (5.65)$$

Diametrul periei D_p variază între 0,50...1,00 m, lungimea $L_p = 1,0 \dots 4,0$ m, iar imersia palelor în apă $h_t = 8 \dots 25$ cm.

Capacitatea specifică de oxigenare, funcție de tipul periei și de producător, poate avea valori între 3000 și 4500 g O₂/m de perie, h .

Vitezele periferice ating valori de 2,5...3,0 m/s la turații de 60...100 rot/min.

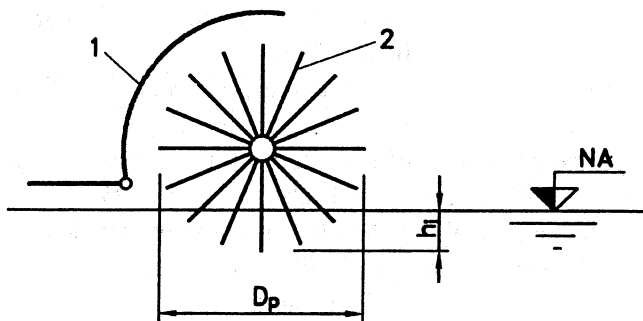


Fig. 5.18. – Aerator cu ax orizontal

- 1 - capac de protecție;
 2 - aerator cu ax orizontal (perie aeratoare rotativă);
 h_i - adâncimea de imersie a periei;

NA - nivelul apei;
 D_p - diametrul periei.

Aerarea pneumatică a apelor uzate

5.7.7.15. *Aerarea pneumatică a apelor uzate* se realizează prin dispozitive de insuflare a aerului în apă amplasate pe sau în apropierea radierului bazinului cu nămol activat, sau în apropierea suprafeței lichidului din bazin.

Primul caz definește așa numita aerare de medie presiune (0,3...1,0 at. – presiune manometrică), iar cel de-al doilea caz, aerare la joasă presiune (0,08...0,15 at.– presiune manometrică).

În cazul aerării de medie presiune, dispozitivele de aerare se amplasează la o distanță $a = 5...60$ cm de radierul bazinului (a se măsoară între fața superioară a dispozitivului de insuflare și fața superioară a radierului – v. fig. 5.19 b).

La aerarea de joasă presiune, cunoscută și sub denumirea de aerare de tip INKA, axul tuburilor perforate prin care se insuflă aerul în apă se află situat la 0,80 m sub nivelul lichidului din bazin.

5.7.7.16. Dispozitivele prin care se insuflă aerul în apă, sunt de mai multe tipuri, cele mai utilizate fiind:

- a) Difuzoare cu discuri sau domuri, tuburi și plăci din materiale ceramice poroase;
- b) Difuzoare cu discuri sau domuri, tuburi, panouri și furtune prevăzute cu membrană elastică perforată din elastomer (cauciuc special rezistent la solicitări repetate de întindere);
- c) Țevi perforate din oțel, PVC sau alte materiale plastice (polietilenă, prolipropilenă etc.).

Aceste dispozitive se pot amplasa asimetric în secțiunea transversală, lângă unul din pereți, sau uniform pe tot radierul bazinului (soluție recomandată).

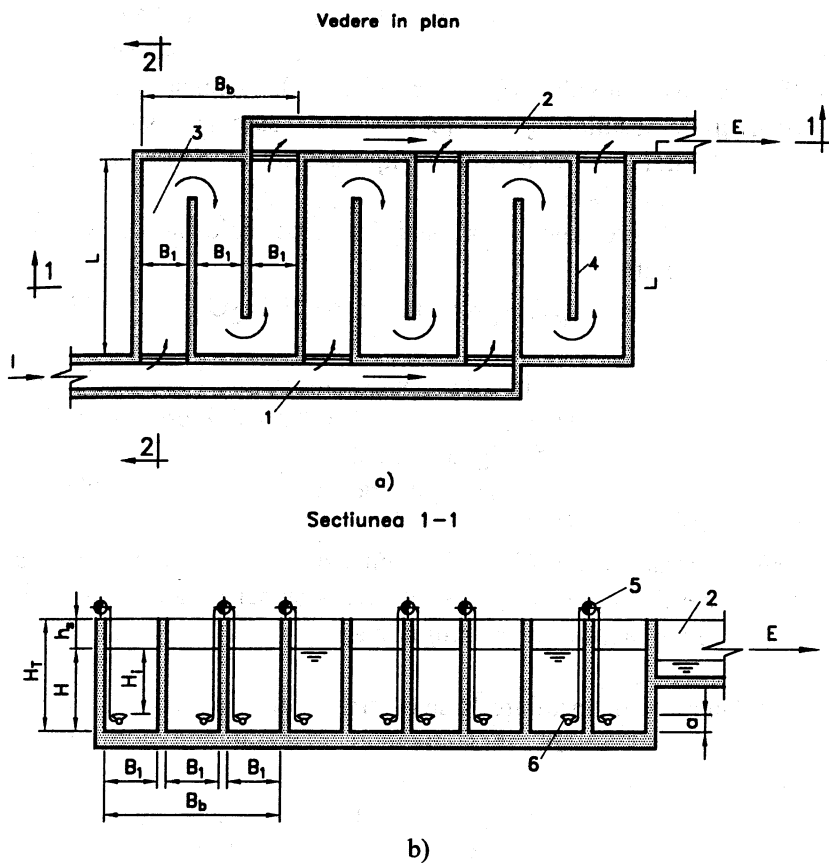


Fig. 5.19. – Bazine cu nămol activat

- | | |
|------------------------------|---|
| I-influent; | 4-perete șicană; |
| E-efluent; | 5-conductă secundară de alimentare
cu aer; |
| 1-rigolă de admisie a apei; | 6-difuzor. |
| 2-rigolă de evacuare a apei; | |
| 3-culoar; | |

5.7.7.17. Stabilirea presiunii manometrice necesare la flanşa de refulare a suflantelor sau ventilatoarelor (în cazul INKA) folosite pentru furnizarea aerului, se face ținându-se seama de adâncimea de insuflare a dispozitivului H_i , de pierderea de sarcină locală prin dispozitivul de insuflare și de pierderile de sarcină distribuite pe conducta de transport a aerului comprimat de la sursa de aer la dispozitivul de insuflare.

Această presiune, exprimată în metri coloană de apă se determină cu relația:

$$H_R \geq H_i + h_l + h_d \text{ (m col. H}_2\text{O)} \quad (5.66)$$

în care:

H_i – adâncimea de insuflare, măsurată între planul de apă din bazin și fața superioară a dispozitivului de insuflare a aerului în apă (v. fig. 5.19...5.22).

h_l – pierderea de sarcină locală, prin dispozitivul de insuflare a aerului în apă;

h_d – pierderea de sarcină distribuită pe conducta de transport a aerului între flanşa de refulare a sursei de aer și dispozitivul de insuflare a aerului în apă.

Adâncimea de insuflare H_i se determină cu relația:

$$H_i = H - a \text{ (m)} \quad (5.67)$$

unde:

H – adâncimea utilă a apei în bazin;

$a = 5...60$ cm este distanța dintre fața superioară a dispozitivului de insuflare a aerului în apă și fața superioară a radierului.

Pentru procedeul de aerare de tip INKA, adâncimea de insuflare este $H_i = 0,80$ m.

5.7.7.18. *Pierdere de sarcină locală* prin dispozitivul de insuflare diferă de la un dispozitiv la altul. Ea se notează cu h_l și variază între 25 și 80 cm, funcție de tipul de dispozitiv, de debitul de aer etc.

De obicei, gama de variație pentru h_1 este indicată de către furnizorul dispozitivului de insuflare în oferta pe care acesta o face proiectantului sau beneficiarului.

5.7.7.19. Pentru *transportul aerului* de la sursă (electrosuflante, electroventilatoare), la dispozitivele de insuflare a aerului, se recomandă a se utiliza conducte din oțel inox cu pereți subțiri.

Dimensionarea acestor conducte se va face la vitezele indicate în tabelul de mai jos.

Tabelul 5.10.

Diametrul conductei D_n (mm)	Viteza aerului v_{aer} (m/s)
0	1
25 - 75	6,0 ... 9,0
100 - 250	9,0 ... 15,0
300 - 600	13,0 ... 20,0
750 - 1500	19,0 ... 33,0

5.7.7.20. *Capacitatea specifică nominală de oxigenare* este o caracteristică proprie fiecărui dispozitiv de insuflare a aerului. Ea reprezintă, pentru un anumit dispozitiv de insuflare, cantitatea de oxigen pe care o poate transfera în apă un metru cub de aer în condiții normale sau standard (notat $N \text{ m}^3$ aer) pentru un metru adâncime de insuflare.

Condițiile *normale* sau *standard* sunt:

- temperatura aerului: $\theta_N = 10^\circ\text{C}$;
- presiunea atmosferică $p_N = 760 \text{ mm Hg}$

Capacitatea specifică nominală de oxigenare este notată cu c'_0 și se măsoară în $\text{g O}_2/\text{Nm}^3$ aer, m adâncime de insuflare.

Multiplicând parametrul c'_0 cu adâncimea de insuflare H_t , se obține *capacitatea specifică de oxigenare*:

$$c_0 = c'_0 \times H_t \text{ (g O}_2\text{/Nm}^3 \text{ aer)} \quad (5.68)$$

parametru care arată, pentru dispozitivul de insuflare ales, ce cantitate de oxigen transferă în apă un metru cub de aer, în condiții normale (standard) și pentru adâncimea totală de insuflare H_t .

Capacitatea specifică de oxigenare este indicată de obicei în prospectele și ofertele producătorilor, pentru insuflarea aerului în apă curată.

La dimensionarea tuturor dispozitivelor pneumatice de aerare, trebuie determinată mai întâi valoarea capacității specifice de oxigenare în apă uzată și apoi efectuate calculele care se impun.

Trecerea de la valorile corespunzătoare apei curate, la valorile aferente apei uzate, se face prin multiplicarea capacității specifice de oxigenare în apă curată cu un coeficient subunitar (0,70...0,90) care este, de regulă, indicat de către furnizorul dispozitivului.

5.7.7.21. Randamentul specific de oxigenare arată ce procent din cantitatea de oxigen conținută de un metru cub de aer, în condiții normale (standard) și pentru un metru adâncime de insuflare este transferată de la aer la apă de către un anumit dispozitiv de insuflare.

Randamentul specific de oxigenare este o caracteristică proprie fiecărui dispozitiv de insuflare în parte, se notează cu η_m și se exprimă în % / m adâncime de insuflare).

Pentru dispozitivele de insuflare a aerului moderne η_m poate avea valori cuprinse între 6 și 10 % / m adâncime de insuflare.

Valorile parametrilor c'_0 și η_m sunt indicate de către furnizori în fișele tehnice ale dispozitivelor de insuflare oferite de aceștia.

Randamentul de oxigenare total pentru un dispozitiv de insuflare situat la o anumită adâncime de imersie H_t este :

$$\eta_H = \eta_m \cdot H_t \text{ (%) } \quad (5.69)$$

5.7.7.22. *Debitul de aer necesar a fi insuflat* în bazinul cu nămol activat pentru a asigura cantitatea de oxigen necesară proceselor biochimice, se determină cu relația:

$$Q_N = \frac{\overline{CO}_{h nec} \times 10^3}{c'_0 \times H_i} \quad (\text{N m}^3 \text{ aer/h}) \quad (5.70)$$

unde:

- $\overline{CO}_{h nec}$ (kg O₂/h) – capacitatea de oxigenare orară necesară sistemului;
- c'_0 (g O₂/N m³ aer, m ad. de insuflare) – capacitatea specifică nominală de oxigenare caracteristică dispozitivului de insuflare adoptat;
- H_i (m) – adâncimea de insuflare.

Expresia (5.70) permite calculul debitului de aer necesar în condiții *normale* (standard), adică pentru:

- temperatura aerului $\theta_N = 10^\circ\text{C}$;
- presiunea admosferică $p_N = 760 \text{ mm Hg}$.

Pentru a calcula debitul de aer Q_R în condiții *reale*, adică pentru:

- temperatura aerului la momentul dat θ_R °C;
- presiunea atmosferică din momentul respectiv p_R (mm Hg);

se va aplica relația:

$$Q_R = \frac{p_N}{p_R} \cdot \frac{\theta_R + 273}{\theta_N + 273} Q_N \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (5.71)$$

Dacă se dorește determinarea debitului de aer în condiții normale (standard), cunoscându-se debitul în condiții reale, se va utiliza relația (5.71) sub forma:

$$Q_N = \frac{p_R}{p_N} \cdot \frac{\theta_N + 273}{\theta_R + 273} Q_R \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (5.72)$$

5.7.7.23. Un parametru deosebit de important în compararea sistemelor (dispozitivelor) de aerare între ele, este indicele energetic:

$$i_E = \frac{\overline{CO}_{hef}}{P_c} \text{ (kg O}_2\text{/kWh)} \quad (5.73)$$

în care:

- \overline{CO}_{hef} (kg O₂/h) – este capacitatea de oxigenare orară efectivă, care poate fi asigurată de sursele de aer alese;
- P_c (kW) – puterea consumată a utilajelor care constituie sursa de aer aleasă (electrosuflante, ventilatoare).

Procedeu de aerare cu bule fine

5.7.7.24. *Insuflarea aerului prin materiale poroase* realizează bule de aer foarte fine și deci eficiențe de transfer a oxigenului în apă ridicate. Deoarece bulele de aer rezultate sunt fine, suprafața specifică interfacială este foarte mare, lucru care influențează favorabil fenomenul de transfer al oxigenului.

Materialul din care se confecționează discurile, domurile, tuburile și plăcile poroase poate fi realizat prin tratamente termice corespunzătoare, din pulbere de aluminiu cu silicagel, sticlă sinterizată, materiale ceramice etc.

Pentru evitarea colmatării porilor foarte fini ai acestor materiale cu impuritățile din aer, aerul insuflat trebuie purificat, fapt ce impune instalații speciale de filtrare a aerului.

Pierderea de sarcină locală prin materialele poroase este mare, putând varia, funcție de porozitatea acestuia, între 0,6 și 2,0 m.

Manipularea, transportul și montarea dispozitivelor realizate cu materiale poroase trebuie făcute cu grijă, dat fiind faptul că aceste materiale sunt casante și se pot deteriora foarte ușor.

În ultimii ani, au apărut alte materiale mai puțin pretențioase, mai ușor de realizat, mai ieftine, și la fel de performante, astfel încât materialele poroase sunt utilizate din ce în ce mai rar.

Toate materialele din care se confecționează dispozitivele de insuflare trebuie să fie rezistente la coroziune și să aibă fiabilitate cât mai mare.

5.7.7.25. Dispozitivele de insuflare a aerului cu *membrane elastice perforate* din elastomeri, polietilenă, prolipropilenă etc. sunt utilizate preponderent în prezent datorită unor avantaje importante, cum ar fi:

- se pot înlocui cu ușurință în caz de defecțiune;
- sunt elastice, astfel încât atunci când insuflarea aerului încetează din diverse motive, porii membranei se închid, nepermițând apei și impurităților din apă să pătrundă în interiorul dispozitivului de insuflare și nici în sistemul de conducte sau canale pentru distribuția aerului.

În momentul în care se reia insuflarea, aerul pătruns între membrană și suportul acesteia umflă membrana, porii se deschid și aerul sub formă de bule fine, sau medii se distribuie în masa de lichid.

5.7.7.26. Dispozitivele de insuflare care utilizează membranele elastice perforate se realizează în mod curent sub formă de:

- | | |
|------------|--------------------|
| – discuri; | – domuri (calote); |
| – tuburi; | – furtune. |
| – panouri; | |

Difuzoare cu discuri sau domuri de aerare

5.7.7.27. *Discurile și domurile cu membrană elastică perforată* se realizează sub forma unor difuzoare cu diametrul de 18...30 cm care se montează prin înșurubare sau prin lipire cu adezivi speciali pe o rețea din conducte amplasată în imediata apropiere sau chiar pe radierul bazinului, din care se alimentează cu aer fiecare difuzor (v. fig. 5.20).

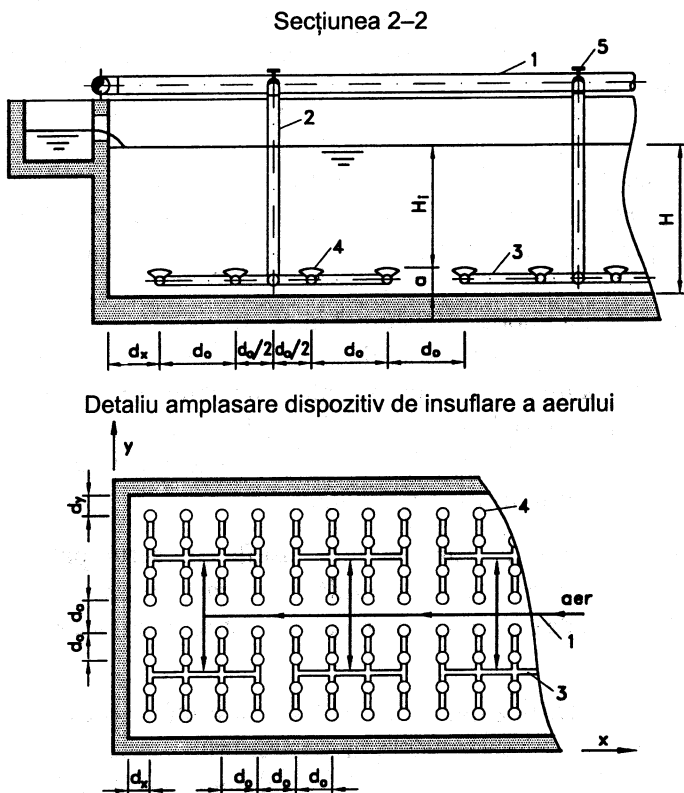


Fig. 5.20. – Bazine cu nămol activat – Sistem de aerare cu difuzori poroși sau cu membrană elastică perforată

1 - conductă secundară de
alimentare cu aer;

2 - ramură de alimentare cu aer;

3 - distribuitor;

4 - difuzor;

5 - robinet de izolare.

5.7.7.28. Parametri de dimensionare a difuzoarelor cu discuri sau domuri

În soluția amplasării difuzoarelor uniform pe radierul bazinului, distanța d_0 dintre ele variază între 0,30 m și 1,0 m.

Debitul specific de aer (aferent unui difuzor) poate avea valori $q_d = 2 \dots 10 \text{ N m}^3 \text{ aer/difuzor}$, în funcție de tipul difuzorului.

Acest debit și adâncimea de insuflare H_i determină, între anumite limite, valoarea randamentului de transfer al oxigenului η_m , capacitatea specifică nominală de oxigenare (c'_0) și în final, debitul de aer în condiții normale ce trebuie asigurat (Q_N).

Numărul de difuzoare se determină în funcție de debitul de aer necesar în condiții normale Q_N (conf. pct. 5.7.7.22) și de debitul specific de aer al tipului de difuzor ales q_d (valoare furnizată de producătorul difuzorului în oferta sa).

Numărul de difuzoare necesar rezultă din relația:

$$n_d = \frac{Q_N}{q_d} \in \{Z\} \quad (5.74)$$

Densitatea difuzoarelor în bazinul de aerare va fi:

$$D_d = \frac{n_d}{A_0} \text{ (dif/m}^2\text{)} \quad (5.75)$$

unde $A_0 \text{ (m}^2\text{)}$ este suprafața radierului bazinelor de aerare pe care se amplasează difuzoarele.

În mod curent, densitatea de amplasare pe radier a difuzoarelor este între 1 și 6 difuzoare/m².

Capacitatea specifică nominală de oxigenare în apă uzată poate fi determinată cu relația (5.76) dacă se cunoaște $\eta_m \text{ (\% / m)}$, astfel:

$$c'_0 = 280 \eta_m \text{ (b O}_2\text{/m}^3 \text{ aer, m ad. de insuflare)} \quad (5.76)$$

unde: 280 g O₂ reprezintă cantitatea de oxigen existentă într-un metru cub de aer în condiții normale (standard).

De regulă, c'_0 este indicat de către furnizorul dispozitivului de insuflare în oferta sa.

Tuburi poroase și tuburi cu membrană elastică perforată

5.7.7.29. Sunt dispozitive formate din mai multe tuburi asamblate într-un „bloc de aerare” sau „modul de aerare” (v. fig. 5.21). Tuburile pot fi din material poros sau din material plastic îmbrăcat într-o membrană elastică perforată. Porii membranei au dimensiuni de ordinul a 0,1...0,2 mm.

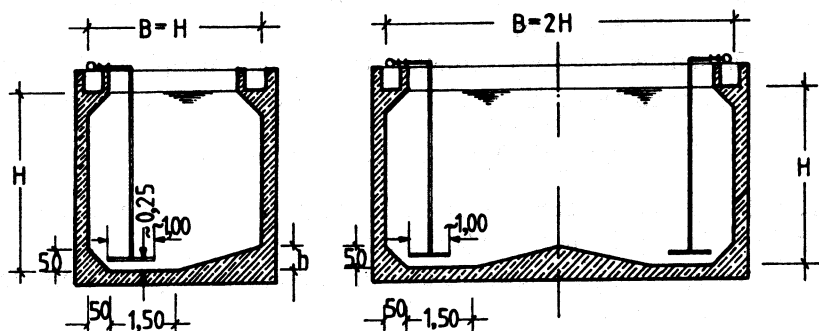
5.7.7.30. Lungimea tuburilor situate de o parte și de alta a unui distribuitor (tronsoan de conductă servind pentru distribuția aerului în tuburile de aerare) variază de la 0,50 m la 1,25 m.

Numărul de tuburi de pe o singură parte a distribuitorului aferent unui modul de aerare, variază între 4 și 10.

Suprafața ocupată în plan de un modul de aerare este $A_1 = l_x \cdot l_y$ (m^2) unde l_x și l_y sunt lățimea, respectiv lungimea modulului (v. fig. 5.21,c).

În unele soluții de echipare cu „module de aerare cu tuburi”, acestea se amplasează lângă un perete al bazinului (sau culoarului) de aerare, la distanța de cca. 25-30 cm de radier.

Instalația de alimentare cu aer a unui modul poate fi concepută astfel încât, prin intermediul unei articulații speciale, blocul să poată fi ridicat, prin rotire, la suprafață, pentru revizie sau reparații (v. fig. 5.21).



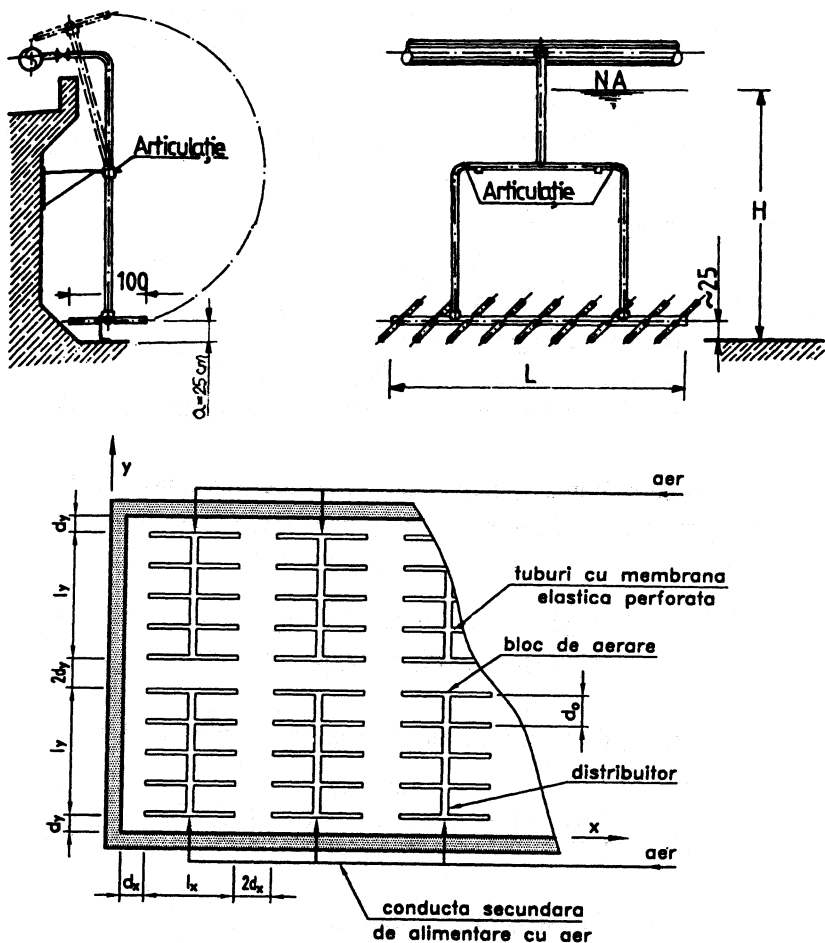


Fig. 5.21 – Bazine cu nămol activat – Sistem de aerare cu tuburi cu membrană elastică perforată

- Insufлера simetrică și asimetrică a aerului prin tuburi cu membrană elastică perforată;
- Modul (sau bloc) de aerare din tuburi prevăzut cu articulație;
- Dispunerea modulelor (blocurilor) de aerare cu tuburi.

5.7.7.31. Parametri de proiectare a tuburilor sunt:

- debitul specific de aer (aferent unui metru liniar de tub),
 $q_1 = 2 \dots 8 \text{ N m}^3 \text{ aer/m tub}$;
- capacitatea specifică nominală de oxigenare în apă curată
 $c'_0 \text{ (g O}_2\text{/m}^3 \text{ aer, m ad. de insuflare)}$;
- densitatea tuburilor:

$$D_t = \frac{n_t}{A_n} \text{ (tuburi/m}^2\text{)} \quad (5.77)$$

- indicele energetic $i_E \text{ (kg O}_2\text{/kWh)}$;
- pierderea de sarcină locală prin tub, $h_1 \text{ (cm)}$;
- randamentul specific de transfer al oxigenului, $\eta_m \text{ (\%/m)}$;
- distanța dintre tuburi, $d_0 = 300 \dots 500 \text{ mm}$;
- capacitatea specifică de oxigenare aferentă unui tub de lungime l , situat la adâncimea de insuflare H_t , rezultă din relația:

$$c_t = q_1 \cdot c'_0 \cdot H_t \cdot l \text{ (g O}_2\text{/h)} \quad (5.78)$$

- dacă lungimea tubului este 1,0 m, atunci c_t devine:

$$c'_t = q_1 \cdot c'_0 \cdot H_t \text{ (g O}_2\text{/h, m de tub)} \quad (5.79)$$

Numărul n_t de tuburi de lungime l , respectiv n'_t cu $l = 1 \text{ m}$, se pot obține cu relațiile:

$$n_t = \frac{\overline{CO}_{h nec} \cdot 10^3}{c_t \cdot \alpha} \text{ și } n'_t = \frac{\overline{CO}_{h nec} \cdot 10^3}{c'_t \cdot \alpha} \quad (5.80)$$

Lungimea totală necesară a tuburilor, rezultă:

$$L = \frac{\overline{CO}_{h nec} \cdot 10^3}{c'_t \cdot \alpha} \text{ (m)} \quad (5.81)$$

în care c_t și c'_t , au fost definite mai sus, iar $\overline{CO}_{h nec}$ definită anterior, se introduce în relația (5.81) în $\text{kg O}_2\text{/h}$.

Coeeficientul $\alpha = 0,70 \dots 90$ permite trecerea de la condițiile de oxigenare în apă curată, la condițiile de oxigenare în apă uzată.

Numărul de module (blocuri) de aerare rezultă din expresia:

$$n_M = \frac{n_t}{n_{tm}} \in \{Z\} \quad (5.82)$$

unde:

- n_t – numărul total de tuburi cu lungimea l , determinat conform relației (5.80);
- n_{tm} – numărul de tuburi cu lungimea l aferentă unui modul de aerare.

Numărul de tuburi amplasate de o singură parte a distribuitorului blocului este $n_{tb}/2$.

Furtunuri de aerare din membrană elastică perforată

5.7.7.32. Dispozitivul de aerare constă dintr-o conductă de alimentare cu aer (2) a două tuburi distribuitoare (3) amplasate perpendicular pe conducta de alimentare, la capetele acestora (v. fig. 5.22).

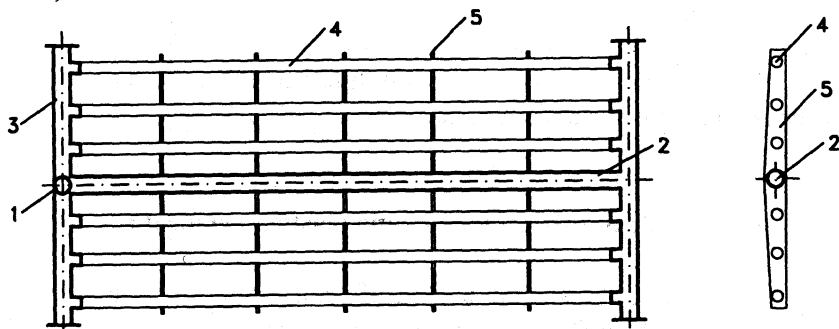


Fig. 5.22 – Panou cu furtunuri elastice perforate

- | | |
|--|-----------------|
| 1 - punct de alimentare cu aer a panoului; | 5 - distanțier. |
| 2 - conductă de alimentare cu aer; | |
| 3 - distribuitor; | |
| 4 - furtun elastic; | |

Distribuitoarele sunt legate între ele prin furtunuri din material plastic (polietilenă, polipropilenă ș.a.) perforate, amplasate câte 1-3 bucăți de fiecare parte a conductei de alimentare și paralele cu aceasta.

Pentru a evita o deformare exagerată a furtunurilor în momentul insuflării de aer, furtunurile sunt trecute prin orificiile unor distanțiere solidare cu conducta de alimentare.

Parametri de proiectare a furtunurilor din membrană elastică perforată sunt analogi cu cei ai tuburilor (v. pct. 5.7.7.35), și anume:

- debit specific de aer: $q_d = 2...6 \text{ N m}^3 \text{ aer/h, m furtun}$;
- capacitatea specifică nominală de oxigenare, c'_0 ($\text{g O}_2/\text{m}^3 \text{ aer, m ad. de insuflare}$);
- distanța dintre furtunuri, $d_0 = 150, 300, 600, \text{ și } 900 \text{ mm}$;
- numărul de furtunuri pentru un panou, $n_p = 2...6$ furtunuri;
- indicele energetic i_E ($\text{kg O}_2/\text{kWh}$);
- pierderea de sarcină locală prin furtunurile perforate, $h_1 = 30 ... 80 \text{ (cm)}$;
- randamentul specific de transfer al oxigenului, η_m ($\%/m$).

Dimensionarea panourilor cu furtunuri perforate se face analog cu cea de la tuburile cu membrană elastică perforată.

Panouri de aerare cu membrană elastică perforată

5.7.7.33. Sunt dispozitive de insuflare a aerului formate dintr-un panou suport din tablă de inox peste care se amplasează o membrană elastică perforată din polietilenă sau polipropilenă.

Aerul este insuflat între panoul suport și membrană și prin deformarea (umflarea) acesteia deschide porii membranei și permite ieșirea aerului sub formă de bule fine în masa de apă.

Se realizează sub forma unor panouri dreptunghiulare, cu lățimi $b = 150, 300, 500, 1000 \text{ mm}$, lungimi variabile (după necesitate) $l = 1000, 1500, 2000, ..., 4500 \text{ mm}$ și cu grosimea de cca. 20 mm.

Sunt cunoscute și sub numele de Panouri de Aerare Messner, după numele inventatorului și se notează pe scurt PAM.

Panourile se montează direct pe radierul bazinului de aerare, fixându-se prin intermediul unor șuruburi (v. fig. 5.23).

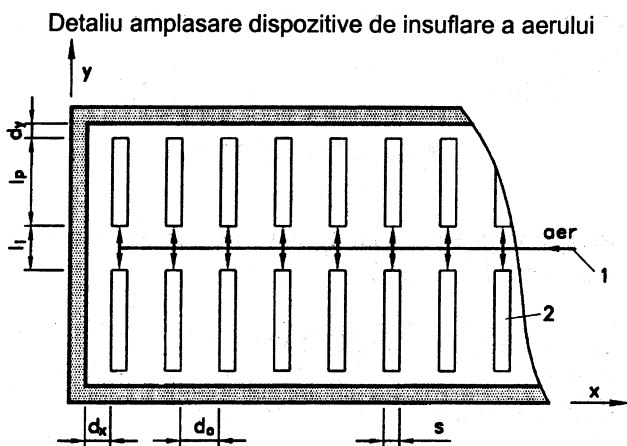
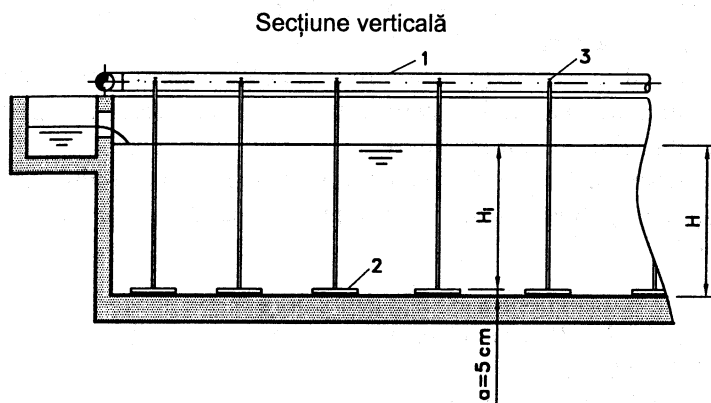


Fig. 5.23. – Bazine cu nămol activat – Sistem de insuflare a aerului cu panouri cu membrană elastică perforată

- 1 - conductă secundară de alimentare cu aer;
- 2 - panou de aerare cu membrană elastică perforată;
- 3-robinet de izolare.

Alimentarea cu aer a panourilor se face individual printr-un furtun de polietilenă, debitul de aer putând fi controlat și reglat cu ajutorul unui robinet sferic.

Furtunurile sunt alimentate cu aer dintr-o conductă secundară, amplasată deasupra apei și pozată de obicei pe pasarele, în lungul bazinului de aerare.

Când este cazul (la lățimi mari de bazin, de exemplu) se prevăd dispozitive de distribuție a aerului la mai multe panouri, amplasate pe radierul bazinului, între panouri.

Dispozitivul de distribuție este alimentat la rândul lui cu un furtun din polietilenă de la conducta secundară pozată în lungul bazinului.

5.7.7.34. Parametri de proiectare a panourilor cu membrană elastică perforată, sunt:

- debitul specific de aer: $q_p = 5 \dots 50 \text{ N m}^3 \text{ aer/h. m}^2 \text{ de panou}$;
- capacitatea specifică nominală de oxigenare în apă curată: c'_0 ($\text{g O}_2/\text{m}^3 \text{ aer}$, m ad. de insuflare);
- factorul de acoperire cu panouri a radiatorului:

$$f_a = \frac{A_{\text{panouri}}}{A_{\text{radiator}}} \cdot 100 (\%) \quad (5.83)$$

Acest factor poate varia, funcție de capacitatea de oxigenare orară necesară între 10 și 100 %.

- indicele energetic i_E ($\text{kg O}_2/\text{kWh}$);
- pierderea de sarcină locală prin panourile cu membrană elastică perforată, $h_l = 30 \dots 60$ (cm);
- randamentul specific de transfer al oxigenului, η_m (% / m);
- tipul de panou utilizat pentru aerarea apelor uzate orășenești:
 $s = 15 \text{ cm}$, $l_p = 1,0 \dots 4,50 \text{ m}$ și chiar mai lungi (conform necesităților);
- aria unui panou:

$$A_{1p} = s \cdot l_p (\text{m}^2/\text{panou}) \quad (5.84)$$

- debitul de aer aferent unui panou, în condiții normale, admitând un debit specific de aer q_p ($N\ m^3\ aer/h$, m^2 de panou) este:

$$q_{1p} = A_{1p} \cdot q_p \text{ (N m}^3 \text{ aer/h, m}^2 \text{ de panou)} \quad (5.85)$$

- capacitatea de oxigenare corespunzătoare unui panou, se calculează cu relația:

$$c_p = c'_0 \cdot H_t \cdot q_{1p} \text{ (g O}_2 \text{/h, panou)} \quad (5.86)$$

- aria totală necesară a panourilor:

$$A_{pnec} = \frac{Q_N}{q_{1p}} \text{ (m}^2\text{)} \quad (5.87)$$

- numărul total necesar al panourilor se poate determina cu una din relațiile următoare:

$$n_p = \frac{\overline{CO}_{h nec}}{c_p} \text{ (panouri)} \quad (5.88)$$

$$n_p = \frac{A_{pnec}}{A_{1p}} \text{ (panouri)} \quad (5.89)$$

$$n_p = \frac{Q_N}{q_{1p}} \text{ (panouri)} \quad (5.90)$$

În relațiile de mai sus, Q_N reprezintă debitul de aer necesar în condiții normale (standard), determinat conform pct. 5.7.7.22. cu relația (5.70), iar $\overline{CO}_{h. nec}$, capacitatea orară necesară, determinată conf. pct. 5.7.6.20 și 5.7.6.21, cu relațiile (5.55) sau (5.56).

În procedeul de aerare cu panouri cu membrană elastică perforată, sistemul de conducte pentru transportul și distribuția aerului este mult simplificat.

El constă din conducte secundare de transport a aerului, montate în lungul bazinelor pe pasarele de acces, la care se brânșează furtunuri din polietilenă pentru alimentarea cu aer a panourilor.

Astfel, se elimină rețeaua de conducte de pe radierul bazinelor care era necesară în cazul procedeului de aerare cu difuzoare.

Procedeu de aerare cu bule medii tip INKA

5.7.7.35. Este un procedeu de aerare de joasă presiune. Aerul este insuflat în panouri din tuburi perforate, amplasate la o adâncime de insuflare $H_i = 80$ m la care indicele energetic i_E (kg O₂/kWh) corespunzător acestui procedeu este maxim (v. fig. 5.24).

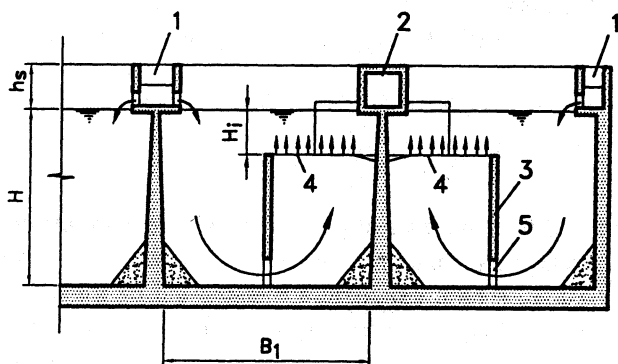


Fig. 5.24. – Bazin de aerare cu bule medii tip INKA

- 1 - canal distribuție influent;
- 2 - canivou distribuție aer;
- 3 - ecran submersat;
- 4 - conducte perforate pentru insuflarea aerului;
- 5 - ferestre inferioare practicate în ecranul submersat.

Panourile sunt asemănătoare ca alcătuire cu blocurile de aerare utilizate la sistemul cu tuburi cu membrană elastică perforată (v. fig. 5.21,c).

Țevile utilizate pentru insuflarea aerului sunt din PVC și au practicate orificii de 2...3 mm diametru. Orificiile sunt amplasate la distanța de 5 cm unul de altul, în lungul generatoarelor inferioare situate la 45° față de diametrul vertical.

Alcătuirea de principiu a unui astfel de sistem de aerare este prezentat în fig. 5.24.

Capacitatea specifică nominală de oxigenare c'_0 are valori de 6...8 g O_2/m^3 aer, m ad. de insuflare și evident, randament specific de transfer al oxigenului în apă curată η_m (% / m) mult mai redus decât la sistemele de aerare cu materiale poroase sau cu membrană elastică perforată. Din acest motiv, la aceeași capacitate de oxigenare orară necesară ($\overline{CO}_{h nec}$), debitul de aer rezultat în condiții normale (Q_N), este de 5...9 ori mai mare decât la sistemele de aerare mai sus menționate, fapt ce conduce la un consum mare de energie și deci la cheltuieli de exploatare sporite.

Pentru furnizarea debitelor importante de aer necesare în procedeul INKA pentru buna desfășurare a proceselor biochimice din bazinele cu nămol activat, se utilizează ventilatoare cu presiunea manometrică la flanșa de refulare de 1100...1300 mm col. H_2O .

Sistemul prezintă avantajul unor pierderi de sarcină mai mici și posibilități de colmatare mai reduse decât la alte sisteme de aerare.

Procedeu de aerare cu bule mari

5.7.7.36. Aerarea cu bule mari este din ce în ce mai puțin utilizată pentru aerarea apelor uzate, datorită capacității specifice nominale de oxigenare foarte reduse (4 g $O_2/N m^3$ aer, m ad. de insuflare).

Acest tip de aerare se utilizează mai mult pentru omogenizare, amestec, preaerare sau pentru împiedicarea depunerii materiilor în

suspensie pe radierul bazinelor de predecantare, uniformizare sau pe radierul unor canale deschise cu lățime mare prin care apele uzate curg cu viteze reduse.

Prevederi generale privind geometria bazinelor cu nămol activat cu aerare pneumatică

5.7.7.37. Pentru marea majoritate a bazinelor cu nămol activat, curgerea apei este de tip piston, apa uzată și nămolul activat fiind introduse în capătul amonte al bazinelor, iar concentrația în materii totale în suspensie din bazine descrescând spre aval.

Numărul minim al compartimentelor aferente unui bazin de aerare se adoptă conf. pct. 5.7.1.6.

Un compartiment poate fi alcătuit din unul sau mai multe culoare de aerare (v. fig. 5.19).

Pentru bazinele cu nămol activat cu insuflarea asimetrică a aerului, lângă unul din pereți, între dimensiunile culoarului trebuie să existe relațiile:

$$\frac{B_1}{H} = 1,0..1,5 \quad (5.91)$$

$$\frac{L}{B_1} = 8..18 \quad (5.92)$$

$$H = 2,0..8,0\text{m} \quad (5.93)$$

în care:

B_1 – (m) lățimea unui culoar;

L – (m) lungimea culoarului și a bazinului;

H – (m) adâncimea utilă a apei în bazin.

Dacă insuflarea se face uniform pe tot radierul bazinelor, relațiile (5.91),..., (5.93) nu mai sunt obligatorii.

5.7.7.38. Lungimea bazinelor de aerare se determină cu relația:

$$L = \frac{V}{n_b \cdot n_c \cdot B_1 \cdot H} \quad (\text{m}) \quad (5.94)$$

unde:

$V \text{ (m}^3\text{)}$ – este volumul util al bazinelor de aerare, determinat din relația (5.39);

n_b – numărul de compartimente;

n_c – numărul de culoare / compartiment;

B_1 și H , au fost definite anterior.

În cazul unui număr de culoare impar, canalele de alimentare și de evacuare a apei vor fi de o parte și de alta a bazinului. În cazul unui număr par de culoare, canalele de alimentare și de evacuare vor fi de aceeași parte a bazinului.

5.7.7.39. La alegerea dimensiunilor geometrice ale bazinelor cu nămol activat, se va ține seama și de spațiul avut la dispoziție în incinta stației de epurare, precum și de legăturile tehnologice cu celelalte obiecte existente sau proiectate (decanor primar, decanor secundar, stații de pompare a nămolului etc.).

5.7.7.40. La alegerea surselor de aer este recomandabil a prevedea un număr corespunzător de electrosuflante sau electro-ventilatoare cu debit variabil sau cu turație variabilă, care să permită reglarea automată a debitului de aer insuflat în lichidul din bazin, în funcție de concentrația de oxigen dizolvat din acesta (în limitele 1,0... 3,0 mg O_2 /dm³).

Acest lucru va permite ca sistemul de aerare să poată urmări continuu variațiile de debit și de încărcare cu poluanți organici a bazinului cu nămol activat, fapt ce va conduce la importante economii de energie și de costuri de exploatare.

Sistemul de reglaj menționat mai sus poate fi în întregime automatizat.

5.7.7.41. Alegerea tipului, mărimii și numărului de compartimente ale bazinului cu nămol activat, precum și a sistemului de aerare, se face pe considerente tehnico-economice pe ansamblul stației de epurare, în funcție de debitele și caracteristicile apelor uzate, de gradul de epurare necesar, precum și de următoarele recomandări [53]:

- bazinele cu nămol activat omogene se prevăd la stațiile de epurare a apelor uzate orășenești mici și foarte mici ($Q_{u, zmax} < 50 \text{ dm}^3/\text{s}$);
- bazinele cu nămol activat neomogene, cu funcționare tip piston, se prevăd la toate stațiile de epurare a apelor uzate orășenești, indiferent de mărime;
- bazinele cu nămol activat neomogene cu introducerea apelor uzate și a nămolului activat concentrat în capătul amonte, se recomandă a se folosi la stațiile de epurare mici și foarte mici. La stațiile de epurare medii și mari, sunt de preferat schemele cu distribuția fracționată a apei uzate și a nămolului activat de recirculare în lungul bazinului;
- la alegerea sistemului de aerare trebuie avute în vedere:
 - elasticitatea în funcționare a sistemului de aerare, pentru a urmări cât mai fidel încărcarea cu substanțe organice a bazinului în decursul a 24 ore;
 - consumul de energie electrică să fie cât mai redus posibil;
 - posibilitatea creșterii debitelor și încărcărilor apelor uzate influente în stația de epurare în etapele viitoare;
 - realizarea unui amestec cât mai omogen al apei, aerului și nămolului din bazinul de aerare și evitarea depunerilor printr-o circulație adecvată a lichidului din bazin și prin realizarea unor viteze minime necesare menținerii în suspensie a nămolului activat;
 - proiectarea lucrărilor de rețehnologizare și de extindere trebuie să țină seama de tipul și capacitatea instalațiilor de epurare existente, utilizându-le pe cât posibil la maximum, cu modificări constructive minime.

5.7.7.42. Alcătuirea constructivă a bazinelor cu nămol activat și a instalațiilor tehnologice aferente se concep astfel încât să fie posibilă adoptarea în același bazin a oricărui sistem de distribuție a apei uzate și a nămolului, în funcție de rezultatele practice ce se obțin în

exploatarea bazinelor respective, sau în cazul în care apele uzate influențează și modifică debitele sau calitatea în timpul exploatării .

5.7.7.43. Conductele sau canalele de alimentare a dispozitivelor de insuflare a aerului în apă, se amplasează pe pasarele montate la partea superioară a pereților longitudinali, cu acces la dispozitivele de reglare.

5.7.7.44. Vitezele recomandate pentru fluidele transportate prin conductele instalațiilor de aerare sunt:

- 0,7...1,6 m/s pentru ape uzate;
- 0,7...1,0 m/s pentru nămolul activat;
- pentru aer conf. tabel 5.10.

5.7.7.45. Prezentul normativ nu cuprinde elementele de proiectare referitoare la bazinele de aerare cu oxigen pur, cu aerare mixtă și cu aerare cu jeturi, procedee de aerare care sunt mai puțin utilizate atât peste hotare cât și la noi în țară.

De asemenea, nu sunt cuprinse prescripții privind calculele de stabilitate și rezistență ale construcției și mecanismelor.

5.8. Șanțuri de oxidare

5.8.1. Sunt bazine descoperite de formă inelară în plan, puțin adânci, având axul sub forma unei linii închise formate din două aliniamente paralele închise cu semicercuri la capete (forma pistei de alergare de pe stadioane) – v. fig. 5.25.

În ele se realizează epurarea biologică a apelor uzate provenite de la localități mici și mijlocii (până la 10.000 locuitori) și de la unele industrii (zahăr, bere, amidon, lactate, tăbăcării, abatoare).

Epurarea biologică utilizează în mod obișnuit fenomenul de epurare cu nămol activat de tip aerare prelungită, cu stabilizarea nămolului în același bazin în care se face aerarea apelor uzate.

5.8.2. Sunt amplasate după o treaptă de degroisare alcătuită cel puțin din grătar și deznisipator. În marea majoritate a cazurilor nu se prevede decantor primar.

5.8.3. Șanțurile de oxidare constau din bazine amplasate sub nivelul terenului, de forma unor canale cu secțiunea transversală trapezoidală având (v. fig. 5.25):

- lățimea la bază, $b = 1,0...1,5$ m;
- adâncimea utilă a apei în șanț, $h = 0,8...1,20$ m;
- coeficientul de taluz $m = 1,0; 1,5; 2,0$ funcție de natura și caracteristicile geotehnice ale terenului în care se realizează șanțul;
- înălțimea de siguranță (garda hidraulică), $h_s = 0,3...0,5$ m.

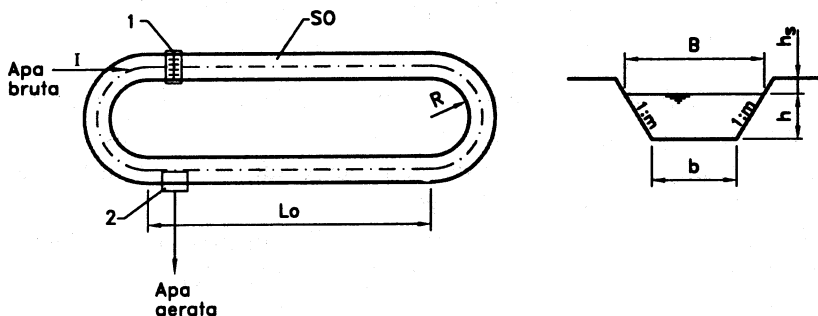


Fig. 5.25 – Șanț de oxidare. Elemente geometrice.

1 - perie;

I - influent.

2 - cămin de evacuare a apei;

Principalele elemente legate de geometria bazinelor, se calculează cu relațiile:

$$B = b + 2mh \text{ (m)} \quad (5.95)$$

$$S = h(b + mh) \text{ (m}^2\text{)} \quad (5.96)$$

$$P = b + 2h\sqrt{1 + m^2} \text{ (m)} \quad (5.97)$$

$$L = 2(L_0 + \pi R) \leq 120..125 \text{ m} \quad (5.98)$$

$$L_0 \leq 45..50 \text{ m} \quad (5.99)$$

$$R = 5,0 \text{ m} \quad (5.100)$$

Secțiunea transversală poate fi și din beton armat, de formă dreptunghiulară, în cazul unor stații de epurare compacte, pentru debite foarte mici.

5.8.4. Aerarea apelor uzate se realizează cu aeratoare cu rotor orizontal (ARO) denumite în mod curent perii rotative sau perii de aerare.

Acestea imprimă apei un curent inelar cu o viteză minimă în axul șanțului de 0,3 m/s, introducând aer (oxigen) în apa uzată din șanț.

Procedeul de aerare este mecanic, periile, prin rotirea lor pulverizând apa în atmosferă sub forma unor picături fine, care se îmbogățesc cu oxigen și cad în masa de lichid din șanț alimentând cu oxigen microorganismele aerobe care realizează epurarea biologică (v. fig. 5.18).

Principalele caracteristici ale periilor de aerare au fost indicate și definite la pct. 5.7.7.14.

5.8.5. În zona de acțiune a periilor, șanțurile trebuie protejate pe radier și taluze cu pereu din piatră sau dale din beton. În rest, radierul și taluzele sunt din pământ și peste nivelul apei, înierbate.

5.8.6. Din punct de vedere al separării nămolului din amestecul aer-apă-nămol din șanț, șanțurile se împart în mai multe tipuri:

- șanț de oxidare cu funcționare continuă, cu decantor secundar încorporat (v. fig. 5.26);
- șanț de oxidare cu funcționare continuă și decantor secundar independent (v. fig. 5.27);
- șanț de oxidare cu funcționare alternativă (v. fig. 5.28).

5.8.7. Șanțul de oxidare cu funcționare continuă și decantor secundar încorporat este realizat astfel încât unul din alinimanete joacă alternativ rol de șanț de oxidare, respectiv de decantor secundar.

Pentru aceasta, un perete despărțitor împarte aliniamentul respectiv în două compartimente. Când compartimentul I are rolul de șanț de oxidare, stavilele 3 și 6 sunt închise, astfel încât comparti-

mentul II are rolul de decantor secundar (v. fig. 5.26). Apa limpezită trece prin orificiul comandat de stavila 4 într-un cămin de colectare și de acolo este evacuat printr-o conductă E spre emisar. După un interval de 16...24 h, rolul compartimentelor este inversat prin închiderea stavelor 4 și 5 și deschiderea stavelor 3 și 6.

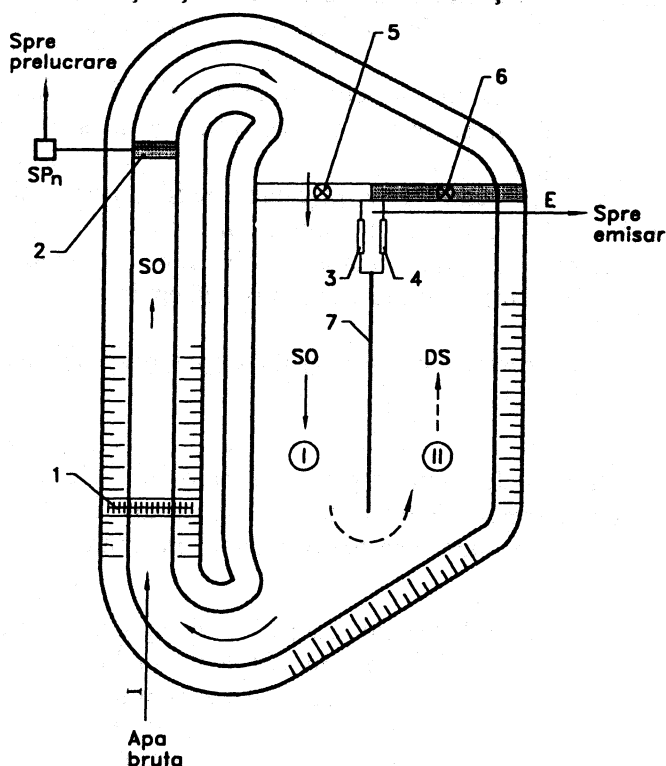


Fig. 5.26 – Șanț de oxidare cu funcționare continuă cu decantor secundar încorporat

- 1 - perie;
- 2 - capcană de nămol;
- 3 - stăvilă (închisă);
- 4 - stăvilă deschisă;
- 5 - stăvilă (deschisă);
- 6 - stăvilă (închisă);
- 7 - perete despărțitor;

- I - influent;
- E - efluent;
- SO - șanț de oxidare;
- DS - decantor secundar;
- SP_n - stație de pompare nămol.

În șanțurile de oxidare, nămolul este foarte bine stabilizat pe cale aerobă și poate fi răspândit direct pe câmpurile agricole constituind un bun îngrășământ sau trimis direct la deshidratare.

Evacuarea nămolului din șanț se face prin intermediul unei capcane de nămol (șanț transversal realizat sub cota radierului șanțului) direct în bazinul de aspirație al stației de pompare a nămolului.

Din acest punct, nămolul este dirijat într-un rezervor de stocare, de obicei suprateran, de unde este evacuat periodic spre deshidratare sau pe câmpurile agricole.

5.8.8. Șanțul de oxidare cu funcționare continuă și decantor secundar independent realizează procesul biologic de epurare cu nămol activat într-un șanț de oxidare tipic și separarea nămolului din lichid efluent din șanț într-un decantor secundar independent (v. fig. 5.27).

Nămolul evacuat din decantorul secundar este stabilizat pe cale aerobă în șanțul de oxidare. El este preluat de o stație de pompare și dirijat într-un rezervor de stocare (care are și rol de concentrare a nămolului) de unde poate fi trimis direct la deshidratare sau pe un câmp agricol, el reprezentând un bun îngrășământ pentru culturile agricole.

5.8.9. Șanțul de oxidare cu funcționare alternativă este constituit de fapt din două șanțuri de oxidare tipice în care, în fiecare din ele, fenomenele de epurare biologică cu nămol activat și cel de decantare secundară, au loc alternativ. Astfel, în timp ce unul dintre șanțuri joacă rol de bazin cu nămol activat, periile de aerare funcționând în toată perioada respectivă, celălalt șanț joacă rol de decantor secundar, periile rotative fiind oprite (v. fig. 5.28).

După o perioadă care depășește de obicei 24 h, rolurile se schimbă și șanțul care juca rol de bazin de aerare, va funcționa ca decantor secundar, iar celălalt șanț va funcționa ca bazin de aerare, ș.a.m.d.

Ca și în celelalte cazuri, nămolul prelevat din capcanele de nămol este dirijat de către o stație de pompare spre rezervorul de stocare. Fiind nămol stabilizat aerob, el poate fi trimis, direct pe câmpurile agricole ca îngrășământ sau poate fi deshidratat și apoi trimis pe câmpul agricol.

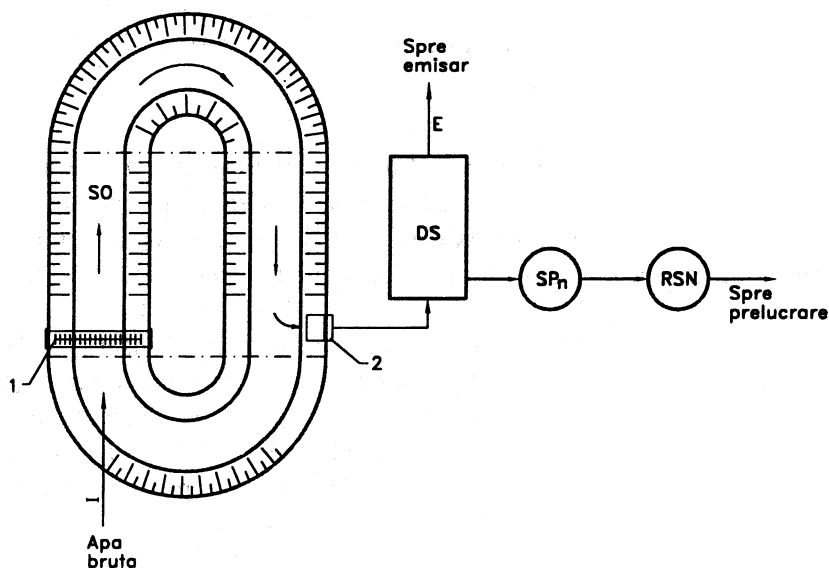


Fig. 5.27 – Șanț de oxidare cu funcționare continuă și decantor secundar independent

1 - perie;
2 - cămin de evacuare a apei;
I - influent;
E - efluent;

SO - șanț de oxidare;
DS - decantor secundar;
SP_n - stație de pompare nămol;
RSN - rezervor de stocare a
nămolului.

5.8.10. Apele uzate epurate în șanțurile de oxidare provenind de la localități mici și medii, nu conțin, în mod obișnuit, metale grele și nici nu prezintă un pericol sanitar deosebit, astfel încât nămolurile reținute și stabilizate pe cale aerobă și eventual deshidratate pot fi utilizate ca îngrășământ pe câmpurile agricole fără a constitui un pericol pentru oameni și mediul înconjurător.

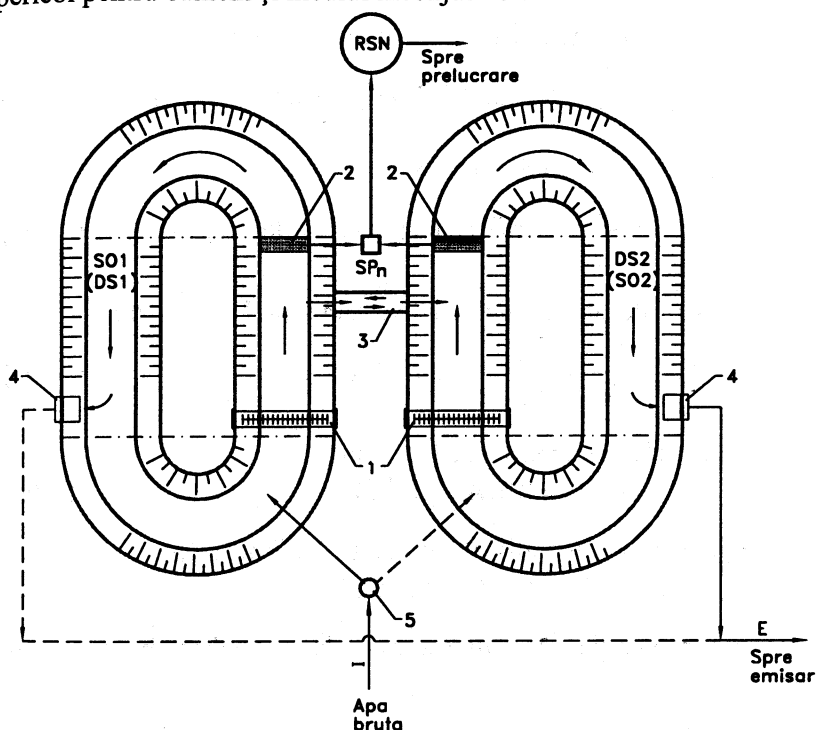


Fig. 5.28. – Șanț de oxidare cu funcționare alternativă

- 1 - perie;
- 2 - capcană de nămol;
- 3 - canal de legătură;
- 4 - cămin de evacuare a apei;
- 5 - cămin de distribuție;
- I - influent;

- E - efluent;
- SO1 și SO2 - șanț de oxidare;
- DS - decantor secundar;
- SP_n - stație de pompare nămol;
- RSN - rezervor de stocare a nămolului.

5.8.11. Parametri de proiectare ai șanțurilor de oxidare nu diferă mult de parametri bazinelor cu nămol activat cu aerare prelungită, intervenind însă unele elemente și aspecte specifice șanțurilor de oxidare.

Astfel, principalii parametri de proiectare ai șanțurilor de oxidare, sunt:

- încărcarea organică a bazinului:

$$I_{ob} = \frac{C_b}{V} = 0,18..0,22 \text{ (kg CBO}_5\text{/m}^3 \text{ șanț, zi)} \quad (5.101)$$

- încărcarea organică a nămolului:

$$I_{on} = \frac{C_b}{N_a} = 0,05..0,10 \text{ (kg CBO}_5\text{/kg s.u., zi)} \quad (5.102)$$

- concentrația nămolului activat din șanțul de oxidare:

$$c_{na} = \frac{N_a}{V} = \frac{I_{ob}}{I_{on}} = 3,6..5,0 \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (5.103)$$

- indicele volumetric al nămolului:

$$I_{VN} = 30..40 \text{ (cm}^3\text{/g)} \quad (5.104)$$

- indicele comparativ al nămolului (sedimentul):

$$I_{SN} = 20C \text{ (cm}^3\text{/dm}^3 \text{ sau ml/l)} \quad (5.105)$$

- concentrația nămolului activat de recirculare din decantorul secundar:

$$c_{nr} = \frac{100C}{I_N} \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (5.106)$$

- coeficientul de recirculare:

$$r = \frac{c_{na}}{c_{nr} - c_{na}} \cdot 100 (\%) \quad (5.107)$$

sau:

$$r = \frac{c_{na} \cdot I_{VN}}{1000 - c_{na} \cdot I_{VN}} \cdot 100 (\%) \quad (5.108)$$

- cantitatea specifică de nămol în exces:

$$n_e = 30..35 \text{ (g/loc, zi)} \quad (5.109)$$

- volumul util specific al șanțului de oxidare:

$$v_{sp} = \frac{V}{N} \leq 0,30 \text{ (m}^3\text{/loc)} \quad (5.110)$$

- viteza la suprafața apei în axul șanțului de oxidare:

$$v \geq 0,30 \text{ (m/s)} \quad (5.111)$$

- volumul specific de bazin aferent unui metru liniar de perie de aerare:

$$V_P = \frac{V}{L_P} \leq 120..150 \text{ (m}^3\text{ bazin/m de perie)} \quad (5.112)$$

unde L_P este lungimea totală a periilor;

- capacitatea specifică de oxigenare a sistemului:

$$i_{CO} = \frac{\overline{CO}_{nec}}{C_b} = 2,0 \text{ (kg O}_2\text{/kg CBO}_5\text{)} \quad (5.113)$$

- consumul specific de energie:

$$e_s \leq 18..20 \text{ (kWh/loc, an)} \quad (5.114)$$

- capacitatea specifică nominală de oxigenare a unei perii:

$$c'_{op} = \frac{\overline{CO}_{hnec}}{L_p} = 2500..4000 \text{ (g O}_2\text{/h, m de perie)} \quad (5.115)$$

unde L_p este lungimea totală a periilor de aerare;

- adâncimea de imersie (h_i) a paletelor periei (v. fig. 5.18):

$$h_i = 8..25 \text{ (cm)} \quad (5.116)$$

- timpul mediu de retenție a apei în șanțul de oxidare:

$$t = \frac{V}{Q_c} \geq 1,0 \text{ (zile)} \quad (5.177)$$

- volumul maxim al unui șanț:

$$V_{\text{imax}} = L_{\text{max}} \cdot S \text{ (m}^3\text{/șanț)} \quad (5.118)$$

unde:

$L_{\max} = 120...125$ m – lungime totală maximă a unui șanț;
 S (m²) – secțiunea transversală a șanțului de oxidare, calculată cu relația (5.96).

- numărul minim de șanțuri de oxidare necesar:

$$n_{s.o.} = \frac{V}{V_{lmax}} \text{ (șanțuri)} \quad (5.119)$$

- concentrația de oxigen dizolvat în lichidul din șanțul de oxidare:

$$c_B = 1,5...2,0 \text{ (mg O}_2\text{/dm}^3\text{)} \quad (5.120)$$

5.8.12. Decantoarele secundare aferente șanțurilor de oxidare, se vor dimensiona pentru un timp de sedimentare la debitul de calcul de minimum 1,0...1,5 h și o încărcare superficială:

$$u_s^c = \frac{Q_c}{A_o} \leq 0,9...1,0 \text{ (m}^3\text{/m}^2, \text{ h)} \quad (5.121)$$

5.8.13. Șanțurile de oxidare sunt instalații de epurare biologică simple, care prezintă o serie de avantaje și dezavantaje care se menționează mai jos.

Astfel, dintre avantaje, se evidențiază următoarele:

- costuri de investiție reduse;
- condiții de execuție ușoare;
- stabilitate mai mare a proceselor de epurare, preluând cu ușurință șocurile de debit și de încărcare cu substanțe organice care pot apare în exploatare;
- eficiență de epurare ridicată ($d_x = 95...98$ %);
- nu necesită decantoare primare și instalații de fermentare, nămolul fiind deja stabilizat aerob în șanțurile de oxidare;
- întreținere și exploatare simplă, fără a fi necesară o supraveghere continuă;
- nu necesită personal de exploatare cu calificare deosebită.

Dintre dezavantaje, se pot menționa:

- necesită suprafețe mari de teren pentru amplasare;
- consum mare de energie pentru acționarea periilor de aerare;
- prezintă dificultăți de exploatare în timpul iernii;
- pentru eliminarea producerii de gaze urât mirositoare, datorate fermentării anaerobe a eventualelor depuneri, șanțurile de oxidare trebuie scoase din funcțiune și curățate cel puțin o dată la doi ani.

5.9. Instalații de epurare biologică mixtă (tip STM)

5.9.1. Instalația de epurare biologică mixtă de tip *STM* este caracterizată de ansamblul funcțional *bazin-aerator STM*, aerator care este realizat sub forma unui tambur rotativ, cufundat cca. 75 % din diametru în lichidul din bazin.

Cu ajutorul aeratorului STM se realizează o epurare biologică mixtă, care presupune desfășurarea în același bazin, în condiții aerobe, a procedeelor de epurare cu peliculă fixată și cu biomasă în suspensie.

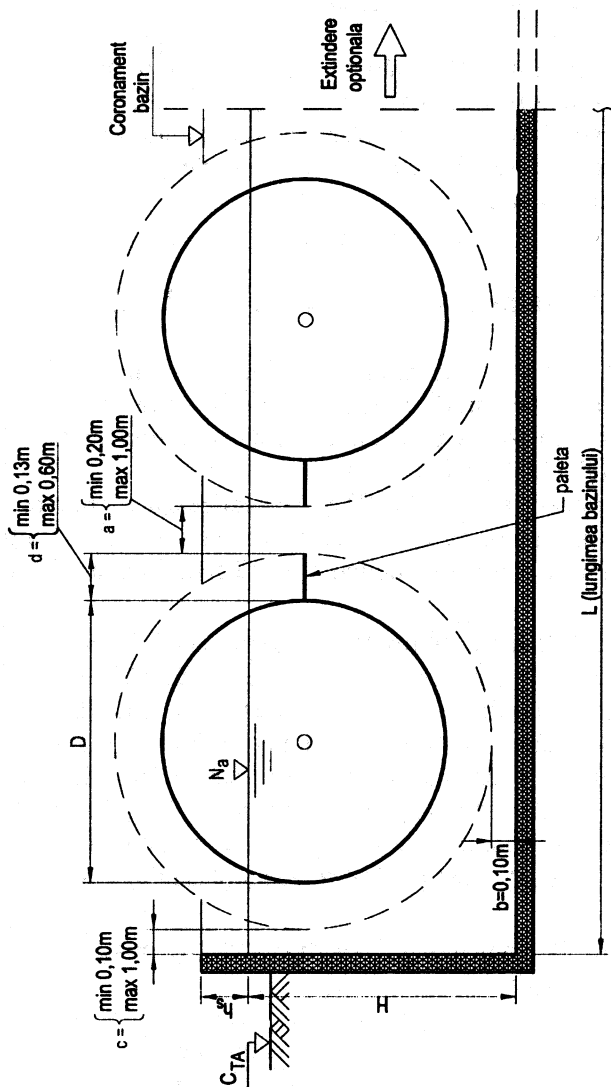
5.9.2. Instalația de tip STM se amplasează aval de obiectele tehnologice ce compun treapta de epurare mecanică.

În cazul stațiilor de epurare ce deservește mici localități și mici unități industriale, instalația funcționează în bune condiții și fără decantor primar, schema de epurare cuprinzând doar treaptă de degrosare (grătar, deznisipator – separator de grăsimi). La stațiile de epurare mai mari, unde prevederea decantoarelor primare este obligatorie, instalația de tip STM se va amplasa după acestea.

5.9.3. Bazinul biologic (v. fig. 5.29) se poate realiza în două variante constructive:

- construcție compactă din beton – pentru stații de epurare mijlocii (aferele unor orașe sau comune);
- construcție metalică compactă tip cuvă (prefabricată) – pentru stații de epurare mici (complexe turistice, localități mici, gospodării individuale etc.).

Secțiune longitudinală



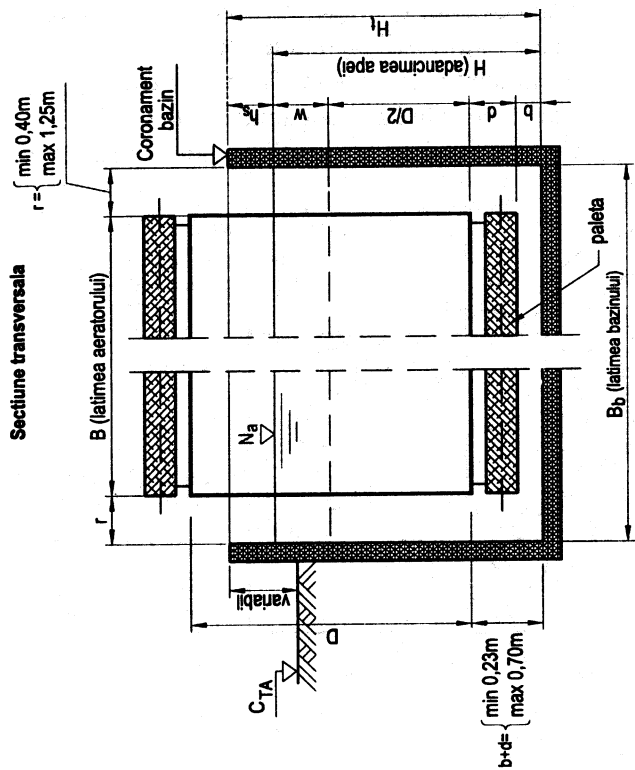


Fig. 5.2.9 – Dimensiuni de gabarit ale bazinului biologic pentru aeratoare fără tuburi suplimentare

5.9.4. Aeratorul STM tip SR este de forma unui tambur (cilindru) cu ax orizontal care are dispuse pe circumferință mai multe țevi alcătuite din pachete de discuri (v. fig. 5.30) și care se rotește în jurul axei sale. Discurile sunt executate din material plastic având fețele cutate (profilate) pentru a crea suprafețe cât mai mari de contact între pelicula biologică și apa uzată. Între discuri se formează spații goale (celule) în care este admisă alternativ apa uzată când discurile sunt sub nivelul apei din bazinul biologic, respectiv aerul atmosferic când discurile ajung, datorită mișcării de rotație a aeratorului, deasupra apei. Pachetele de discuri sunt prevăzute cu fante prin care apa uzată este evacuată din celule atunci când acestea ajung peste nivelul apei și prin care aerul atmosferic ia locul apei în spațiile celulare respective.

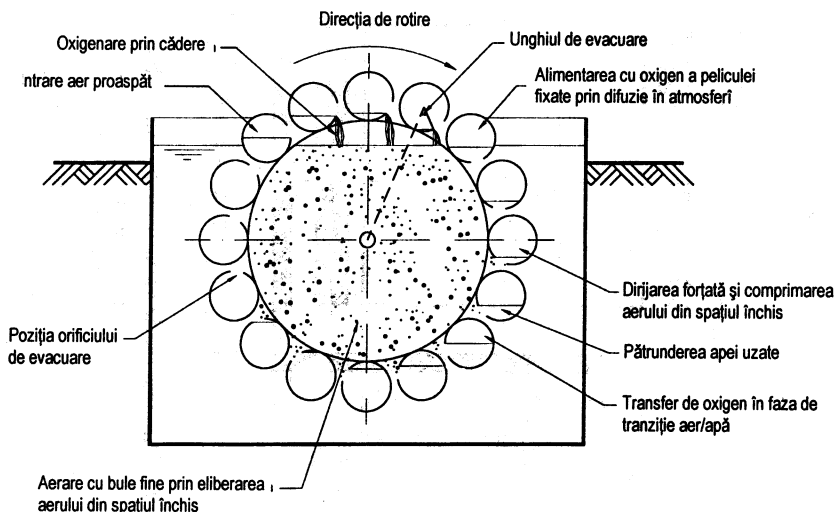


Fig. 5.30. – Aerator STM tip SR

Aeratorul este submersat minimum $\frac{3}{4}$ din diametru în amestecul lichid din bazin (apă uzată epurată mecanic + nămol activat de recirculare).

5.9.5. Antrenarea tamburului se realizează prin intermediul unui motoreductor și al unui lanț. Turația motorului poate fi reglată cu ajutorul unui convertizor de frecvență. Astfel, funcție de concentrația

de substanță organică influență în instalația STM, respectiv de necesarul de oxigen din bazin, prin turație se poate regla cantitatea de oxigen care se introduce în sistem pentru desfășurarea proceselor biochimice.

5.9.6. Există două tipuri de aeratoare:

- *aerator tip SR*, ce are în componență discuri de formă circulară cu $d = 300-350\text{mm}$ alcătuind tuburi care se montează pe circumferința roții (v. fig. 5.30);

- *aerator tip ZR*, alcătuit din elemente echidistante de forma unor segmente de cerc care formează între ele celule pe pereții cărora se dezvoltă pelicula biologică (v. fig. 5.31).

Alimentarea cu oxigen a
peliculei fixate prin difuzia
oxigenului din aerul atmosferic

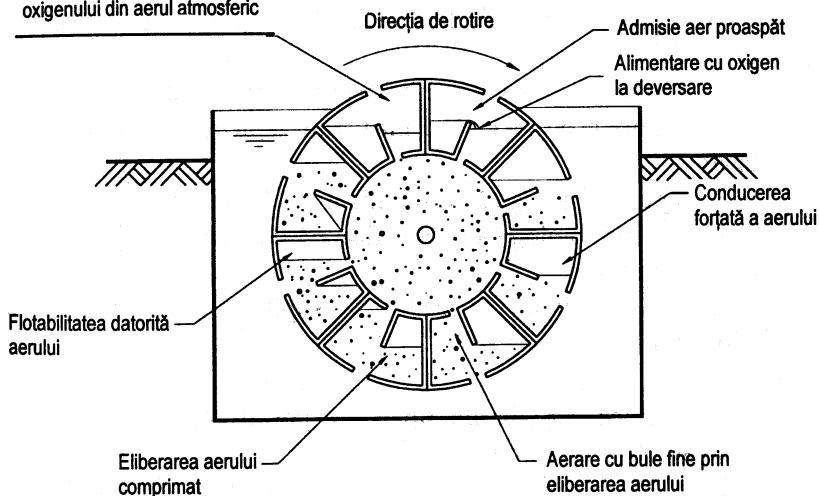


Fig. 5.31. – Aerator STM tip ZR

5.9.7. Prin rotirea aeratorului STM de tip SR sau ZR se produce aerarea apei din bazin, alimentând astfel cu oxigen microorganismele ce trăiesc în acest mediu. Când interspațiile celulare sunt deasupra

nivelului apei, apa din interiorul celulelor se scurge în bazin iar locul acesteia este luat de aerul atmosferic. La intrarea aeratorului în apă, aerul din interspații este comprimat și pe măsură ce interspațiile ajung, datorită rotirii, la partea inferioară a bazinului, se produce dizolvarea aerului în apă și eliberarea bulelor de aer prin fante special prevăzute în pachetele de discuri sau segmente. Bulele fine și medii sunt antrenate spre suprafața apei, producându-se alimentarea cu oxigen a microorganismelor mineralizatoare.

Suportul solid oferă suprafața de contact necesară pentru epurarea biologică cu peliculă fixată. La trecerea biodiscurilor prin atmosferă se realizează alimentarea cu oxigen a peliculei biologice ce se dezvoltă pe suprafața discurilor.

5.9.8. Folosirea sistemului STM se poate face pentru următoarele tipuri de epurare biologică:

- epurare biologică fără nitrificarea apelor uzate (convențională);
- epurare biologică cu nitrificarea apelor uzate;
- epurare biologică cu nitrificare – denitrificare a apelor uzate;
- epurare biologică cu stabilizarea nămolului;
- epurare biologică cu nitrificare – denitrificare și stabilizarea nămolului;
- în instalații ce realizează suplimentar și eliminarea fosforului.

De asemenea, instalațiile tip STM pot fi utilizate și pentru stabilizarea aerobă a nămolurilor.

Atât la aeratoarele de tip SR, cât și la cele de tip ZR se montează pe circumferință una sau două palete, iar în cazul în care se dovedește necesar până la 9 tuburi suport realizate din discuri, identice cu tuburile care alcătuiesc aeratoarele de tip SR. Prin aplicarea paletelor și a tuburilor suport, se obține atât lateral cât și sub roată un volum suplimentar de apă, suficient de mare (pe o înălțime de maximum

70 cm) în care se realizează condiții anoxice și deci o denitrificare simultană. În urma atașării paletelor nu mai sunt necesare prisme din betan de umplură prevăzute pe radierul bazinului, între roți.

5.9.9. Debitul de calcul al instalației de tip STM este $Q_c = Q_{u.zl.max}$ în toate procedeele de canalizare (divizor, unitar și mixt).

Debitul de verificare în toate procedeele de canalizare se stabilește cu relația:

$$Q_v = Q_{u.or.max} + Q_{nr.max} \quad (5.122)$$

unde $Q_{nr.max}$ este debitul de nămol activat de recirculare maxim.

5.9.10. La dimensionarea instalației de tip STM se utilizează următoarele relații de calcul:

- *Capacitatea de oxigenare orară necesară:*

$$CO_{h.nec} = \frac{i_{CO} \cdot C'_b}{\delta} \quad (\text{kg O}_2/\text{h}) \quad (5.123)$$

unde:

i_{CO} – capacitatea de oxigenare specifică (kg O₂/kg CBO₅ redus);

C'_b – cantitatea de substanță organică exprimată prin CBO₅ care este redusă zilnic în treapta biologică (kg CBO₅ redus/zi);

δ – coeficient de neuniformitate care ține seama de mărimea stației de epurare, adoptat conf. pct. 5.7.6.21.

Din oferta producătorului se alege tipul aeratorului STM evidențiindu-se următorii parametri pentru un aerator:

- D – diametrul roții (mm);
- B – lățimea roții (mm);
- d – diametrul discurilor ce compun tuburile aeratorului (mm);
- w – distanța dintre axul aeratorului și suprafața liberă a apei din bazin (mm);

- n_c – numărul de conducte ce intră în componența aeratorului;
- A_{s1} – aria totală a suprafeței suportului solid al aeratorului (m^2);
- \overline{CO}_{ef1} – capacitatea de oxigenare efectivă a unui aerator ($kg\ O_2/h$, aerator);
- r_s – reducerea specifică a substanței organice de către $1\ m^2$ de suport solid ($g\ CBO_5\ redus/m^2$, zi) – v. tabelul 5.11;
- V_{u1} – volumul util aferent unui aerator ($m^3/aerator$);
- P_1 – puterea instalată aferentă unui aerator ($kW / aerator$);
- G_1 – greutatea unui aerator ($kg / aerator$).

• *Numărul de aeratoare:*

$$N = \frac{\overline{CO}_{h.nec}}{\overline{CO}_{ef1}} \text{ (aeratoare)} \quad (5.124)$$

Numărul maxim recomandabil de aeratoare pe bazin este de 6 buc.

Pentru un număr mai mare de aeratoare, se vor realiza linii paralele de maxim 6 aeratoare / linie.

Se alege numărul de bazine (n_b) în care se amplasează aeratoarele și se determină:

- Înălțimea utilă de apă în bazin:

$$H = b + d + \left(\frac{D}{2} + w \right) \text{ (m)} \quad (5.125)$$

- Înălțimea totală a bazinului:

$$H_t = H + h_s \text{ (m)} \quad (5.126)$$

unde: $h_s = (0,30 \div 1,0)m =$ înălțimea de siguranță.

- Lățimea bazinului:

$$B_b = B + 2 \cdot r \text{ (m)} \quad (5.127)$$

- Lungimea bazinului:

$$L = 2 \cdot c + N \cdot (D + 2d) + (N - 1) \cdot a \text{ (m)} \quad (5.128)$$

- Volumul util al unui bazin:

$$V_{u1} = (D + 2 \cdot d + 2 \cdot c) \cdot B_b \cdot H \text{ (m}^3\text{)} \quad (5.129)$$

– Volumul util total:

$$V_u = n_b \cdot V_{u1} \text{ (m}^3\text{)} \quad (5.130)$$

Acest volum trebuie să fie mai mare sau egal cu volumul util necesar determinat din relația (5.134).

• Cantitatea de substanță organică biodegradabilă exprimată în CBO_5 , redusă zilnic prin fenomenul de epurare cu biomasă fixată:

$$C'_{bf} = N \cdot A_{s1} \cdot r_s \text{ (kg CBO}_5 \text{ redus/zi)} \quad (5.131)$$

unde notațiile au semnificația de mai sus.

• Cantitatea de substanță organică biodegradabilă exprimată în CBO_5 redusă zilnic prin fenomenul de epurare cu biomasă în suspensie:

$$C'_{bs} = C'_b - C'_{bf} \text{ (kg CBO}_5 \text{ redus/zi)} \quad (5.132)$$

unde: $-C'_b$ – Cantitatea de substanță organică biodegradabilă exprimată în CBO_5 , redusă zilnic în treapta de epurare biologică (kg CBO_5 redus/zi);

– C_{bs} – Cantitatea de substanță organică biodegradabilă exprimată în CBO_5 , care intră zilnic în treapta de epurare biologică, aferentă fenomenului de epurare cu biomasă în suspensie se determină cu relația:

$$C_{bs} = C_b - \frac{C'_{bf}}{d_{xb}} \text{ (kg CBO}_5 \text{/zi)} \quad (5.133)$$

unde:

– C_b – Cantitatea de substanță organică biodegradabilă exprimată în CBO_5 care intră zilnic în treapta de epurare biologică (kg CBO_5 /zi);

– d_{xb} – gradul de epurare necesar din punct de vedere al CBO_5 al treptei de epurare biologice (%).

Parametri de proiectare ai bazinului biologic sunt:

– încărcarea organică a bazinului:

$$I_{ob} = \frac{C_{bs}}{V_u} (\text{kgCBO}_5/\text{m}^3 \text{ b.a.zi}) \quad (5.134)$$

– încărcarea organică a nămolului:

$$I_{on} = \frac{C_{bs}}{N_a} (\text{kgCBO}_5/\text{kg s.u.zi}) \quad (5.135)$$

– încărcarea hidraulică:

$$I_h = \frac{Q_c}{n_b \cdot V_{u1}} (\text{m}^3 \text{ a.uz./m}^3 \text{ b.a.zi}) \quad (5.136)$$

– concentrația nămolului activat din bazin:

$$c_{na} = \frac{N_a}{V_u} = \frac{I_{ob}}{I_{on}} (\text{kg s.u./m}^3) \quad (5.137)$$

– timpul de aerare:

$$t_a^c = \frac{V_u}{Q_c} (\text{h}) \quad (5.138)$$

– debitul de nămol de recirculare al instalației STM:

$$Q_{nr} = r \cdot Q_c (\text{dm}^3/\text{zi}) \quad (5.139)$$

unde:

– N_a – cantitatea de materii totale în suspensie, exprimată în substanță uscată, din amestecul lichid existent în bazinul de aerare (kg);

– r – coeficientul de recirculare a nămolului.

Celelalte notații au semnificația prezentată anterior.

5.9.11. Parametri de proiectare ai instalației de tip STM sunt prezentați în tabelul 5.11 și au următoarea semnificație:

– c_{na} – concentrația nămolului activat din bazin (kg/m^3);

– r_s – reducerea specifică a substanței organice de către 1 m^2 de suport solid ($\text{g CBO}_5/\text{redus}/\text{m}^2, \text{zi}$);

– I_{on} – încărcarea organică a nămolului ($\text{kg CBO}_5/\text{kg s.u., zi}$);

Tabelul 5.11.

PARAMETRI DE PROIECTARE AI INSTALAȚIEI DE EPURARE BIOLOGICĂ TIP STM

Tipul procesului de epurare biologică	Parametrul					
	C_{ns} $\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$	f_s $\left(\frac{\text{g CBO}_5}{\text{m}^2, \text{zi}}\right)$	l_{an} $\left(\frac{\text{kg CBO}_5}{\text{kg s.u., zi}}\right)$	l_{ob} $\left(\frac{\text{kg CBO}_5}{\text{m}^3 \text{ b.a., zi}}\right)$	l_{vW} $\left(\frac{\text{cm}^3}{\text{g}}\right)$	n_{es} $\left(\frac{\text{kg s.u.}}{\text{kg CBO}_5 \text{ red}}\right)$
0	1	2	3	4	5	6
Epurare convențională în scheme cu decantor primar	4,0...6,0	10...18	0,30	0,75...1,20	40...100	0,60...0,80
Epurare convențională în scheme fără decantor primar	4,5...7,0					
Epurare cu nitrificare și denitrificare în scheme cu decantor primar	4,0...7,0	8...12	0,15	0,38...0,60	80...120	0,50...0,70
Epurare cu nitrificare și denitrificare în scheme fără decantor primar	5,0...8,0					

0	1	2	3	4	5	6
Epurare cu nitrificare, denitrificare și stabilizarea simultană a nămolului în scheme fără decantor primar	5,0...9,0	4...8	0,05	0,20...0,30	40...90	0,35...0,50
Capacitatea de nitrificare a peliculei fixate	4...8 g N/ m ² , zi					

- I_{ob} – încărcarea organică a bazinului ($\text{kg CBO}_5/\text{m}^3 \text{ b.a.,zi}$);
- I_{VN} – indexul nămolului (indexul lui Mohlmann) (cm^3/g);
- n_{es} – cantitatea specifică de nămol în exces (kg s.u./kg CBO_5 redus).

5.10. Bazine cu funcționare secvențială (SBR – Sequencing Batch Reactor)

5.10.1. Procesele din bazinele cu funcționare secvențială sunt identice cu cele din bazinele cu nămol activat, cu deosebirea că și aerarea și decantarea au loc în același bazin. Dacă în bazinele cu nămol activat procesul de aerare și decantare au loc în același timp, în bazinele cu funcționare secvențială acestea au loc secvențial [26].

5.10.2. Procesul care se desfășoară într-un bazin cu funcționare secvențială este alcătuit din următoarele cinci etape (vezi fig. 5.32):

- **umplere:**

- scop: adăugare de substrat (apă uzată sau apă uzată decantată primar);
- se realizează ridicarea nivelului apei în bazin de la 25 % din capacitate (la sfârșitul etapei de stand-by) la 100 %;
- durata etapei este circa 25% din durata unui ciclu;

- **reacție (aerarea apei):**

- scop: completarea reacțiilor biochimice care au fost inițiate în timpul etapei de umplere;
- durata etapei este circa 35 % din durata unui ciclu;

- **decantare:**

- scop: separarea solidelor din apă, pentru limpezirea acesteia;
- durata etapei este circa 20 % din durata unui ciclu;

- **evacuare apă limpezită:**

- scop: evacuarea apei limpezite din bazin;

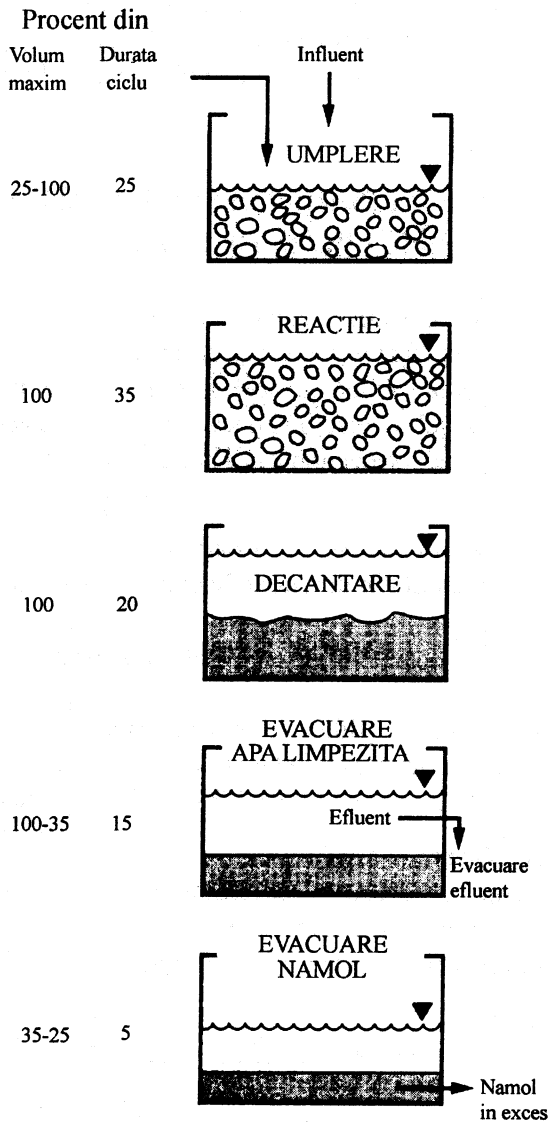


Fig. 5.32. - Etapele de exploatare a bazinelor cu funcționare secvențială

– durata etapei de evacuare poate fi cuprinsă între 5...30 % din durata unui ciclu ($0,25 \div 2,0$ h), cu o valoare uzuală de 0,75h;

• **evacuare nămol (stand-by):**

– scop: permite celei de-a doua unități să realizeze etapa de umplere; evacuarea nămolului în exces se realizează la sfârșitul fiecărui ciclu;

– durata etapei de evacuare este circa 5 % din durata unui ciclu.

5.10.3 Procesul de epurare biologică din bazinele cu funcționare secvențială nu necesită recircularea nămolului.

5.10.4 Epurarea biologică din bazinele cu funcționare secvențială se poate realiza în următoarele cazuri:

- epurare biologică convențională;
- epurare biologică cu nitrificare/denitrificare;
- epurare biologică cu nitrificare și stabilizarea aerobă a nămolului.

5.10.5. Numărul minim de unități (bazine) cu funcționare secvențială este $n = 2$.

5.11. Decantoare secundare

5.11.1. Elemente generale

5.11.1.1. Decantoarele secundare sunt construcții descoperite care au rolul de a reține nămolul biologic produs în bazinele cu nămol activat sau în filtrele biologice.

Decantoarele secundare orizontale longitudinale și radiale, se proiectează în conformitate cu prevederile STAS 4162/2 „Canalizări. Decantoare secundare. Prescripții de proiectare”.

5.11.1.2. Decantoarele secundare sunt amplasate în aval de bazinele cu nămol activat sau de filtrele biologice, în funcție de schema de epurare adoptată.

5.11.1.3. Substanțele reținute în decantoarele secundare poartă denumirea generică de nămol biologic, iar în cazul în care decantoarele secundare sunt amplasate după bazinele de aerare, substanțele reținute poartă denumirea de nămol activat.

5.11.1.4. Decantoarele secundare nu pot lipsi din schemele de epurare biologică, acestea funcționând în tandem cu bazinele de aerare sau cu filtrele biologice.

5.11.1.5. Decantoarele secundare se clasifică astfel:

a) *după direcția de curgere a apei prin decantor:*

- decantoare orizontale longitudinale;
- decantoare orizontale radiale;
- decantoare verticale;
- decantoare de tip special (cu module lamelare, cu recircularea stratului de nămol etc.);

b) *după modul de evacuare a nămolului:*

- decantoare cu evacuare hidraulică pe principiul diferenței de presiune hidrostatică;
- decantoare cu evacuare hidraulică cu ajutorul podurilor racloare cu sucțiune.

5.11.1.6. Numărul de decantoare va fi minimum două unități (compartimente), ambele utile, fiecare putând funcționa independent.

5.11.1.7. Debitul de calcul al decantoarelor secundare este $Q_c = Q_{u. \text{zl. max}}$ în toate procedeele de canalizare (divizor, unitar și mixt).

Debitul de verificare în toate procedee de canalizare se stabilește cu relația:

$$Q_v = Q_{uor\max} + Q_{AR\max} \text{ (dm}^3/\text{s)} - \text{în scheme cu filtre biologice} \quad (5.140)$$

$$Q_v = Q_{uor\max} + Q_{nr\max} \text{ (dm}^3/\text{s)} - \text{în scheme cu bazine cu nămol activat} \quad (5.141)$$

unde: $Q_{AR\max}$ este debitul maxim al apei epurate recirculate în schemele cu filtre biologice, iar $Q_{nr\max}$ este debitul maxim al nămolului de recirculare în schemele cu bazine de aerare.

În perioada de punere în funcțiune a bazinelor cu nămol activat sau când trebuie refăcută biocenoza din aceste bazine, se va realiza un debit de recirculare de 100 % din Q_c , astfel încât și decantorul secundar se va verifica din punct de vedere hidraulic la debitul:

$$Q'_v = Q_{uor\max} + Q_c \text{ (dm}^3/\text{s)} \quad (5.142)$$

5.11.1.8. Pentru funcționarea corectă a unităților de decantare se impune distribuția egală a debitelor între unitățile respective, lucru care se realizează prin prevederea în amonte de decantoarele secundare a unei camere de distribuție a debitelor (denumită și distribuitor).

Camera de distribuție trebuie să asigure echipartitia debitelor (sau, dacă este necesară, o distribuție inegală, proporțională cu volumele unităților de decantare) prin realizarea unei deversări neîncete și a unei alcătuirii constructive care să conducă la evitarea depunerilor în compartimentele camerei respective.

5.11.1.9. Ansamblul instalației de decantare va fi prevăzut cu un canal de ocolire care să asigure scoaterea din funcțiune, în caz de necesitate, a fiecărei unități de decantare.

În acest sens, intrarea și ieșirea apei din fiecare compartiment de decantare va fi comandată de un dispozitiv de închidere (vană, stavilă etc.) care să permită izolarea din flux a unui compartiment în caz de revizii, avarii sau reparații.

5.11.1.10. Principalii parametri de dimensionare ai decantoarelor secundare sunt:

- debitul de calcul (Q_c);
- încărcarea superficială (u_s);
- încărcarea superficială cu materii totale în suspensie (I_{ss0});
- încărcarea volumetrică superficială cu nămol (I_{VS});
- timpul de decantare (t_d).

5.11.1.11. Viteza maximă de curgere a apei prin decantor este:
 10 mm/s – la decantoarele orizontale;
 0,7 mm/s – la decantoarele verticale.

5.11.1.12. Încărcarea superficială cu materii totale în suspensie (I_{ss}) se determină cu relația:

$$I_{ss} = \frac{c_{na} \cdot (Q_c + Q_{Rmax})}{A_0} \text{ (kg/m}^2 \cdot \text{zi)} \quad (5.143)$$

unde:

c_{na} – concentrația nămolului activat din bazinul de aerare (kg/m³);

Q_c – debitul de calcul (m³/zi);

$Q_{Rmax} = Q_{ARmax}$ (m³/zi), în schemele cu filtre biologice; (5.144)

$Q_{Rmax} = Q_c$ (m³/zi), în schemele cu bazine cu nămol activat (5.145)

$$(Q_{nrmax} = r \cdot Q_c, \text{ unde } r = 1,0);$$

A_0 – Suprafața orizontală utilă de decantare (m²).

Se recomandă ca încărcarea superficială cu materii totale în suspensie să fie de 90-140 kg s.u./m² · zi [43].

Încărcarea volumetrică superficială cu nămol I_{VS} se determină cu relația [73]:

$$I_{VS} = I_{ss} \cdot I_{VN} \text{ (l/m}^2 \cdot \text{h)} \quad (5.145 \text{ a})$$

În proiectare, de regulă, valoarea I_{VS} nu trebuie să depășească 450-500 l / m², h.

5.11.1.13. În funcție de tipul instalației care precedă decantorul secundar, valorile încărcării superficiale recomandate [43] sunt cele din tabelul 5.12.

Tabel 5.12.

Tipul instalației care precede decantorul secundar	Încărcarea superficială (m/h)	
	La debitul de calcul u_{sc}	La debitul de verificare u_{sv}
0	1	2
Filtre biologice de mică sau mare încărcare	0,7....1,5	max. 2,7
Bazine de aerare cu nămol activat, exclusiv cele cu aerare prelungită	0,7....1,2	max. 2,2
Bazine de aerare cu nămol activat, cu aerare prelungită	0,35....0,7	max. 1,4

unde:

u_{sc} – încărcarea superficială corespunzătoare debitului de calcul ($m^3/m^2 \cdot h$);

u_{sv} – încărcarea superficială corespunzătoare debitului de verificare ($m^3/m^2 \cdot h$).

5.11.1.14. Încărcările superficiale la debitul de calcul u_{sc} și la debitul de verificare u_{sv} , se determină cu relațiile:

$$u_{sc} = \frac{Q_c}{A_0} \text{ și } u_{sv} = \frac{Q_v}{A_0} \quad (m^3/m^2 \cdot h) \quad (5.146)$$

unde A_0 , Q_c și Q_v s-au definit anterior.

Încărcările superficiale considerate la proiectare și calculate cu relațiile de mai sus, trebuie să respecte întotdeauna valorile indicate în tabelul 5.12.

5.11.1.15. Timpii de decantare corespunzători debitului de calcul t_c și debitului de verificare t_v se determină cu relațiile:

$$t_c = \frac{h_u}{u_{sc}} \text{ (h)} \quad (5.147)$$

$$t_v = \frac{h_u}{u_{sv}} \text{ (h)} \quad (5.148)$$

unde h_u – înălțimea zonei utile de sedimentare (m).

Timpii de decantare se recomandă să aibă valorile indicate în tabelul 5.13.

Tabel 5.13.

Tipul instalației care precede decantorul secundar	Timpul de decantare (h)	
	La debitul de calcul t_{dc}	La debitul de verificare t_{dv}
0	1	2
Filtre biologice de mică sau mare încărcare	1,5 – 2,5	min. 1,0
Bazine de aerare cu nămol activat, exclusiv cele cu aerare prelungită	3,5 – 4,0	min. 2,0
Bazine de aerare cu nămol activat, cu aerare prelungită	3,0 – 4,0	min. 2,0

5.11.1.16. Pentru asigurarea unei bune funcționări a decantoarelor, precum și pentru realizarea unei eficiențe ridicate în ceea ce privește sedimentarea materiilor în suspensie din apă, trebuie ca accesul și evacuarea apei să se facă cât mai uniform. Pentru acces se recomandă prevederea de deflectoare, orificii sau ecrane semiscufundate, orificiile fiind îndreptate către radier pentru asigurarea uniformității curgerii în bazin. La decantoarele orizontale radiale și la cele verticale, accesul apei trebuie să se facă la o distanță de 1,80 m față de radier, pentru o bună distribuție a liniilor de curent.

Determinarea numărului de defletoare se face pe baza debitului aferent unui deflector $q_{\text{def}} = 4...7 \text{ dm}^3/\text{s}$ și a distanței dintre ele $a = 0,75...1,00 \text{ m}$ atât pe verticală cât și pe orizontală.

Evacuarea apei din decantor este reglată prin deversoare metalice, având partea superioară realizată sub forma unor dinți triunghiulari sau trapezoidali. Aceste deversoare sunt mobile pe verticală, permițând astfel evacuarea controlată a apei decantate. Pentru a realiza o evacuare uniformă, trebuie ca deversarea să fie neînecată și perfect reglată pe verticală, astfel încât lama de apă pentru fiecare dinte al deversorului să fie egală.

Evacuarea apei decantate se poate face și prin conducte submersate funcționând cu nivel liber, prevăzute cu fante (orificii). Sistemul are avantajul că elimină influența vântului, necesitatea peretelui (ecranului) semiscufundat și reduce substanțial abaterile de la orizontalitate ale sistemului de colectare.

5.11.1.17. Lungimea deversoarelor rezultă din considerarea valorilor recomandate pentru debitul specific deversat. Acest debit nu trebuie să depășească $10 \text{ m}^3/\text{h}$, m în situația cea mai dezavantajoasă (la debitul de verificare).

Când valoarea de mai sus este depășită, se recomandă mărirea lungimii de deversare prin realizarea de rigole paralele sau, la decantoarele radiale și verticale, prin prevederea de rigole radiale suplimentare.

5.11.1.18. 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 patru ore [43].

5.11.1.19. Determinarea pierderilor de sarcină prin decantor se va face atât pentru debitul de calcul cât și pentru cel de verificare, adoptându-se pentru profilul tehnologic valorile cele mai dezavantajoase.

5.11.1.20. Alegerea tipului de decantor, a numărului de compartimente și a dimensiunilor acestora se face pe baza unor calcule tehnico-economice comparative, a cantității și calității nămolului activat efluent din bazinele de aerare sau apei recirculate în schemele cu filtre biologice și a parametrilor de proiectare recomandați pentru fiecare caz în parte.

5.11.1.21. Decantoarele secundare sunt alcătuite în principal din:

- compartimente pentru decantarea propriu-zisă;
- sistemele de admisie și distribuție a apei epurate biologic;
- sistemele de colectare și evacuare a apei decantate;
- echipamentele mecanice necesare colectării și evacuării nămolului, precum și dispozitivele de închidere pe accesul și evacuarea apei în și din decantor, necesare izolării fiecărui compartiment în parte în caz de necesitate (revizii, reparații, avarii etc.);
- conducte de evacuare a nămolului activat și de golire a decantorului;
- pasarela de acces pe podul raclor.

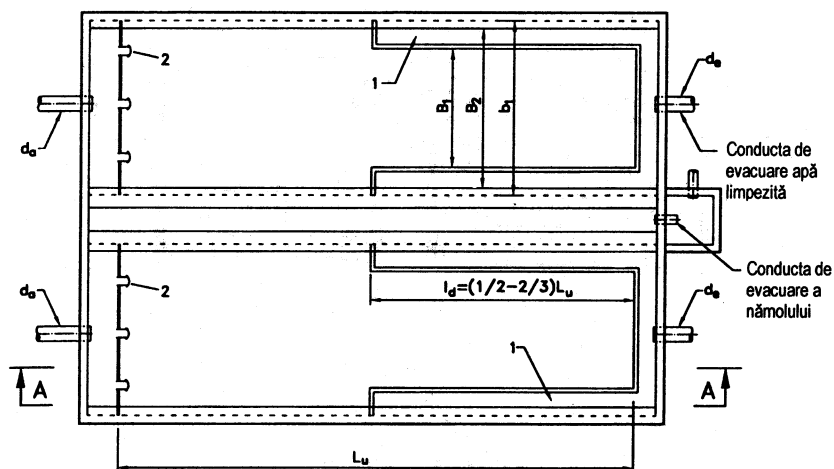
5.11.1.22. Înălțimea de siguranță a pereților decantorului deasupra nivelului maxim al apei va fi de minim 0,3 m.

5.11.2. Decantoare secundare orizontale longitudinale

5.11.2.1. Sunt bazine din beton armat, de regulă descoperite, cu secțiune transversală dreptunghiulară, având lățimea unui compartiment b_1 , adâncimea utilă h_u și lungimea utilă L_u (v. fig. 5.33. și 5.34.).

5.11.2.2. Admisia apei în decantor se face prin una din următoarele metode:

VEDERE IN PLAN



SECȚIUNEA A-A

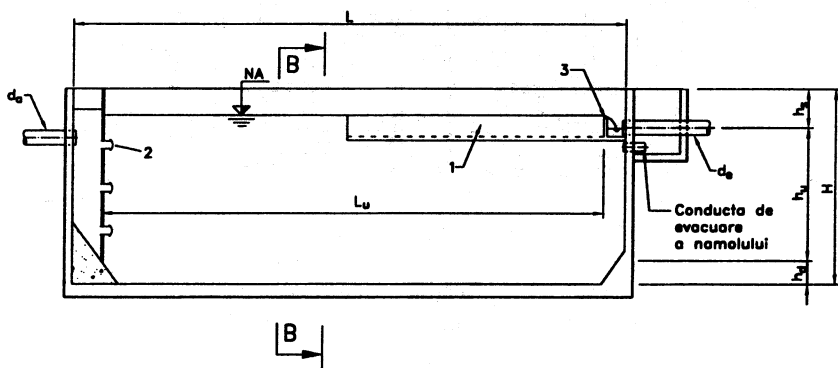


Fig. 5.33. – Vedere în plan și secțiune longitudinală prin decantorul secundar orizontal longitudinal

- 1 - jgheab de colectare a apei limpezite;
- 2 - deflectoare;
- 3 - perete deversor al jgheabului de colectare a apei limpezite;

d_a - conductă de aducțiune a apei;
 d_e - conductă de evacuare a apei limpezite.

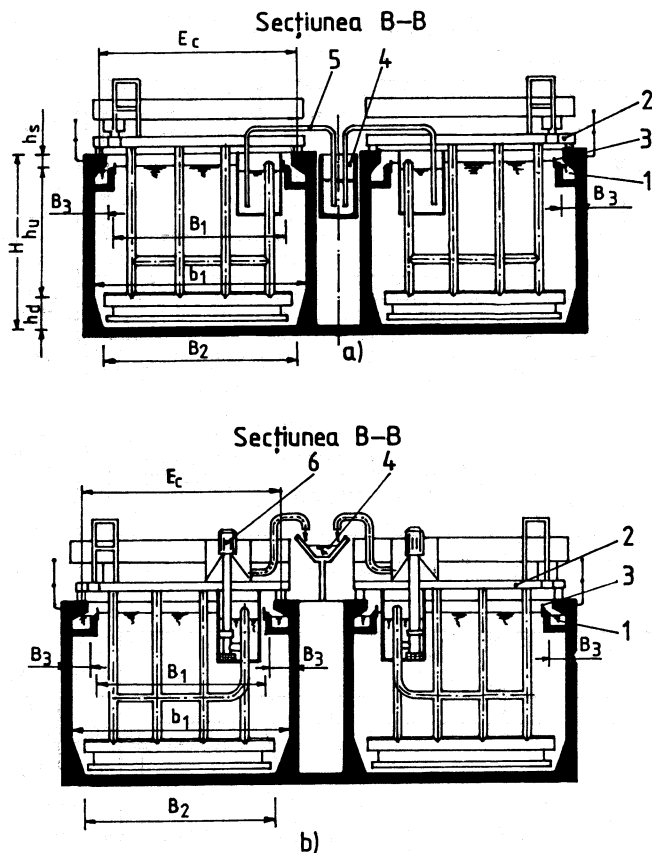


Fig. 5.34. – Secțiuni transversale prin decantorul secundar orizontal longitudinal

- 1 - rigolă pentru colectarea apei decantate;
- 2 - pod raclor;
- 3 - deversor;
- 4 - jgheab pentru evacuarea nămolului;
- 5 - instalație de sifonare a nămolului;
- 6 - pompă pentru evacuarea nămolului.

- practicarea în peretele despărțitor dintre camera de intrare și compartimentul decantor a unor fante ce nu trebuie să aibă dimensiunea minimă mai mică de 5 cm;

- două ecrane perforate paralele ale căror fante sunt poziționate decalat [7];

- direcționarea curentului influent în plan vertical în zona camerei de intrare urmată de distribuția uniformă în plan orizontal prin intermediul deflectoarelor [7];

- prevederea în canalul de distribuție a unor conducte verticale prin care se distribuie curentul influent de apă, acesta fiind apoi deflectat în plan orizontal, pentru a elimina posibilitatea evoluției unui curent vertical turbulent [7].

5.11.2.3. Pentru colectarea nămolului se prevede o pâlnie (bașă) amplasată la capătul amonte al decantorului. Evacuarea nămolului se poate face hidraulic, prin sifonare sau pompare și este recomandat a se face continuu, iar dacă acest lucru nu este posibil, intervalul de timp dintre două evacuări de nămol nu trebuie să depășească patru ore [43].

5.11.2.4. Evacuarea nămolului din bașă se face prin conducte al căror diametru minim este [20]:

- 200 mm când terenul permite evacuarea gravitațională a nămolului prin diferență de presiune hidrostatică;

- 150 mm când evacuarea nămolului se face prin pompare.

Viteza nămolului în conducta de evacuare se recomandă a se încadra în intervalul 1,0-1,5 m/s.

5.11.2.5. Nămolul depus pe radierul decantorului este dirijat către bașă de nămol din amonte, cu ajutorul următoarelor utilaje:

- *pod cu lame racloare* a cărei viteză de deplasare se ia de 2...5 cm/s astfel încât ciclul tur-retur să nu depășească 45 minute și deplasarea podului raclor să nu repună în stare de suspensie nămolul depus pe radier;

- *racloare submersate de tip „lanț fără sfârșit”* la care lamele racloare sunt montate la o distanță de 2...3 m unele de altele iar viteza de mișcare a lanțului este de 5 mm/s;

- *racloare cu sucțiune* [7] prevăzute fie cu pompe, fie cu instalație de sifonare.

5.11.2.6. Pentru lățimi ale compartimentelor de decantare $b_1 > 6,0$ m se vor realiza două baze de colectare a nămolului. Lățimea unui compartiment nu va depăși 10,0 m.

5.11.2.7. Pentru reținerea spumei precum și a nămolului plutitor, trebuie prevăzuți în capătul aval al decantorului pereți semiscufundați ce se vor amplasa la cel puțin 30 cm în fața deversoarelor iar adâncimea de imersie se recomandă a fi de minim 20 cm. Muchia superioară a acestor pereți va fi cu cel puțin 20 cm deasupra nivelului maxim al apei din decantor.

5.11.2.8. Materiile plutitoare precum și nămolul plutitor sunt dirijate de lame de suprafață montate pe podul raclor sau pe „lanțul fără sfârșit” către capătul amonte al decantorului de unde sunt colectate într-un jgheab. De aici, printr-o conductă, funcție de natura materiilor plutitoare (și în special a nămolului plutitor) acestea sunt trimise fie în bazinul de aerare, fie spre instalațiile de prelucrare a nămolului.

Având în vedere posibila antrenare a nămolului plutitor odată cu evacuarea efluentului decantorului secundar se recomandă îndepărtarea, pe cât posibil, în mod continuu a acestui nămol.

5.11.2.9. La decantoarele orizontale longitudinale o atenție deosebită trebuie acordată rotunjirii îmbinărilor dintre pereții longitudinali și cei transversali, precum și dintre pereți și radier.

Racordarea pereților frontali amonte și aval cu radierul se va face cu un plan înclinat la un unghi $\geq 52^\circ$ față de orizontală, pe o

înălțime de 0,8...1,5 m, astfel încât lamele racloare să poată evacua și nămolul depus la capetele bazinului.

5.11.2.10. Dimensionarea decantoarelor secundare orizontale longitudinale se realizează utilizând următoarele relații de calcul:

- Volumul necesar de decantare:

$$V_d = Q_c \cdot t_c \text{ (m}^3\text{)} \quad (5.149)$$

$$V_d = Q_v \cdot t_v \text{ (m}^3\text{)} \quad (5.150)$$

în care toți termenii au fost definiți mai înainte.

În calcule, se va considera valoarea cea mai mare pentru V_d , rezultată din relațiile (5.149) și (5.150).

- Suprafața orizontală utilă necesară de decantare:

$$A_0 = \frac{Q_c}{u_{sc}} \text{ (m}^2\text{)} \quad (5.151)$$

$$A_0 = n \cdot A_{01} \text{ (m}^2\text{)} \quad (5.152)$$

unde:

- A_0 – suprafața orizontală utilă necesară de decantare (m²);
- A_{01} – suprafața utilă necesară de decantare a unui bazin (m²);
- n – numărul de compartimente de decantare.

- Încărcarea superficială cu materii totale în suspensie:

$$I_{ss} = \frac{c_{na} \cdot (Q_c + Q_{Rmax})}{A_0} \text{ (kg/m}^2 \cdot \text{zi)} \quad (5.153)$$

unde: c_{na} , Q_c , A_0 sunt definiți anterior, iar Q_{Rmax} se calculează după caz, cu relațiile (5.144) sau (5.145).

Valoarea acestui parametru se recomandă a se încadra în intervalul 90 – 140 kg/(m² · zi).

Încărcarea volumetrică superficială cu nămol I_{VS} se determină cu relația (5.145 a).

- Suprafața utilă de decantare a unui bazin (v. fig. 5.33):

$$A_{01} = (L_u - l_d) \cdot b_1 + B_1 \cdot l_d \text{ (m}^2\text{)} \quad (5.154)$$

unde:

- L_u – lungimea utilă de decantare (m);
- b_1 – lățimea unui bazin amonte de zona de amplasare a rigolelor de colectare a apei limpezite (m);
- B_1 – lățimea unui bazin în zona de amplasare a rigolelor de colectare a apei limpezite (m);
- l_d – lungimea rigolelor laterale de colectare a apei limpezite (m).

• Aria secțiunii transversale a decantorului se poate determina cu una din relațiile:

$$S = \frac{Q_c}{v_0} \text{ (m}^2\text{)} \quad (5.155)$$

$$S = \frac{V_d}{L_u} \text{ (m}^2\text{)} \quad (5.156)$$

$$S = n \cdot b_1 \cdot h_u = n \cdot S_1 \text{ (m}^2\text{)} \quad (5.157)$$

unde: h_u – adâncimea utilă a decantorului (m);

v_0 – viteza orizontală medie pe secțiune a apei în decantor, care trebuie să se încadreze în limitele 5-10 (mm/s);

S_1 – aria secțiunii transversale a unui bazin (m²).

• Lungimea utilă a decantorului:

$$L_u = v_0 \cdot t_c, \text{ (m)} \quad (5.158)$$

• Lățimea utilă a unui bazin de decantare rezultă din relația (5.154):

$$b_1 = \frac{A_{01} - B_1 \cdot l_d}{L_u - l_d} \text{ (m)} \quad (5.159)$$

cu valori recomandate de 3,5 ; 4,0 ; 5,0 ; 6,0 ; 7,0 ; 8,0 ; 9,0 și 10,0 m (v. tabelul 5.14).

Tabelul 5.14.

b_1 m	L m	$A'_{01} = b_1 L$ m^2	B_1 m	B_2 m	B_3 m	h_u m	h_s m	h_d m	H m	h_r m	E_c m	V_0^2 m^3	$d_a \ d_e$ mm
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
3,5	21...35	64...108,8	2,9	2,8	0,3	2,4	0,3	0,3	3,0	1,62	3,4	154,0...261,0	150...250
4,0	25...40	88,8...144,3	3,4	3,3	0,3	2,6	0,3	0,3	3,2	1,61	3,9	231,0...375,0	200...300
5,0	30...50	132,5...255,4	4,2	4,3	0,4	2,7	0,3	0,4	3,4	1,595	4,9	358,0...609,0	200...400
6,0	35...55	190,4...302,4	5,2	5,3	0,4	2,9	0,3	0,4	3,6	1,595	5,9	552,0...877,0	250...400
7,0	44...60	283,8...389,4	6,2	6,3	0,4	3,1	0,3	0,4	3,8	1,595	6,9	880,0...1207	300...500
8,0	50...70	372,4...524,4	7,2	7,3	0,4	3,3	0,3	0,4	4,0	1,515	7,9	1229...1731	400...600
9,0	55...75	464,4...636,4	8,2	8,3	0,4	3,3	0,3	0,4	4,0	1,525	8,9	1533...2100	400...600
10,0	60...80	566,4...758,4	9,2	9,3	0,4	3,3	0,3	0,4	4,0	1,525	9,9	1869...2503	400...700

¹ A_{01} este aria orizontală utilă a unui compartiment de decantare, care s-a stabilit considerând lungimea rigolelor laterale egală cu

$$\frac{L_u}{2}; L_u = (L - 1,00) \cdot$$

$$^2 V_u = A_{01} \cdot h_u$$

- Raportul L/b_1 trebuie să respecte relația:

$$4 \leq \frac{L}{b_1} \leq 10 \quad (5.160)$$

unde:

– L – lungimea totală a decantorului (m).

- Adâncimea utilă a apei din spațiul de decantare:

$$h_u = u_{sc} \cdot t_c \text{ (m)} \quad (5.161)$$

va trebui să satisfacă și condiția:

$$\frac{L}{25} \leq h_u \leq \frac{L}{10} \quad (5.162)$$

Debitul specific al deversorului pentru colectarea apei limpezite la debitul de verificare (debitul cel mai mare) denumit și „încărcarea hidraulică specifică a deversorului” (q_v^d) va trebui să respecte condițiile de mai jos:

– $q_d^v \leq 10 \text{ m}^3 / \text{h} \cdot \text{m}$ – pentru decantoare secundare cu deversare pe o singură parte a rigolei de colectare; (5.163)

– $q_d^v \leq 6 \text{ m}^3 / \text{h} \cdot \text{m}$ – pentru decantoarele secundare cu deversare pe ambele părți ale rigolei de colectare; (5.164)

unde:

$$q_d^v = \frac{Q_v}{L_d} \text{ (m}^3 / \text{h} \cdot \text{m)} \quad (5.165)$$

– L_d – lungimea de deversare (m).

Dacă aceste condiții nu se respectă, se vor prevedea lungimi de deversare suplimentare.

5.11.2.11. Adâncimea totală a decantorului, este:

$$H = h_d + h_u + h_s \text{ (m)} \quad (5.166)$$

unde:

- h_d – înălțimea stratului de depuneri, considerat în calcule de 0,20...0,30 m;
- h_u – adâncimea utilă a apei din decantor stabilită cu relația (5.161);
- h_s – înălțimea zonei de siguranță (garda hidraulică) care se ia egală cu 0,30-1,00 m, în funcție de înălțimea lamei racloare, în cazul în care aceasta, în cursa pasivă, este deasupra nivelului apei și de influența intensității vânturilor.

Adâncimea totală a decantorului poate fi determinată și cu relațiile de mai jos, care țin seama de principalii parametri de proiectare ai decantoarelor secundare [73]:

$$H = h_s + h_1 + h_2 + h_3 + h_4 \text{ (m)} \quad (5.166 \text{ a})$$

unde:

$h_s = 0,30-0,50\text{m}$ este înălțimea zonei de siguranță (garda hidraulică); (5.166 b)

$h_1 = 0,50\text{m}$ este înălțimea de apă limpede; (5.166 c)

$h_2 = \frac{500u_{sc} (1+r)}{1000 I_{VN} \cdot C_{na}} \text{ (m)}$ este înălțimea zonei de sedimentare-depunere (5.166 d)

$h_3 = \frac{0,45 I_{vs} (1+r)}{500} \text{ (m)}$ este înălțimea zonei de înmagazinare-stocare a nămolului; (5.166 e)

$h_4 = \frac{C_{na} \cdot u_{sc} (1+r) \cdot t_i}{C_{nds}} \text{ (m)}$ este înălțimea zonei de îngroșare-concentrare (5.166 f)

Semnificația termenilor de mai sus este următoarea:

- I_{VN} , I_{VS} , r , u_{sc} și c_{na} au fost definiți anterior;
- t_i este timpul de îngroșare (concentrare) a nămolului din decantorul secundar, ale cărui valori sunt în funcție de tipul epurării, astfel [73]:

- ◆ 1,5 – 2,0 h pentru epurare fără nitrificare;
- ◆ 1,0 – 1,5 h pentru epurare cu nitrificare;
- ◆ 2,0 – 2,5 h pentru epurare cu denitrificare.

Se recomandă ca valoarea t_i să nu depășească 2,0 h, deoarece după acest timp se poate declanșa procesul de denitrificare în decantorul secundar, care are drept rezultat flotarea nămolului la suprafață de către bulele de gaz (azot molecular) care se produc în acest proces.

Concentrația nămolului depus pe radierul decantorului secundar c_{nds} se determină cu relația [73]:

$$c_{nds} = \frac{1000\sqrt[3]{t_i}}{I_{VN}} \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (5.166 \text{ g})$$

Între concentrațiile nămolului de recirculare c_{nr} și a nămolului depus pe radierul decantorului secundar c_{nds} , există următoarele relații de legătură:

- $c_{nr} \approx 0,7 \cdot c_{nds}$ – pentru decantoarele dotate cu pod raclor cu sucțiune;
- $c_{nr} \approx (0,5 \div 0,7) \cdot c_{nds}$ – pentru decantoarele la care podul realizează raclarea mecanică a nămolului spre o bașă centrală.

Relațiile (5.166 a)...(5.166 g) se aplică atât pentru decantoarele secundare orizontale longitudinale cât și pentru cele orizontale radiale.

5.11.2.12. Pentru colectarea apei limpezite se poate folosi unul din următoarele sisteme:

- rigole de colectare prevăzute cu deversor cu dinți triunghiulari;
- conducte perforate complet submersate, funcționând cu nivel liber.

5.11.2.13. Rigolele de colectare a apei limpezite se vor dimensiona la debitul de verificare Q_v , astfel încât în secțiunea transversală cea mai solicitată viteza să fie de minim 0,7 m/s. Sistemul de colectare a apei limpezite trebuie să asigure o colectare uniformă prin deversare, în regim neînecat.

5.11.3. Decantoare secundare orizontale radiale

5.11.3.1. Se recomandă a se adopta decantoare secundare orizontale radiale de tipul celui din fig. 5.35, b pentru diametre D cuprinse între 15...25 m și de tipul celui din fig. 5.35, a pentru diametre D cuprinse între 30...50 m. Nu se recomandă a se prevedea decantoare secundare radiale cu diametre mai mici de 15 m și nici mai mari de 60 m.

5.11.3.2. Sunt bazine cu forma circulară în plan, în care apa este admisă central prin intermediul unei conducte prevăzută la debușare cu o pâlnie (difuzor) a cărei muchie superioară este situată la 20 ÷ 30 cm sub nivelul apei. Apa limpezită este evacuată printr-o rigolă perimetrală (v. fig. 5.35, a și 5.35, b) sau prin conductă inelară submersată prevăzută cu orificii (fante).

5.11.3.3. Circulația apei se face orizontal și radial, 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 nivelul apei egală cu 2/3 din înălțimea zonei de sedimentare h_u .

În alte variante, apa iese din cilindrul central prin intermediul unor orificii cu deflectoare practicate în peretele acestuia sau printr-un grătar de uniformizare cu bare verticale.

Distribuția uniformă a apei de la centru spre periferie se poate realiza și prin intermediul altor dispozitive care prezintă avantaje hidraulice și tehnologice deosebite (de tipul „Lalelei Coandă”).

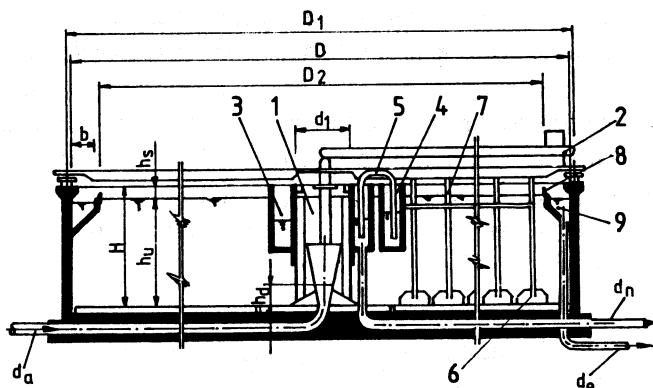
5.11.3.4. Cilindrul central, al cărui diametru este de $20 \div 35 \%$ din diametrul decantorului, sprijină pe radierul bazinului prin intermediul unor stâlpi. Disiparea energiei apei din conducta de admisie trebuie să asigure condițiile optime de floculare.

5.11.3.5. La partea superioară a cilindrului central se prevede o structură de rezistență capabilă să preia forțele generate de podul raclor, al cărui pivot este amplasat pe structura de rezistență respectivă.

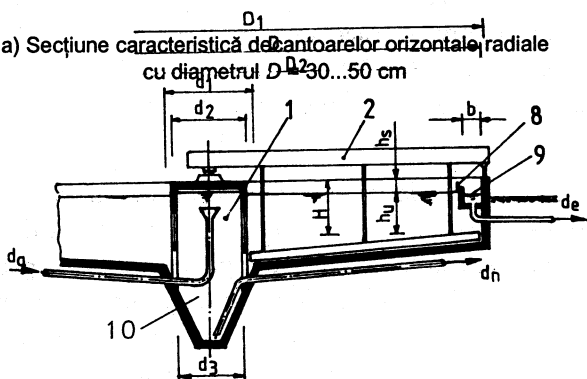
5.11.3.6. Podul raclor poate fi de două tipuri: radial sau diametral. El este alcătuit dintr-o grindă solidă ce sprijină pe structura de rezistență centrală prin intermediul unui pivot, iar extremitățile sprijină prin intermediul unor roți echipate cu bandaje din poliuretan pe peretele exterior al bazinului. Calea de rulare poate fi realizată și din șină metalică, roțile fiind prevăzute în mod corespunzător acestui tip de rulare.

5.11.3.7. Colectarea și evacuarea nămolului reținut se face continuu în următoarele variante:

a) Colectarea nămolului se face într-o bașă centrală de unde este evacuat fie prin diferență de presiune hidrostatică, fie prin pompare (se aplică în cazul decantoarelor cu radier înclinat). În acest caz, solidar cu grinda podului raclor sunt prevăzuți montanți de care sunt prinse lame ce raclează nămolul sedimentat pe radierul decantoarului, conducându-l în bașa de evacuare. De aici, nămolul este evacuat prin diferență de presiune hidrostatică spre treapta de prelucrare (v. fig. 5.35, b).



a) Secțiune caracteristică decantoarelor orizontale, radiale
cu diametrul $D = 30...50$ cm



b) Secțiune caracteristică decantoarelor orizontale, radiale
cu diametrul $D = 15...25$ cm

Fig. 5.35. — Secțiuni transversale prin decantorul secundar orizontal radial

- | | |
|--|---|
| 1 - camera de admisie și distribuție a apei; | 8 - deversor; |
| 2 - pod raclor; | 9 - rigolă pentru colectarea apei decantate; |
| 3 - jgheab colector inelar fix; | 10 - pâlnie pentru colectarea nămolului; |
| 4 - jgheab colector mobil; | d_a - conductă de aducțiune a apei; |
| 5 - instalație de sifonare a nămolului; | d_e - conductă de evacuare a apei decantate; |
| 6 - guri de aspirație; | d_n - conductă de evacuare a nămolului activat. |
| 7 - țevi verticale de aspirație; | |

b) prin sifonare (se aplică în cazul decantoarelor cu radier orizontal). În acest caz, nămolul sedimentat pe radierul decantorului este extras printr-un sistem de conducte într-un compartiment mobil solidar cu podul raclor, prin diferență de presiune hidrostatică, de unde, prin sifonare sau pompare este trimis într-un colector inelar și evacuat spre treapta de prelucrare (v. fig. 5.35, a).

Soluțiile indicate pentru evacuarea nămolului din decantoare nu sunt limitative.

5.11.3.8. De podul raclor este prins, de asemenea, un braț metalic prevăzut cu o lamă racloare de suprafață care împinge nămolul plutitor, grăsimile și spuma de la suprafața apei spre periferie, către un cămin sau alt dispozitiv de colectare a acestora.

Prevederile punctelor 5.11.3.4., 5.11.3.5. și 5.11.3.6 nu exclud posibilitatea utilizării de poduri racloare submersate.

5.11.3.9. Rigola de colectare a apei decantate poate fi cu deversare pe o singură parte sau cu deversare pe două părți.

De asemenea, rigola de colectare poate fi așezată perimetral *în afara* sau *în interiorul* suprafeței de decantare, sau numai *în interiorul* acesteia la $0,50 \div 0,80$ m de perete.

În cazul rigolelor perimetrice, pe partea pe care se va face deversarea se vor prevedea deversoare metalice cu dinți triunghiulari, reglabile pe verticală. În fața acestor deversoare, la cca. $30 \div 50$ cm distanță se prevede un ecran semiscufundat, de formă circulară în plan, a cărui muchie inferioară este la minim $25 \div 30$ cm sub nivelul apei, în vederea evitării antrenării odată cu efluentul a spumei sau nămolului plutitor.

În cel de-al doilea caz, peretele rigolei dinspre centrul bazinului are coronamentul deasupra nivelului apei, el servind drept perete obstacol pentru spuma și grăsimile de la suprafața apei. Apa decantată trece pe sub rigolă și deversează peste peretele circular al rigolei dinspre peretele exterior al decantorului, prevăzut și el cu plăcuțe metalice cu dinți triunghiulari reglabili pe verticală. Acest tip de rigolă

permite, ca subvariantă, posibilitatea ca deversarea să se facă pe ambele părți ale acesteia, caz în care, în fața peretelui rigolei situat spre centrul decantorului se va prevedea un ecran semiscufundat pentru evitarea antrenării spumei sau a nămolului plutitor în efluentul epurat.

Colectarea în rigolă a apei limpezite se face prin *deversare neînecată*.

Colectarea apei limpezite se poate face și prin conductă submersată cu orificii (fante), care prezintă multiple avantaje (se elimină influența vântului precum și evacuarea odată cu apa decantată a grăsimilor și plutitorilor, se obține uniformitate în colectarea apei decantate dacă se asigură curgerea cu nivel liber prin conducta perforată etc.).

5.11.3.10. În scopul evitării antrenării spumei sau a nămolului plutitor odată cu efluentul epurat, se recomandă ca debitul specific deversat („încărcarea hidraulică specifică a deversorului”) să nu depășească *la debitul de verificare* 10,0 m³/h, m pentru rigolele cu evacuare pe o singură parte și 6,0 m³/h, m pentru rigolele cu evacuare pe două părți.

În cazul depășirii valorilor limită pentru debitul specific de deversare, există posibilitatea prevederii mai multor rigole în interiorul suprafeței decantorului, distanța dintre rigole și peretele decantorului trebuind să fie aproximativ aceeași cu adâncimea decantorului. Aceste rigole inelare pot fi legate între ele prin rigole radiale care, permit la rândul lor reducerea debitului specific deversat.

5.11.3.11. 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.

5.11.3.12. Diametrul decantoarelor radiale este cuprins între 15 și 50 m (în cazuri justificate tehnico-economic, se pot adopta și diametre de 60 m), iar adâncimea utilă h_u între 2,2 și 4,6 m.

5.11.3.13. Viteza periferică a podului raclor variază între 10 și 60 mm/s, realizând 1 ÷ 3 rotații complete pe oră.

5.11.3.14. Evacuarea nămolului se poate face continuu, prin conducte cu Dn 200 mm sau mai mari, cu condiția ca viteza nămolului să fie cel puțin 0,7 m/s.

5.11.3.15. *Dimensionarea decantoarelor secundare orizontale radiale* se face utilizând următoarele relații:

- Volumul util necesar de decantare:

$$V_d = Q_c \cdot t_c \text{ (m}^3\text{)} \quad (5.167)$$

sau

$$V_d = Q_v \cdot t_v \text{ (m}^3\text{)} \quad (5.168)$$

În calcule, se consideră valoarea cea mai mare.

- Secțiunea orizontală necesară:

$$A_0 = \frac{Q_c}{u_{sc}} \text{ (m}^2\text{)} \quad (5.169)$$

- Adâncimea utilă a spațiului de decantare:

$$h_u = u_{sc} \cdot t_c \text{ (m)} \quad (5.170)$$

Cu aceste elemente se intră în tabelul 5.15 și se stabilesc dimensiunile principale efective: D , d_3 , h_u , A_0 și V_d , precum și numărul de unități de decantare. Se verifică apoi dacă sunt respectate condițiile de mai jos:

$$10 \leq \frac{D}{h_u} \leq 15, \text{ pentru decantoare cu diametrul } D = 16 \div 30 \text{ m;} \quad (5.171)$$

$$15 \leq \frac{D}{h_u} \leq 20, \text{ pentru decantoare cu diametrul } D = 30 \div 50 \text{ m.} \quad (5.172)$$

5.11.3.16. Debitul specific deversat pe conturul rigolei de colectare a apei limpezite trebuie să verifice relația (5.173), la debitul de verificare:

$$q_d = \frac{Q_v}{n \cdot \pi \cdot D_r} \leq 10,0 \text{ sau } 6,0 \text{ m}^3/\text{hm} \quad (5.173)$$

(funcție de tipul deversării; v. pct. 5.11.3.10.), în care D_r este diametrul aferent peretelui deversor al rigolei.

5.11.3.17. Dimensiunile rigolei de colectare a apei limpezite se stabilesc pentru debitul de verificare Q_v punând condiția ca în secțiunea cea mai solicitată viteza minimă să fie de 0,7 m/s .

5.11.3.18. În cazul decantoarelor radiale cu diametrul mai mare de 50 m, se vor lua măsuri specifice pentru combaterea tendinței de creștere a turbulenței din cauza vântului.

5.11.3.19. Adâncimea decantorului la perete (H_p) și la centru (H_c):

$$H_p = h_s + h_u \text{ (m)} \quad (5.174)$$

$$H_c = h_s + h_u + h_p + h_n \text{ (m)} \quad (5.175)$$

unde:

h_s – înălțimea de siguranță (0,3÷1,0) m;

h_u – adâncimea utilă a apei în spațiul de decantare;

h_p – diferența de înălțime datorită pantei – dacă este cazul;

h_n – înălțimea pâlniei de nămol (obișnuit 2...3 m) – dacă este cazul.

5.11.4. Decantoare verticale

5.11.4.1. Sunt construcții cu forma în plan circulară sau pătrată, în care mișcarea apei se face pe verticală, în sens ascendent. Se utilizează mai rar, în general pentru debite zilnice maxime sub 10.000 m³/zi, recomandându-se în special ca decantoare secundare după bazine cu nămol activat sau filtre biologice, datorită avantajului prezentat de stratul gros de flocoane care mărește eficiența decantării.

5.11.4.2. Decantoarele secundare verticale pot fi proiectate pentru o încărcare superficială cu 30 % mai mare comparativ cu decantoarele secundare orizontale longitudinale și radiale [7].

5.11.4.3. Se construiesc pentru diametre până la 10 m și deoarece rezultă de adâncimi mari (chiar 10 m uneori), utilizarea lor este limitată din cauza dificultăților de execuție.

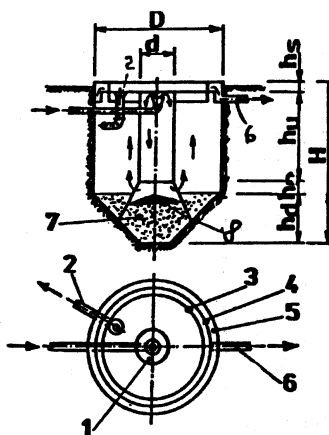
5.11.4.4. Apa este introdusă într-un tub central (v. fig. 5.36) prin care curge în sens descendent cu o viteză $v_t \leq 0,10$ m/s. La ieșirea din tub se prevede un deflector (la cca. 50 cm de marginea inferioară a tubului) care are rolul de a realiza o distribuție cât mai uniformă a apei în camera de decantare propriu-zisă (de formă inelară în plan). Diametrul deflectorului va fi cu 20...100 % mai mare ca diametrul d al tubului central. În această cameră, apa se ridică spre suprafață unde este colectată într-o rigolă perimetrală (sau suplimen-tar, în rigole radiale care debușează în cea perimetrală, în cazul în care debitul specific deversat este depășit sau când suprafața orizontală a decantorului este mai mare decât 12,0 m².

Tabelul 5.15.

D m	D ₁ m	D ₂ m	A ¹ 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 ₀ ² m ³	d _a mm	d _e mm	d _n mm
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	16,4	14,7	165	3,0	2,6	3,0	0,4	2,5	0,43	2,9	0,5	413	250...350	200...300	150...200
20	20,14	18,5	264	3,0	2,6	3,0	0,4	2,5	0,57	2,9	0,6	660	300...400	250...350	200...250
25	25,14	23,5	423	4,0	3,6	4,0	0,4	2,5	0,70	2,9	0,6	1058	350...500	300...400	200...300
30	30,14	28,1	616	2,3	-	-	0,4	3,0	-	3,4	0,8	1848	500...700	400...600	250...350
35	35,14	33,1	856	2,3	-	-	0,4	3,0	-	3,4	0,8	2568	600...800	400...600	300...400
40	40,14	37,7	1109	3,0	-	-	0,4	3,5	-	3,9	1,0	3882	700...1000	500...700	350...500
45	45,14	42,7	1424	3,0	-	-	0,4	3,5	-	3,9	1,0	4984	700...1000	600...800	350...500
50	50,14	47,7	1779	3,0	-	-	0,4	3,5	-	3,9	1,0	6227	1000...1200	700...1000	500...700

¹ A = aria orizontală utilă a unui compartiment de decantare, calculată cu relația $A = 0,875 \cdot (D_2^2 - d_1^2)$.

² $V_u = A \cdot h_u$



- 1 - camera de distribuție cu dispozitiv de admisie a apei;
- 2 - pâlnie pentru colectarea materiilor plutitoare;
- 3 - perete semiîncat;
- 4 - deversor cu dinți triunghiulari;
- 5 - rigolă pentru colectarea apei decantate;
- 6 - conductă de evacuare a apei decantate;
- 7 - pâlnie colectoare pentru nămol

Fig. 5.36. – Decantor vertical. Secțiune transversală și vedere în plan

Colectarea apei decantate se poate face și cu ajutorul unor conducte radiale submersate, funcționând cu nivel liber, realizate din tuburi de plastic perforate pe generatoarea superioară, debuşând într-un colector perimetral (rigolă sau conductă perforată). Se elimină astfel accesul spumei, grăsimilor și plutitorilor în efluentul decantoarelor verticale.

5.11.4.5. Se poate realiza o valoare scăzută a concentrației de materii solide în suspensie în efluentul decantorului secundar vertical, folosind pentru admisia apei un distribuitor cu patru brațe (v. fig. 5.37). Viteza curentului lichid din tuburi poate atinge 0,20 m/s.

5.11.4.6. Nămolul se depune în partea inferioară a bazinului, amenajată sub forma unui trunchi de con cu pereții înclinați față de orizontală cu mai mult de 50°.

Din pâlnia de nămol, acesta este evacuat prin diferență de presiune hidrostatică, prin sifonare sau pompare spre instalațiile de prelucrare ulterioare.

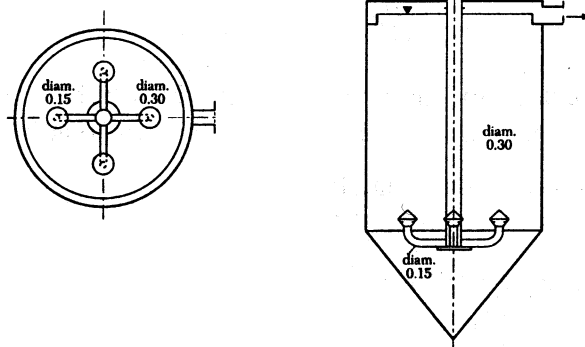


Fig. 5.37. – Decantor vertical echipat cu sistem de distribuție tubular cu patru brațe

5.11.4.7. În scopul reținerii grăsimilor, spumei și a altor substanțe plutitoare se prevăd pereți semiscufunțați în fața rigolelor de colectare a apei decantate.

5.11.4.8. *Dimensionarea decantoarelor verticale* se face utilizând următoarele relații de calcul:

- Volumul decantorului se calculează cu relațiile (5.149) și (5.150) considerându-se în calcule, valoarea cea mai mare.

- Suprafața orizontală și adâncimea utilă a decantorului se calculează cu relațiile (5.151) și (5.161), cu mențiunea că adâncimea utilă h_u nu trebuie să depășească 4 m.

- Secțiunea tubului central:

$$A_{tc} = \frac{Q_c}{v_t} = n \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (\text{m}^2) \quad (5.176)$$

- Se propune un număr de unități de decantare și se urmărește ca diametrul fiecărei unități să fie sub 10 m. Se verifică apoi relația:

$$\frac{h_u}{D-d} \geq 0,80 \quad (5.177)$$

în care D este diametrul decantorului, iar d – diametrul tubului central.
Dacă relația (5.177) nu este verificată se va mări adâncimea h_u .

- Înălțimea tubului central:

$$H_t = 0,8 \cdot h_u \text{ (m)} \quad (5.178)$$

- Adâncimea totală a decantorului:

$$H = h_s + h_u + h_n + h_d \text{ (m)} \quad (5.179)$$

unde:

- h_s – este înălțimea de siguranță ($0,3 \div 0,5$ m);
- h_u – adâncimea utilă;
- h_n – înălțimea zonei neutre ($0,4 \dots 0,6$ m);
- h_d – înălțimea depunerilor (a trunchiului de con).

Înălțimea pâlniei de nămol h_d se stabilește funcție de debitul de calcul ($Q_{u, zlm\max}$), de cantitatea de nămol în exces evacuată zilnic din decantorul vertical și de modul de evacuare a nămolului.

5.11.4.9. Dimensiunile geometrice ale pâlniei de nămol și modul de evacuare a acestuia se stabilesc funcție de volumul zilnic de nămol în exces, durata de stocare și volumul zonei de colectare a nămolului între două evacuări aferent unei unități de decantare.

5.11.4.10. Deversorul rigolei de colectare a apei limpezite se dimensionează la debitul de verificare Q_v astfel încât să fie respectate condițiile impuse prin relațiile 5.163, 5.164 și 5.165.

Rigola de evacuare a apei limpezite se calculează din condiția respectării vitezei de minim $0,7$ m/s la debitul de verificare, în secțiunea cea mai solicitată.

5.11.4.11. Viteza ascensională a apei în spațiul de decantare inelar, în lipsa unor date experimentale, se va lua de maximum $0,7$ mm/s.

Diametrul bazei mici a pâlniei tronconice pentru colectarea nămolului se va considera de 0,3...1,0 m, pentru a permite o evacuare eficientă a acestuia având în vedere raza de influență relativ mică a conductei Dn 200 mm de evacuare a nămolului.

5.12. Stație de pompare pentru nămolul activat de recirculare și în exces

Stația de pompare pentru nămolul activat de recirculare și în exces respectă în general prescripțiile menționate în *„Normativul pentru proiectarea construcțiilor și instalațiilor de epurare a apelor uzate orășenești – Partea I: Treapta mecanică”* (indicativ NP 032 – 1999), pct. 5.10, cu excepția unor prevederi specifice numai apelor uzate sau epurate și pct. 5.11.

5.12.1. Elemente generale

5.12.1.1. Stația de pompare a nămolului activat de recirculare și în exces are rolul de a trimite nămolul activat reținut în decantoarele secundare amonte de bazinele cu nămol activat sub formă de nămol activat de recirculare iar diferența, la treapta de tratare a nămolurilor sub formă de nămol activat în exces.

5.12.1.2. Stația de pompare se va amplasa pe cât posibil în centrul de greutate al decantoarelor secundare, astfel încât aducerea nămolului activat de la fiecare unitate de decantare să se facă cât mai facil.

5.12.1.3. Nivelul maxim al nămolului în bazinul de aspirație se determină din condiția evacuării pe cât posibil gravitaționale a nămolului activat din decantoarele secundare.

5.12.1.4. În vederea păstrării structurii flocoanelor nămolului activat se recomandă utilizarea agregatelor de pompare cu turații cât mai reduse (pompe tip șurub și transportoare hidraulice) și viteze de 0,5...1,2 m/s pentru nămolul activat care curge prin conducte și canale.

5.12.2. Prescripții de proiectare

5.12.2.1. Debitul necesar a fi pompat este:

$$Q_p = Q_{nr} + Q_{ne} \text{ (dm}^3\text{/s)} \quad (5.12.1)$$

unde: $-Q_p$ (l/s) = debitul de nămol activat ce trebuie pompat ;

$-Q_{nr}$ = debitul de nămol activat de recirculare

$$Q_{nr} = r \cdot Q_c \text{ (dm}^3\text{/s)} \quad (5.12.2)$$

$-r$ = coeficientul de recirculare externă (30-100 %);

$-Q_c = Q_{u. \text{ zi. max}} \text{ (dm}^3\text{/s)} = \text{debitul de calcul ;}$

$-Q_{ne} \text{ (dm}^3\text{/s)} = \text{debitul de nămol activat în exces.}$

Valoarea maximă a debitului ce trebuie pompat pentru care se vor alege pompele și se va dimensiona instalația hidraulică a stației de pompare este: $Q_p^{\max} = Q_c$.

5.12.2.2. Diametrul minim admis pentru conductele care vehiculează nămol este Dn 200mm. În cazul în care, din motive economice, este necesar pentru conducta de refulare un diametru mai mic decât Dn 200mm, se vor prevedea măsuri și piese speciale care să permită curățirea respectivelor conducte.

5.12.2.3. Viteza nămolului în conductele de refulare trebuie să fie mai mare sau egală cu 1,0 m/s, pentru umidități ale nămolului activat de 96-97 %, în scopul evitării depunerilor și cimentării nămolului pe pereții interiori ai conductelor.

5.12.2.4. Instalația hidraulică se va prevedea astfel încât să fie posibilă izolarea ori de câte ori este necesară a uneia sau mai multor pompe.

5.12.2.5. Datorită caracterului variabil al debitului de nămol activat de recirculare ce trebuie pompat (rezultat în urma necesității păstrării constante a concentrației nămolului activat din bazinul de aerare), automatizarea stației de pompare trebuie să permită pomparea cu debit variabil (fie prin prevederea varierii turației echipamentelor, respectiv a frecvenței, fie prin prevederea unui număr suficient de pompe care să permită acest lucru).

5.12.2.6. Pentru a se putea preta la o automatizare corespunzătoare a procesului de recirculare a nămolului amonte de bazinul de aerare, instalația hidraulică aferentă conductei principale de refulare trebuie să conțină următoarele elemente (vezi. fig. 5.38):

- pe conducta de nămol activat de recirculare: vană acționată electric sau manual și debitmetru;
- pe conducta de nămol activat în exces: vană acționată electric (cu posibilitatea varierii deschiderii cuprinsă între 1-100 %).

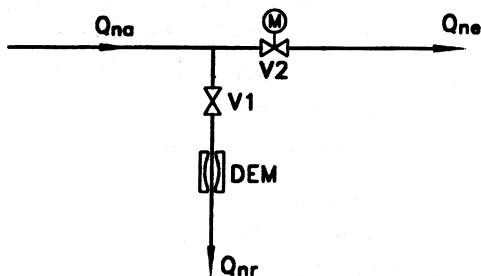


Fig. 5.38. – Elementele componente ale instalației hidraulice ale conductei de refulare

Q_{na} - debitul de nămol activat pompat;
 Q_{nr} - debitul de nămol activat de recirculare;
 Q_{ne} - debit de nămol activat în exces;

V1 - vană acționată manual sau electric;
V2 - vană acționată electric;
DEM - debitmetru electromagnetic

Având în vedere repetatele manevre de închidere și de deschidere a electrovanelor de pe conducta de nămol de recirculare și în exces, se recomandă alegerea unui tip de vană fiabilă și ușor de reglat.

Cap. 6 – ELEMENTE TEHNOLOGICE DE LEGĂTURĂ ÎNTRE OBIECTELE TREPTEI DE EPURARE BIOLOGICĂ

Elementele tehnologice de legătură între obiectele treptei de epurare biologică respectă în general prescripțiile menționate în „*Normativul pentru proiectarea construcțiilor și instalațiilor de epurare a apelor uzate orășenești – Partea I: Treapta mecanică*” (indicativ NP 032 - 1999), pct. 5.13 cu următoarele completări:

6.1. Deversorul din amonte treptei de epurare biologică

6.1.1. Deversorul se amplasează amonte de treapta de epurare biologică numai în cazul în care localitatea este canalizată în procedeul unitar sau mixt, pentru a limita debitele de ape uzate influente în treapta de epurare biologică pe timp de ploaie la $Q_{u.or.max}$. Diferența de debit, epurată numai mecanic ($Q_{u.or.ma}$) este trimisă direct la emisar.

6.1.2. Dimensionarea deversorului se face astfel încât deversarea să se facă *neînnecat*, garda de neînnecare considerându-se de minim 5-10 cm.

6.2. Conductele și canalele de legătură dintre bazinul cu nămol activat și decantorul secundar

6.2.1. Conductele sau canalele ce fac legătura dintre bazinul cu nămol activat și decantoarele secundare trebuie astfel dimensionate încât structura flocoanelor formate să nu fie deranjată dar în același timp să nu existe depuneri. Astfel, viteza amestecului lichid trebuie să fie cuprinsă în intervalul 0,7-1,5m/s.

**Lista principalelor standarde și normative
care reglementează proiectarea tehnologică a
stațiilor de epurare mecano-biologice**

<i>Nr. crt.</i>	<i>Indicativul documentației</i>	<i>Titlul documentației</i>	<i>Observații</i>
0	1	2	3
1	1343/0-89	Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare. Prescripții generale.	
2	1343/1-95	Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru centre populate.	
3	1343/2-89	Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru unități industriale.	
4	1343/3-86	Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru unități zootehnice.	
5	1343/4-86	Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru amenajări de irigații.	
6	1343/5-86	Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru unități piscicole.	
7	1846-90	Canalizări exterioare. Determinarea debitelor de apă de canalizare. Prescripții de proiectare.	
8	3051/91	Sisteme de canalizare. Canale ale rețelelor exterioare de canalizare. Prescripții fundamentale de proiectare.	

0	1	2	3
9	4068/2-87	Debite și volume maxime de apă. Probabilitățile anuale ale debitelor și volumelor maxime în condiții normale și speciale de exploatare.	
10	4162/1-89	Canalizări. Decantoare primare. Prescripții de proiectare.	
11	4162/2-89	Canalizări. Decantoare secundare. Prescripții de proiectare.	
12	4273/83	Construcții hidrotehnice. Încadrarea în clase de importanță.	
13	***	Normativ privind obiectivele de referință pentru clasificarea calității apelor de suprafață, aprobat prin Ordinul Ministerului Apelor și Protecției Mediului nr. 1.146 din 10 Decembrie 2002.	
14	10178	Canalizări. Gazometre la stațiile de epurare orășenești. Prescripții de proiectare.	
15	10686/76	Canalizări. Bazine pentru uniformizarea debitelor și calității apelor uzate industriale. Prescripții de proiectare.	
16	10859/91	Canalizări. Stații de epurare a apelor uzate provenite de la centrele populate. Studii pentru proiectare.	
17	10898/85	Alimentări cu apă și canalizări. Terminologie.	
18	11566/91	Canalizări. Bazine cu nămol activat. Prescripții generale de proiectare.	
19	12264/91	Canalizări. Separatoare de uleiuri și grăsimi la stațiile de epurare orășenești.	
20	12431/90	Canalizări. Grătare pentru stații de epurare a apelor uzate orășenești. Prescripții generale de proiectare.	

0	1	2	3
21	12594/87	Canalizări. Stații de pompare. Prescripții generale de proiectare.	
22	12278/96	Canalizări. Rezervoare de fermentare a nămolurilor din stațiile de epurare. Prescripții generale de proiectare.	
23	NTPA 001/2002	Normativ privind stabilirea limitelor de încărcare cu poluanți a apelor uzate industriale și orășenești la evacuarea în receptorii naturali – aprobat prin H.G. nr. 188 / 28.02.2002.	
24	NTPA 002/2002	Normativ privind condițiile de evacuare a apelor uzate în rețelele de canalizare ale localităților și direct în stațiile de epurare - aprobat prin H.G. nr. 188 / 28.02.2002.	
25	NTPA 011/2002	Norme tehnice privind colectarea, epurarea și evacuarea apelor uzate orășenești - aprobate prin H.G. nr. 188 / 28.02.2002.	
26	NTPA 003/1997	Norme privind metodologia de conducere și control al procesului de epurare biologică cu nămol activ în stațiile de epurare a apelor uzate orășenești, industriale și zootehnice.	
27	NP 032/1999	Normativ pentru proiectarea construcțiilor și instalațiilor de epurare a apelor uzate orășenești. Partea I: Treapta mecanică.	
28		Normativ de conținut al documentațiilor tehnice necesare obținerii avizului de gospodărire a apelor și a autorizației de gospodărire a apelor aprobat prin Ordinul Ministrului Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului nr. 277 / 11.04.1997.	

0	1	2	3
29		Norme de igienă și recomandări privind mediul de viață al populației, aprobate de Ministrul Sănătății prin Ordinul nr. 1935/13.09.1996.	
30		Norme speciale privind caracterul și mărimea zonelor de protecție sanitară, aprobate prin Hotărârea de Guvern nr. 101/03.04.1997.	
31		Norma tehnică republicană privind măsurarea debitelor de apă N.T.R.Q. 0-1-84. Determinarea debitelor de apă în sisteme de curgere cu nivel liber. Metoda modificării locale a secțiunii de curgere. Canale de măsurare. Prescripții generale. București, 1985.	
32		Măsuri de protecție a calității resurselor de apă, aprobate prin Hotărârea de Guvern nr. 472/09.06.2000.	

**Notații privind principalii parametri utilizați
în calculele de dimensionare**

C_{uz} – concentrația în materii în suspensie a apelor uzate la intrarea în stația de epurare (mg/dm^3);

X_{5uz} – concentrația materiei organice biodegradabile, exprimată prin CBO_5 a apelor uzate la intrarea în stația de epurare (mg/dm^3);

C_N – concentrația apelor uzate în azot total la intrarea în stația de epurare ($\text{mg N}/\text{dm}^3$);

C_{uz}^{dg} – concentrația în materii în suspensie a apelor uzate degrositate (efluente din treapta de degrosare) (mg/dm^3);

X_{5uz}^{dg} – concentrația materiei organice biodegradabile, exprimată prin CBO_5 a apelor uzate degrositate (mg/dm^3);

C_N^{dg} – concentrația în azot total a apelor uzate degrositate (mg/dm^3);

C_{uz}^b – concentrația în materii în suspensie a apelor uzate care intră în treapta de epurare biologică (mg/dm^3);

X_{5uz}^b – concentrația materiei organice biodegradabile, exprimată prin CBO_5 a apelor uzate care intră în treapta de epurare biologică (mg/dm^3);

C_N^b – concentrația în azot total a apelor uzate care intră în treapta de epurare biologică (mg/dm^3);

C_{uz}^{dp} – concentrația în materii în suspensie a apelor uzate decantate primar (mg/dm^3);

- X_{5uz}^{dp} – concentrația materiei organice biodegradabile, exprimată prin CBO_5 a apelor uzate decantate primar (mg/dm^3);
- C_N^{dp} – concentrația în azot total a apelor uzate decantate primar (mg/dm^3);
- C_{na} – concentrația nămolului activat din bazinul cu nămol activat (kg/m^3);
- C_{nr} – concentrația nămolului activat de recirculare (kg/m^3);
- C_{ne} – concentrația nămolului în exces (kg/m^3);
- C_{nb} – concentrația nămolului biologic, în schemele cu filtre biologice (kg/m^3);
- C_{uz}^{adm} – concentrația în materii în suspensie a apelor uzate epurate, care sunt evacuate în emisar, conform NTPA 001/2002 (mg/dm^3);
- X_{5uz}^{adm} – concentrația materiei organice biodegradabile, exprimată în CBO_5 a apelor uzate epurate, care sunt evacuate în emisar, conform NTPA 001/2002 (mg/dm^3);
- C_N^{adm} – concentrația în azot total a apelor uzate *epurate*, care sunt evacuate în emisar ($mg\ N/dm^3$);
- C_r – concentrația în materii în suspensie a apei emisarului, amonte de secțiunea de evacuare a apelor uzate epurate (mg/dm^3);
- X_{5r} – concentrația materiei organice biodegradabile, exprimată prin CBO_5 a apei emisarului, amonte de secțiunea de evacuare a apelor uzate epurate (mg/dm^3);
- X_N – concentrația normată a materiei organice biodegradabile, exprimată prin CBO_5 a amestecului de ape uzate epurate și ale emisarului, în secțiunea de control situată amonte 1 km de folosința considerată, conf. STAS 4706-88 (mg/dm^3);

- O_r – concentrația oxigenului dizolvat în apa emisarului, amonte de secțiunea de evacuare a apelor uzate epurate ($\text{mg O}_2/\text{dm}^3$), la temperatura θ ($^{\circ}\text{C}$);
- O_s – concentrația oxigenului dizolvat de saturație ($\text{mg O}_2/\text{dm}^3$) la temperatura θ ($^{\circ}\text{C}$) și la presiunea atmosferică de 760 mm col. Hg;
- O_{\min}^R – concentrația minimă efectivă a oxigenului dizolvat în apa râului, în secțiunea în care se realizează deficitul critic de oxigen ($\text{mg O}_2/\text{dm}^3$);
- O_{\min}^N – concentrația minimă normată a oxigenului (conf. STAS 4706-88) care se admite în apa emisarului funcție de categoria de calitate a acestuia ($\text{mg O}_2/\text{dm}^3$);
- D_a – deficitul inițial de oxigen din apa emisarului, calculat în secțiunea situată amonte de evacuarea apelor uzate epurate ($\text{mg O}_2/\text{dm}^3$);
- D_{cr} – deficitul critic (sau maxim) de oxigen din apa emisarului, calculat pentru secțiunea critică de pe râu, aval de punctul de evacuare a apelor epurate ($\text{mg O}_2/\text{dm}^3$);
- t_{cr} – timpul la care se realizează deficitul critic de oxigen în apa emisarului (zile);
- $Q_{u.zimed}$ – debitul zilnic mediu al apelor uzate;
- $Q_{u.zimax}$ – debitul zilnic maxim al apelor uzate;
- $Q_{u.oramax}$ – debitul orar maxim al apelor uzate;
- $Q_{u.oramin}$ – debitul orar minim al apelor uzate;
- Q_c – debitul de calcul;
- Q_v – debitul de verificare;
- Q_{inf} – debitul provenit din infiltrațiile de apă subterană în rețeaua de canalizare;

- Q_{ind} – debitul de ape uzate provenit de la industrii și societăți comerciale și introdus în rețeaua publică de canalizare ;
- N_i – cantitatea de materii solide în suspensie exprimată în substanță uscată, care intră zilnic în stația de epurare (kg/zi);
- N_{dg} –cantitatea de materii solide în suspensie exprimată în substanță uscată, evacuată zilnic din treapta de degrosare (kg/zi);
- N_p –cantitatea de materii solide în suspensie exprimată în substanță uscată, care este reținută zilnic în decantorul primar (kg/zi);
- N_{dp} –cantitatea de materii solide în suspensie exprimată în substanță uscată, evacuată zilnic din decantorul primar (kg/zi);
- N_b –cantitatea de materii solide în suspensie exprimată în substanță uscată, care intră zilnic în treapta de epurare biologică (kg/zi);
- N_{ev} –cantitatea de materii solide în suspensie exprimată în substanță uscată, evacuată zilnic în emisar cu efluentul epurat mecano-biologic (kg/zi);
- C_i – cantitatea de substanță organică biodegradabilă exprimată prin CP_5 , care intră zilnic în stația de epurare (kg CBO_5 /zi);
- C_{dg} –cantitatea de substanță organică biodegradabilă exprimată prin CBO_5 , care este evacuată zilnic din treapta de degrosare (kg CBO_5 /zi);
- C_{dp} – cantitatea de substanță organică biodegradabilă exprimată prin CBO_5 , care este evacuată zilnic din decantorul primar (kg CBO_5 /zi);
- C_b –cantitatea de substanță organică biodegradabilă exprimată în CBO_5 , care intră zilnic în treapta de epurare biologică (kg CBO_5 /zi);
- C_{bs} –cantitatea de substanță organică biodegradabilă exprimată prin CBO_5 care intră zilnic în treapta biologică, aferentă fenomenului de epurare cu biomasă în suspensie (kg CBO_5 /zi);

- C_{bf} –cantitatea de substanță organică biodegradabilă exprimată prin CBO_5 , care intră zilnic în treapta biologică, aferentă fenomenului de epurare cu peliculă fixată ($\text{kg CBO}_5/\text{zi}$);
- C'_b –cantitatea de substanță organică biodegradabilă exprimată prin CBO_5 , care este îndepărtată (redușă, eliminată) zilnic în treapta biologică ($\text{kg CBO}_5/\text{zi}$);
- C'_{bs} –cantitatea de substanță organică biodegradabilă exprimată prin CBO_5 , îndepărtată zilnic în treapta biologică, prin fenomenul de epurare cu biomasă în suspensie ($\text{kg CBO}_5 \text{ red}/\text{zi}$);
- C'_{bf} –cantitatea de substanță organică biodegradabilă exprimată prin CBO_5 , îndepărtată zilnic în treapta biologică, prin fenomenul de epurare cu peliculă fixată ($\text{kg CBO}_5 \text{ red}/\text{zi}$);
- C_{ev} – cantitatea de substanță organică biodegradabilă exprimată prin CBO_5 , care este evacuată zilnic în emisar cu efluentul epurat mecano-biologic ($\text{kg CBO}_5/\text{zi}$);
- K_i –cantitatea de azot din NH_4^+ , care intră zilnic în stația de epurare (kg/zi);
- K_{dg} –cantitatea de azot din NH_4^+ , evacuată zilnic din treapta de degrosisare (kg/zi);
- K_{dp} –cantitatea de azot din NH_4^+ , evacuată zilnic din decantoarele primare (kg/zi);
- K_b –cantitatea de azot din NH_4^+ , care intră zilnic în treapta de epurare biologică (kg/zi);
- K_{ev} –cantitatea de azot din NH_4^+ , care este evacuată zilnic în emisar cu efluentul epurat mecano-biologic (kg/zi);

- e_{sd} – eficiența treptei de degrosisare privind reținerea materiilor solide în suspensie (%);
- e_{xd} – eficiența treptei de degrosisare privind reținerea materiei organice biodegradabile, exprimată prin CBO_5 (%);
- e_{Nd} – eficiența treptei de degrosisare privind reținerea azotului (%);
- e_s – eficiența decantorului primar privind reținerea materiilor solide în suspensie (%);
- e_x – eficiența decantorului primar privind reținerea materiei organice biodegradabile exprimată prin CBO_5 ;
- e_N – eficiența decantorului primar privind reținerea azotului (%);
- d_s – gradul de epurare necesar din punct de vedere al materiilor solide în suspensie pentru întreaga stație de epurare (%);
- d_x – gradul de epurare necesar din punct de vedere al materiilor organice biodegradabile exprimate prin CBO_5 pentru întreaga stație de epurare (%);
- d_{sb} – gradul de epurare necesar din punct de vedere al materiilor solide în suspensie al treptei de epurare biologice (%);
- d_{xb} – gradul de epurare necesar din punct de vedere al materiilor organice biodegradabile exprimate prin CBO_5 al treptei de epurare biologice (%);
- N_a – cantitatea de materii solide, exprimată în substanță uscată, din nămolul activat existent în bazinul cu nămol activat (kg/zi);
- N_e – cantitatea de materii solide, exprimată în substanță uscată, din nămolul în exces (kg/zi);
- N_{bf} – cantitatea de materii solide, exprimată în substanță uscată, din nămolul biologic evacuată zilnic din decantoarele secundare, în schemele cu filtre biologice (kg/zi);
- N_{pe} – cantitatea de materii solide, exprimată în substanță uscată, din amestecul de nămol primar cu cel în exces (kg/zi);

- N_c – cantitatea de materii solide, exprimată în substanță uscată, din nămolul concentrat (îngroșat) evacuat spre fermentare (kg/zi);
- N_f – cantitatea de materii solide, exprimată în substanță uscată, din nămolul fermentat anaerob evacuat spre deshidratare sau prelucrare ulterioară (kg/zi);
- N_s – cantitatea de materii solide, exprimată în substanță uscată, din nămolul fermentat (stabilizat) aerob evacuat spre deshidratare sau prelucrare ulterioară (kg/zi);
- N_d – cantitatea de materii solide, exprimată în substanță uscată, din nămolul deshidratat (kg/zi);
- w – umiditatea nămolului (%);
- V_{np} – volumul de nămol reținut zilnic în decantorul primar (nămol primar) (m^3/zi);
- Q_{ne} – debitul (volumul) zilnic de nămol activat în exces evacuat din decantorul secundar (m^3/zi);
- V_{nbf} – volumul de nămol biologic evacuat zilnic din decantoarele secundare spre prelucrare, în schemele cu filtre biologice (m^3/zi);
- N_{npf} – volumul zilnic al amestecului de nămol primar cu nămol în exces în schemele cu bazine de aerare, evacuat zilnic spre prelucrare (m^3/zi);
- V_{npe} – volumul amestecului de nămol primar cu nămol biologic evacuat zilnic spre prelucrare în schemele cu filtre biologice (m^3/zi);
- V_{nc} – volumul zilnic de nămol concentrat (îngroșat) evacuat zilnic din concentratorul de nămol spre fermentare (m^3/zi);
- V_{nff} – volumul zilnic de nămol fermentat anaerob evacuat spre deshidratare (m^3/zi);
- V_{ns} – volumul zilnic de nămol fermentat (stabilizat) aerob evacuat spre deshidratare (m^3/zi);

- V_{nd} – volumul zilnic de nămol deshidratat evacuat din stația de epurare (m^3/zi);
- Q_{ne} Q_{ne} – debitul de nămol în exces evacuat din decantorul secundar (m^3/zi , m^3/h etc.);
- Q_{np} – debitul de nămol primar evacuat din decantorul primar (m^3/zi , m^3/h etc.);
- Q_{na} – debitul de nămol activat evacuat din decantorul secundar în schemele cu bazine de aerare (m^3/zi , m^3/h etc.);
- Q_{nb} – debitul de nămol biologic evacuat din decantorul secundar în schemele cu filtre biologice (m^3/zi , m^3/h etc.);
- Q_{nr} – debitul de nămol activat de recirculare (recirculare externă) (m^3/zi , m^3/h etc.);
- Q_{ni} – debitul de recirculare internă, în schemele cu denitrificarea apelor uzate (m^3/zi , m^3/h etc.);
- Q_{npe} – debitul amestecului de nămol primar cu cel în exces evacuat din decantorul primar (m^3/zi , m^3/h etc.);
- Q_{nc} – debitul de nămol concentrat (îngroșat) evacuat din concentratorul de nămol (m^3/zi , m^3/h etc.);
- Q_{nf} – debitul de nămol fermentat anaerob evacuat spre deshidratare (m^3/zi , m^3/h etc.);
- Q_{ns} – debitul de nămol fermentat (stabilizat) aerob evacuat spre deshidratare (m^3/zi , m^3/h etc.);
- w_p – umiditatea nămolului primar (%);
- w_b – umiditatea nămolului biologic (%);
- w_e – umiditatea nămolului în exces evacuat din decantorul secundar (%);
- w_{bf} – umiditatea nămolului biologic evacuat din decantoarele secundare în schemele cu filtre biologice (%);

- w_{pb} – umiditatea amestecului de nămol primar cu nămol biologic în schemele cu filtre biologice (%);
- w_{pe} – umiditatea amestecului de nămol primar cu cel în exces evacuat din decantorul primar (%);
- w_{nc} – umiditatea nămolului concentrat evacuat din concentrator (îngroșător) (%);
- w_f – umiditatea nămolului fermentat anaerob evacuat spre deshidratare (%);
- w_s – umiditatea nămolului fermentat (stabilizat) aerob evacuat spre deshidratare (%);
- l_f – limita tehnică de fermentare anaerobă a nămolului (%);
- l_s – limita tehnică de fermentare (stabilizare) aerobă a nămolului (%);
- I_{VN} – indicele volumetric al nămolului sau indexul lui Mohlmann (cm^3/g);
- I_{SN} – indicele comparativ al nămolului sau „sedimentul” (ml/l , cm^3/dm^3);
- T_n – vârsta nămolului (zile);
- r_s – încărcarea specifică a suportului solid ($\text{g CBO}_5/\text{m}^2$, zi);
- c'_0 – capacitatea specifică nominală de oxigenare ($\text{g O}_2/\text{Nm}^3$ aer, m adâncime de insuflare);
- c_0 – capacitatea specifică de oxigenare ($\text{g O}_2/\text{Nm}^3$ aer);
- Q_{aer} – debitul de aer în condiții reale de exploatare (m^3 aer/h);
- $Q_{N\text{aer}}$ – debitul de aer în condiții normale (standard), adică la $T = 10^\circ\text{C}$ și $p = 760$ mm col. Hg;
- \overline{CO}_R – capacitatea de oxigenare a unui aerator în apă curată ($\text{kg O}_2/\text{zi}$, aerator);

\overline{CO}_R – capacitatea de oxigenare a unui aerator în apă uzată ($\text{kg O}_2/\text{zi}$, aerator);

i_E – indicele energetic sau eficiența energetică a unui sistem de aerare ($\text{kg O}_2/\text{kWh}$);

α – raportul dintre coeficientul global de transfer a oxigenului de la aer la apă determinat pentru apă uzată și coeficientul global de transfer a oxigenului de la aer la apă determinat pentru apă curată (de la robinet) în condiții standard.

β – raportul dintre concentrația de saturație a oxigenului dizolvat în apă uzată și concentrația de saturație a oxigenului dizolvat în apă curată (de la robinet) în condiții standard.

Notații utilizate în schemele și figurile prezentate în cadrul normativului

I – influent

E – efluent

SE – stație de epurare a apelor uzate

Dev.1 – deversorul amplasat la intrarea în stația de epurare, pentru cazul când localitatea este canalizată în procedeele unitar și mixt

Dev.2 – deversorul amplasat între treapta de epurare mecanică și treapta de epurare biologică, în scopul limitării debitului de ape uzate care intră în treapta de epurare biologică la o valoare maximă admisă

GR – grătar rar

GD – grătar des

Dz – deznisipator

DSGA – deznisipator-separator de grăsimi aerat

Db – debitmetru

SG – separator de grăsimi

DzOL – deznisipator orizontal longitudinal

DzT – deznisipator tangențial

SGIA – separator de grăsimi cu insuflare de aer la joasă presiune

SGPA – separator de grăsimi cu presurizarea apelor uzate

SGPO – separator de grăsimi cu plăci ondulate

SGT – separator de grăsimi cu tuburi

DP – decantor primar

DPOL – decantor primar orizontal longitudinal

DPOR – decantor primar orizontal radial

DPV – decantor primar vertical

DPE – decantor primar cu etaj (tip Imhoff sau Emscher)

FB – filtru biologic clasic

FBD – filtru biologic cu discuri (biodiscuri)

BNA – bazine cu nămol activat sau bazine de aerare

DS – decantoare secundare

DSOL – decantor secundar orizontal longitudinal

DSOR – decantor secundar orizontal radial

DSV – decantor secundar vertical

SP_{a uz} – stație de pompare pentru ape uzate

SP_{AR} – stație de pompare pentru apă epurată de recirculare

SP_n – stație de pompare pentru nămol

BAm – bazin de amestec

TDG – treaptă de degrosare

TEM – treaptă de epurare mecanică

TEB – treaptă de epurare biologică

TEA – treaptă de epurare avansată

CN – concentrator (îngroșător) de nămol

STN – sitare nămol

D – deshidratare nămol

RFN – rezervor de fermentare a nămolului (metantanc, digestor)

F – fermentare nămol

S – stabilizare nămol

SN – stabilizator de nămol

FS – fosă septică

SECR – stație de epurare de capacitate redusă

RBC – contactor biologic rotativ (rotating biological contactors)

STM – instalație de epurare biologică de tip Stählermatic

SO – șanț de oxidare

P – fosfor

N – azot

NTK – azot total Kjeldhal = $N_{\text{org}} + \text{NH}_4^+$

NH_4^+ – ion de amoniu

NH_3 – amoniac

NO_2^- – ion azotit (nitrit)

NO_3^- – ion azotat (nitrat)

N_{org} – azot organic

P_{org} – fosfor organic

NT – azotat total = $\text{NTK} + \text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$

Bibliografie

1. Arlyn, E. - Aerated grit operation design and chamber. Georgia, 1966.
2. Cioc, D. - Hidraulică. Editura didactică și pedagogică, Ediția a II-a, București, 1983.
3. Collection Moniteur - La pratique de l'eau. Usages domestiques collectifs Technique et industriels. Edition du Monitor, Paris, 1981.
4. Degrémont - Méméto technique de l'eau. Editura Degrémont, Paris, 1989.
5. Dima, M.- Epurarea apelor uzate urbane. Editura Junimea, Iași, 1998.
6. Droste, R. L. - Theory and practice of water and wastewater treatment. John Wiley & Sons. Inc., New York, Toronto, 1997.
7. Ekama, G. A. ș.a. - Secondary settling tanks: Theory, Modelling, Design and Operation. Scientific and techcal report no. 6. IAWQ, Londra, 1997.
8. Emrath, E. - Deznisipator rectangular cu secțiune parabolică. "La technique de l'eau et de l'assainissement" nr. 216/1964.
9. Gabriel, Gh. - Măsurarea debitelor de fluide. Editura Tehnică, București, 1978.
10. Gloyna, E. F. - Bassins de stabilisation des eaux usees. În: Organisation Mondiale de la Santé, Geneve, 1972.
11. Hammer, I. Mark - Water and Wastewater Technology. Second edition. Prentince Hall Career & Technology, Englewood Cliffs, New Jersey, 1991.

12. Idelcik, I. E. - Méménto des pertes de charge. Editura Eyrolle, Paris, 1968.
13. Iamandi, C. ș. a. - Mecanica fluidelor. Elemente de calcul și aplicații. Editura I.C.B., București, 1975.
14. Ianuli, V. - Hidraulică și amenajări hidrotehnice. Aplicații. Editura I.C.B., București, 1976.
15. Ianuli, V. - Camere de distribuție a debitelor în stațiile de epurare (distribuitoare). Buletinul științific al I.C.B. nr. 2/1970.
16. Ianuli, V. - Contribuții la calculul hidraulic și tehnologic al separatoarelor de grăsimi din stațiile de epurare a apelor uzate. Teză de doctorat. București, 1981.
17. Ianuli, V.; Rusu, Gh. - Stații de epurare a apelor uzate orășenești. Exemple de calcul. Partea I. Editura I.C.B., București, 1983.
18. Meinck, F., Stooff, H. - Les eaux residuales industrielles. Editura Masson et Cie, Paris, 1970.
19. Munoz, A. Hernandez - Depuracion de Aguas Residuales. Segunda edicion revisada y ampliada. Coleccion Senior nr. 9, Madrid, 1992.
20. Negulescu, M. - Epurarea apelor uzate orășenești. Editura Tehnică, București, 1978.
21. Negulescu, M. - Municipal Wastewater Treatment. Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York, Tokyo, 1985.
22. Olsson, G.; Newell, B. - Wastewater treatment systems. Modelling, Diagnosis, and Control. IWA Publishing, Londra, 1999.
23. Pallasch, O. ș. a. - Lehr und Handbuch der Abwassertechnik. Berlin, München, 1990.
24. Parker, H. - Wastewater Systems Engineering. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1985.

25. Quasim, R. Syed - Wastewater Treatment Plants. Planning, Designing and Operation. Holt, Rinehart and Winston, New York. London, Tokyo, 1985.
26. Tchobanoglous, G. - Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse. Second Edition. Metcalf & Eddy Inc., McGraw Hill Book Co., New York, Edițiile III (1993) și IV (2002).
27. Troskolansky, A. - Théorie et pratique des mesures hydrauliques. Editura Dunod, Paris, 1966.
28. Vaillant, J. R. - Perfectionnements et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires. Editura Eyrolles, Paris, 1974.
29. I.R.S. - STAS 737/1-91 – Sistemul internațional de unități (SI) Unități fundamentale și suplimentare.
30. I.R.S. - STAS 737/2-82 – Sistemul internațional de unități (SI) Unități derivate adoptate la Conferința Generală de Măsuri și Greutăți (CGPM).
31. I.R.S. - STAS 1343/0-89 – Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare. Prescripții generale.
32. I.R.S. - STAS 1343/1-95 – Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru centre populate.
33. I.R.S. - STAS 1343/2-89 – Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru unități industriale.
34. I.R.S. - STAS 1343/3-86 – Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru unități zootehnice.
35. I.R.S. - STAS 1343/4-89 – Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru amenajări de irigații.
36. I.R.S. - STAS 1343/5-86 – Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru unități piscicole.
37. I.R.S. - STAS 1846-90 – Canalizări exterioare. Determinarea debitelor de apă de canalizare. Prescripții de proiectare.

38. I.R.S. - STAS 2448-82 – Canalizări. Cămine de vizitare. Prescripții de proiectare.
39. I.R.S. - STAS 3051/91 – Sisteme de canalizare. Canale ale rețelelor exterioare de canalizare. Prescripții fundamentale de proiectare.
40. I.R.S. - STAS 4068/1-82 – Debite și volume maxime de apă. Determinarea debitelor și volumelor maxime ale cursurilor de apă.
41. I.R.S. - STAS 4068/2-87 – Debite și volume maxime de apă. Probabilitățile anuale ale debitelor și volumelor maxime în condiții normale și speciale de exploatare.
42. I.R.S. - STAS 4162/1-89 – Canalizări. Decantoare primare. Prescripții de proiectare.
43. I.R.S. - STAS 4162/2-89 – Canalizări. Decantoare secundare. Prescripții de proiectare.
44. I.R.S. - STAS 4273/83 – Construcții hidrotehnice. Încadrarea în clase de importanță.
45. * * * - Normativ privind obiectivele de referință pentru clasificarea calității apelor de suprafață, aprobat prin Ordinul Ministerului Apelor și Protecției Mediului nr. 1.146 din 10 Decembrie 2002.
46. I.R.S. - STAS 9539-87 – Lucrări de îmbunătățiri funciare, desecări-drenaje. Prescripții de proiectare.
47. I.R.S. - STAS 9540-86 – Lucrări de îmbunătățiri funciare. Lucrări de irigații. Prescripții de proiectare.
48. I.R.S. - STAS 10178 – Canalizări. Gazometre la stațiile de epurare orășenești. Prescripții de proiectare.
49. I.R.S. - STAS 10686/76 – Canalizări. Bazine pentru uniformizarea debitelor și calității apelor uzate industriale. Prescripții de proiectare.
50. I.R.S. - STAS 10859/91 – Canalizări. Stații de epurare a apelor uzate provenite de la centrele populate. Studii pentru proiectare.

51. I.R.S. - STAS 10898/85 – Alimentări cu apă și canalizări. Terminologie.
52. I.R.S. - STAS 11565/90 – Canalizări. Platforme pentru uscarea nămolului fermentat din stațiile de epurare orășenești. Prescripții de proiectare.
53. I.R.S. - STAS 11566-91 – Canalizări. Bazine cu nămol activat. Prescripții generale de proiectare.
54. I.R.S. - STAS 12264/91 – Canalizări. Separatoare de uleiuri și grăsimi la stațiile de epurare orășenești.
55. I.R.S. - STAS 12431/90 – Canalizări. Grătare pentru stații de epurare a apelor uzate orășenești. Prescripții generale de proiectare.
56. I.R.S. - STAS 12594/87 – Canalizări. Stații de pompare. Prescripții generale de proiectare.
57. I.S.L.G.C. - Catalog de utilaje și echipamente pentru alimentări cu apă și canalizări. Vol. I și II.
58. I.S.L.G.C. - Alimentări cu apă și canalizări. Catalog de proiecte tip. București, 1985.
59. I.C.B. - Cercetări privind proiectarea unui nou tip de deznisipator cu insuflare de aer și compartimente pentru separarea grăsimilor. Etapa a V-a. Dec. 1979.
60. C.S.C.A.S. - Normativ pentru proiectarea stațiilor de epurare mecanică a apelor uzate orășenești. Indicativ P 28-64.
61. I.S.L.G.C. - Normativ pentru proiectarea tehnologică a stațiilor de epurare a apelor uzate orășenești, treptele de epurare mecanică și biologică și linia de prelucrare și valorificare a nămolurilor. Indicativ P28-84.
62. I.S.L.G.C. - Normativ pentru proiectarea tehnologică a stațiilor de epurare a apelor uzate orășenești. Treapta de epurare terțiară. Indicativ P28/2-88.

63. U.T.C.B. - Normativ pentru proiectarea construcțiilor și instalațiilor de epurare a apelor uzate orășenești – Partea I: Treapta mecanică. Indicativ NP 032-1999, aprobat cu Ordinul Ministrului Lucrărilor Publice și Amenajării Teritoriului, nr. 60/ N / 25.08.1999.
64. * * * - Normativ privind stabilirea limitelor de încărcare cu poluanți a apelor uzate industriale și orășenești la evacuarea în receptorii naturali „NTPA – 001/2002”, aprobat prin H.G. nr. 188 din 28.02.2002.
65. * * * - Normativ privind condițiile de evacuare a apelor uzate în rețelele de canalizare ale localităților și direct în stațiile de epurare ”NTPA – 002/2002” aprobat prin H.G. nr. 188 din 28.02.2002.
66. * * * - Norme tehnice privind colectarea, epurarea și evacuarea apelor uzate orășenești – aprobate prin H.G. nr. 188 din 28.02.2002
67. * * * - Normativ de conținut al documentațiilor tehnice necesare obținerii avizului de gospodărire a apelor și a autorizației de gospodărire a apelor, aprobat prin Ordinul Ministrului Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului nr. 277 / 11.04.1997.
68. * * * - Norme de igienă și recomandări privind mediul de viață al populației, aprobate de Ministrul Sănătății prin Ordinul Nr. 1935/13.09.1996.
69. * * * - Norme speciale privind caracterul și mărimea zonelor de protecție sanitară, aprobate prin Hotărârea de Guvern nr. 101/03.04.1997.
70. I.C.P.G.A. - Canale de măsură. Prescripții generale de calcul, proiectare și execuție. București, 1983.
71. I.C.P.G.A. - Norma tehnică republicană privind măsurarea debitelor de apă NTRQ. 0 – 1 – 84. Determinarea debitelor de apă în sisteme de curgere cu nivel liber. Metoda modificării locale a secțiunii de curgere. Canale de măsurare. Prescripții generale. București, 1985.

72. U.T.C.B., A.R.A. - Tehnologii pentru reținerea azotului și fosforului din apele uzate și necesitatea dezinfectării apelor epurate. Editura MATRIX ROM. București, Aprilie 2000.
73. ATV-A 131 - Arbeitsblatt ATV-A 131. Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen. April 1999.
74. M.A.P.P.M. - Norme metodologice privind instituirea regimului de supraveghere specială în caz de nerespectare a măsurilor stabilite pentru asigurarea condițiilor înscrise în autorizația de gospodărire a apelor – aprobate cu Ordinul nr. 275 / 11.04.1997 publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 100 bis.
75. M.A.P.P.M. - Metodologie - cadru de elaborare a planurilor de prevenire și combatere a poluărilor accidentale la folosințele de apă potențial poluatoare - aprobată cu Ordinul nr. 278 / 11.04.1997 publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 100 bis.
76. M.A.P.P.M. - Norme metodologice privind avizul de amplasament - aprobate cu Ordinul nr. 279 / 11.04.1997 publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 100 bis.
77. M.A.P.M. - Ordinul 1141 / 06.12.2002 - pentru aprobarea „Procedurii și a competențelor de emitere a avizelor și autorizațiilor de gospodărire a apelor”.
78. Parlamentul României - Lege pentru aprobarea Ordonanței de urgență a Guvernului nr. 34 / 2002 privind prevenirea, reducerea și controlul integrat al poluării – publicată în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 901 / 12.12.2002.
79. M.A.P.P.M. - Legea Apelor, nr. 107 / 25.09.1996 – publicată în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 244 / 08.10.1996.
80. M.A.P.P.M. - Legea nr. 137 / 1995 privind protecția mediului, republicată în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 70 / 17.02.2000.

**ORDINUL Nr. 640
din 23.10.2003**

**pentru aprobarea reglementării tehnice
„Normativ pentru proiectarea construcțiilor și instalațiilor
de epurare a apelor uzate orășenești – Partea a III-a: Stații de
epurare de capacitate mică ($5 < Q \leq 50$ l/s) și foarte mică ($Q \leq 5$ l/s)”,
indicativ NP 089-03**

În conformitate cu prevederile art. 38 alin. 2 din Legea nr. 10/ 1995 privind calitatea în construcții, cu modificările ulterioare ale art. 2 pct. 45 și ale art. 5 alin. (4) din Hotărârea Guvernului nr. 740/2003 privind organizarea și funcționarea Ministerului Transporturilor, Construcțiilor și Turismului,

Având în vedere avizul nr. 20/02.06.2003 al Comitetului Tehnic de Specialitate,

Ministrul transporturilor, construcțiilor și turismului emite următorul

ORDIN:

Art. 1. – Se aprobă reglementarea tehnică „Normativ pentru proiectarea construcțiilor și instalațiilor de epurare a apelor uzate orășenești – Partea a III-a: Stații de epurare de capacitate mică ($5 < Q \leq 50$ l/s) și foarte mică ($Q \leq 5$ l/s)”, indicativ NP 089-03, elaborată de U.T.C.B. și prevăzută în anexa¹ care face parte integrantă din prezentul ordin.

Art. 2. – Prezentul ordin va fi publicat în *Monitorul Oficial al României*, Partea I.

Art. 3. – Direcția Generală Tehnică va aduce la îndeplinire prevederile prezentului ordin.

**MINISTRU,
MIRON TUDOR MITREA**

¹ Anexa se publică în *Buletinul Construcțiilor* editat de Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Construcții și Economia Construcțiilor

**MINISTERUL TRANSPORTURILOR, CONSTRUCȚIILOR
ȘI TURISMULUI**

**NORMATIV PENTRU PROIECTAREA CONSTRUCȚIILOR
ȘI INSTALAȚIILOR DE EPURARE A APELOR**

UZATE ORĂȘENEȘTI – Partea a III-a:

Stații de epurare de capacitate mică

($5 < Q \leq 50$ l/s) și foarte mică ($Q \leq 5$ l/s)

INDICATIV NP 089-03

Elaborat de:

Universitatea Tehnică de Construcții – București

Rector: prof. univ. dr. ing. Petre PĂTRUȚ
Decan: prof. univ. dr. ing. Ovidiu IANCULESCU
Șef catedră: prof. univ. dr. ing. Marin SANDU
Șef proiect: prof. univ. dr. ing. Victor IANULI
Colectiv de elaborare: asist. dr. ing. Stelian IANULU
ing. Iulian MAXUT
ing. Mariana BALABAN
sing. Florența BOBOC

Avizat de:

DIRECȚIA GENERALĂ TEHNICĂ – M.T.C.T.

Director general: ing. Ion STĂNESCU
Responsabil lucrare M.T.C.T.: ing. Georgeta VASILACHE

CUPRINS

Cap. 1. Obiectul normativului.....	408
Cap. 2. Aspecte caracteristice și cerințe privind epurarea apelor uzate provenite de la micile colectivități	413
Cap. 3. Debite caracteristice ale apelor uzate.....	415
Cap. 4. Debite de calcul și verificare ale obiectelor tehnologice din stații de epurare	417
Cap. 5. Caracteristici calitative ale apelor uzate la intrarea în stația de epurare	419
Cap. 6. Caracteristici calitative ale apelor uzate epurate în secțiunea de evacuare în receptorii naturali	421
Cap 7. Gradul de epurare necesar	424
Cap. 8. Scheme tehnologice de epurare	425
Cap. 9. Obiecte tehnologice componente	436
Cap. 10. Dimensionarea tehnologică a construcțiilor și instalațiilor de epurare primară (mecanică) a apelor uzate	440
10.1. Elemente generale	440
10.2. Grătare și site	441
10.3. Pomparea influentului	447
	405

10.4. Egalizarea debitelor și încărcărilor cu poluanți	454
10.5. Măsurarea debitului de apă uzată tranzitat prin stația de epurare	455
10.6. Deznisipatoare	456
10.7. Separatoare de grăsimi	460
10.8. Decantoare primare	463
10.9. Pomparea apei epurate	466
10.10. Pomparea nămolului primar	467
10.11. Fose septice	470

11. Dimensionarea tehnologică a construcțiilor și instalațiilor de epurare secundară (biologică)

a apelor uzate	476
11.1. Instalații de epurare biologică naturală	476
11.2. Instalații de epurare biologică artificială cu biomasă (peliculă) fixată	490
11.2.1. Elemente generale	490
11.2.2. Filtre biologice clasice (percolatoare)	491
11.2.3. Contactori biologici rotativi	493
11.3. Instalații de epurare biologică cu biomasă în suspensie	495
11.3.1. Bazine cu nămol activat	495
11.3.2. Șanțuri de oxidare	498
11.3.3. Bazine cu funcționare secvențială (SBR)	499
11.4. Instalații mixte de epurare biologică artificială	503
11.4.1. Instalații de tip Stählermatic	503
11.4.2. Instalații de aerare cu corpuri submersate	506

11.5. Decantoare secundare	515
11.6. Pomparea nămolului activat de recirculare și a nămolului în exces	516
11.7. Instalații compacte de epurare	517
Cap. 12. Studii și cercetări necesare proiectării și execuției stațiilor de epurare de capacitate mică și foarte mică...	525
Cap. 13. Elemente privind execuția, exploatarea și întreținerea instalațiilor de epurare	529
Cap. 14. Elemente de conținut a instrucțiunilor de exploatare	537
Cap. 15. Armonizarea reglementării cu normele europene	539
 ANEXE	
Anexa 1. – Lista principalelor standarde și normative care reglementează proiectarea tehnologică a stațiilor de epurare mecanico-biologice	541
Anexa 2. – Notații privind principalii parametri utilizați în calculele de dimensionare	545
Anexa 3. – Notații utilizate în schemele și figurile prezentate în cadrul normativului	555
Anexa 4. – Bibliografie	558

NORMATIV PENTRU PROIECTAREA CONSTRUCȚIILOR ȘI INSTALAȚIILOR DE EPURARE A APELOR UZATE ORĂȘENEȘTI: PARTEA A III-A – STAȚII DE EPURARE DE CAPACITATE MICĂ ($5 < Q \leq 50$ l/s) ȘI FOARTE MICĂ ($Q \leq 5$ l/s)	Indicativ NP 089-03
---	----------------------------

Cap. 1. ELEMENTE GENERALE

1.1. Obiectul normativului

Normativul are ca obiect proiectarea construcțiilor și instalațiilor de epurare de capacitate mică și foarte mică, în conformitate cu prevederile Legii nr. 10/1995 privind calitatea în construcții, conform căreia se urmărește ca pe întreaga durată de existență a construcțiilor să se realizeze și să se mențină cerințele de calitate obligatorii (rezistența și stabilitatea, siguranța în exploatare, igiena, sănătatea oamenilor și protecția mediului, protecția termică, hidrofugă, economia de energie și protecția la zgomot).

Normativul nu cuprinde prescripții privind calculele de stabilitate și de rezistență ale construcțiilor, instalațiilor și echipamentelor mecanice, electrice, de automatizare, a instalațiilor sanitare, termice și de ventilație, acestea urmând să fie efectuate conform standardelor și reglementărilor tehnice de specialitate existente.

La proiectare se va avea în vedere adoptarea de soluții care să garanteze asigurarea calității lucrărilor executate atât pentru ansamblul stației de epurare, cât și pentru fiecare material și echipament.

Elaborat de: UNIVERSITATEA TEHNICĂ DE CONSTRUCȚII BUCUREȘTI	Aprobat de: MINISTRUL TRANSPORTURILOR, CONSTRUCȚIILOR ȘI TURISMULUI , cu ordinul nr. 640 din 23.10.2003
---	---

1.2. Utilizatori

Prezentul normativ se adresează cercetătorilor și proiectanților care elaborează proiecte, caiete de sarcini ale documentațiilor de licitație și detalii de execuție, agremente tehnice, verificatorilor de proiecte, experților tehnici, universităților tehnice, personalului responsabil cu execuția și exploatarea lucrărilor, prestatorilor de servicii în domeniu, precum și organelor administrației publice centrale și locale cu atribuții în domeniu.

1.3. Domeniul de aplicabilitate

Normativul de față cuprinde prescripțiile de proiectare tehnologică a construcțiilor și instalațiilor de epurare mecano-biologică a apelor uzate provenite de la mici colectivități pentru debite mici ($5 < Q \leq 50$ l/s corespunzând unei populații de 2.300...23.000 locuitori echivalenți) și foarte mici ($Q \leq 5$ l/s corespunzând unei populații sub 2.300 locuitori echivalenți), punând la dispoziția specialiștilor din domeniu cunoștințele și elementele teoretice, tehnologice și constructive necesare proiectării și realizării acestor instalații. Numărul de locuitori echivalenți indicat mai sus, corespunde unei restituții specifice de apă uzată de 150 l per loc și zi și unui coeficient de variație zilnică a debitelor $k_{zi} = 1,25$.

Colectivitățile mici și foarte mici sunt în general canalizate în procedeu divizor, (sau separativ), apele meteorice fiind colectate și îndepărtate de pe teritoriul locuit printr-o rețea distinctă de cea care colectează și transportă apele uzate.

Având în vedere gradul extrem de redus al sectorului industrial și în marea majoritate a cazurilor chiar absența acestuia, natura apelor uzate provenite de la localitățile sau colectivitățile mici și foarte mici este menajeră sau cel mult orășenească.

Apa uzată menajeră și apa uzată orășenească sunt definite astfel [51]; [66]:

- Apa uzată menajeră reprezintă apa uzată rezultată din folosirea apei potabile în scopuri gospodărești, în cadrul unităților cu caracter social, public, ale industriei locale, stropitul spațiilor circulabile și al spațiilor verzi;

- Apa uzată orășenească reprezintă amestecul dintre apele uzate menajere, apele uzate tehnologice proprii sistemului de alimentare cu apă și de canalizare și apele uzate industriale, respectiv agrozootehnice preepurate sau nu, astfel încât caracteristicile lor fizice, chimice, biologice și bacteriologice să respecte valorile indicate în NTPA 002 [65].

1.4. Epurarea biologică trebuie precedată de treapta de epurare mecanică a apelor uzate, treaptă proiectată în conformitate cu prevederile NP - 032/1999 [63].

În cazul unor stații de epurare foarte mici, mici și medii (v. pct. 2.5 din [63]), unde epurarea biologică se realizează în bazine cu nămol activat, poate lipsi decantorul primar, dar trebuie prevăzută cel puțin o treaptă de degrosare a apelor uzate.

Epurarea biologică are loc în instalații special prevăzute în acest scop și reprezintă un complex de fenomene biochimice realizate cu ajutorul unor microorganisme care mineralizează parțial substanțele organice pe bază de carbon aflate în apele uzate sub formă coloidală sau dizolvată, transformându-le în material celular viu, sau biomasă, care este reținută sub formă de nămol biologic în decantoarele secundare.

Epurarea biologică continuă procesele de epurare din treapta mecanică, contribuie la reținerea substanțelor organice coloidale și dizolvate din apele uzate, dar reține în mică măsură unele substanțe denumite „refractare” cum ar fi detergenții, fosforul, azotul și compuși ai acestora. Pentru reținerea acestor substanțe este necesară o tratare specială a apelor uzate epurate mecano-biologic, tratare care constituie treapta de epurare avansată (denumită uneori în mod impropriu, epurare terțiară).

1.5. Proiectarea construcțiilor și instalațiilor de *epurare avansată* și pentru *prelucrarea nămolurilor* reținute în stațiile de epurare a apelor uzate provenite de la micile colectivități *nu este cuprinsă în prezentul normativ* și va constitui obiectul unor reglementări tehnice separate.

Clasificarea stațiilor de epurare a apelor uzate orășenești din punct de vedere al debitelor este următoarea [63]:

- $Q_{u, zt. max} \leq 5 l/s$ – stații de epurare foarte mici;
- $5 l/s < Q_{u, zt. max} < 50 l/s$ – stații de epurare mici;
- $50 l/s \leq Q_{u, zt. max} < 250 l/s$ – stații de epurare medii;
- $Q_{u, zt. max} \geq 250 l/s$ – stații de epurare mari.

În continuare, referirile la mărimea stațiilor de epurare se vor face în conformitate cu această clasificare.

1.6. Epurarea mecano-biologică a apelor uzate orășenești este obligatorie atunci când gradul de epurare necesar al întregii stații *este mai mare* decât valorile indicate la Cap. 7, pct. 7.3. din prezentul normativ.

1.7. Epurarea mecano-biologică poate asigura eficiențe de îndepărtare a diferitelor substanțe poluante, astfel [20], [23], [72], [100]:

- 40 – 95 % și chiar mai mult pentru CBO_5 și CCO funcție de tehnologiile de epurare adoptate și de calitatea apelor uzate supuse epurării;
- 10 – 20 % pentru fosforul și azotul organic;
- 20 – 30 % pentru fosforul și azotul total;
- 70 – 90 % pentru bacteriile coliforme totale.

Eficiența epurării mecano-biologice convenționale asupra eliminării *compuşilor anorganici* ai azotului (amoniu, nitrați, nitriți) și fosforului (ortofosfați, polifosfați etc.) este practic neglijabilă.

1.8. Epurarea mecano-biologică a apelor uzate orășenești trebuie să asigure efluenți corespunzători calitativ care să îndeplinească condițiile impuse de normele de protecția apelor din țara noastră [64], [66], norme armonizate cu prevederile Directivei nr. 97/271/CEE referitoare la epurarea apelor reziduale urbane.

Construcțiile, instalațiile și echipamentele utilizate pentru epurarea apelor uzate în configurație monobloc sau compactă oferite de către furnizorii de specialitate, vor trebui să aibă agrementul tehnic necesar acordat de organele abilitate din domeniu.

1.9. Gradul de epurare necesar pentru întreaga stație sau numai pentru treapta de epurare biologică, reprezentând eficiența de eliminare *obligatorie* a unui anumit poluant, se stabilește pe baza caracteristicilor calitative ale apelor uzate la intrarea în stația de epurare și a condițiilor de descărcare a efluentului epurat în receptori, condiții determinate conform *NTPA 001* [64], *NTPA 011* [66] și a prevederilor cuprinse în avizele și autorizațiile de gospodărire a apelor și de protecție a mediului.

1.10. Pentru substanțele reținute, inclusiv nămolurile primare și biologice, instalațiile de epurare mecano-biologică trebuie să asigure obținerea de produse finite, igienice, valorificabile și ușor de integrat în mediul natural.

1.11. La proiectarea stațiilor de epurare a apelor uzate provenite de la colectivitățile mici, se vor avea în vedere prevederile standardelor și reglementărilor indicate în tabelul din Anexa 1, precum și recomandările literaturii de specialitate (cuprinse în bibliografia anexată – Anexa 4).

1.12. Categoria și clasa de importanță a construcțiilor și instalațiilor de epurare se va determina conform prevederilor HGR nr. 766/21.11.1997, respectiv STAS 4273, precum și a recomandărilor cuprinse în legea 10/1995.

Cap. 2. ASPECTE CARACTERISTICE ȘI CERINȚE PRIVIND EPURAREA APELOR UZATE PROVENITE DE LA MICILE COLECTIVITĂȚI

2.1. Epurarea apelor uzate provenite de la micile colectivități ridică o serie de probleme delicate privind proiectarea, realizarea și exploatarea instalațiilor aferente.

Astfel, se pot evidenția următoarele aspecte caracteristice:

- valoarea redusă a debitelor caracteristice, de calcul și de verificare, creează dificultăți la curgerea apei uzate prin canale și conducte (nu se realizează viteza de autocurățire și deci există probabilitatea producerii depunerilor);
- variația orară a debitelor de apă uzată este foarte mare, raportul $Q_{u.or.max}/Q_{u.or.min}$ având valori ridicate;
- intermitență în funcționarea stației de epurare (noaptea, debitul de ape uzate influent în stația de epurare putând fi chiar nul);
- aplicarea unor scheme de epurare clasice conduce la un cost de investiție și exploatare ridicat și la un indice specific lei/cap de locuitor mare;
- sunt numeroase cazurile în care emisarul lipsește (pârâu, râu, fluviu, lac, mare etc.) sau este la distanțe foarte mari care impun pompare și conducte de refulare lungi, scumpe și cu dificultăți majore în exploatare;
- lipsa fondurilor creează dificultăți în finanțarea lucrărilor;
- lipsa personalului calificat;
- buget de exploatare și întreținere limitat.

2.2. Realizarea și funcționarea eficientă a stațiilor de epurare de capacitate mică și foarte mică impun o serie de cerințe, dintre care se prezintă mai jos cele mai semnificative:

- să necesite cheltuieli de investiție și de exploatare reduse;

– să dispună de instalații, echipamente și utilaje fiabile, robuste, simplu de exploatat, pretabile la automatizare și eficiente energetic;

– schema de epurare și activitățile de exploatare să fie simple și să nu necesite personal de exploatare și întreținere de calificare superioară;

– să aibă un consum de energie redus;

– materialele utilizate pentru construcții și instalații să fie rezistente la intemperii și la acțiunea corozivă a apelor uzate și a nămolurilor reținute;

– în cazul în care tratarea fizico-chimică este necesară, să necesite un consum minim de reactivi;

– să ocupe o suprafață în plan cât mai redusă, construcțiile și instalațiile de epurare dispunându-se cât mai compact posibil;

– să se amplaseze astfel față de localități încât să nu creeze neajunsuri generate de zgomot, miros etc. și să permită realizarea cu cheltuieli reduse a racordului pentru energie electrică, gaze, alimentarea cu apă potabilă etc.

– amplasamentul trebuie astfel ales încât să nu fie inundabil sau situat în terenuri alunecătoare sau cu caracteristici geotehnice defavorabile;

– funcționarea stației să fie, pe cât posibil, automatizată, necesitând un minimum de personal pentru exploatare și întreținere;

– să se evite șocurile de debit și de încărcare cu poluanți, prevăzându-se mijloacele necesare unei funcționări continue a treptei de epurare biologică, cu debit pe cât posibil constant (bazin de uniformizare-egalizare, spre exemplu).

Cap. 3. DEBITE CARACTERISTICE ALE APELOR UZATE

3.1. Debitele caracteristice ale apelor uzate menajere, pe timp uscat sunt:

$$Q_{u. \text{ zi. med}} = \frac{q \cdot N}{1000} \text{ (m}^3/\text{zi)} \quad (3.1)$$

$$Q_{u. \text{ zi. max}} = K_{\text{zi}} \cdot Q_{u. \text{ zi. med}} \text{ (m}^3/\text{zi)} \quad (3.2)$$

$$Q_{u. \text{ or. max}} = \frac{K_0}{24} \cdot Q_{u. \text{ zi. max}} \text{ (m}^3/\text{zi)} \quad (3.3)$$

$$Q_{u. \text{ or. min}} = p \cdot \frac{Q_{u. \text{ zi. max}}}{24} \text{ (m}^3/\text{zi)} \quad (3.4)$$

în care:

q = restituția specifică de apă uzată (în l/loc,zi);

N = numărul de locuitori permanenți și sezonieri;

K_{zi} = coeficientul de variație zilnică a debitului;

K_0 = coeficientul de variație orară a debitului;

p = coeficient adimensional funcție de numărul de locuitori.

Restituția specifică de apă uzată (q) reprezintă cantitatea de apă uzată evacuată zilnic la canalizare de către un locuitor. Se măsoară în l/loc,zi.

Restituția specifică provine din impurificarea apei potabile utilizată în scopuri gospodărești pentru gătit, igiena orală, spălătul rufelor, îmbăiat, curățenie, pentru spălătul WC-urilor etc. Ea este funcție de mai mulți factori și anume: climă, gradul de dotare a locuințelor cu apă rece și caldă, de anotimp, de orele în care se face restituția, de ziua din săptămână ș.a.

Pentru micile colectivități (cu debitul zilnic maxim al apelor uzate sub 50 l/s ceea ce corespunde la cca. 23.000 locuitori) se recomandă valori ale restituției specifice între 80 și 150 l/locuitor, zi [4], [73], [95], [96].

Coeficientul de variație zilnică a debitelor K_{zt} reprezintă raportul dintre debitul zilnic maxim al apelor uzate (denumit și debit mediu diurn) și debitul mediu zilnic.

Debitul $Q_{u. \text{zl.max}}$ reprezintă valoarea maximă a debitului zilnic de ape uzate din decursul unui an.

Coeficientul de variație zilnică a debitului se definește ca mai jos:

$$K_{zt} = \frac{Q_{u. \text{zl.max}}}{Q_{u. \text{zl.med}}} \quad (3.5)$$

Debitul zilnic maxim al apelor uzate, sau debitul mediu diurn, se determină cu relația:

$$Q_{u. \text{zl.max}} = \frac{Q_{u. \text{zl.med}}}{T} \text{ în (m}^3/\text{h)},$$

sau

$$Q_{u. \text{zl.max}} = \frac{Q_{u. \text{zl.med}}}{T} \times 24 \text{ în (m}^3/\text{zi)} \quad (3.6)$$

unde: $T = 16...20$ h, valorile mai mici recomandându-se pentru colectivitățile cu un număr mai redus de locuitori [95].

Din relațiile (3.5) și (3.6) se obține pentru K_{zt} relația:

$$K_{zt} = \frac{24}{T} \quad (3.7)$$

Rezultă pentru K_{zt} valori cuprinse între 1,20 și 1,50, valorile mai mari corespunzând colectivităților cu un număr mai mic de locuitori.

Debitul orar maxim pe timp uscat (debitul de vârf) reprezintă valoarea maximă a debitului orar din decursul unei zile. El se determină cu relația (3.3), în care coeficientul de variație orară se poate calcula cu relația [4], [95]:

$$K_o = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{u. \text{zl.med}}}} = \frac{Q_{u. \text{orar.max}}}{Q_{u. \text{zl.max}}} \quad (3.8)$$

în care $Q_{u. \text{zl.med}}$ se introduce în l/s.

Coeficientul p din relația (3.4) este funcție de numărul de locuitori și are valorile din tabelul 3.1 [37], [63].

Tabel 3.1

Numărul de locuitori	< 1000	1001...10000	10001....50000
p	0,18	0,25	0,35

Cap. 4. DEBITE DE CALCUL ȘI DE VERIFICARE ALE OBIECTELOR TEHNOLOGICE DIN STAȚIA DE EPURARE

4.1. Debitele de calcul și de verificare ale obiectelor tehnologice din stația de epurare și ale construcțiilor și instalațiilor auxiliare (conducte, canale, camere de distribuție, deversoare etc.) se stabilesc în conformitate cu prevederile standardului 1846-90, funcție de schema de epurare adoptată și de procedeul de canalizare al localității.

4.1.1. Pentru localitățile canalizate în *procedeul separativ*, debitul de calcul al obiectelor stației de epurare situate în amonte de decantorul primar, cu excepția separatorului de grăsimi, este $Q_{u.orar.max}$ iar debitul de verificare $Q_{u.orar.min}$.

În cazul deznisipatorului separator de grăsimi cu insuflare de aer, debitul de verificare este $Q_{u.zi.max}$.

Pentru decantoarele primare și separatoarele de grăsimi, debitul de calcul este $Q_{u.zi.max}$, iar debitul de verificare $Q_{u.orar.max}$.

4.1.2. În cazul localităților canalizate în *procedeul unitar sau mixt*, debitul de calcul pentru toate obiectele stației de epurare situate în amonte de decantoarele primare, cu excepția separatoarelor de grăsimi, este $Q_c = 2Q_{u.orar.max}$ iar debitul de verificare $Q_v = Q_{u.orar.min}$.

Când se prevede deznisipator separator de grăsimi cu insuflare de aer, debitul de verificare este $Q_{u. zt. max}$. Pentru decantoarele primare și separatoarele de grăsimi, debitul de calcul este $Q_{u. zt. max}$ iar debitul de verificare $Q_v = 2Q_{u. orar. max}$.

Notă importantă:

La dimensionarea obiectelor stației de epurare, debitele de calcul și de verificare se vor determina adăugându-se la valorile debitelor caracteristice a apelor uzate (determinate în conformitate cu prevederile cap. 3) debitul de apă infiltrat în canale și debitul de ape uzate evacuat de unitățile comerciale și/sau industriale din zonă care utilizează rețeaua publică de canalizare.

Astfel, debitele caracteristice care vor fi considerate la dimensionarea stației de epurare Q_{dztmax} , $Q_{doramax}$, $Q_{doramin}$ vor fi egale cu valorile debitelor calculate cu relațiile (2.1), ..., (3.4), la care se vor adăuga debitele din infiltrații și cel provenit de la unitățile comerciale și industriale din localitate.

Relația de recurență este:

$$Q_d = Q_{caracteristic} + Q_{inf} + Q_{ind} \quad (4.1)$$

unde:

$$Q_{inf} = \frac{q_{inf} \times L \times D}{1000} \quad (m^3/zi) \quad (4.2)$$

este debitul de apă subterană infiltrat în canal, iar q_{inf} este debitul specific infiltrat având o valoare de cca. 24 l/m L, m D, zi.

m L – metru lungime de canal;

m D – metru diametru de canal;

L – lungimea canalului, în m;

D – diametrul canalului, în m.

La adoptarea valorii q_{inf} este recomandabil să se țină seama și de:

– natura terenului (cu sau fără apă subterană);

– vechimea rețelei de canalizare (existentă sau nouă);

– materialul și natura îmbinării tuburilor din care este executată rețeaua.

Valoarea $q_{inf} = 24l/mL, mD, zi$ poate fi luată în considerare informativ, în calculele preliminare și numai în ipoteza rețelelor noi prevăzute cu îmbinări etanșe a căror execuție se realizează conform caietului de sarcini al producătorului tuburilor.

Q_{ind} – este debitul apelor uzate preepurate sau nu, provenit de la societățile comerciale și/sau industriale din zonă și introdus în rețeaua publică de canalizare a localității și care respectă din punct de vedere calitativ prevederile NTPA 002.

Cap. 5. CARACTERISTICI CALITATIVE ALE APELOR UZATE LA INTRAREA ÎN STAȚIA DE EPURARE

5.1. Caracteristicile calitative ale influentului (apele uzate brute care sunt admise în stația de epurare) se stabilesc astfel:

5.1.1. pe baza studiilor hidrochimice efectuate înainte de proiectare pentru stațiile de epurare noi;

5.1.2. prin analiza bazei de date (rezultatele rapoartelor de monitorizare) pentru stațiile de epurare existente care trebuie extinse sau re tehnologizate;

5.1.3. prin asimilarea valorilor indicatorilor de calitate înregistrați la alte stații de epurare care deserveșc localități cu sistem de canalizare, dotări edilitare, activități sociale și industriale similare și cu un număr apropiat de locuitori;

5.1.4. prin calculul principalilor indicatori de calitate pe baza încărcărilor specifice de poluant ($g/om, zi$).

5.2. Substanțele poluante care găsesc în apele uzate dau caracteristicile calitative ale acestora. Principalii indicatori de calitate sunt:

- materii organice biodegradabile dizolvate sau sub forma de particule în suspensie, exprimate în mod obișnuit prin consumul biochimic de oxigen la 5 zile (CBO_5);
- materii organice biodegradabile și nebiodegradabile care pot fi descompuse chimic, exprimate prin consumul chimic de oxigen (CCO);
- substanțe extractibile în eter de petrol (de ex: grăsimi, uleiuri, hidrocarburi);
- substanțe solide în suspensie inerte (de ex, nisip, plastic sau alte materii solide similare);
- azot sub forma de amoniac, amoniu, azot organic (în principal uree) sau azot oxidat (nitriți și nitrați);
- fosfor organic și mineral sub formă de fosfați;
- germeni patogeni (de ex. bacterii, virusuri).

5.3. Încărcările specifice ale apelor uzate provenite de la micile colectivități (localități rurale, campinguri, tabere, unități militare, moteluri, mici unități comerciale etc.), recomandate pentru proiectarea stațiilor de epurare sunt prezentate în tabelul 5.1.:

Tabel 5.1.

Nr. crt.	Indicatorul de calitate	Încărcarea specifică (g/om,zi)
0	1	2
1	CBO_5	30-40
2	CCO	55-75
3	MTS	30-50
4	N organic	1-2
5	N-NH_4	3-6
6	N total	4-8
7	P total	1-4

Cap. 6. CARACTERISTICI CALITATIVE ALE APELOR UZATE EPURATE, ÎN SECȚIUNEA DE EVACUARE ÎN RECEPTORII NATURALI

6.1. La proiectarea stațiilor de epurare specifice colectivităților mici se iau în considerare prevederile HGR 188/2002 „Hotărâre pentru aprobarea unor norme privind condițiile de descărcare în mediul acvatic a apelor uzate”, după cum urmează:

6.1.1. Norme tehnice privind colectarea, epurarea și evacuarea apelor uzate orășenești, NTPA-011 (v. tabel 6.1 de mai jos).

Tabel 6.1.

Nr. crt.	Indicator de calitate	Concentrația (mg/dm ³), pentru un număr de echivalenți locuitori (EL) ¹		Procentul minim de reducere (%)	
		2000 - 10000	10.000 – 100.000	2000 - 10000	10.000 – 100.000
1	Consum biochimic de oxigen (CBO ₅) la 20° C, fără nitrificare	20...25 ²		70-90	
2	Consum chimic de oxigen (CCO _{Cr})	70...125 ²		75	
3	Materii solide în suspensie	60	35	70	90

¹ EL – echivalent locuitor (noțiune utilizată pentru transformarea unei cantități de poluant evacuată de către o industrie în rețeaua publică de canalizare, în număr echivalent de locuitori. De regulă, în calcule se consideră o cantitate specifică de CBO₅, $a_x = 60 \text{ g CBO}_5/\text{loc, zi}$).

² Valoarea de 20 mg/l pentru CBO₅ și 70 mg/l pentru CCO_{Cr} se aplică în cazul stațiilor de epurare existente sau în curs de realizare. Pentru stațiile de epurare noi, extinderi sau re tehnologizări, se vor aplica valorile mai mari, respectiv 25 mg/l pentru CBO₅ și 125 mg/l pentru CCO_{Cr}.

6.1.2. Pentru stațiile de epurare care sunt amplasate în zonele sensibile supuse eutrofizării, se vor aplica corespunzător prescripțiile privind eliminarea nutrienților (azot și fosfor) inserate în tabelul 6.2.

Tabel 6.2.

Nr. crt.	Indicator de calitate	Concentrația (mg/dm ³) pentru un număr de echivalenți locuitori (EL):		Procentul minim de reducere (%)	
		Sub 100.000	Peste 100.000	Sub 100.000	Peste 100.000
0	1	2	3	4	5
1	Fosfor total	2	1	80	80
2	Azot total	15	10	70-80	70-80

Metodele de determinare de referință sunt indicate în normativul NTPA 001.

6.1.3. Normativ privind condițiile de evacuare a apelor uzate în rețelele de canalizare ale localităților și direct în stațiile de epurare, NTPA 002.

Prevederile acestui normativ se aplică în cazul în care în localitate există o societate comercială sau industrială care evacuează la rețeaua de canalizare a localității ape uzate preepurate sau nu, ori le evacuează direct în stația de epurare. Aceste ape nu trebuie să difere calitativ de apele uzate menajere și ca urmare este necesar a fi respectați indicatorii de calitate impuși în tabelul nr. 1 din NTPA 002.

În cazul micilor colectivități o astfel de situație este rar întâlnită, dar dacă ea există, vor trebui respectate prevederile normativului specificat mai sus.

6.1.4. Valorile limită admisibile ale indicatorilor de calitate ai efluentului epurat pe durata funcționării stației de epurare sunt prezentați în Tabelul nr.1 din NTPA 001, din care s-au selectat în

tabelul 6.3 de mai jos valorile limită admisibile ale principalilor indicatori.

Tabel 6.3.

Nr. crt.	Indicatorul de calitate	U.M.	Valori limită admisibile	Metoda de analiză
0	1	2	3	4
1	pH	unități pH	6,5-8,5	SR ISO 10523-97
2	CBO ₅	mg O ₂ /dm ³	20-25 ¹	STAS 6560-82
3	CCO-Cr	mg O ₂ /dm ³	70-125 ¹	SR ISO 6060-96
4	MSS ²	mg /dm ³	35 (60) ³	SR ISO 6953-81
5	Azot amoniacal ²	mg /dm ³	2 (3)	STAS 8683-70
6	Azot total ²	mg /dm ³	10 (15)	STAS 7312-83
7	Fosfor total ²	mg /dm ³	1 (2)	SR EN 1189-99
8	Substanțe extractibile cu solvenți organici	mg /dm ³	20	SR 7587-96

6.2. Caracteristicile calitative ale efluentului epurat considerate la proiectare trebuie să fie *cel puțin egale sau mai mici* decât valorile limită admisibile precizate în normele și normativele de specialitate susmenționate sau în avizul de gospodărire a apelor și acordul de mediu.

6.3. Avizele și acordurile unităților de reglementare în domeniul protecției mediului se obțin conform prevederilor legislative în vigoare [103], [104].

¹ Valoarea de 20 mg/l pentru CBO₅ și 70 mg/l pentru CCO_{Cr} se aplică în cazul stațiilor de epurare existente sau în curs de realizare. Pentru stațiile de epurare noi, extinderi sau re tehnologizări, se vor aplica valorile mai mari, respectiv 25 mg/l pentru CBO₅ și 125 mg/l pentru CCO_{Cr}.

² Valorile din afara parantezei se vor respecta pentru descărcări în zone sensibile, conform tabelului nr. 2 din Anexa nr. 1 la norma tehnică NTPA 011/2002.

³ Vezi tabelul 6.1 din prezenta documentație și art. 7, aliniatul (2) din Anexa la NTPA 011-2002.

Cap. 7. GRADUL DE EPURARE NECESAR

7.1. Gradul de epurare necesar reprezintă eficiența ce *trebuie* realizată în mod obligatoriu de către stația de epurare pentru reținerea unui anumit poluant.

7.2. Gradul de epurare necesar se calculează cu o relație de forma:

$$d = \frac{k_t - k_e}{k_t} \times 100 (\%) \quad (7.1)$$

unde:

k_t – este cantitatea (sau concentrația) de substanță poluantă care intră (influentă) în stația de epurare;

k_e – este cantitatea (sau concentrația) de substanță poluantă care este evacuată (efluentă) din stația de epurare și care este *impusă* de către NTPA 001 sau prin avizul ori autorizația de gospodărire a apelor.

Eficiența (sau gradul de epurare) obținută la un moment dat, poate fi mai mare sau mai mică decât gradul de epurare necesar. Cerințele protecției mediului înconjurător impun ca eficiența să fie mai mare sau egală cu gradul de epurare necesar.

7.3. Calculul gradului de epurare necesar pentru principalii indicatori menționați la pct. 6.1.4, servește pentru alegerea schemei tehnologice de epurare.

Astfel, se consideră că pentru valorile gradului de epurare necesar indicate mai jos [63], *este suficientă treapta de epurare mecanică*:

- 40...60 % - pentru materii în suspensie;
- 20...40 % - pentru CBO_5 ;
- 20...40 % - pentru CCO ;

- 10...20 % - pentru fosfor total și azot organic;
- 25...75 % - pentru bacteriile coliforme totale.

7.4. Pentru valori ale gradului de epurare necesar mai mari decât cele indicate la pct. 7.3, *este necesară epurarea mecano-biologică sau mecano-chimică* a apelor uzate înainte de evacuarea lor în emisar.

7.5. Pentru valori intermediare ale gradului de epurare necesar (de exemplu între 40 și 60 % la materii în suspensie, între 20 și 40 % la CBO₅ și între 10 și 20 % la fosfor și azot), necesitatea treptei biologice sau chimice de epurare se stabilește de către proiectantul general, cu avizul unităților abilitate prin lege.

7.6. Toate apele uzate provenite din canalizarea micilor colectivități în procedeele divizor, unitar sau mixt se supun epurării mecanice indiferent dacă după aceasta urmează epurarea biologică sau chimică și indiferent de emisar.

Cap. 8. SCHEME TEHNOLOGICE DE EPURARE

8.1. Schema tehnologică de epurare mecano-biologică, se elaborează având în vedere următoarele considerente:

- stația de epurare trebuie să cuprindă acele obiecte tehnologice care să asigure cel puțin realizarea gradelor de epurare necesare indicate la Cap. 1, pct. 1.7.;
- utilajele și echipamentele prevăzute trebuie să fie fiabile, să aibă un consum redus de energie electrică, să fie avantajoase din punct de vedere al cheltuielilor de exploatare și al investiției de bază;
- să cuprindă acele obiecte tehnologice care să realizeze reținerea eficientă a deșeurilor solide, care trebuie să ocupe

volume cât mai mici și să fie stabile din punct de vedere biochimic;

- să se ia în considerare posibila extindere a stației de epurare în funcție de evoluția demografică a localității;

- să permită descărcarea materialului septic vidanjabil provenit de la gospodării izolate, a căror racordare la rețeaua de canalizare este dificilă sau presupune investiții ridicate;

- pentru un anumit obiect tehnologic se va adopta soluția cea mai potrivită din punct de vedere tehnico-economic și care să se poată adapta cel mai ușor condițiilor locale de spațiu, relief, posibilități de fundare, execuție etc.;

- schema de epurare să fie simplă, dar să prezinte siguranță în exploatare și să nu necesite personal de înaltă calificare.

8.2. Stația de epurare trebuie să ocupe o suprafață în plan cât mai redusă, de preferat soluții compacte sau monobloc, asigurându-se un flux optim atât pe linia apei cât și pe cea a nămolului.

8.3. Amplasarea obiectelor tehnologice trebuie să conducă la o curgere pe cât posibil gravitațională, cu pierderi de sarcină reduse și cu volume de beton și terasamente minime.

8.4. Schema tehnologică a stației de epurare de mică capacitate trebuie să cuprindă obligatoriu treaptă de degrosare ce constă din grătare dese, deznisipator și separator de grăsimi. Pentru grătarul des, în cazul în care este singular, se va prevedea un canal de by-pass pentru a preveni situația în care grătarul se înfundă (spațiul dintre bare este obstruat de către materiile grosiere din apele uzate) și pentru a permite eventuale revizii și reparații.

8.5. Este necesară introducerea în schemă a unui bazin de egalizare/omogenizare a debitelor și concentrațiilor datorită variabilității într-o plajă largă a acestora în decursul unei zile.

8.6. Schemele tehnologice ce se pot aplica sunt influențate în mod special de tipul procesului de epurare adoptat:

- epurare biologică convențională;
- epurare biologică cu nitrificare;
- epurare biologică prin aerare prelungită și cu stabilizarea nămolului;
- epurare biologică prin aerare prelungită cu nitrificare, denitrificare și cu stabilizarea nămolului.

8.7. Din schema tehnologică a stației de epurare pot lipsi decantarele primare dacă:

- epurarea se realizează în instalații biologice compacte de capacitate redusă (soluție cu bazine de aerare);
- când eficiența decantării primare prin sedimentare gravimetrică e_s (procentul de reținere a materiilor în suspensie) este sub 40%, cu excepția cazului în care schema de epurare cuprinde filtre biologice.

8.8. Din schema tehnologică a stației de epurare nu trebuie să lipsească decantorul primar atunci când epurarea biologică se realizează cu filtre biologice (filtre biologice cu discuri, filtre biologice percolatoare etc.) pentru a preveni colmatarea prea rapidă a materialului filtrant.

8.9. Schemele tehnologice de epurare mai des întâlnite în practică sunt:

- S1 – Epurare mecano-biologică convențională cu bazine cu nămol activat (v. fig. 8.1);
- S2 – Epurare mecano-biologică cu nitrificare-denitrificare, cu bazine cu nămol activat (v. fig. 8.2);
- S3 – Epurare mecano-biologică cu aerare prelungită, cu bazine cu nămol activat (v. fig. 8.3);
- S4 – Epurare mecano-biologică convențională, cu filtre biologice clasice (v. fig. 8.4);

- S5 – Epurare mecano-biologică convențională, cu filtre biologice cu discuri (v. fig. 8.5);
- S6 – Epurare mecano-biologică convențională, cu instalație de tip Stählermatic (v. fig. 8.6);
- S7 – Epurare mecano-biologică cu aerare prelungită, cu instalație de tip Stählermatic (v. fig. 8.7).

În figurile 8.1...8.7 sunt reprezentate grafic, pe linia apei și a nămolului obiectele tehnologice principale de epurare mecano-biologică în schemele menționate mai înainte.

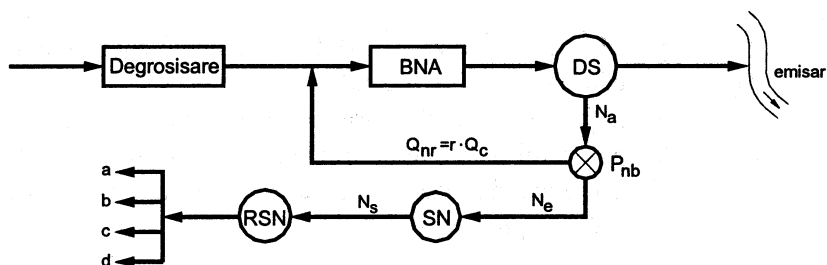


Fig. 8.1. – Schema S1 – Epurare mecano-biologică convențională cu bazine cu nămol activat.

Degrosisare – grătar +
deznisipator + separator de
grăsimi;

BNA - bazin cu nămol activat;

DS - decantor secundar;

P_{nb} - pompare nămol biologic;

SN - stabilizator de nămol;

RSN - rezervor de stocare a
nămolului;

a - deshidratarea nămolului în
stația de epurare și evacuarea

pe câmp ca îngrășământ
agricol;

b - transportul nămolului la o altă
stație de epurare;

c - prelucrarea nămolului într-o
instalație mobilă de
deshidratare și trimis pe
câmp ca îngrășământ agricol;

d - evacuarea nămolului în
depozite controlate și
amestecat cu deșeurile
menajere.

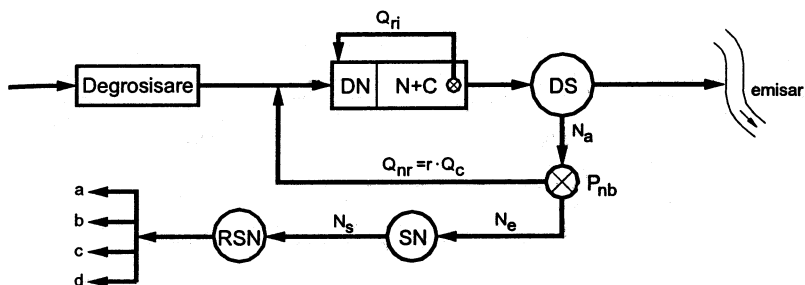


Fig. 8.2. - *Schema S2* - Epurare mecano-biologică
cu nitrificare-denitrificare, cu bazine cu nămol activat

Degrosisare - grătar + deznisipator
+ separator de grăsimi;

DN - compartiment de
denitrificare;

N + C - compartiment în care are
loc nitrificarea și oxidarea
compușilor organici pe bază
de carbon;

DS - decantor secundar;

P_{nb} - pompare nămol biologic;

SN - stabilizator de nămol;

SN - rezervor de stocare a
nămolului;

a, b, c și d au aceeași semnificație
ca la fig. 8.1.

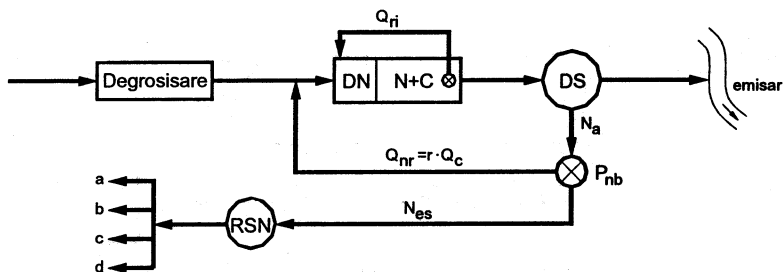


Fig. 8.3. - *Schema S3* - Epurare mecano-biologică
cu aerare prelungită, cu bazine cu nămol activat

Degrosisare - grătar + +
separator de grăsimi;

DN - compartiment de
denitrificare;

N + C - compartiment în care are
loc nitrificarea, oxidarea
compușilor organici pe bază

de carbon și stabilizarea
nămolului;

DS - decantor secundar;

P_{nb} - pompare nămol biologic;

RSN - rezervor de stocare a nămolului;

a, b, c și d au aceeași semnificație ca la
fig. 8.1.

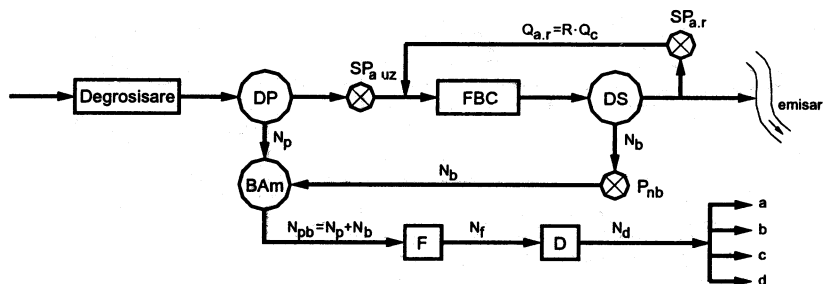


Fig. 8.4. – *Schema S4* – Epurare mecano-biologică convențională cu filtre biologice clasice

Degrosisare - grătar + deznisipator
+ separator de grăsimi;

DP - decantor primar;

SP_{a,uz} - stație de pompare ape
uzate;

FBC - filtru biologic clasic;

DS - decantor secundar;

SP_{a,r} - Stație de pompare apă de
recirculare;

P_{nb} - pompare nămol biologic;

BAm - bazin de amestec a
nămolului primar cu cel
biologic;

F - fermentare nămol;

D - deshidratare nămol;

a, b, c și d au aceeași semnificație
ca la fig. 8.1.

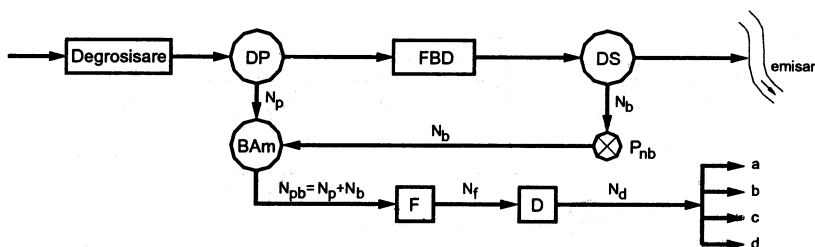


Fig. 8.5. – *Schema S5* – Epurare mecano-biologică convențională cu filtre biologice cu discuri

Degrosisare - grătar + deznisipator
+ separator de grăsimi;

DP - decantor primar;

SP_{a,uz} - stație de pompare ape
uzate;

FBD - filtru biologic cu discuri;

DS - decantor secundar;

P_{nb} - pompare nămol biologic;

BAm - bazin de amestec a
nămolului primar cu cel
biologic;

F - fermentare nămol;

D - deshidratare nămol;

a, b, c și d au aceeași semnificație
ca la fig. 8.1.

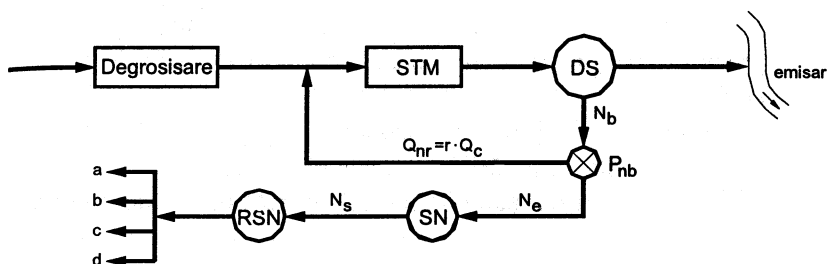


Fig. 8.6 – Schema S6 – Epurare mecano-biologică convențională cu instalație de tip Stählermatic

Degrosisare - grătar + deznisipator
+ separator de grăsimi;

STM - bazin echipat cu aeratoare
Stählermatic;

DS - decantor secundar;

P_{nb} - pompare nămol biologic;

SN - stabilizator de nămol;

RSN - rezervor de stocare a
nămolului;

a, b, c și d au aceeași semnificație
ca la fig. 8.1.

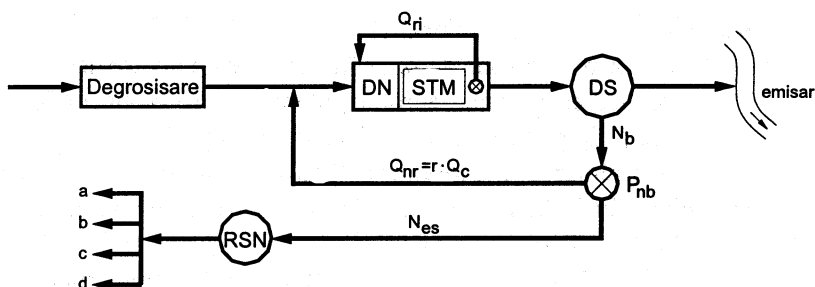


Fig. 8.7 – Schema S7 – Epurare mecano-biologică cu aerare prelungită, cu instalație de tip Stählermatic

Degrosisare - grătar + deznisipator
+ separator de grăsimi;

DN - compartiment de
denitrificare;

STM - bazin echipat cu aeratoare
Stählermatic;

DS - decantor secundar;

P_{nb} - pompare nămol biologic;

RSN - rezervor de stocare a
nămolului;

a, b, c și d au aceeași semnificație
ca la fig. 8.1.

8.10. Schema S1 (v. fig. 8.1.) se caracterizează prin:

- existența bazinelor cu nămol activat în care au loc procese biochimice de eliminare a materiilor organice pe bază de carbon;
- lipsa nitrificării apelor uzate;
- eficiența eliminării CBO_5 până la 90%;
- recircularea nămolului activat reținut în decantoarele secundare;
- evacuarea nămolului în exces spre treapta de prelucrare a nămolului din stația de epurare;
- lipsa decantorului primar din schema tehnologică de epurare.

8.11. Schema S2 (v. fig. 8.2.), realizează în treapta biologică atât eliminarea substanțelor organice pe bază de carbon, cât și a azotului prin crearea condițiilor de nitrificare și denitrificare a apelor uzate.

Schema se caracterizează prin:

- realizarea de zone anoxice în bazinele de denitrificare;
- realizarea de zone aerobe (intens aerate) în bazinele de nitrificare și de mineralizare a substanțelor organice;
- recircularea nămolului activat reținut în decantoarele secundare în amonte de bazinele de nitrificare (recirculare externă);
- recircularea amestecului aerat cu un conținut mare de nitrați în amonte de bazinele de denitrificare (recirculare internă);
- trimiterea nămolului în exces la treapta de prelucrare a nămolului din stația de epurare;

8.12. Schema S3 (v. fig. 8.3) cuprinde în treapta biologică instalații în care se realizează eliminarea materiilor organice pe bază

de carbon, nitrificarea și denitrificarea apelor uzate, precum și stabilizarea aerobă a nămolului.

Schema se caracterizează prin:

- se aplică la epurarea unor debite mici și foarte mici de ape uzate;
- aplicarea recirculării externe;
- lipsa decantorului primar din schemă;
- durate de aerare mari (18...24 h și chiar mai mult, la debitul de calcul);
- aplicarea recirculării interne, în care lichidul aerat din bazinul de aerare, bogat în nitrați, este trimis amonte de zona de denitrificare;
- nămolul în exces, stabilizat pe cale aerobă în bazinul de aerare, unde are loc și epurarea biologică a apelor uzate, este trimis în rezervorul de stocare a nămolului, de unde poate urma variantele de prelucrare și eventual ulterior de valorificare.

8.13. Schema S4 (v. fig. 8.4) cuprinde filtre biologice clasice (percolatoare) urmate de decantoare secundare și prezintă următoarele caracteristici:

- necesitatea prevederii decantoarelor primare pentru a evita colmatarea prematură a filtrelor biologice;
- pomparea apelor uzate decantate primar în filtre având în vedere că acestea sunt în general construcții supraterane;
- pentru apele uzate decantate cu un conținut ridicat de substanțe organice (peste 250 mg CBO_5/dm^3) se impune recircularea apelor epurate amonte de filtru, într-o proporție de 50...300 % din debitul de calcul;
- absența recirculării nămolului biologic reținut în decantoarele secundare.

Acest nămol este amestecat cu cel primar într-un bazin de amestec, după care este dirijat spre instalațiile de prelucrare a nămolului și eventual, ulterior, spre valorificare.

8.14. Schema S5 (v. fig. 8.5) este asemănătoare schemei S4, deosebirile constând în următoarele:

- lipsa pompării apelor uzate decantate primar în filtrele biologice cu discuri dacă condițiile locale de relief o permit. Acest obiect tehnologic se poate introduce în profilul tehnologic al stației de epurare astfel încât alimentarea lui cu apă uzată decantată primar să se facă gravitațional;
- lipsa recirculării apei epurate amonte de filtru.

8.15. Schema S6 (v. fig. 8.6) realizează epurarea biologică în instalații de tip Stählermatic care utilizează procedee mixte de epurare (atât cu peliculă fixată cât și cu biomasă în suspensie), urmate de decantoare secundare.

Schema se caracterizează prin:

- este o soluție aplicată pentru stații de epurare mici și foarte mici;
- pot lipsi decantoarele primare;
- recircularea nămolului activat reținut în decantoarele secundare în amonte de bazinul biologic;
- stabilizarea nămolului se poate face cu același tip de instalație într-un bazin special amenajat;
- dirijarea nămolului în exces spre treapta de prelucrare a nămolului și eventual ulterior, spre valorificare.

8.16. Schema S7 (v. fig. 8.7) este asemănătoare cu Schema S3, deosebirea constând în faptul că bazinul biologic este echipat cu instalație de tip Stählermatic în loc de aerare mecanică sau pneumatică.

8.17. În practica epurării apelor uzate provenite de la micile colectivități există și alte scheme de epurare în afara celor prezentate (S1...S7) și care pot fi aplicate cu justificarea tehnico-economică corespunzătoare.

Este recomandabil ca gruparea obiectelor tehnologice să se realizeze cât mai compact posibil și dacă este posibil într-un singur modul (monobloc), în scopul economiei de spațiu, de investiție (costul conductelor și canalelor de legătură între obiectele tehnologice, a cablurilor electrice pentru asigurarea iluminatului, forței, automatizării, protecțiilor etc.), micșorarea pierderilor de sarcină pe linia apei, respectiv a energiei de pompare, simplificarea exploatarei și întreținerii ș.a.

8.18. Amplasamentul stațiilor de epurare mici și foarte mici se va face luând în considerare următoarele aspecte:

- să permită primirea apelor uzate în stație pe cât posibil gravitațional, evitându-se astfel pomparea acestora, soluție ce ar implica costuri suplimentare de investiție, exploatare și întreținere. În multe cazuri costurile energetice reprezintă valori deloc de neglijat;

- să permită evacuarea apelor epurate în emisar pe cât posibil gravitațional;

- distanța de la stația de epurare la zona populată să fie suficient de mare astfel încât să nu influențeze prin miros, zgomot și alți factori viața oamenilor. Este important a se studia care este direcția predominantă a vântului pentru zona respectivă;

- riscul de inundație. Dacă amplasamentul va fi în albia majoră a unui râu sau într-o zonă inundabilă, se vor executa lucrări specifice de protecție (îndiguire);

- se va evita pe cât posibil alegerea unui amplasament care necesită pozarea obiectelor tehnologice componente în stratul freatic sau într-un teren slab coeziv (nisip, praf etc.), ori alunecător;

- să permită racordarea cu ușurință a stației de epurare la rețelele de utilități cum ar fi: alimentarea cu energie electrică, apă potabilă, gaze, conectarea la rețeaua telefonică;

- racordare ușoară a drumului de acces la drumul principal;

- posibilități de extindere;

- limitarea timpului de retenție în anumite obiecte tehnologice cum ar fi, spre exemplu, bazinul de aspirație al stațiilor de pompare sau bazinul de egalizare al debitelor și concentrațiilor, pentru evitarea sedimentării materiilor solide în suspensie și a septicității;

- condițiile de evacuare în emisar a efluentului epurat;
- aspectul vizual (estetic) al construcțiilor și instalațiilor de epurare;
- se va lua în considerare amplasarea stației de epurare în apropierea depozitului de deșeuri al localității, operațiunea de evacuare a reținerilor din incintă fiind astfel mai puțin costisitoare;
- riscul de vandalism, asigurarea securității și necesitatea unei împrejurimi.

Cap. 9. OBIECTE TEHNOLOGICE COMPONENTE

9.1. Obiectele tehnologice componente ale stației de epurare

9.1.1. Stația de epurare este compusă din mai multe obiecte tehnologice care trebuie să realizeze evăcuarea în emisar a unui efluent ce respectă condițiile de calitate impuse de legislația în vigoare.

Epurarea apelor uzate constă în îndepărtarea într-o primă fază a materiilor în suspensie cât și a celor nemiscibile cu apa, separabile gravitațional (epurare mecanică sau primară), urmată de eliminarea substanțelor organice coloidale și dizolvate prin procedee de epurare biologică sau biochimică (epurare secundară). Pentru eliminarea compușilor pe bază de azot și fosfor (nutrienți), care sunt mai dificil de eliminat din apele uzate se aplică așa-numita treaptă de epurare avansată sau terțiară.

9.1.2. O stație de epurare este constituită din construcții și instalații care pot fi comasate în trei grupuri:

1. Linia (sau fluxul) apei;
2. Linia (sau fluxul) nămolului;
3. Construcții și instalații auxiliare.

9.1.3. Obiectele componente pe linia apei ale unei stații de epurare mecano-biologică de capacitate mică pot fi următoarele (parțial sau total):

- grătar;
- canal de by-pass (ocolire) a întregii stații de epurare, sau a unui obiect tehnologic, dacă acest lucru se dovedește a fi necesar;
- deznisipator;
- dispozitiv de măsură a debitului de apă uzată;
- separator de grăsimi;
- cameră de distribuție a debitelor;
- decantor primar;
- bazin de omogenizare;
- stație de pompare pentru ape uzate;
- bazin cu nămol activat sau filtre biologice;
- decantor secundar;
- stație de pompare pentru apă epurată de recirculare;
- conducte și canale tehnologice de legătură;
- conductă (sau canal) de evacuare a apelor uzate epurate în resursa de apă (emisar);
- gură de evacuare a apelor uzate epurate în emisar.

Deznisipatorul și separatorul de grăsimi sunt în unele cazuri obiecte tehnologice independente. Ele pot fi grupate într-un singur obiect tehnologic numit deznisipator-separator de grăsimi cu însuflare de aer. Există, de asemenea, instalații compacte de degrosizare care pe lângă deznisiparea și separarea grăsimilor realizează și reținerea materiilor solide (sitare), prin prevederea unui grătar des (sau site) amonte de compartimentul de deznisipare.

Numărul obiectelor tehnologice asemenea se recomandă a fi $n \geq 2$. În cazul în care $n = 1$, se va prevedea obligatoriu canal de ocolire.

Epurarea biologică se poate realiza în:

- bazine cu nămol activat, utilizând procedeul de epurare biologică cu biomasă în suspensie;

filtre biologice clasice sau filtre biologice cu discuri, utilizând procedeul de epurare biologică cu peliculă fixată;

– instalații de tip Stählermatic care utilizează procedeul de epurare biologică mixtă (biomasă în suspensie și peliculă fixată).

9.1.4. Obiectele componente pe linia nămolului ale unei stații de epurare de mică capacitate pot fi următoarele (total sau parțial):

- instalații de pompare a nămolului;
- instalații de sitare a nămolului;
- bazin de amestec a nămolului primar cu cel în exces;
- instalații de fermentare (aerobă sau anaerobă) a nămolului;
- rezervor de stocare a nămolului;
- instalații de condiționare chimică a nămolului;
- instalații de deshidratare a nămolului:
 - deshidratare naturală pe platforme (paturi) de uscare;
 - deshidratare artificială sau deshidratare mecanică (filtre bandă, centrifuge, filtru-presă cu șnec etc.);
 - deshidratare cu saci;
- depozit de nămol deshidratat;
- conducte și canale tehnologice de legătură.

Instalațiile de sitare au rolul de a reține particulele grosiere din nămolul provenit din decantoarele primare și/sau secundare și trimis la prelucrare, în scopul protejării electropompelor, mixerelor și a evitării înfundării conductelor de transport.

Particulele grosiere se referă la fibre textile, elemente din material plastic, bucăți de pânză, carton, dopuri din plastic etc.

Instalațiile de sitare constau din site fixe sau mobile, ori din grătare fine, a căror funcționare se recomandă a fi automatizată.

Sitarea este o operațiune care va fi tratată în partea a V-a a normativului NP 032 – Treapta de prelucrare a nămolului.

9.1.5. Construcțiile și instalațiile auxiliare aferente unei stații de epurare de capacitate redusă, pot consta din:

- clădire tehnologică, care va cuprinde și laboratorul necesar analizelor chimice și biologice din stația de epurare;
- sursa de aer (suflante);
- instalații sanitare, de încălzire, ventilații;
- atelier mecanic;
- drum de acces;
- drumuri, alei și platforme interioare;
- împrejmuiri și porți;
- sistematizare pe verticală;
- instalații de alimentare cu energie electrică;
- instalații electrice de forță, iluminat și protecție;
- instalații de automatizare și AMC;
- grup electrogen (ca rezervă pentru sursa de energie electrică);
- instalații de telefonie;
- lucrări de îndiguire, apărări de maluri, lucrări în albie, în cazul amplasamentului în zonă inundabilă etc.;
- spații verzi;
- cabină poartă.

9.2. Considerații privind selectarea obiectelor tehnologice

9.2.1. Lista obiectelor tehnologice prezentată la pct. 9.1.3. – 9.1.5 grupează la modul general componentele unei stații de epurare. În funcție de particularitățile schemei tehnologice pot lipsi unul sau chiar mai multe obiecte.

9.2.2. Acolo unde se prevede un singur grătar se recomandă realizarea unui canal de by-pass, pentru izolarea acestuia în caz de revizie sau reparații.

9.2.3. În funcție de configurația terenului stația de pompare a apelor uzate poate lipsi din schemă, caz în care curgerea apei prin obiectele stației de epurare are loc gravitațional.

9.2.4. Linia nămolului poate cuprinde doar stația de pompare a nămolului biologic și rezervorul de stocare atunci când epurarea este de tip aerare prelungită, deoarece nămolul biologic în exces este stabilizat pe cale aerobă în același bazin în care are loc aerarea apei uzate și nu mai prezintă pericol pentru oameni și mediul înconjurător în situația stocării acestuia. Instalațiile de deshidratare pot, de asemenea, lipsi dacă se prezintă soluții tehnico-economice mai avantajoase.

Cap. 10. – DIMENSIONAREA TEHNOLOGICĂ A CONSTRUCȚIILOR ȘI INSTALAȚIILOR DE EPURARE PRIMARĂ (MECANICĂ) A APELOR UZATE

10.1. Elemente generale

10.1.1. Treapta de epurare primară a apelor uzate cuprinde construcțiile și instalațiile cu ajutorul cărora se rețin substanțele solide grosiere, substanțele solide în suspensie gravitațională și substanțele plutitoare (grăsimi, hidrocarburi etc.).

10.1.2. Pentru reținerea corpurilor solide grosiere din apele uzate influente în stația de epurare (crengi, frunze, resturi de hârtie, fibre textile etc.) se vor prevedea grătare și/sau site, precum și posibilitatea de ocolire a acestora în situația înfundării grătarului sau sitei.

10.1.3. Pentru reținerea materiilor solide grosiere aflate în suspensie gravitațională (nisipuri, zaț de cafea, resturi de semințe de

fructe și legume) și a materiilor plutitoare (grăsimi, uleiuri, hidrocarburi etc.), se prevăd deznisipatoare și separatoare de grăsimi, sau deznisipatoare cuplate cu separatorul de grăsimi.

10.1.4. Materiile solide în suspensie gravitațională, de dimensiuni și greutate mai reduse decât nisipurile, așa numitele materii decantabile, vor fi reținute, dacă se dovedește necesar, în decantoare.

10.1.5. La proiectarea construcțiilor și instalațiilor de epurare primară aferente micilor colectivități, se vor respecta și recomandările și prescripțiile care pot fi asimilate pentru aceste stații de epurare și care sunt cuprinse în Normativul NP 032/1999, Partea I: Treapta mecanică [63].

10.2. Grătare și site

10.2.1. Grătarele și/sau sitele sunt amplasate la intrarea apelor uzate în instalația de epurare. În cazul în care apele uzate trebuie pompatе, grătarele și sitele vor fi prevăzute în amonte stației de pompare.

În funcție de distanța b dintre bare, grătarele utilizate în stațiile de epurare mici și foarte mici pot fi:

- rare, având $b = 50 \dots 100$ mm;
- dese, având $b = 10 \dots 20$ mm;
- fine, având $b = 0,5 \dots 6$ mm;
- site, având $b = 0,25 \dots 3$ mm.

10.2.2. Curățirea grătarului se poate face manual (de evitat pe cât posibil) și mecanic. În categoria grătarelor la care curățirea este mecanică, pot fi incluse și grătarele „pășitoare” sau „step by step”.

10.2.3. Din punct de vedere al formei, la stațiile de epurare de capacitate redusă pot fi utilizate:

- grătare plane înclinate față de orizontală cu un unghi de 60-70°;
- grătare curbe;
- grătare/site cilindrice fixe sau rotative;
- grătare „pășitoare” („step by step”) sau site elevator.

10.2.4. La stațiile de epurare aferente localităților sub 5.000 locuitori se prevăd de regulă grătare fine ($b = 2-3$ mm) având curățire mecanică și automatizată, fără personal de deservire. Pentru localități cu mai mult de 5.000 locuitori, se prevăd ambele tipuri de grătare, grătarele rare fiind amplasate în amonte grătarelor dese.

La stațiile mici de epurare, cu un număr sub 10.000 locuitori, complet automatizate, se poate prevedea numai grătar fin curățit mecanic.

10.2.5. În calculul cantităților de materii reținute pe grătare se va ține seama de valorile medii specifice indicate în tabelul 10.1, precum și de faptul că aceste cantități pot fi de câteva ori mai mari. În acest sens, se va considera un coeficient de variație zilnică $K = 2...5$.

Tabel 10.1.

Nr. crt.	Distanța (interspațiul) dintre barele grătarului	Cantitatea specifică de materii reținute a (l/om, an)	
		La curățire manuală	La curățire mecanică
0	1	2	3
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

0	1	2	3
8	25	-	-
9	30	2,5	-
10	40	2,0	-
11	50	1,5	-

Relația de calcul a volumului zilnic de materii reținute pe grătare cu umiditate $w = 80\%$ este:

$$V_r = \frac{\alpha \cdot N_L \cdot K}{1000365} \text{ (m}^3/\text{zi)} \quad (10.1)$$

unde:

α – este cantitatea specifică de materii reținute pe grătare, indicată în tabelul 10.1, în l/om, an;

N_L – numărul total de locuitori (permanenți și sezonieri);

$K = 2 \dots 5$ coeficient de variație zilnică.

Cantitatea zilnică de materii reținute pe grătare se calculează cu formula:

$$G_r = \gamma_r \cdot V_r \text{ (kg f/zi)} \quad (10.2)$$

unde: $\gamma_r = 750 \dots 950 \text{ (kg f/m}^3\text{)}$ – greutatea specifică a materiilor reținute cu umiditatea $w = 70 \dots 80\%$.

Volumul zilnic de substanță uscată (umiditate $w' = 0$) din materiile reținute este:

$$V_{ru} = V_r \frac{100 - w}{100} \text{ (m}^3/\text{zi)} \quad (10.3)$$

unde $w = 80\%$ - este umiditatea materiilor reținute.

Cantitatea zilnică de substanță uscată din materiile reținute rezultă:

$$G_{ru} = \gamma_{ru} \cdot V_{ru} \text{ (kg f/zi)} \quad (10.4)$$

unde $\gamma_{ru} = 1600 \dots 2000 \text{ (kg f/m}^3\text{)}$ – greutatea specifică a materiilor reținute, în stare uscată.

10.2.6. Numărul minim de grătare active va fi $n = 2$, fără grătare de rezervă. La stațiile de epurare mici și foarte mici se poate proiecta un singur grătar, prevăzându-se însă canal de ocolire. În cazul în care apa trebuie pompată, se pot prevedea grătare tip „coș”, manevrabile pe verticală pentru curățire și amplasate la intrarea în stația de pompare.

10.2.7. Pentru prevenirea depunerilor, canalele pe care sunt amplasate grătarele (de obicei de secțiune transversală dreptunghiulară) vor fi construite cu o pantă de minim 1 %.

10.2.8. Pierderea de sarcină prin grătarele plane înclinate se determină cu relația:

$$h_w = \zeta_g \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} \text{ (m)} \quad (10.5)$$

unde:

– ζ_g – este coeficientul de rezistență locală al grătarului, calculat cu formula lui Otto Kirschmer:

$$\zeta_g = \beta \cdot \left(\frac{s}{b} \right)^{4/3} \cdot \sin \alpha \quad (10.6)$$

v – viteza medie pe secțiune în canalul din amonte grătarului, m/s;

g – accelerația gravitațională, m/s²;

β – coeficient de formă al barei, cu valoarea 2,42 pentru bare cu secțiunea transversală dreptunghiulară;

s – grosimea barei, mm;

b – distanța (interspațiul) dintre barele grătarului, mm;

$\alpha = 60^\circ \dots 70^\circ$ – unghiul de înclinare al grătarului față de orizontală.

Formula (10.6) poate fi aplicată numai dacă este îndeplinită condiția:

$$R_e = \frac{v_g \cdot b}{\nu} > 10^4 \quad (10.7)$$

în care:

R_e – este numărul Reynolds la mișcarea apei printre barele grătarului;

v_g – viteza medie a apei printre barele grătarului la debitul de calcul, cm/s;

ν – coeficientul cinematic de vâscozitate la temperatura medie anuală a apelor uzate, în cm²/s.

10.2.9. Pentru a se ține seama de înfundarea parțială a grătarului, se majorează de trei ori pierderea de sarcină teoretică determinată cu relația (10.5), astfel încât în practică se consideră pierderea de sarcină:

$$h_r = 3 \cdot h_w, \quad (10.8)$$

dar minimum 10 cm.

Pentru alte tipuri de grătare, altele decât cele plane înclinate, pierderea de sarcină este indicată de furnizorul echipamentului respectiv.

La grătarele cilindrice fine, pierderea de sarcină minimă poate fi considerată $h_r = 7$ cm.

10.2.10. Debitele de calcul și de verificare a grătarelor sunt:

– în procedeul de canalizare divizor:

$$Q_c = Q_{u. oramax}$$

$$Q_v = Q_{u. oramin}$$

– în procedeul de canalizare unitar și mixt:

$$Q_c = 2 \cdot Q_{u. oramax}$$

$$Q_v = Q_{u. oramin}$$

10.2.11. Dimensionarea grătarelor se conduce astfel încât la trecerea apelor uzate corespunzător debitului de calcul, viteza medie a apei să fie:

- 0,7-0,9 m/s în canalul din amonte grătarului;
- 1,0-1,3 m/s printre barele grătarului.

10.2.12. La trecerea apelor uzate corespunzător debitului de verificare ($Q_{u.orarmin}$) viteza medie a apei în canalul din amonte grătarului trebuie să fie minim 0,4 m/s în scopul evitării depunerilor pe radierul canalului.

10.2.13. Secțiunea transversală a canalului pe care este amplasat grătarul poate avea formă dreptunghiulară sau mixtă (triunghiulară la partea inferioară și dreptunghiulară la partea superioară).

10.2.14. Dispozitivele de curățire mecanică a reținerilor de pe grătare pot fi automatizate în funcție de pierderea de sarcină admisă la trecerea apei printre barele grătarului (7-25 cm). Acest lucru se realizează de regulă prin intermediul unor senzori de nivel. Automatizarea poate fi realizată și prin relee de timp.

10.2.15. Materiile reținute pe grătare sunt evacuate spre a fi îngropate, depozitate, fermentate, compostate cu gunoaiile menajere sau incinerate. Ele pot fi tocate ori fărâmițate cu ajutorul unor dispozitive speciale amplasate în afara curentului (tocătoare, dezintegratoare) și reintroduse în apă în aval sau în amonte de grătar.

10.2.16. În locul grătarelor sau sitelor pot fi prevăzute cominutoare. Acestea reprezintă dispozitive speciale amplasate în curent care rețin și fărâmițează materiile groiere (de dimensiuni mai mari decât interspațiul dintre bare) și permit trecerea acestora spre aval, unde sunt reținute în deznisipatoare sau în decantoare. Pentru micșorarea volumului de materii reținute la grătare, se recomandă ca odată scoase din apă, acestea să fie presate în instalații speciale (făcând parte din grătarul propriu-zis sau fiind independente de grătar) sau presate și spălate.

Umiditatea reținerilor presate scade până la 55-60 %.

În acest fel cheltuielile de manipulare, transport și depozitare a reținerilor de pe grătare vor fi mult diminuate.

10.2.17. Pentru evitarea accidentelor în toate locurile unde există pericol de cădere se vor prevedea parapete de minimum 80 cm înălțime, realizate din elemente metalice protejate împotriva coroziunii.

10.2.18. În general grătarele sunt amplasate în aer liber. Pentru grătarele curățite mecanic, în special în zonele cu temperaturi medii anuale ale aerului sub 10°C, se recomandă amplasarea lor în clădire.

10.2.19. Realizarea unei eficiențe ridicate în reținerea materiilor în suspensie și materiilor grosiere conduce la randamente sporite pentru construcțiile și instalațiile de epurare a apei din aval de grătare, precum și pentru construcțiile de prelucrare a nămolurilor.

În acest scop sunt de preferat grătarele sau sitele fixe sau mobile, prevăzute cu șnec înclinat cu funcționare continuă și automatizată care efectuează practic patru operațiuni importante:

- rețin corpurile grosiere;
- extrag din apă reținerile de pe grătar și le spală de substanțele fine de natură organică (la cerere);
- presează reținerile micșorându-le volumul și umiditatea;
- le transportă la suprafață, în containere.

10.2.20. Funcție de cantitățile zilnice de materii reținute la grătare sau site se vor prevedea minimum 2 pubele sau containere pentru colectarea acestor materii. Durata de staționare a materiilor reținute în containere între două evacuări, nu va depăși 3-7 zile, în scopul evitării neajunsurilor generate de gazele urât mirositoare care se produc ca urmare a intrării în fermentare anaerobă acidă a materiilor reținute.

10.3. Pomparea influentului

10.3.1. Pomparea influentului în stația de epurare trebuie evitată pe cât posibil. Sunt situații în care, însă, din motive generate de relief, de greutate în execuție, de evitare a inundării amplasamentului stației

de epurare, de necesitatea prevederii unui bazin de egalizare/uniformizare a debitelor și concentrațiilor, sau din alte motive bine justificate, este necesară pomparea apelor uzate brute în stația de epurare.

Astfel, pomparea permite transferul apei uzate de la cote situate mai mult sau mai puțin sub nivelul terenului, la cote suficient de ridicate, pentru a face posibilă curgerea gravitațională a apei prin obiectele tehnologice de pe linia apei.

În foarte multe situații, cotele destul de ridicate ale apei emisarului impun fie pomparea influentului brut, fie a efluentului epurat. Soluția optimă se alege pe baza unui calcul tehnico-economic comparativ. Pomparea este necesară, de asemenea și în cazul în care cota radierului colectorului la intrarea în stația de epurare este la adâncime mare, iar apa subterană este la cote ridicate. În acest caz, execuția obiectelor stației de epurare se face în condiții foarte grele, iar valoarea de investiție devine prohibitivă.

10.3.2. Înainte de intrarea apei uzate brute în stația de pompare, se va prevedea un grătar des, pentru reținerea corpurilor de dimensiuni mari care ar putea dăuna agregatelor de pompare, precum și curgerii apei prin conducte sau canale deschise.

10.3.3. Se recomandă ca în cazul în care nu se prevede grătar, electro-pompele prevăzute, să fie de tip submersibil și echipate cu rotor-tocător.

10.3.4. Dat fiind debitele relativ reduse ce trebuie pompate în cazul stațiilor de epurare de capacitate mică și foarte mică, stația de pompare poate fi realizată de tipul „cu cameră umedă”, adică sub forma unei cuve cu secțiunea rectangulară sau circulară în plan, echipată numai cu pompele de tip submersibil aflate în funcțiune. Pompa de rezervă este păstrată în magazie, constituind așa numita „rezervă rece”. Numărul pompelor în funcțiune este dictat de gama de

variație a debitelor, de debitul nominal al unei pompe și de gradul de automatizare.

Alegerea pompelor se face în funcție de debitul maxim și minim ce trebuie pompat, de înălțimea de pompare, de modul de funcționare a pompelor (în serie sau în paralel), de curbele caracteristice ale pompelor și a conductei de refulare, de posibilitățile de extindere etc.

10.3.5. Construcția stației de pompare (cuvă sau cheson) poate fi, în funcție de cota coronamentului față de cota terenului amenajat:

- supratărană, când fundația cuvei este în imediata apropiere a cotei terenului amenajat (dar minim adâncimea de îngheț);
- semi-îngropată, când o parte însemnată (40-60 %) din înălțimea cuvei este deasupra cotei terenului amenajat;
- îngropată, când marea majoritate a înălțimii cuvei este în pământ, cota coronamentului fiind cu cca. 30-50 cm deasupra cotei terenului amenajat.

10.3.6. Pompele recomandate sunt de tip submersibil, prevăzute cu sisteme de glisare pe verticală, astfel încât revizia, repararea sau înlocuirea lor se face cu ușurință și în timp scurt, fără să se împiedice funcționarea celorlalte pompe (în caz că sunt mai mult de două pompe) și fără să fie nevoie de golirea bazinului de aspirație.

10.3.7. În planșeul cuvei de pompare sunt înglobate chepengurile de acces la dispozitivul de glisare al fiecărei pompe, astfel încât acest tip de cuvă nu impune suprastructură.

Se recomandă ca fața superioară a planșeului cuvei să fie situată cu minimum 30 cm deasupra cotei platformei amenajate, pentru a se împiedica pătrunderea apelor din precipitații în interiorul cuvei.

10.3.8. Pe conducta de refulare se vor prevedea obligatoriu clapet de reținere și vană, clapetul situându-se amonte de vană, în sensul refulării.

10.3.9. Pe planșeul cuvei se montează (pe un cadru din oțel) panoul electric și de automatizare al stației de pompare.

10.3.10. La proiectarea instalației de pompare, se va ține seama de prevederile și recomandările reglementărilor tehnice în vigoare [56], [63], [126].

Principalii parametri de proiectare sunt: debitele maxime și minime ce trebuie pompare, înălțimea de pompare, calitatea apei (temperatură, conținutul de materii solide în suspensie, vâscozitatea lichidului etc.).

10.3.11. Automatizarea funcționării pompelor se va face în funcție de niveluri prestabilite de așa manieră încât să nu se producă mai mult de 6 porniri/opriri pe oră.

10.3.12. O instalație de pompare a apelor uzate cu pompe submersibile, constă din:

- bazin de aspirație sau de recepție;
- agregatele de pompare;
- tije de ghidare/glisare a pompelor;
- golurile/chepengurile de acces;
- instalația electrică de forță și iluminat;
- instalația de automatizare;
- instalația hidraulică (conduite de refulare, de aspirație dacă este cazul, piese speciale, armături etc.).

10.3.13. Volumul util al bazinului de aspirație se va stabili în funcție de debitul maxim ce trebuie pompat pentru un timp $t = 2 \dots 10$ minute, cu relația:

$$V_u = Q_{P_{\max}} \times t \text{ (m}^3\text{)} \quad (10.9)$$

în care: $Q_{P_{\max}}$ este debitul maxim care trebuie pompat.

10.3.14. Înălțimea utilă a volumului bazinului de aspirație (recepție) se va stabili cu relația:

$$h_u = \frac{V_u}{A_0} \text{ (m)} \quad (10.10)$$

în care A_0 = aria orizontală a bazinului de aspirație (recepție)

Se recomandă ca domeniul de variație a înălțimii utile să fie $h_u = 0,50 \dots 1,50 \text{ m}$.

10.3.15. Dimensiunile în plan ale cuvei de pompare se vor stabili în funcție de tipul și dimensiunile agregatelor de pompare utilizate, precum și în conformitate cu recomandările furnizorului.

10.3.16. Amenajarea radierului se va proiecta și realiza astfel, încât să fie evitate zonele moarte în care s-ar putea produce depuneri. Depunerile, au în mod obișnuit un conținut ridicat de substanțe organice care, intrând în fermentare anaerobă acidă, produc gaze deosebit de nocive (oxidul de carbon, amoniac NH_3 , hidrogen sulfurat H_2S), sau generatoare de explozii (metanul CH_4).

10.3.17. La alegerea agregatelor de pompare se va ține seama și de modul de funcționare al acestora, în paralel sau în serie, de puterea consumată și de obținerea randamentului maxim la punctul de funcționare.

10.3.18. Se va opta, dacă financiar este posibil acest lucru, pe cât mai multe protecții în funcționarea pompei (senzori de temperatură, umiditate etc.).

10.3.19. În situația în care schema tehnologică de epurare pe linia apei impune acest lucru și în scopul protecției stației împotriva inundării cu ape uzate, se recomandă proiectarea unui preaplin în cuva de pompare.

10.3.20. Proiectarea trebuie să asigure siguranță în exploatare și protecție împotriva accesului neautorizat.

10.3.21. Viteza apei în conducte se recomandă astfel:

- 0,7...1,0 m/s în conductele de aspirație;
- 1,0...1,3 m/s în conductele de refulare.

10.3.22. Diametrele minime admise:

- Dn 100 mm – pentru conductele de aspirație;
- Dn 50 mm – pentru conductele de refulare.

10.3.23. Agregatele de pompare, ventilatoarele și alte echipamente vor fi dotate cu dispozitive antiex.

10.3.24. Pentru executarea de lucrări în bazinul de aspirație se va realiza o foarte bună ventilație în scopul îndepărtării gazelor nocive. În acest scop fie se prevăd ventilatoare fixe (exhaustoare), fie se aduc ventilatoare mobile utilizate numai pentru perioada de intervenție.

10.3.25. Se vor lua, de asemenea, măsurile de protecția muncii care se impun pentru astfel de lucrări (balustrade de protecție, legarea la pământ a instalației electrice, iluminarea la tensiune nepericuloasă, de 12-24 V, instalația de paratrăsnet etc.).

10.3.26. Instalațiile de pompare, trebuie proiectate luând în considerare [126]:

- valoarea de investiție;
- consumul de energie;
- condițiile de funcționare și întreținere;
- riscurile unei avarii și consecințele unei avarii;
- securitatea și sănătatea personalului de exploatare;

- impactul asupra mediului;
- natura apelor de canalizare care pot fi agresive față de materialele de construcție și de agregate, pot produce înfundarea conductelor, pot fi toxice sau pot genera riscuri de explozie.

10.3.27. Proiectarea stațiilor de pompare, se va referi în special la:

- pompe;
- motor și modul de antrenare;
- comenzi și echipament electric;
- senzori și aparate de măsură și control;
- alarme;
- instalație hidraulică (conducte, piese speciale, armături);
- mijloacele de ridicare pentru a scoate sau demonta echipamentul;
- dimensiunile construcției de pompare;
- necesitatea unei surse energetice de rezervă (grup electrogen funcționând cu motorină);
- posibilități de limitare a zgomotului și a mirosurilor;
- posibilitatea de ventilare forțată a bazinelor de aspirație în scopul evitării accidentelor și exploziilor;
- dotarea cu mijloace de analiză a gazului (portabile sau instalate permanent);
- asigurarea echipamentului electric și mecanic împotriva inundațiilor;
- alegerea unui echipament mecanic și electric robust, fiabil care să necesite o întrebuințare minimă, cu randament energetic ridicat;
- prevederea de piese de schimb.

10.4. Egalizarea debitelor și încărcărilor cu poluanți

10.4.1. Variația orară a debitelor de apă uzată intrate în stația de epurare (influentul) este cu atât mai mare cu cât colectivitatea de la care provin aceste debite este mai mică.

Astfel, coeficientul de variație orară a debitelor pentru micile colectivități (v. cap. 3, relația 3.8) poate varia între 3 și 10.

10.4.2. Deoarece funcționarea stației de epurare și în special a treptei biologice este necorespunzătoare în cazul variațiilor (șocurilor) de debit și de încărcare cu poluanți, la stațiile de epurare mici și foarte mici, bazinul de egalizare este neapărat necesar.

Necesitatea bazinului de egalizare se impune și în cazul în care nu se admite ocolirea (by-passarea) stației de epurare, în scopul acumulării apei uzate pe durata reviziilor și reparațiilor. Această durată se va adopta de la caz la caz, funcție de schema tehnologică a stației de epurare, de emisar, de folosințele situate în aval de gura de vărsare și de alte condiții locale.

Existența sa permite în primul rând prevederea unor electro-pompe cu puterea și debitul mai mici, și în al doilea rând, alimentarea treptei de epurare biologică cu un debit practic constant.

10.4.3. Pentru colectivitățile mici, admitând un grafic de variație orară a debitului de apă uzată influent în stația de epurare similar cu graficul de variație orară a consumului de apă potabilă și în situația în care debitele provenite din industria din localitate nu sunt semnificative, volumul util al bazinului de egalizare poate fi apreciat ca un procent din debitul zilnic maxim al apelor uzate și determinat cu relația:

$$V_u = m \times Q_{u.ztmax} \text{ (m}^3\text{)} \quad (10.11)$$

în care $Q_{u.ztmax}$ în m³/zi și $m = 25...30 \%$

Uzual, durata medie de tranzitare a debitului $Q_{u.zlmax}$ prin bazinul de egalizare este cuprinsă între 5 și 8 ore. Ea poate fi calculată cu relația:

$$t_{med} = \frac{24 V_u}{Q_{u.zlmax}} \text{ (h)} \quad (10.12)$$

în care $Q_{u.zlmax}$ se introduce în m^3 / zi

10.4.4. Pentru împiedicarea producerii depunerilor în bazinul de egalizare și pentru realizarea unui bun amestec (în scopul uniformizării concentrațiilor de poluanți), se impune prevederea unui mixer corespunzător volumului util al bazinului.

10.4.5. Bazinele de egalizare se vor amplasa după grătare și deznisipatoare.

10.4.6. Pentru evitarea producerii depunerilor în bazinele de egalizare-uniformizare și a condițiilor de anaerobie care conduc la producerea de mirosuri neplăcute, pot fi utilizate în loc de mixere, dispozitive de aerare dispuse pe radierul bazinelor.

10.5. Măsurarea debitului de apă uzată tranzitat prin stația de epurare

10.5.1. În scopul conducerii corecte a procesului de epurare, este necesară cunoașterea în orice moment a debitului de apă uzată ce tranzitează stația de epurare.

Având în vedere valoarea redusă a debitelor de apă uzată influente în stația de epurare, se recomandă ca pentru măsurarea lor să se prevadă una din următoarele soluții:

- debitmetru electromagnetic pentru orice valoare a debitului între 1 și 50 l/s;

– debitmetru tip canal Khafagi-Venturi dotat cu traductor cu ultrasunete, în cazul unor debite ce depășesc 10 l/s.

10.5.2. Se recomandă echiparea debitmetrului cu dispozitive de indicare locală și la distanță a debitului, precum și înregistrarea continuă și monitorizarea acestora.

10.5.3. La amplasarea și montarea debitmetrului, se va ține seama de recomandările furnizorului de echipament (alinamente obligate în amonte și aval, funcționarea înecată la debitmetrele electromagnetice și neînecată la cele tip Khafagi-Venturi etc.).

10.5.4. În cazul debitmetrelor electromagnetice, se vor monta vane de izolare amonte și aval de dispozitivul de măsură și conductă de by-pass, în scopul reviziei, reparării sau înlocuirii dispozitivului.

10.5.5. Debitmetrul poate fi amplasat după deznisipator sau pe conducta sau canalul deschis de evacuare a apei epurate (recomandabil).

10.6. Deznisipatoare

10.6.1. Deznisipatoarele sunt obiecte tehnologice care au rolul de a reține din apele uzate materiile solide în suspensie gravitațională, cum ar fi nisipul, resturi și semințe de fructe și legume, zațul de cafea ș.a.

10.6.2. Deznisipatorul este amplasat după grătare sau site și în amonte de separatorul de grăsimi.

10.6.3. Deznisipatorul poate fi cuplat cu separatorul de grăsimi, situație în care el are rolul de a reține din apele uzate atât nisipurile cât și grăsimile.

10.6.4. Debitele de calcul și de verificare a deznisipatorului pentru procedeul de canalizare separativ, sunt:

$$Q_c = Q_{u.orar\max} \text{ (m}^3/\text{h)} \quad (10.13)$$

$$Q_v = Q_{u.orar\min} \text{ (m}^3/\text{h)} \quad (10.14)$$

10.6.5. Debitele de calcul și de verificare a deznisipatorului pentru procedeele de canalizare unitar și mixt, sunt:

$$Q_c = 2Q_{u.orar\max} \text{ (m}^3/\text{h)} \quad (10.15)$$

$$Q_v = Q_{u.orar\min} \text{ (m}^3/\text{h)} \quad (10.16)$$

10.6.6. Proiectarea deznisipatoarelor se face astfel încât să poată fi reținute din apă particule de nisip cu diametrul $d \geq 0,20...0,30 \text{ mm}$.

10.6.7. Mărimea hidraulică u_0 și viteza de sedimentare în curent u a particulelor de nisip, se va considera ca în tabelul 10.2 de mai jos [63]:

Tabelul 10.2.

$d \text{ (mm)}$	0,20	0,25	0,30
0	1	2	3
$u_0 \text{ (mm/s)}$	23	32	40
$u \text{ (mm/s)}$	16	23	30

Valorile din tabel se referă la particulele de nisip silicios, cu greutatea specifică $\square = 2,65 \text{ tf/m}^3$ și pentru o viteză orizontală a curentului $v_0 = 0,3 \text{ m/s}$.

Mărimea hidraulică a unei particule u_0 reprezintă viteza de sedimentare a particulei aflată într-o masă lichidă în repaos sau în mișcare laminară.

Viteza de sedimentare în curent a unei particule u , reprezintă viteza la care particula sedimentează chiar în condițiile unui regim de curgere turbulent.

10.6.8. La dimensionarea deznisipatoarelor de orice tip, se va considera o încărcare superficială $u_s \leq u$, unde u_s este dată de relația lui Hazen [17]:

$$u_s = \frac{Q_c}{A_0} \times 100 \text{ (mm/s)} \quad (10.13)$$

în care Q_c se introduce în m^3/s , iar A_0 în m^2 .

A_0 = suprafața orizontală a luciului de apă pentru toate compartimentele de deznisipare.

10.6.9. În cazul stațiilor de epurare de capacitate mică și foarte mică, tipurile de deznisipatoare recomandate sunt deznisipatoarele tangențiale și deznisipatoarele – separatoare de grăsimi aerate pentru care parametri de proiectare, alcătuirea constructivă și modul de funcționare se prezintă detaliat în Normativul NP 032, Partea I – Treapta mecanică [63].

10.6.10. Pentru debite $Q_{u \text{ orar max}}$ sub 60 l/s, în scopul degroșării apelor uzate, se pot prevedea instalații compacte, cu funcționare continuă și automatizată, din oțel-inox, care pot realiza:

- reținerea și extragerea din apă a materiei solide groșiere, prin intermediul unei site dotate cu șnec, presarea și evacuarea lor într-un container amplasat adiacent instalației;
- reținerea și evacuarea nisipului într-un container adiacent instalației;
- reținerea și evacuarea grăsimilor într-un cămin, de unde acestea pot fi vidanțate periodic.

Optional, instalației compacte de degroșare i se poate atașa o instalație de spălare a nisipului în scopul refolosirii acestora sau al

depozitării lor în condiții mai igienice și economice. Apa rezultată de la spălarea nisipurilor, care are un conținut ridicat de substanțe organice, este reintrodusă în fluxul de epurare al apei uzate.

10.6.11. În cazul în care se prevede o singură instalație de deznisipare, este necesară prevederea unui by-pass pentru ocolirea acestuia în caz de revizii sau reparații.

10.6.12. Deznisipatoarele trebuie concepute pentru a face față la supraîncărcări cu nisip. Pompele, racloarele și sistemele de antrenare trebuie alese și concepute astfel încât să fie rezistente la acțiunea erozivă a nisipului, precum și la șocurile de încărcare cu nisip a apelor uzate. Pompele și în special rotorul acestora, trebuie confecționate dintr-un material rezistent, pentru a se evita erodarea lor de către nisip. Pentru evacuarea din apă a nisipului reținut, sunt recomandate pompe submersibile și air-lifturi. Air-liftul trebuie echipat cu o instalație care să permită și circulația inversă, în scopul desfundării conductei de aspirație a acestuia, în caz de înfundare.

10.6.13. Conductele de transport a aerului se vor dimensiona la viteze de 10-20 m/s pentru a se evita poluarea sonoră.

10.6.14. În cazul deznisipatoarelor cu insuflare de aer, precum și în cazul desnisipatoarelor-separatoare de grăsimi cu insuflare de aer, introducerea aerului în compartimentul de deznisipare se face asimetric, lângă unul din pereți, prin difuzoare diverse: țevi perforate, tuburi, domuri sau panouri cu membrană elastică perforată din elastomeri. Difuzoarele utilizate, trebuie să producă bule de aer de dimensiuni fine ($\varnothing = 1-3 \text{ mm}$) și medii ($\varnothing = 3-6 \text{ mm}$).

10.6.15. Debitul specific de aer necesar a fi introdus este de cca. 0,5-1,0 m³ aer/h și m³ de volum util de deznisipare.

În mod obișnuit, raportul dintre debitul de aer insuflat și debitul de calcul Q_c este:

$$\frac{Q_{aer}}{Q_c} = 0,10 \div 0,22$$

Timpul mediu de staționare a apei în bazin la debitul de calcul este $t_c = 2 \div 5$ minute.

10.7. Separatoare de grăsimi

10.7.1. Separatoarele de grăsimi au rolul de a reține din apele uzate substanțele plutitoare, cu densitatea mai mică decât a apei și de a le evacua în containere sau cămine amplasate adiacent separatorului.

10.7.2. Separatoarele de grăsimi se amplasează după deznisipatoare și înaintea decantoarelor primare sau înaintea treptei de epurare biologică dacă decantoarele primare nu sunt prevăzute în schema tehnologică.

10.7.3. Debitele de calcul și de verificare a separatoarelor de grăsimi sunt:

- debitul de calcul:

$$- Q_c = Q_{u. \text{zl.max}} \text{ în toate procedeele de canalizare;}$$

- debitul de verificare:

$$- Q_v = Q_{u. \text{orar.max}} \text{ în procedeul de canalizare separativ;}$$

$$- Q_v = 2 \cdot Q_{u. \text{orar.max}}, \text{ în procedeele de canalizare unitar și mixt.}$$

10.7.4. Instalațiile de separare a grăsimilor utilizează în procesul de reținere a substanțelor mai ușoare decât apa procedeul de flotație naturală sau de flotație artificială.

10.7.5. În procedeul de flotație naturală, picăturile de grăsime se separă datorită diferenței de densitate dintre apă și grăsime. Procedeul poate fi aplicat numai pentru grăsimile aflate în stare liberă (de peliculă, sau filtru), ori în stare de emulsie mecanică grosieră (*diametrul picăturilor de grăsime $\geq 80 - 100 \mu m$*).

10.7.6. În procedeul de flotație artificială picăturile de grăsime sunt separate din apă cu ajutorul bulelor fine de aer introduse în apă prin dispozitive speciale (difuzoare, tuburi, panouri din material ceramic poros sau cu membrană elastică perforată).

10.7.7. Grăsimile pot fi separate din apă și în deznisipatorul – separator de grăsimi cu insuflare de aer, această instalație dispunând de o zonă în care grăsimile separate prin fenomenul de flotație artificială sunt colectate și evacuate într-un container sau cămin amplasat lângă deznisipator.

În acest caz, încărcarea superficială a deznisipatorului se va considera egală cu o viteză de sedimentare în curent de cca. 3 ori mai mică decât cea aferentă deznisipatorului cu insuflare de aer și anume, $u_s = u = 6...7 \text{ mm/s}$.

10.7.8. Grăsimile dizolvate și cele aflate în stare de emulsie chimică, se pot separa din apă numai prin tratare chimică cu reactivi sau cu schimbători de ioni. Aceste situații sunt rar întâlnite în cazul stațiilor de epurare aferente micilor colectivități.

10.7.9. Separatoarele de grăsimi gravitaționale (cele care utilizează în procesul de separare flotația naturală) sunt utilizate cu precădere pentru apele uzate provenite din bucătării individuale, cantine, restaurante, mari magazine care dispun de încăperi speciale de prelucrare și tranșare a cărnii, stații de vânzare a carburanților, unități de service-auto etc.

10.7.10. Concepția separatorului de grăsimi trebuie să permită extragerea eficientă și în condiții de siguranță a materiilor solide, grăsimilor și uleiurilor separate.

Aceste separatoare trebuie prevăzute cu dispozitive de evacuare a stratului de grăsime sau de ulei format la suprafața lichidului, dar și cu mijloacele necesare pentru evacuarea materiilor solide grosiere mai grele cu apa, care se pot depune pe radierul separatoarelor. Se recomandă ca apa evacuată din separator o dată cu grăsimile și cu materiile solide mai grele ca apa, să fie eliminată prin diverse mijloace (sitare, presare etc.) înainte de a fi depozitate în recipientele sau containerele prevăzute special în acest scop.

Pentru grăsimile și substanțele grosiere evacuate din separatoare trebuie prevăzute containere separate de stocare cu o capacitate pentru 3-7 zile, care vor fi evacuate o dată sau de două ori pe săptămână în depozite controlate.

Dacă grăsimile sau uleiurile separate sunt valorificabile, ele se vor stoca în recipiente speciale și transportate periodic la unitatea de valorificare cea mai apropiată.

10.7.11. Este recomandabil ca separatoarele de grăsimi să fie prevăzute la locul de producere (cantine, restaurante, unități de fabricație a produselor alimentare, de service-auto etc.) după care apa uzată degresată poate fi evacuată în rețeaua publică de canalizare. Se micșorează în acest fel, substanțial, încărcarea cu grăsimi a obiectelor tehnologice din stația de epurare.

10.7.12. Grăsimile și uleiurile extrase din apele uzate trebuie să fie evacuate în condițiile respectării normelor de igienă și siguranță recomandate de Legea nr. 10 /1995 și de Norma europeană EN 12.255/2000.

10.7.13. Tipurile de separatoare recomandate pentru colectivități mici sunt:

- separatoare de grăsimi locale;
- separatoare de grăsimi cu pachete din plăci ondulate sau tuburi;
- deznisipator cuplat cu separator de grăsimi, cu insuflare de aer.

Parametrii de proiectare privind aceste tipuri de separatoare sunt indicați în NP 032 – Partea I: Treapta mecanică [63].

10.8. Decantoare primare

10.8.1. Decantoarele primare au rolul de a reține din apele uzate materiile solide în suspensie gravitațională decantabile. Substanțele reținute poartă denumirea de nămol primar.

10.8.2. Decantoarele primare se amplasează după treapta de degrosare și înainte de treapta de epurare biologică.

10.8.3. În anumite cazuri, justificate tehnic și economic, decantoarele primare pot lipsi din schema tehnologică a stației de epurare și anume [42]:

- când epurarea se realizează în instalații biologice compacte de capacitate mică, în soluția cu bazine de aerare;
- când eficiența decantării prin sedimentare gravimetrică $e_s < 40\%$;
- când apele uzate ce urmează a fi epurate au o proveniență exclusiv menajeră și debitul $Q_{u, zl. max} \leq 200$ l/s, iar epurarea biologică se realizează în soluția cu bazine de aerare.

10.8.4. Decantoarele primare nu pot lipsi din schemele tehnologice în care epurarea biologică se realizează cu filtre biologice percolatoare, sau filtre biologice cu discuri.

10.8.5. Proiectarea decantoarelor primare are în vedere obținerea unei eficiențe în reținerea materiilor solide în suspensie (e_s) și a materiilor organice biodegradabile exprimate prin CBO_5 (e_x) în limitele de mai jos:

$$e_s = 40 \dots 60 \, \%;$$

$$e_x = 20 \dots 30 \, \%.$$

10.8.6. Umiditatea nămolurilor primare provenite din decantarea apelor uzate menajere și orășenești este $w_p = 95 \dots 96 \, \%$.

10.8.7. Pentru stațiile de epurare de capacitate mică și foarte mică, este indicată utilizarea următoarelor tipuri de decantoare primare:

- decantoare cu etaj (tip Imhoff);
- decantoare verticale;
- decantoare tip Oxyrapid;

Numărul compartimentelor de decantoare va fi $n \geq 2$, fiecare putând funcționa independent. În cazul în care este necesar un singur compartiment, se va prevedea conductă sau canal de ocolire (by-pass).

10.8.8. Proiectarea decantoarelor primare pentru stațiile de epurare mici și foarte mici se va face în conformitate cu prevederile NP 032-1999 [63].

10.8.9. Principalii parametrii de proiectare ai decantoarelor primare sunt:

- debitul apelor uzate;
- viteza de sedimentare a particulelor (u);
- viteza de curgere a apei prin bazin (v);
- timpii de decantare la debitul de calcul (t_d^c) și la debitul de verificare (t_d^v).

10.8.10. Debitele de calcul și de verificare a decantoarelor primare, sunt:

$Q_c = Q_{u.zl.max}$ – în toate procedeele de canalizare;

$Q_v = 2 \cdot Q_{u.orar.max}$ – în procedeele de canalizare unitar și mixt;

$Q_v = 1 \cdot Q_{u.orar.max}$ – în procedeul de canalizare separativ.

10.8.11. Viteza de sedimentare a particulelor se alege din tabelul 10.3, funcție de concentrația în materii solide în suspensie (MSS) la intrarea în stația de epurare și de eficiența dorită în reținerea materiilor solide în suspensie (e_s).

Tabelul 10.3.

Eficiența reținerii MSS în decantor e_s (%)	Concentrația inițială a MSS (c_{uz})		
	$c_{uz} < 200$	$200 \leq c_{uz} < 300$	$c_{uz} \geq 300$
	Viteza de sedimentare u (m/h)		
0	1	2	3
40-45	2,3	2,7	3,0
46-50	1,8	2,3	2,6
51-55	1,2	1,5	1,9
56-60	0,7	1,0	1,5

10.8.12. La dimensionarea decantoarelor verticale încărcarea superficială $u_s = Q_c / A_0$ se admite egală cu viteza de sedimentare în curent u indicată în tabelul 10.3 pentru cazul considerat.

10.8.13. În cazul în care se propun decantoare orizontale longitudinale sau decantoare cu etaj, viteza maximă de curgere a apei prin secțiunea transversală utilă este de 10 mm/s în cazul tratării cu reactivi și 5 mm / s când nu se face tratare cu reactivi.

10.8.14. Timpii de decantare corespunzători debitului de calcul și de verificare se recomandă să fie [63]:

a) La debitul de calcul:

– minim 1,5 ore;

b) La debitul de verificare:

– 0,5 ore în cazul în care stația are numai treaptă de epurare mecanică sau când schema tehnologică cuprinde bazine cu nămol activat, iar procedeul de canalizare este unitar sau mixt;

– 1,0 oră în cazul procedeului de canalizare separativ;

– 1,0 oră în cazul în care decantoarele primare sunt urmate de filtre biologice, indiferent de procedeul canalizare.

10.8.15. Accesul și evacuarea apei din decantor trebuie realizat cât mai uniform, în scopul obținerii unei bune eficiențe de reținere a MSS decantabile.

10.8.16. Debitul specific deversat la evacuarea apei limpezite trebuie să fie inferior valorilor:

– $60 \text{ m}^3/\text{h}, \text{m}$, la debitul de calcul;

– $180 \text{ m}^3/\text{h}, \text{m}$, la debitul de verificare.

10.8.17. Alegerea tipului de decantor, a numărului de compartimente și a dimensiunilor acestora se face pe baza unor calcule tehnico-economice comparative, a cantității și calității apei uzate brute și a parametrilor de proiectare recomandați pentru fiecare caz în parte.

Proiectarea în detaliu a decantoarelor primare se face în conformitate cu NP 032 – Partea I: Treapta mecanică [63].

10.9. Pomparea apei epurate

10.9.1. Pomparea apei epurate este necesară în cazurile în care condițiile de relief ale amplasamentului și nivelurile apei din emisar impun acest lucru.

10.9.2. Având în vedere valorile mici ale debitelor care trebuie pompute, tipul stației de pompare recomandat este tot cu cameră umedă și cu pompe submersibile.

10.9.3. Prescripțiile și recomandările de proiectare sunt aceleași ca în cazul pompării influentului. (v. cap. 10.3).

10.9.4. Deoarece înălțimea de pompare și lungimea conductei de refulare a efluentului epurat sunt în mod obișnuit mai mari decât în cazul pompării influentului, este necesară verificarea conductei la lovitura de berbec.

10.10. Pomparea nămolului primar

10.10.1. În schemele de epurare care cuprind decantor primar, este necesară pomparea nămolului primar fie direct la fermentare, fie în bazinul de amestec cu nămolul biologic provenit din decantorul secundar.

10.10.2. Pompele utilizate sunt cu preponderență tot cele submersibile astfel încât stația de pompare poate fi tot cu cameră umedă, deci fără suprastructură.

10.10.3. În cazul utilizării altor tipuri de pompe (cu ax orizontal, pompe cu șurub etc.) este necesară o clădire care să adăpostească agregatele de pompare și tabloul electric de distribuție, un bazin de aspirație și eventual, dacă este necesară, instalația de amorsare (de evitat).

Poziționarea pe verticală a pompelor de mai sus va fi astfel, încât ele să fie permanent înecate, pentru a se evita instalația de amorsare.

10.10.4. În general, prescripțiile de proiectare pentru stațiile de pompare a nămolului sunt aceleași ca pentru apele uzate, cu excepția acelor care se referă strict la apele uzate.

10.10.5. Stațiile de pompare pentru nămolul primar se amplasează în apropierea decantoarelor primare, urmărindu-se ca lungimea conductei de transport a nămolului la stația de pompare să aibă o lungime cât mai mică (în scopul micșorării pierderilor de sarcină aferente).

10.10.6. Atunci când este posibil și avantajos, pompele pentru nămolul primar pot fi amplasate în aceeași construcție cu pompele pentru ape uzate, având însă, bazine de aspirație independente.

10.10.7. Pompele pentru nămolul primar pot fi, de asemenea, amplasate în aceeași construcție cu nămolul activat de recirculare și în exces, bazinele de aspirație fiind însă independente.

10.10.8. Alegerea pompelor se face pe baza aceluiași criterii ca și pentru apele uzate, avându-se în vedere:

- debitul ce trebuie pompat;
- înălțimea de pompare necesară;
- caracteristicile nămolului (umiditate, vâscozitate, conținutul de materii solide în suspensie și dimensiunile acestora etc.);
- curbele caracteristice ale pompelor propuse;
- ritmul de pompare (continuu sau intermitent);
- caracteristica conductei de refulare;
- puterea consumată, randamentul la punctul de funcționare, fiabilitatea, simplitatea în exploatare și întreținere, piesele de schimb necesare etc.

10.10.9. Volumul util al bazinului de aspirație se determină în funcție de volumul de nămol care trebuie pompat, de debitul nominal al pompelor, de modul de pompare (continuu sau intermitent), de durata pomparei etc.

10.10.10. În scopul evitării adâncimilor mari de fundare pentru construcția stației de pompare, înălțimea volumului util a bazinului de aspirație se va încadra în domeniul $h_u = 0,50 \dots 1,50$ m.

10.10.11. Se recomandă automatizarea funcționării stației de pompare, fie funcție de nivelul nămolului în bazinul de aspirație, fie funcție de relee de timp.

10.10.12. Pentru măsurarea și contorizarea debitelor de nămol pompate, este necesară prevederea unui debitmetru electromagnetic sau cu ultrasunete și traductoarele aferente citirii locale a valorii debitelor sau transmiterii acestora la dispecer.

10.10.13. Conductele de transport a nămolului vor fi rezistente la acțiunea agresivă a nămolului. Se recomandă utilizarea conductelor din oțel protejat, PVC, polietilenă.

10.10.14. Diametrul nominal minim al conductelor care transportă nămol va fi:

- Dn 200 mm → pentru curgere gravitațională și pentru conductele de aspirație;
- Dn 100 mm – pentru conductele de refulare.

10.10.15. Viteza minimă de curgere a nămolului cu umiditatea $w = 95-96$ % prin conducte va fi de 1 m/s. Se va acorda o atenție cu totul specială ventilării spațiilor din cuvele sau clădirile care adăpostesc pompe pentru nămol, având în vedere pericolul deosebit

prezentat de gazele nocive care se produc la intrarea în fermentare anaerobă acidă a nămolului. Acest lucru se datorează stagnării nămolului în spații închise (în bazinul de aspirație, în conducte etc.) pe durate care depășesc 6-8 ore.

10.10.16. Pentru ventilarea spațiilor care prezintă pericol de acumulare de gaze nocive și în multe cazuri explozibile, se vor prevedea exhaustoare fixe (permanente) sau mobile utilizate pentru evacuarea aerului viciat și introducerea de aer proaspăt (numai pe durata intervenției).

În scopul detectării gazelor cu grad mare de pericolozitate se vor prevedea mijloace și dispozitive de analiză a gazelor portabile, sau instalate permanent.

10.10.17. Atât în timpul execuției cât și al exploatarei stațiilor de pompare a nămolurilor, se vor lua toate măsurile de protecția și securitatea muncii impuse de legislația în vigoare pentru acest tip de lucrări.

10.11. Fose septice

10.11.1. Fosele septice sunt bazine subterane închise, folosite pentru epurarea mecanică a apei uzate menajere (separarea grăsimilor și decantarea) provenite de la un număr mic de gospodării, având până la 100 locuitori.

10.11.2. Fosele septice pot fi prefabricate sau turnate pe loc, din materiale diverse precum: beton armat, poliester armat cu fibră de sticlă, oțel, polietilenă.

10.11.3. Fosa septică prefabricată este o unitate monobloc confecționată în uzină, prevăzută cu racordurile de intrare și ieșire,

care la ieșirea din fabrică este un produs finit, controlat și pregătit pentru montaj. Capacitatea nominală minimă de fabricație este de 2 m³ (2000 l).

10.11.4. Fosele septice prefabricate se pot aplica pentru epurarea apelor uzate menajere care provin de la mici colectivități cu un număr sub 50 EL.

10.11.5. Racordurile de intrare și ieșire trebuie să aibă Dn 100 pentru capacități $\leq 6 \text{ m}^3$ și Dn 150 pentru capacități $> 6 \text{ m}^3$. Acestea trebuie pozate astfel încât să se evite supra-încărcarea sau curgerea inversă (remuu) în cazul funcționării la debitul maxim.

10.11.6. La alegerea unei fose septice prefabricate, se vor lua în considerare următoarele criterii:

- încărcarea hidraulică și organică să fie corespunzătoare populației deservite;
- dimensiunile minimale să fie asigurate, inclusiv capacitatea de stocare a nămolului;
- încărcările provenite de la alte surse de ape uzate menajere, precum hoteluri, restaurante și agenți comerciali, se consideră capacități suplimentare care se adaugă la capacitatea necesară pentru populație.

10.11.7. Fosele septice pot fi utilizate în cazul unor mici localități, colectivități sau reședințe izolate, situate la distanțe mari față de localitatea cea mai apropiată care are sistem de canalizare centralizat.

În conformitate cu prevederile Directivei 1999/31/CEE, o *localitate izolată* se definește ca fiind:

- o așezare cu un număr total de maximum 500 locuitori sau cu maximum 5 locuitori / km²;
- o așezare aflată la o distanță de cel puțin 50 km față de cea mai apropiată localitate cu minimum 250 locuitori/km²;

– o așezare cu acces dificil până la cea mai apropiată aglomerare urbană, determinat de condiții meteorologice aspre pe o perioadă semnificativă din cursul unui an.

10.11.8. Efluentul foselor septice este evacuat periodic sau continuu, având în continuare, următoarele opțiuni:

- infiltrare în sol (puțuri absorbante, tranșee drenante, filtre de nisip), continuu, în cazul în care nu există pericol de contaminare a apelor subterane;

- vidanjare periodică, transport și evacuarea în instalația de primire și de preepurare a materialului septic existentă în stația de epurare cea mai apropiată;

- epurare biologică artificială în obiecte tehnologice separate situate imediat după fosa septică (filtru biologic, bazin de aerare ș.a.), sau amplasate chiar în interiorul fosei.

10.11.9. Fosele septice sunt de mai multe tipuri, după alcătuirea constructivă:

- cu un singur compartiment echipat cu grătar (nerecomandabil);

- cu două sau trei compartimente de formă dreptunghiulară sau circulară;

- cu 4 compartimente în cazul unor restituții mai importante.

De asemenea, fosele septice mai pot fi clasificate după poziția de amplasare în schema tehnologică din care fac parte, și anume:

- element unic cu rol de colectare a materiilor fecale (nerecomandabil);

- element intermediar (asigură efluent epurat mecanic).

10.11.10. Capacitatea minimă recomandată a unei fose septice realizată pe amplasament, deci neuzinată, este de 3000 l (un compartiment).

10.11.11. Restituția specifică de calcul recomandată este cuprinsă în domeniul 75...200 l/om,zi, funcție de nivelul de dezvoltare al reședinței/colectivității.

10.11.12. Încărcările specifice principale ale efluentului foselor septice recomandate pentru calcul, atunci când nu sunt disponibile date privind concentrațiile de poluanți din efluentul respectiv, sunt:

- pentru CBO_5 : 4,5...13,6 g/om,zi
- pentru MTS: 9,0...45,4 g/om,zi (materii totale în suspensie).

10.11.13. În lipsa valorii indicatorilor de calitate pentru influentul și efluentul fosei septice, eficiența de epurare a acestora se poate considera:

- | | |
|----------------------------|-----------|
| – pentru CBO_5 : | 30...40 % |
| – pentru MTS: | 60...70 % |
| – pentru azot total: | 15...25 % |
| – pentru fosfor total: | 0 % |
| – pentru coliformi fecali: | 99 %. |

Conținutul foselor septice izolate (neracordate la o rețea publică de canalizare, sau în situația absenței unui emisar convenabil tehnic și economic), se recomandă a fi vidanjat și transportat la cea mai apropiată stație de epurare care dispune de instalații de primire și preepurare a materialului septic. După această preepurare prealabilă a materialului septic, lichidul rezultat poate fi introdus în linia apei din stația de epurare, după deznisipator.

10.11.14. Timpul de staționare recomandat pentru dimensionarea fosei septice este de 3-4 zile în cazul când aceasta reprezintă un obiect intermediar în schema de epurare.

10.11.15. Adâncimea optimă recomandată a apei în fosele septice este de 1,5 m.

10.11.16. Evacuarea materialului septic (vidanizarea) este recomandată pentru o întreținere optimă la 6 sau 12 luni (odată sau de 2 ori pe an). Nămolul depus se stabilizează anaerob după cca. 3 luni.

Notă: Prin material septic se înțelege amestecul de apă uzată, nămol fermentat și materii flotante ce se găsesc la un moment dat în fosa septică.

10.11.17. Umiditatea nămolului proaspăt evacuat din fosele septice este $w_n = 95 \%$, iar umiditatea nămolului fermentat anaerob este de $w_f = 90 \%$.

10.11.18. Dimensionarea foselor septice:

- Durata de staționare: $T_s = 3...4$ zile
- Volumul specific: $V_s = 225...600$ l/om
- Volumul minim: $V_{\min} = 2000$ l
(primul compartiment)
- Înălțimea de siguranță: $h_s = 50$ cm
(distanța dintre nivelul apei și capacul fosei)
- Adâncimea apei în fosă: $h = 1,2...2,5$ m (optim 1,5 m)
- Înălțimea stratului de apă limpezită: $h_a = 0,5...0,7$ m
(poate ajunge și 1,0 m)
- Numărul de evacuări: $n = 1...2$ ori/an
- Umiditatea nămolului proaspăt: $w_n = 95 \%$
- Umiditatea nămolului fermentat: $w_f = 90 \%$
- Cantitatea de substanță uscată din nămolul depus: $p = 0,100$ kg. s.u./om, zi
- Numărul de locuitori deserviți: $N = 5...100$ persoane

- Greutatea specifică a nămolului: $\gamma_n = 1200 \text{ kg/m}^3$.
- Volumul zilnic de depuneri: $V_{d,zi} = \frac{p \cdot N}{\gamma_n} \cdot \frac{100}{100 - w_f} \text{ (m}^3\text{/zi)}$
- Volumul de depuneri ce trebuie asigurat între 2 evacuări, efectuate la un interval $T_{ev} = 183...365 \text{ zile, este:}$

$$V_d = T_{ev} \cdot V_{d,zi} \text{ (m}^3\text{)}$$

Pentru fosele cu 2 și 3 compartimente se recomandă următoarele:

- primul compartiment (camera de fermentare):
 $V_1 = \text{min. } 2000 \text{ l,}$
 $T_1 = \text{max. } 2 \text{ zile.}$
 $(V_1 = 67 \% \text{ pentru fose cu 2 compartimente și } V_1 = 34 \% \text{ pentru fose cu 3 compartimente).}$
- al doilea compartiment: $V_2 = 1/3 V, T_2 = 1 \text{ zi.}$
- al treilea compartiment: $V_3 = 1/3 V, T_3 = 1 \text{ zi.}$

10.11.19. Reducerea volumului depunerilor prin fermentare anaerobă în fosele septice este de cca. 25-30 %.

10.11.20. Cantitatea de depuneri proaspete care se formează în camera de fermentare (primul compartiment) se consideră $a = 70 \text{ g/om, zi}$ la o umiditate de 95 %.

10.11.21. Viteza maximă de traversare a fosei septice se recomandă 0,05 m/s.

10.11.22. Distanța de protecție recomandată dintre fosa septică și cea mai apropiată clădire este de minim 3 m.

10.11.23. Fosele septice trebuie prevăzute cu guri de aerisire (ventilație) în scopul evitării acumulării gazelor de fermentație.

10.11.24. Fosele septice trebuie prevăzute cu capace bine închise pentru gurile de vizitare (2-3 buc.), astfel încât să se împiedice accesul neautorizat și să se asigure siguranța în funcționare.

10.11.25. Fosele septice trebuie prevăzute ca bazine etanșe și pozate subteran în teren solid și uscat (cu apă subterană situată la min. 0,5 m sub cota radierului foselor septice). Este recomandabil ca fosa septică să fie protejată la exterior de un strat de argilă compactată.

Cap. 11. – DIMENSIONAREA TEHNOLOGICĂ A CONSTRUCȚIILOR ȘI INSTALAȚIILOR DE EPURARE SECUNDARĂ (BIOLOGICĂ) A APELOR UZATE

11.1. Instalații de epurare biologică naturală

11.1.1. Treapta de epurare primară (mecanică) reține din apele uzate materiile solide în suspensie grosiere și decantabile (în schemele tehnologice cu decantor primar).

11.1.2. În schemele fără decantor primar, materiile decantabile pătrund în treapta de epurare secundară odată cu materiile coloidale și dizolvate care nu pot fi reținute în treapta primară. Pentru acest motiv, *schemele de epurare biologică care prevăd filtre de orice tip sau infiltrarea în sol a apelor epurate, vor cuprinde obligatoriu decantor primar.*

11.1.3. Epurarea biologică naturală a apelor uzate provenite de la mici colectivități, se bazează pe fenomenele naturale de autoepurare a solurilor și apelor de suprafață. Cum desfășurarea acestor fenomene este lentă iar încărcările hidraulice (m^3 apă uzată/ m^2 de sol, zi) sau volumetrice ($\text{kg CBO}_5/\text{m}^3$ sau m^2 , zi) sunt destul de reduse, instalațiile de epurare biologică naturală necesită suprafețe importante de teren.

11.1.4. *Instalațiile de epurare biologică naturală, care utilizează fenomenul de autoepurare a solurilor*, recomandate pentru epurarea apelor uzate provenite de la mici colectivități, sunt:

- *Irigarea unor terenuri agricole:* Soluția este puțin utilizată, deoarece cantitățile de apă uzată sunt mici și costul lucrărilor de transport, de distribuție a apei pe parcele și de procurare a echipamentelor necesare, fac soluția neeconomică.

În plus, este necesară cuplarea cu o instalație de epurare suplimentară cum ar fi câmpurile de infiltrare, care să epureze apele uzate în perioadele de vegetație, sau iarna, când irigarea nu este necesară.

Pe de altă parte, nu pot fi irigate decât terenurile cultivate cu plante care nu se consumă crude, sau anumite zone silvice unde trebuie refăcută vegetația.

- *Infiltrarea apelor uzate epurate mecanic în soluri permeabile*, dacă prin aceasta nu se produce poluarea stratului de apă subterană din zonă.

11.1.5. *Instalațiile de epurare biologică naturală care utilizează fenomenul de autoepurare a apelor de suprafață* constau din depresiuni naturale care se umplu cu apă uzată epurată mecanic, constituind așa numitele *lagune naturale sau iazuri biologice*.

11.1.6. Pentru epurarea apelor uzate menajere provenind de la *locuințe sau grupuri de locuințe individuale*, se pot adopta următoarele soluții:

- Evacuarea apelor uzate, prin intermediul unui canal și cămin de racord la canalizarea publică, dacă această rețea există și costul racordării este acceptabil din punct de vedere financiar;
- Realizarea unei fose septice și vidanșarea periodică a acesteia;
- Evacuarea apelor uzate gravitațional sau prin pompare, la cea mai apropiată instalație de epurare, cu acceptul proprietarului acestei instalații;
- Prevederea unei fose septice urmată de infiltrarea apelor evacuate din fosa septică în subteran, dacă nu există pericolul poluării apelor subterane din zonă și dacă se obține acordul instituțiilor de gospodărirea apelor, de protecția mediului abilitate și a inspectoratului sanitar;
- Realizarea unei mini-stații de epurare mecano-biologică urmată de infiltrarea efluentului epurat în subteran (sol), dacă se obține acordul instituțiilor de gospodărirea apelor și de protecția mediului abilitate;
- Realizarea unei mini-stații de epurare mecano-biologică și evacuarea efluentului în emisarul cel mai apropiat, dacă acesta există, apa evacuată respectând din punct de vedere calitativ indicatorii impuși de NTPA 011 și NTPA 001.

11.1.7. La proiectarea construcțiilor și instalațiilor de epurare biologică *naturală* aferente micilor colectivități, se vor respecta recomandările și prescripțiile care pot fi asimilate pentru instalațiile de epurare aferente acestor mici colectivități, cuprinse în Normativul NP 032, Partea II: Treapta biologică [100] și se vor obține toate avizele necesare promovării investiției respective.

11.1.8. Procedeele de epurare biologică naturală recomandate în acest normativ sunt: irigarea cu ape uzate, infiltrarea în sol, lagunarea naturală și sistemele cu plante acvatice (culturi pe suporturi fixe).

11.1.9. Schemele tehnologice care utilizează procedee de epurare biologică naturală în treapta secundară, sunt eficiente în special pentru epurarea apelor uzate provenite de la comunități cu mai puțin de 2000 echivalenți locuitori (EL).

11.1.10. Datorită eficienței ridicate pe care o asigură, de până la $95 \div 99 \%$, epurarea biologică naturală este recomandată ca treaptă de epurare de finisare (avansată sau terțiară) acolo unde emisarul impune evacuarea unei ape curate, sau atunci când apa epurată este refolosită pentru stropit spațiile verzi, spălat platforme și străzi, precum și în alte cazuri în care această metodă se dovedește avantajoasă din punct de vedere tehnico-economic.

11.1.11. Construcțiile și instalațiile de epurare biologică sunt precedate obligatoriu de o treaptă de degrosare.

11.1.12. Instalații de irigare cu ape uzate

11.1.12.1. Câmpurile de irigare sunt suprafețe de teren folosite pentru epurare și irigare în scopuri agricole. De obicei câmpurile de irigare sunt asociate cu câmpurile de infiltrare, ultimele fiind folosite în special în perioadele cu ploi abundente, când nu este nevoie de apă pentru culturi, în perioadele de strânsul recoltei, în perioadele de îngheț etc.

11.1.12.2. Se recomandă folosirea câmpurilor de irigare în următoarele situații:

- existența unor zone cu precipitații slabe, sub 600 mm/an;
- ape uzate provenite de la localități ce nu depășesc 2.000 locuitori;
- ape uzate cu un conținut de substanțe fertile (azot, fosfor, potasiu) cel puțin egal cu valorile indicate în tabelul 11.1.

*Conținutul în substanțe fertilizante a apelor uzate
și nămolurilor*

Felul apei	Cantitate specifică (g/om,zi)			
	Azot (N)	Fosfat (P ₂ O ₅)	Potasiu (K ₂ O)	Materii organice
Ape uzate brute	12,8	5,3	7,0	55,0
Ape uzate epurate biologic	10,0	2,8	6,7	19,0
Nămoluri fermentate	1,3	0,7	0,2	20,0

11.1.12.3. Pentru preîntâmpinarea colmatării sistemelor de transport și a terenurilor irigate, concentrația de materii în suspensie trebuie să fie minimă; în acest scop se vor utiliza numai ape epurate mecanic. Timpul de decantare primară se recomandă a fi cuprins între 1,5 și 2,0 h.

11.1.12.4. Răspândirea apelor uzate epurate mecanic pe câmpurile de irigare se poate utiliza numai dacă solul este pretabil. Această caracteristică a solului va depinde de: panta terenului, textura solului, permeabilitatea solului, nivelul apelor freatice, intensitatea salinizării etc.

Pentru cunoașterea evoluției calității solului în perioada utilizării apelor uzate ca ape de irigații, este necesară urmărirea în timp a caracteristicilor fizico-chimice ale solului.

11.1.12.5. La proiectarea câmpurilor de irigare sunt necesare studii pedologice preliminare care să stabilească:

- pretabilitatea terenului agricol la împrăștierea apelor uzate în câmp;
- eventualul pericol pe care îl reprezintă apele uzate utilizate pentru irigare (colmatare, sărăturare, alcalinizare, intoxicare, infectare a solului etc.);

- stabilirea culturilor pretabile și a asolamentelor;
- stabilirea nivelului pânzei freatice și a capacității de epurare a solului;
- estimarea necesarului de teren;
- alegerea variantei optime.

11.1.12.6. În perioadele ploioase apele uzate vor fi trimise pe câmpurile de infiltrare sau reținute în bazine de stocare. În cazul în care emisarul nu poate să suporte încărcări suplimentare, chiar și pentru perioadele mici din timpul ploilor se va construi o stație de epurare artificială, mecanică sau biologică care să funcționeze temporar sau permanent. Irigarea cu apele uzate epurate în această stație se va realiza numai în perioadele secetoase.

11.1.12.7. În timpul iernii, pentru epurarea apelor uzate folosind procedeul cu câmpuri de irigare, se recomandă inundarea câmpurilor și înghețarea apei pe suprafața parcelelor, apă care se va infiltra lent în sol în zilele călduroase de primăvară.

11.1.12.8. Metodologia de dimensionare a câmpurilor de irigare și instalațiilor aferente acestora este prezentată detaliat în normativul NP 032, Partea a II-a: Treapta biologică [100].

11.1.13. Instalații de infiltrare în sol a apelor uzate

11.1.13.1. Soluția este aplicabilă atunci când apa uzată provenită de la mici colectivități este epurată mecano-biologic dar nu există emisar în apropiere. Această situație este cunoscută în general sub denumirea de *procedeu de canalizare autonomă sau individuală*.

Aceste soluții se pot aplica în condițiile unor mici colectivități și ferme din mediul rural unde există terenuri disponibile în apropiere în

care, în absența unor emisari, să se poată infiltra apa epurată fără să dăuneze sănătății oamenilor și mediului înconjurător.

Soluții de acest gen se aplică frecvent în țări ca Franța, Germania, Polonia, Ungaria, Canada etc.

Cele mai utilizate procedee de canalizare autonomă (individuală) constau din următoarele obiecte tehnologice:

- Canalul de evacuare a apei uzate din clădire;
- Fosa septică alcătuită din două sau trei compartimente;
- Bazin pentru epurarea biologică (aerare prelungită sau sisteme mixte care utilizează procedee de epurare atât cu peliculă fixată cât și cu biomasă în suspensie – v. sistemul Stählermatic);
- Cămin de distribuție a apei epurate mecano-biologic în instalația de infiltrare în subteran;
- Instalația de infiltrare în subteran a apei epurate.

În fig. nr. 11.1 se prezintă o soluție de rezolvare a unei canalizări individuale cuprinzând fosă septică cu filtru incorporat și instalație de răspândire în subteran a apelor uzate epurate. Se aplică cu precădere când stratul subteran este permeabil și apa subterană este la adâncime mai mare de 1,5...2,0 m, iar în apropiere și în aval nu există puțuri pentru alimentare cu apă [32].

În fig. nr. 11.2 este prezentată schema de principiu a canalizării individuale cu indicarea principalelor obiecte tehnologice care o compun.

Instalația de infiltrare în subteran prezentată în fig. nr. 11.1 și 11.2 este realizată cu *tranșee drenante*. Dacă întreaga zonă de infiltrare se realizează ca o săpătură unică umplută cu nisip și pietriș (v. fig. nr. 11.3), atunci instalația poartă numele de **pat filtrant**.

În fig. nr. 11.4 este indicată soluția cu răspândirea apei epurate printr-o instalație de filtrare subterană. După filtrare, apa este colectată printr-un sistem de drenaj și dirijată în valea cea mai apropiată sau la suprafața terenului prin intermediul unei conducte de evacuare. Se aplică în cazurile în care stratul subteran este impermeabil sau greu permeabil.

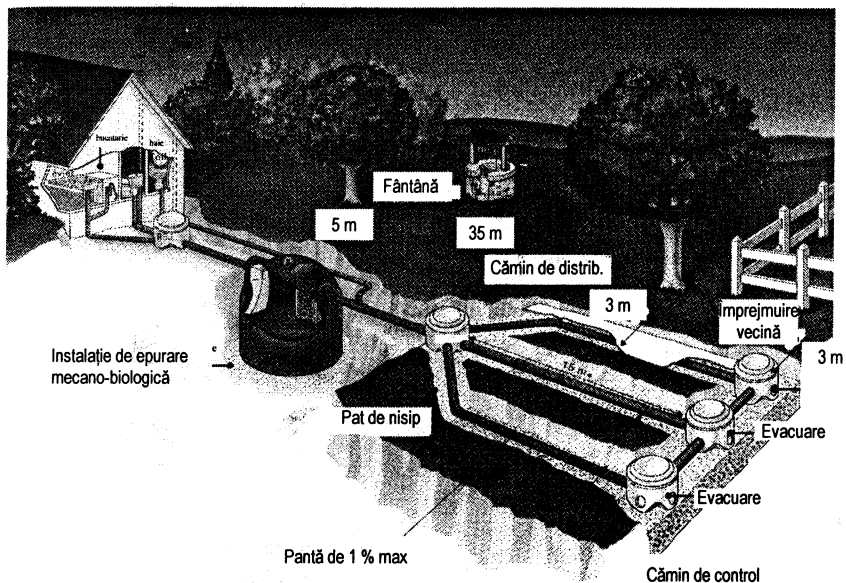


Fig. 11.1 – Vedere de ansamblu a unei canalizări autonome [132]

În fig. nr. 11.5, se prezintă secțiunea transversală prin zona drenantă, cu indicarea stratificației recomandate și poziționarea foliei de protecție din plastic, precum și a conductelor perforate de răspândire a apei epurate mecano-biologic în sol, respectiv de drenare a efluentului final.

Folia de plastic protejează zona de infiltrare de surplusul de apă și impurități datorat precipitațiilor care se infiltrează în sol.

Sistemul de conducte și drenuri este ventilat cu ajutorul unor tuburi verticale care fac legătura dintre dren și atmosferă.

Modul în care instalația de infiltrare în subteran contribuie la îmbunătățirea calității efluentului final, poate fi considerat fără îndoială ca o treaptă de epurare terțiară (avansată).

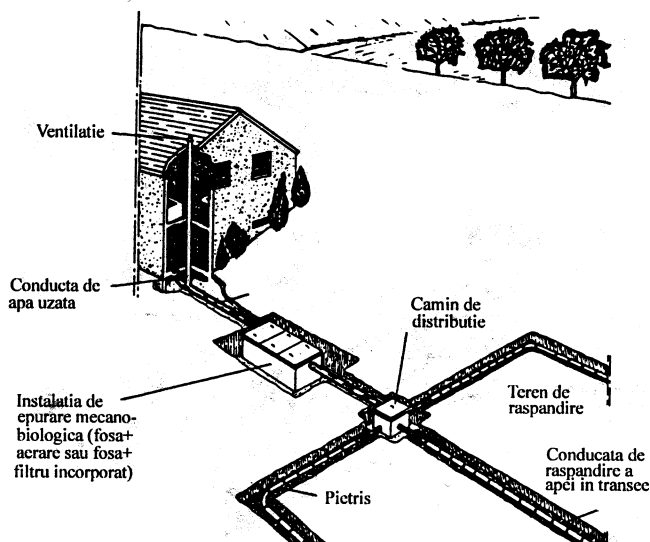


Fig. nr. 11. 2 – Schema de principiu
a unei canalizări autonome [132]

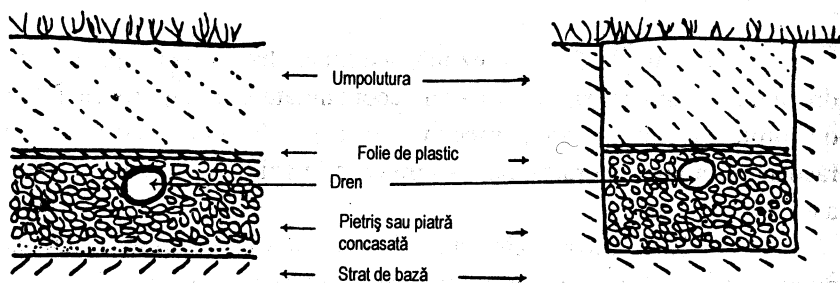


Fig. 11.3 – Alcătuirea stratificației patului și tranșeei drenante

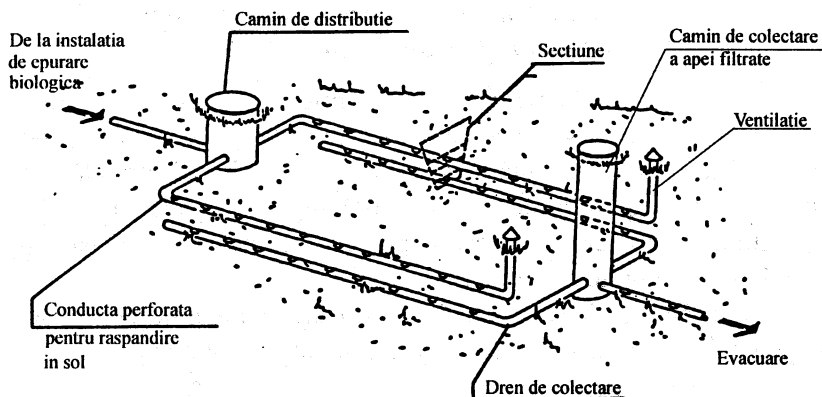


Fig. 11.4 – Instalație de răspândire a apei epurate mecano-biologic în subteran
– Filtru de nisip drenat pentru o canalizare autonomă

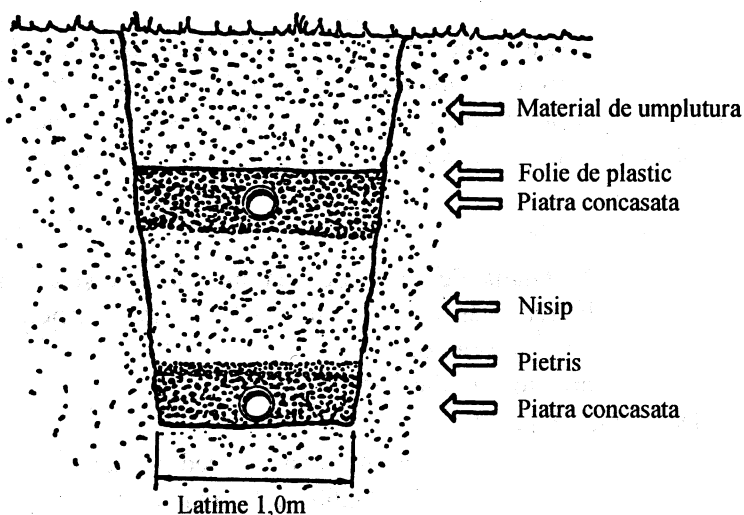


Fig. 11.5 – Secțiune transversală prin zona drenantă

Concepția și dimensionarea instalațiilor de infiltrare în sol condiționează buna funcționare și eficiența a acestor instalații.

11.1.13.2. *Considerații teoretice privind alegerea procedeeelor de canalizare individuală*

Pentru micile colectivități și ferme agrozootehnice care au alimentare cu apă, schema cea mai utilizată de epurare a apelor impurificate este alcătuită din fosă septică simplă urmată de o instalație de epurare biologică, sau fosă septică combinată cu aerare sau filtrare biologică, după care se prevede o instalație de răspândire a apelor astfel epurate în subteran.

Răspândirea în subteran a apelor uzate epurate mecano-biologic se poate face prin mai multe tipuri de instalații și anume:

- Tranșee drenante;
- Paturi filtrante;
- Filtre din nisip drenate, amplasate în sol sau suprateran;
- Puțuri absorbante.

Tipul de instalație de infiltrare este dictat de *natura solului, de adâncimea la care este situat stratul de apă subterană, de gradul de protecție impus pentru împiedecarea poluării apei subterane și de distanța de amplasare a captărilor de apă subterană față de zona de infiltrare.*

11.1.13.3. Instalația de infiltrare cea mai simplă și cea mai ieftină este infiltrarea (răspândirea) în sol la mică adâncime a efluentului epurat mecano-biologic.

Dimensionarea instalațiilor este funcție de:

- Debitul de apă uzată;
- Timpul de retenție necesar pentru o sedimentare eficientă (reținerea a cel puțin 50 %...60 % din materiile în suspensie din apele uzate brute, reținere care are loc în fosa septică);
- Cantitatea specifică de nămol ce se acumulează în fosa septică între două vidanjări;
- Frecvența de vidanjare a nămolului.

Debitul de apă uzată este funcție de consumul de apă potabilă. În scopul reducerii investiției în lucrările de epurare, rezultă o primă recomandare și anume, micșorarea debitului de apă potabilă consumat.

Timpul de retenție necesar reținerii eficiente a materiilor în suspensie în fosa septică este de cca. 1...3 zile.

Cantitatea specifică de nămol ce se acumulează în fosa septică între două vidanjări se poate considera de 30 litri nămol/loc. și an în Europa de Sud și 70 litri nămol/loc. și an în Europa de Nord. Cifrele indicate mai poartă denumirea de rată de acumulare a nămolului [132].

Pe baza ratei de acumulare a nămolului și a costului operației de vidanjare, se poate determina o frecvență optimă de vidanjare care să conducă la un cost minim al fosei septice. Această frecvență poate varia, de la caz la caz, între o vidanjare pe an până la o vidanjare la patru ani. În general se recomandă între una și două vidanjări pe an.

11.1.13.4. Procedul de răspândire în sol constă în infiltrarea apelor uzate epurate mecano-biologic în subteran prin intermediul unor conducte perforate (drenuri) amplasate într-un masiv filtrant alcătuit din nisip și piatră spartă (sau pietriș).

Infiltrarea în subteran este avantajoasă când solul prezintă bune calități de infiltrare și de epurare. Solul trebuie să fie suficient de permeabil pentru a evita riscul colmatării, al stagnării și al migrării apelor uzate spre suprafață. Solul trebuie să fie apt pentru a putea epura eficient apele uzate. Ultima restricție este legată direct de protecția eventualelor straturi de apă subterană situate sub zona de infiltrare.

Permeabilitatea este apreciată pe baza testelor de percolare cu apă curată, metodă ce permite:

- aprecierea aptitudinilor de infiltrare a solurilor;
- posibilitatea aprecierii unei încărcări hidraulice sau de suprafață admisibile, raportată la locuitor, parametru care permite dimensionarea instalației.

Această determinare a permeabilității cu apă curată, poate fi discutabilă, deoarece ea înlocuiește condițiile reale de infiltrare care au

loc cu apă uzată, fapt ce poate conduce la colmatarea stratului subteran.

Măsurarea permeabilității trebuie să fie asociată întotdeauna cu observații asupra profilului pedologic prin care să se indice:

– grosimea solului;

natura subsolului apropiat (roci impermeabile, roci fisurate etc.);

– prezența unui strat de apă permanent sau temporar; observarea acestei situații (prezența „petelor de rugină” sau „mottling”) este esențială atunci când măsurătorile sunt efectuate într-o perioadă de secetă, când nivelul apei subterane este scăzut [132].

Aceste observații constituie un minimum pentru studiul posibilităților (capacității) solului de a epura apele uzate, atunci când mijloacele disponibile nu permit realizarea testelor de permeabilitate.

Pe de altă parte, măsurarea permeabilității solului nu ia în considerare decât aspectul hidraulic al infiltrației apelor curate și nu capacitatea de epurare a solului. Pentru aprecierea acestei capacități este necesar a se lua în considerare grosimea solului, granulometria lui, eventuala prezență a fisurilor care generează o circulație subterană rapidă a apei, precum și restricțiile legate de protejarea straturilor de apă subterană.

Cum determinarea permeabilității se face rareori pentru o canalizare individuală, determinarea capabilității solului de a epura apele uzate trebuie făcută măcar pe baza observațiilor pedologice.

11.1.13.5. Soluțiile de infiltrație în sol a apelor uzate epurate mecano-biologic pentru mici colectivități, permit formularea următoarelor recomandări:

- *Tranșeele drenante* sunt convenabile într-un teren puțin permeabil și dificil de lucrat. Ele asigură un oarecare stocaj al efluentului epurat mecano-biologic, iar pereții tranșeei favorizează infiltrarea.

- *Paturile filtrante și filtrele de nisip drenate* sunt utilizate când solul este prea impermeabil sau când se găsește în prezența unui strat de apă subterană (care trebuie protejat) apropiat de suprafață (la 0,5...1,0 m). Nisipul utilizat are granulele cu diametrul de 0,35...0,70 mm.

- *Paturile filtrante și filtrele de nisip nedrenate* sunt utilizate când grosimea solului este mică, solul este permeabil sau stratul de bază este fisurat și când relieful terenului nu prezintă dificultăți topografice (nu este accidentat).

- *Puțurile absorbante* convin atunci când stratul permeabil are grosime mare, iar apa subterană are nivelul hidrostatic coborât.

- *Procedee alternative de infiltrare subterană* sunt soluții mai costisitoare decât cele prezentate mai sus, dar ele conduc la eficiențe de epurare mult mai ridicate. Ele constau din bazine gemene în care este admisă apa epurată mecano-biologic, bazine din care apa se infiltrează alternativ în sol (când un bazin se umple, celălalt se golește în sol). În acest fel, există posibilitatea oxigenării solului, fapt care permite intensificarea proceselor aerobe de autoepurare și deci creșterea capacității de epurare a acestuia. Acest procedeu se aplică atunci când există un strat subteran aflat la mică adâncime de suprafața terenului care trebuie protejat și când grosimea solului este mică.

- Soluțiile pot fi aplicate pentru colectivități de până la 1000 locuitori prin utilizarea mai multor module de epurare.

- Instalațiile de epurare analizate sunt ieftine și au un cost de exploatare redus.

- Întreținerea acestor instalații este simplă.

- Pentru o bună funcționare a instalațiilor, vidanizarea nămolului din fosa septică trebuie făcută la timp, spre a se evita colmatarea sistemului de drenaj.

- Calitatea efluentului final nu poate fi controlată decât la filtrele de nisip drenate, deoarece pot fi prelevate probe de apă din căminul de colectare a apei drenate.

- Sistemele de infiltrare în sol asigură o epurare suficientă din punct de vedere fizic, chimic și bacteriologic. Ele trebuie amplasate la anumite distanțe față de puțuri, fântâni sau foraje de captare a apei de alimentare, distanțe care sunt indicate orientativ în fig. nr. 11.1 dar nu vor putea fi definitive decât prin studii și cercetări pe teren.

- Perimetrul de protecție sanitară va fi determinat în funcție de caracteristicile hidrogeologice ale amplasamentului și de adâncimea la care se află situată apa subterană în construcția de captare.

11.1.13.6. Având în vedere avantajele prezentate în ceea ce privește micșorarea valorii de investiție, a cheltuielilor de exploatare, a simplității întreținerii și a eficienței bacteriologice și de reducere a substanțelor organice, se apreciază că procedeele de infiltrare în sol a apelor uzate epurate mecano-biologic reprezintă o soluție avantajoasă și uneori, singura, pentru epurarea biologică a unor debite mici și foarte mici, în zone lipsite de emisar și având caracteristici de permeabilitate satisfăcătoare.

11.2. Instalații de epurare biologică artificială cu biomasă (peliculă) fixată

11.2.1. Elemente generale

Aceste instalații intensifică fenomenul natural de autoepurare a solurilor.

Astfel, la contactul dintre un suport fix și apa uzată, pe lângă unele materii inerte, de suport aderă microorganisme de tip aerob care,

utilizând substratul organic din apa uzată și oxigenul din aer ca element energetic, se dezvoltă rapid, formând o peliculă fixată de suport.

Mișcarea continuă a apei desprinde biomasa (pelicula) de pe suport și o antrenează spre canal, în decantoarele secundare, unde o reține sub denumirea de nămol biologic.

Pentru epurarea biologică a apelor uzate provenite de la micile colectivități, din categoria instalațiilor cu peliculă fixată se pot utiliza în mod avantajos filtrele biologice clasice (percolatoare) și filtrele biologice cu discuri cunoscute și sub denumirea de contactori biologici rotativi (RBC).

Ambele instalații de epurare biologică necesită în prealabil o treaptă de epurare mecanică având în componență **obligatoriu**, decantor primar.

Rolul, amplasamentul, fenomenul de epurare, parametri de proiectare și alcătuirea constructivă sunt prezentate detaliat în Normativul NP 032, Partea a II-a: Treapta biologică [100].

11.2.2. Filtre biologice clasice (percolatoare)

11.2.2.1. Sunt instalații de epurare biologică artificială amplasate după decantoarele primare și care au rolul de a reține din apele uzate materiile organice coloidale și dizolvate utilizând activitatea unor microorganisme de tip aerob.

11.2.2.2. Utilizarea filtrelor biologice clasice în epurarea apelor uzate provenite de la micile colectivități este rațională pentru debite $Q_{uzi\ max} = 5...50\ l/s$.

11.2.2.3. La alegerea acestei soluții, se va ține seama de următoarele considerente:

- Sunt construcții supraterrane și necesită în mod obișnuit pomparea apelor decantate primar, deci sunt consumatoare de energie.

- Pelicula (membrana) biologică formată în jurul materialului suport favorizează dezvoltarea muștelor *Psychoda* a căror migrație spre zona locuită poate crea neplăceri locuitorilor, constituind în același timp un pericol din punct de vedere sanitar. Este indicat să se planteze iederă, dat fiind că muștele *Psychoda* se așează pe partea interioară a frunzelor și nu mai sunt luate de vânt spre zonele locuite.

- În mod obișnuit, la filtre biologice clasice, tirajul (mișcarea aerului conținând oxigenul necesar desfășurării reacțiilor bio-chimice de oxidare a materiilor organice cu ajutorul bacteriilor aerobe) depinde exclusiv de diferența de temperatură dintre exteriorul și interiorul filtrului. Ca urmare, în perioadele când aceste temperaturi sunt egale, tirajul practic nu mai există și în masa de material filtrant iau naștere procese de anaerobie. Pentru evitarea acestei situații nedorite, filtrele biologice percolatoare ar trebui acoperite și prevăzute cu ventilație forțată, fapt ce ar scumpi lucrarea și ar crea cheltuieli suplimentare pentru energie și dificultăți în exploatare.

11.2.2.4. Principalii parametri de proiectare sunt [100]:

- debitul de calcul: $Q_c = Q_{uzi\ max}$;
- încărcarea organică a materialului filtrant ($g\ CBO_5/m^3$ de material filtrant și zi);
- încărcarea hidraulică (m^3 apă uzată/ m^2 de suprafață filtrantă și oră);
- grosimea stratului de material filtrant $H = 2,0...4,0\ m$.

11.2.2.5. Eficiența filtrelor biologice în îndepărtarea substanțelor organice biodegradabile exprimate prin CBO_5 , variază în medie, între 77 % și 92 %.

11.2.2.6. Distribuția apei uzate pe suprafața de material filtrant trebuie făcută intermitent, pentru a da posibilitatea microorganismelor de a se aproviziona cu oxigen între două stropiri.

11.2.2.7. Materialul filtrant poate fi alcătuit din roci eruptive poroase (tuf vulcanic), cărămizi, zgură sau module din material plastic.

El nu trebuie să se dizolve sub acțiunea hidratantă a apei uzate sau să fie toxic pentru bacterii și nici să fie atacat de către acestea.

Granulometria trebuie să fie cât mai uniformă pentru a oferi o suprafață de contact maximă cu apa uzată, iar materialul utilizat să fie curat, spălat de detritus.

11.2.3. Contactori biologici rotativi

11.2.3.1. Sunt instalații de epurare biologică cunoscute sub numele Rotating Biological Contactor – RBC sau Filtre Biologice cu Discuri – FBD.

11.2.3.2. Sunt avantajoase pentru epurarea biologică a apelor uzate provenite de la colectivități de 50-500 locuitori, de la campinuri, hoteluri, unități militare, mici unități din industria alimentară etc.

11.2.3.3. Schema de epurare cu filtre biologice cu discuri necesită întodeauna decantare primară prealabilă (v. fig. nr. 8.5).

11.2.3.4. De semnalat că în această schemă nu se practică recircularea apei epurate sau a nămolului biologic.

11.2.3.5. Filtrele biologice cu discuri, în marea majoritate a cazurilor, nu necesită pomparea apei decantate primar.

Aceste filtre sunt alcătuite din discuri circulare dintr-un material plastic special, lupolen sau styropor asemănător polistirenului expandat, dar mult mai dens și cu muchiile rezistente, cu diametrul variind între 0,8...3,0 m și cu grosimea de 0,7...1,5 cm, dispuse la distanțe de 2 cm pe un ax, în pachete de câte 20...25 discuri/pachet.

Se prevăd 1...4 pachete pe un ax. Pachetele de discuri sunt scufundate cca. 40...45 % din diametru într-un jgheab în care este admisă apa uzată decantată primar.

Axul sprijină în două lagăre situate deasupra nivelului maxim al apei din jgheab. El este acționat de un electromotor prin intermediul unui reductor de turație.

Pachetelor cu discuri li se imprimă o mișcare de rotație (1... 3 rot./min) astfel încât pelicula biologică formată pe suprafața discurilor trece alternativ prin apa uzată și prin atmosferă.

Apa uzată asigură microorganismelor aerobe substratul organic, iar atmosfera oxigenul necesar metabolismului celular. În timp, pelicula biologică se îngroașă și datorită forțelor de forfecare care apar la rotirea biodiscurilor în apă, bucăți de peliculă se desprind și sunt antrenate de apă în decantorul secundar unde sunt reținute ca nămol biologic.

11.2.3.7. Amplasarea filtrelor biologice cu discuri se poate face în aer liber sau în clădire (de preferat). Amplasarea în clădire protejează instalația și echipamentele de intemperii și împiedică răspândirea mirosurilor neplăcute în mediul înconjurător.

11.2.3.8. Filtrele biologice cu discuri se pretează foarte bine la realizarea unor stații de epurare compacte (incluzând decantorul primar, filtrul biologic cu discuri, decantorul secundar și compartimentul de stocare a amestecului de nămol primar cu cel biologic).

Toată instalația de mai sus poate fi acoperită cu un capac basculant sau glisant semicilindric (în loc de clădirea de protecție) și realizată cu un aspect estetic plăcut, fapt ce permite amplasarea sa chiar în zonele locuite.

11.2.3.9. Pentru debite foarte mici, sub 5,0 l/s, filtrele biologice cu discuri se pretează la o modulară (seriere) a capacităților, instalația compactă de epurare, putându-se realiza în uzină.

Ea prezintă o serie de avantaje dintre care se pot evidenția:

- fiind spațiu închis, emanarea de mirosuri neplăcute este minimă;
- lipsa zgomotului;
- simplitate în exploatare;
- consum energetic redus;
- probabilitate redusă de defectare datorită vitezelor mici de rotație;
- eficiența de epurare de 85-90 % privind eliminarea CBO₅.

11.2.3.10. Prescripțiile de proiectare și detaliile privind funcționarea și alcătuirea constructivă sunt prezentate în Normativul NP 032 – Partea a II-a: Treapta biologică [100].

11.3. Instalații de epurare biologică cu biomasă în suspensie

11.3.1. Bazine cu nămol activat

11.3.1.1. Sunt instalații de epurare biologică care utilizează pentru eliminarea substanțelor organice biodegradabile coloidale și dizolvate fenomenul de epurare cu biomasă în suspensie.

11.3.1.2. Bazinele cu nămol activat mai poartă denumirea de bazine de aerare.

Ele se amplasează după treapta de epurare primară care poate cuprinde sau nu decantoare primare.

11.3.1.3. În bazinele cu nămol activat se amestecă trei elemente:

- apa uzată, care conține substratul organic, deci hrana bacteriilor mineralizatoare;
- aerul, care conține oxigenul necesar proceselor biochimice care se desfășoară în bazin;

– nămolul activat de recirculare preluat din decantorul secundar și trimis prin pompă în bazinul de aerare; el conține biomasa necesară păstrării unei concentrații constante a nămolului din bazinul de aerare.

11.3.1.4. Bazinele de aerare trebuie concepute astfel încât:

– să se asigure un amestec omogen și cât mai complet între cele trei elemente de mai sus;

– să se asigure cantitatea de oxigen necesară proceselor biochimice desfășurate în bazin;

– să se evite producerea depunerilor de nămol în bazin, proiectându-se o formă geometrică a bazinului și o circulație a lichidului corespunzătoare, în acest sens.

11.3.1.5. În bazinul de aerare se creează condiții de alimentare cu apă uzată (deci cu substrat organic), cu nămol activat de recirculare și cu oxigen astfel încât microorganismele existente în bazin, de tip aerob, să elimine substanța organică biodegradabilă (aflată în stare coloidală și dizolvată) prin transformarea acesteia în material celular viu (biomasă). Biomasa, aflată sub formă de flocoane este evacuată din bazinele de aerare odată cu apa uzată, și reținută în decantoarele secundare sub denumirea de *nămol activat*.

11.3.1.6. Bazinele cu nămol activat reprezintă în momentul de față tehnologia de epurare biologică cea mai răspândită atât pe glob cât și în țara noastră.

Pentru stațiile de epurare mici și foarte mici, epurarea biologică cu biomasă în suspensie poate fi realizată în bazine cu nămol activat în mai multe variante:

a) epurare cu aerare prelungită, cu nitrificare-denitrificare și stabilizarea aerobă a nămolului;

b) epurare cu aerare prelungită, cu stabilizarea aerobă a nămolului;

- c) epurare cu nitrificare;
- d) epurare convențională.

11.3.1.7. Cazul a) reprezintă tehnologia cea mai completă, cu eficiența treptei biologice în eliminarea substanțelor organice biodegradabile pe bază de carbon ridicată ($d_{xb} = 93...98\%$). Ea prezintă și avantajul eliminării azotului, precum și obținerea unui nămol în exces stabilizat aerob, care poate fi trimis direct la deshidratare, sau poate fi stocat perioade îndelungate fără a mai prezenta neajunsuri și pericol pentru mediul înconjurător. În această variantă nu sunt necesare instalații independente de fermentare a nămolului în exces.

Varianta are însă dezavantajul că necesită încărcări organice ale bazinului de 3-4 ori mai mici ca la epurarea convențională, ceea ce conduce la volume ale bazinului de aerare de 3-4 ori mai mari.

Cantitatea de oxigen necesară desfășurării proceselor biochimice și de eliminare a azotului este de asemenea, mai mare.

Aceste dezavantaje pot conduce la valori de investiție importante și la suprafețe ocupate în plan, mari.

11.3.1.8. Varianta b) prezintă aceleași avantaje și dezavantaje ca varianta a), cu excepția cantității de oxigen care este mai redusă. Eficiențele de epurare sunt, de asemenea, mari:

$$d_{xb} = 92...95\%.$$

Varianta c) conduce la volume mari ale bazinului, mai reduse decât în variantele a) și b), dar cantitatea de oxigen necesară și pentru procesele de nitrificare este importantă. Sunt necesare instalații independente de fermentare a nămolului în exces.

Eficiența treptei de epurare biologică variază în limitele, $d_{xb} = 90...95\%$.

11.3.1.9. Epurarea biologică convențională prezintă eficiența de epurare cea mai redusă, $d_{xb} = 80...92\%$ și necesită instalații de

fermentare separată a nămolului în exces. Volumele bazinelor de aerare și cantitatea de oxigen necesară sunt însă cele mai reduse.

11.3.1.10. Alegerea variantei celei mai avantajoase se face prin efectuarea unor calcule tehnico-economice comparative.

11.3.1.11. Asigurarea cantității de oxigen necesară desfășurării proceselor biochimice în varianta dorită, se realizează prin procedee de aerare mecanică, pneumatică și mixtă.

11.3.1.12. Detaliile privind rolul, amplasamentul, parametrii de proiectare, metodologia de dimensionare și alcătuirea constructivă, sunt indicate pe larg în Normativul NP 032 – Partea a II-a: Treapta biologică [100].

11.3.2. Șanțuri de oxidare

11.3.2.1. Sunt instalații de epurare biologică asemănătoare ca fenomen de epurare cu bazinele cu nămol activat.

11.3.2.2. Procedeele de aerare sunt mecanice, cu aeratoare cu ax orizontal (perii Kessener sau perii Passavant).

11.3.2.3. Șanțurile de oxidare au formă inelară în plan, asemănătoare pistei de alergări de pe stadioane. Secțiunea transversală a șanțului poate fi rectangulară sau cel mai adesea, trapezoidală.

11.3.2.4. Schema de epurare cu șanțuri de oxidare nu cuprinde decantoare primare.

Volumul șanțurilor de oxidare (cca. $0,3 \text{ m}^3/\text{loc.}$) este suficient de mare pentru a prelua șocurile de debit și de poluare, astfel încât nu este necesar bazin de egalizare. Acest avantaj conferă o stabilitate mare a proceselor de epurare.

11.3.2.5. Eficiența de epurare a șanțurilor de oxidare este foarte ridicată ($d_{xb} = 95...98\%$), acestea numărându-se printre cele mai performante instalații de acest gen.

Dintre avantajele șanțurilor de oxidare se mai semnalează:

- costuri de investiție reduse;
- condiții de execuție ușoare;
- nu sunt necesare decantoare primare;
- nămolul în exces evacuat din sistem este stabilizat aerob și nu mai necesită fermentare;
- întreținerea și exploatarea este simplă și nu necesită o supraveghere continuă;
- nu necesită personal cu calificare deosebită.

11.3.2.6. Instalația prezintă însă și unele dezavantaje și anume:

- necesită suprafețe mari pentru amplasare;
- consum mare de energie pentru acționarea perilor de aerare;
- prezintă dificultăți de exploatare în timpul iernii;
- trebuie scoase din funcțiune și curățate de eventualele depuneri o dată la doi ani, în scopul evitării producerii de mirosuri neplăcute, generate de intrarea în fermentare anaerobă a depunerilor.

11.3.2.7. Tipurile de șanțuri de oxidare cele mai utilizate, alcătuirea constructivă, parametrii și metodologia de proiectare sunt prezentate detaliat în Normativul NP 032 Partea a II-a: Treapta biologică [100].

11.3.3. Bazine cu funcționare secvențială (SBR – Sequencing Batch Reactor)

11.3.3.1. Bazinele cu funcționare secvențială SBR sunt instalații de epurare biologică a apelor uzate cu nămol activat de tipul umplere-golire în care unul sau mai multe bazine funcționează în cicluri ce

cuprind 5 faze. Procesele din bazinele cu funcționare secvențială sunt identice cu cele din bazinele cu nămol activat, cu deosebirea că aerarea și decantarea au loc în același bazin. Aceste procese se desfășoară etapizat, în comparație cu varianta clasică (bazin cu nămol activat + decantor secundar) unde acestea au loc în același timp.

11.3.3.2. Procesul de epurare care se desfășoară în bazinele cu funcționare secvențială este alcătuit din următoarele cinci faze (v. fig. 11.6):

- **Faza de umplere anoxică:**
 - bazinul este umplut cu apă uzată, aceasta reprezentând substratul necesar biomasei existente;
 - se realizează ridicarea nivelului apei în bazin de la 25 % din capacitate (la sfârșitul etapei de stand-by) la 100 %;
 - durata fazei este de 25 % din durata unui ciclu;
 - se realizează o denitrificare preanoxică și concomitent cu umplerea bazinului se mixează amestecul lichid.
- **Faza de reacție (aerarea apei):**
 - debitul de apă uzată este dirijat spre un alt bazin;
 - prin aerare se completează reacțiile biochimice care au fost inițiate în faza de umplere;
 - durata fazei este de 35 % din durata unui ciclu.
- **Faza de decantare:**
 - se realizează separarea solidelor din apă, în scopul limpezirii acesteia;
 - durata fazei este de 20 % din durata unui ciclu.
- **Faza de evacuare apă limpezită:**
 - se evacuează apa limpezită din bazin;
 - durata etapei de evacuare este cuprinsă între 5 și 30 % din durata unui ciclu (0,25 ÷ 2,0 h), cu o valoare uzuală de 0,75 h.

• *Faza de evacuare nămol (stand-by):*

- evacuarea nămolului în exces permite unui alt bazin să-și completeze faza de umplere;
- această fază se desfășoară la sfârșitul fiecărui ciclu de funcționare;
- durata fazei este de circa 5 % din durata unui ciclu.

Se prezintă mai jos, în fig. 11.6, etapele de funcționare ale instalației de tip SBR.

11.3.3.3. Cantitatea de CBO₅ și timpul de umplere suficiente sunt elementele necesare pentru a elimina aproape toți azotații existenți în amestecul lichid după fazele de „decantare” și de „evacuare apă limpezită”. Mixarea fără aerare în timpul perioadei de umplere este eficientă, atât în eliminarea azotului cât și în îmbunătățirea proprietăților de sedimentare a nămolului. Valoarea concentrației în azotați din efluent, în cazul bazinelor cu funcționare secvențială este sub 5 mg/l.

11.3.3.4. Bazinele cu funcționare secvențială pot realiza epurarea apelor uzate în următoarele cazuri:

- epurare biologică convențională;
- epurare biologică cu nitrificare/denitrificare;
- epurare biologică cu nitrificare și stabilizarea aerobă a nămolului.

11.3.3.5. Numărul minim de unități (bazine) cu funcționare secvențială este $n = 2$.

11.3.3.6. Avantajele pe care le prezintă bazinele cu funcționare secvențială sunt următoarele:

- investiție și costuri de exploatare reduse;
- eficiență de epurare mai mare decât a sistemelor convenționale;

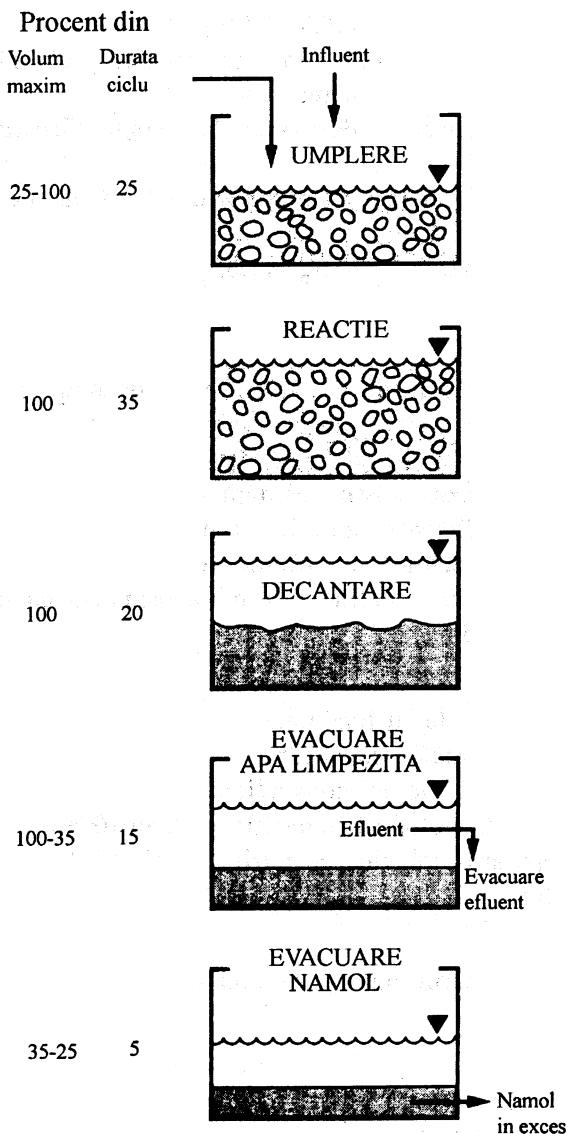


Fig. 11.6 – Fazele de funcționare a bazinelor în tehnologia de tip SBR
– o sedimentare mai bună a nămolului decât la sistemele cu
funcționare continuă;

- lipsa recirculării nămolului conduce la scăderea cheltuielilor în ceea ce privește investiția, exploatarea și întreținerea stației;
- ușor de adaptat pentru eliminarea nutrienților;
- nitrificarea-denitrificarea simultană este corelată de sistemul de control al procesului fără utilizare de echipament suplimentar;
- eliminarea biologică a fosforului;
- existența biomasei ce realizează și stabilizarea nămolului chiar în condițiile șocurilor de debit și de încărcare cu CBO_5 ;
- flexibilitate și posibilități de control ridicate (ciclurile de funcționare pot fi modificate funcție de caracteristicile influentului și efluentului);
- nu este necesar controlul mirosului deoarece această problemă nu există;
- suprafața de teren ocupată este mică;
- echipament de întreținere mai redus.

11.4. Instalații mixte de epurare biologică artificială

11.4.1. Instalații de tip Stählermatic

11.4.1.1. Instalațiile de epurare biologică de tip Stählermatic (notate pe scurt STM) realizează în bazin atât fenomenul de epurare cu biomasă fixată, cât și fenomenul cu biomasă în suspensie. Datorită acestui lucru, tehnologia are o eficiență de reducere a CBO_5 ridicată $d_{xb} = 90...97\%$ și în procesul de epurare biologică se produce, totodată, o nitrificare parțială chiar în cazul unei epurări biologice convenționale.

11.4.1.2. Instalația constă dintr-un bazin în care sunt amplasate aeratoare de tip STM. Aeratorul este realizat sub forma unui tambur rotativ, cufundat cca. 75% din diametru în lichidul din bazin.

11.4.1.3. Aeratoarele pot fi de tip SR (v. fig. 11.7) sau de tip ZR (v. fig. 11.8). Concepția aeratorului constă în realizarea unei suprafețe de contact cât mai mare între apa uzată și suportul solid al aeratorului, precum și în posibilitatea de a crea bule de aer fine și medii în masa de apă din bazin.

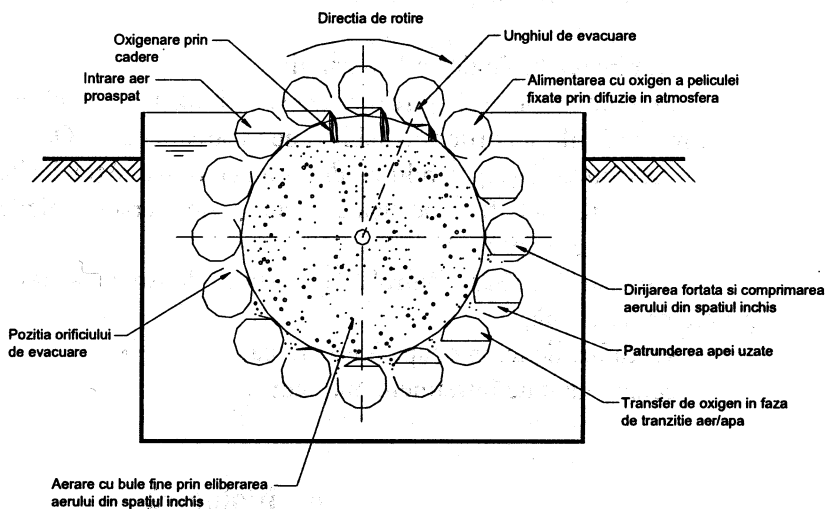


Fig. 11.7. – Aerator Stählermatic tip SR

11.4.1.4. Aeratorul se rotește lent, având mai puțin de o turație/minut, fapt ce conferă sistemului o mare fiabilitate (turație mică, posibilitate redusă de defectare).

11.4.1.5. Funcție de concentrația de oxigen care trebuie realizată în bazinul biologic, aeratorul poate fi turat mai repede sau mai încet, introducând astfel mai mult, respectiv mai puțin oxigen în bazin. Acest lucru poate fi realizat cu ajutorul unui convertizor de frecvență. Sistemul este capabil în acest fel să urmărească cu mai multă flexibilitate variațiile de încărcare cu substanțe organice ale instalației

în decursul unei zile, conducând astfel la economii importante de energie.

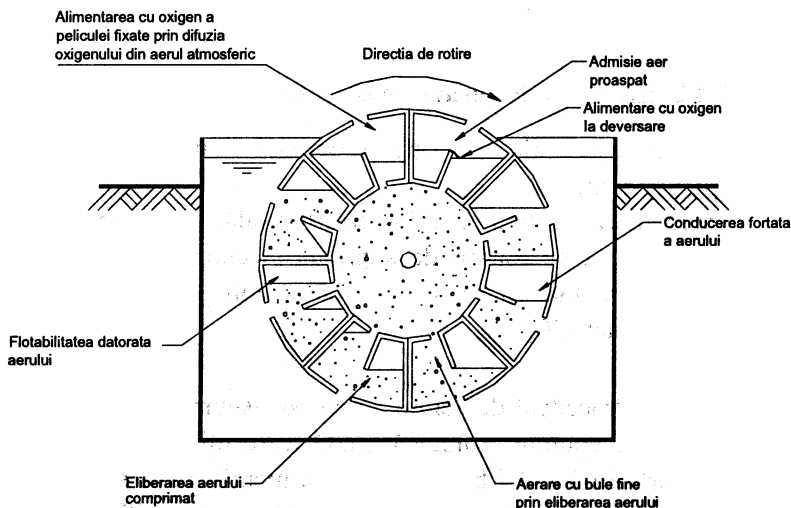


Fig. 11.8. – Aerator Stählermatic tip ZR

11.4.1.6. Instalația Stählermatic poate fi utilizată în oricare din variantele a, b, c sau d de epurare biologică (v. pct. 11.3.1.5). De asemenea, poate fi utilizată pentru stabilizarea aerobă a nămolului în bazine separate, soluție aplicabilă în variantele c și d.

11.4.1.7. Biomasa produsă în bazinul biologic este reținută în decantorul secundar și poartă denumirea de nămol activat. Decantorul secundar poate constitui o construcție independentă, sau poate fi cuplat cu bazinul biologic într-o construcție compactă.

11.4.1.8. Dimensionarea tehnologică se face în funcție de debitele de calcul și verificare, de încărcarea zilnică cu substanță organică biodegradabilă (CBO_5), de tipul epurării, tipul aeratorului STM și de eficiența de eliminare a CBO_5 -ului necesară.

Alcătuirea constructivă, parametrii de proiectare, metodologia de dimensionare și modul de funcționare sunt prezentate detaliat în Normativul NP 032 Partea a II-a: Treapta biologică [100].

11.4.2. Instalații de aerare cu corpuri submersate

11.4.2.1. Instalațiile de aerare cu corpuri submersate sunt instalații de epurare compacte

care realizează epurarea biologică artificială. Aceste instalații au apărut ca urmare a necesității de a prelua și epura ape uzate cu o încărcare organică mai mare, fără a mări cantitatea de nămol din decantorul secundar [26].

11.4.2.2. Procedul de aerare cu corpuri submersate se bazează pe fenomenul de epurare biologică mixtă, care utilizează straturi de material suport al peliculei biologice fixate menținute în suspensie în bazine de aerare convenționale sau cu nitrificare-denitrificare sau în filtrele biologice clasice.

11.4.2.3. Instalațiile de aerare cu corpuri submersate se amplasează în schemele tehnologice în treapta de epurare secundară, pentru colectivități cu peste 50 EL.

11.4.2.4. Eficiența de epurare a acestor instalații este situată între 80 și 98 %, asigurând eliminarea compușilor de carbon, azot și fosfor.

11.4.2.5. Materialul suport (de obicei poliuretan) poate fi utilizat sub diferite forme și dimensiuni (corpuri sferice, eliptice, cilindrice, fagure).

Acesta poate fi menținut în suspensie sau îmbinat sub formă de module amplasate în filtrul biologic sau în bazinul de aerare.

11.4.2.6. Procedeele tipice de epurare biologică mixtă cu peliculă fixată atașată corpurilor suport în bazinul de aerare au fost diversificate de-a lungul timpului funcție de tipul corpurilor suport și modul lor de utilizare.

11.4.2.7. Procedeele de aerare cu corpuri submersate se clasifică în două categorii:

- cu peliculă fixată pe corpurile suport mobile menținute în suspensie în bazinul de aerare;
- cu peliculă fixată pe corpurile suport fixate în bazinul de aerare/filtrul biologic.

11.4.2.8. În continuare, sunt prezentate câteva procedee (Captor, Limpor, Kaldnes) pentru exemplificarea cât mai exactă a fenomenelor mixte din instalațiile cu corpuri suport mobile [98], [99], [101].

Procedeele Captor și Limpor

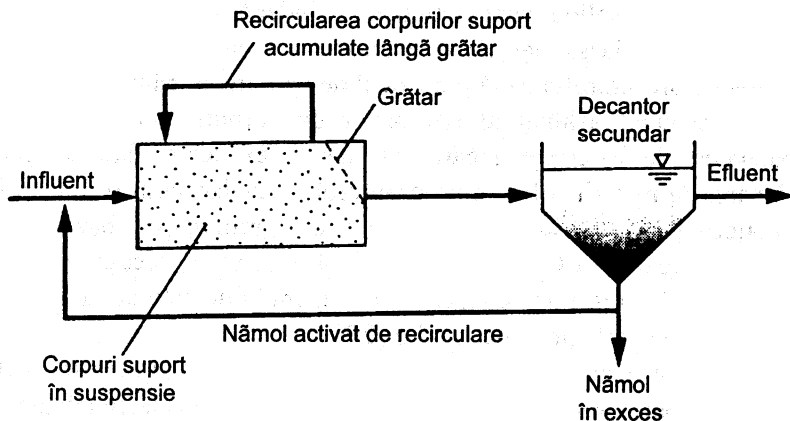


Fig. 11.9. – Schema caracteristică a procedeelelor Captor® și Limpor®

Corpuri suport în suspensie, pentru procedeul de epurare biologică cu peliculă fixată

Denumire	Caracteristicile corpului suport	
	Material	Dimensiuni (mm)
Captor ®	Poliuretan	30 x 25 x 25
Linpor ®	Poliuretan	Cuburi cu latura 10 - 13

Amestecul produs de sistemul de aerare pune în mișcare stratul plutitor de corpuri din sistem, dar fără metode suplimentare de mixare ele au tendința să se acumuleze spre capătul aval al bazinului și să plutească la suprafață (Brink 1996; Gola 1994).

Un jet de aer a fost prevăzut pentru a curăți continuu grătarul și o pompă este folosită pentru a recircula corpurile suport în capătul amonte al bioreactorului.

Materiile solide sunt reținute și îndepărtate din decantorul secundar de tip classic, iar nămolul activat de recirculare este trimis în amonte bioreactorului ca la procedeul de epurare cu nămol activat.

Principalul avantaj al sistemelor de corpuri spongioase este capacitatea de a crește încărcarea stației existente fără a spori încărcarea în materii solide din decantorul secundar, cum se întâmplă în majoritatea cazurilor când biomasa este reținută în bazinul de aerare. Încărcarea în CBO₅ este de 1,5...4,0 kg/m³, zi ceea ce echivalează cu realizarea unei concentrații a nămolului activat de 5.000-9.000 mg/l în aceste procedee (WEF, 2000).

Pe baza rezultatelor testelor pe instalații pilot sau la scară reală cu corpuri spongioase amplasate în bioreactor s-a ajuns la concluzia că apare procesul de nitrificare pentru valori aparent mai scăzute ale timpului de retenție a materiilor solide, luând în considerare procesul de creștere a biomasei în suspensie față de cel cu nămol activat fără corpuri suport introduse în bazin (clasic).

Procedeul Kaldnes®

Un reactor cu biofilm atașat stratului mobil (MBBR) a fost dezvoltat de o firmă norvegiană, Kaldnes Miljøteknologi.

Procedeul constă din adăugarea unor mici elemente din polietilenă de formă cilindrică (densitatea specifică este de $0,96 \text{ g/cm}^3$) în bazine cu sau fără aerare care ajută la fixarea biofilmului (v. fig. 11.10). Cilindrii mici au diametrul de 10 mm iar înălțimea de 7 mm. Au în interior un profil încrucișat iar la exterior prevăzute nervuri.

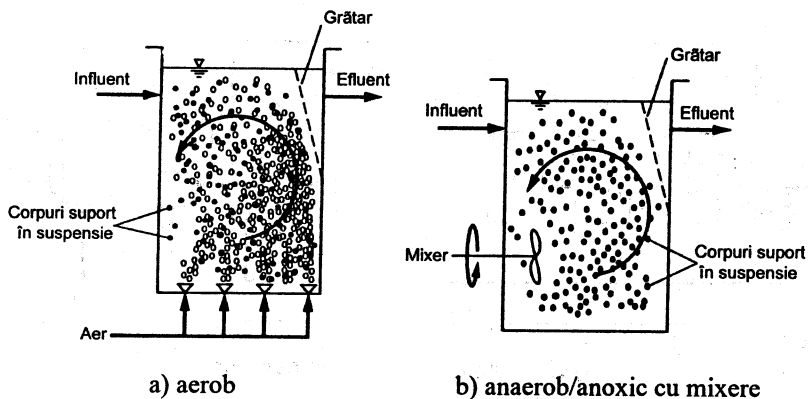


Fig. 11.10. – Tipuri de reactoare
ce folosesc corpuri suport în suspensie

Biofilmul transportat este menținut în bazin prin folosirea unei plăci perforate (orificii $5 \times 25 \text{ mm}$) instalată la evacuarea lichidului din bazin.

Pentru a pune în mișcare în mod continuu corpurile sunt utilizate agitatoare pe bază de aer sau mixere.

Corpurile pot umple 25-50 % din volumul bazinului.

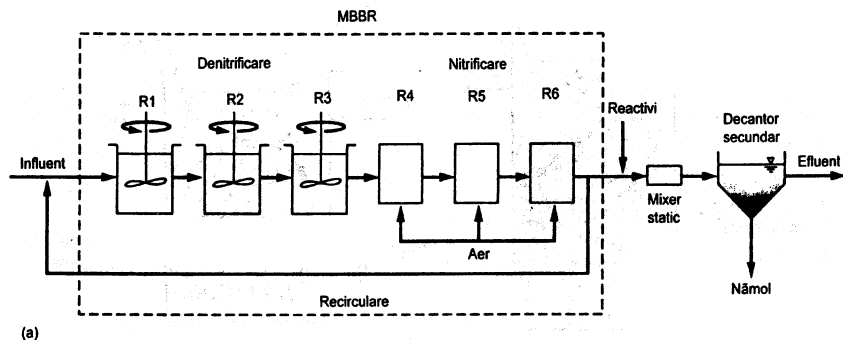
Aria suprafeței specifice a pachetului de corpuri este de $500 \text{ m}^2/\text{m}^3$ de corpuri.

Instalația MBBR nu necesită nămol de recirculare sau spălare în contracurent.

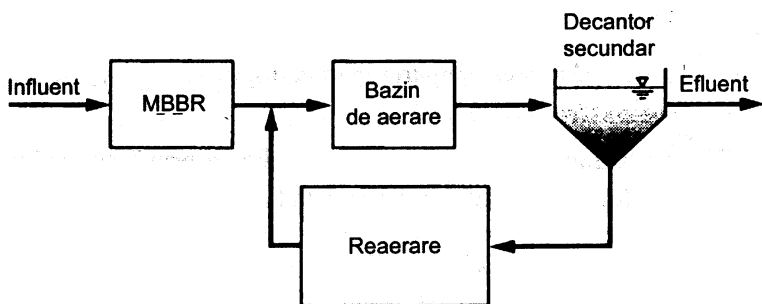
Se folosește un decantor final pentru sedimentarea nămolului.

Procedeul MBBR implică un avantaj pentru modernizarea stației prin reducerea încărcării cu materii solide a decantoarelor existente (Rusten 1998 și 2000). Prezența corpurilor suport descurajează folosirea unor echipamente de aerare cu bule fine mai eficiente, deoarece curățirea dispozitivelor de aerare necesită golirea periodică a bazinului și îndepărtarea corpurilor submerse, ceea ce reprezintă o operațiune deosebit de dificilă.

În fig. 11.11 se prezintă două scheme tehnologice cu instalația de epurare biologică de tip MBBR.



(a) eliminarea CBO_5 și a nutrienților



(b) procedee cu solide de contact ce înlocuiesc filtrul percolator

Fig. 11.11. – Schema fluxului tehnologic pentru procedeul de epurare cu bioreactor cu strat mobil (MBBR)

Prima este o schemă aplicată mai frecvent pentru eliminarea CBO_5 , nitrificare și denitrificare (Rusten 1995). Pentru procedeul de epurare anoxic-aerob (v. fig. 11.11 a), se folosește un reactor în 6 trepte. Adăugarea de reactivi pentru îndepărtarea fosforului este efectuată aval de MBBR. Corpurile suport Kaldnes sunt adăugate pentru a furniza în bazine o arie a suprafeței specifice de contact de $200\text{--}400 \text{ m}^2/\text{m}^3$.

În a doua schemă, MBBR este folosit în locul filtrului percolator din procedeul cu solide de contact (v. fig. 11.11 b).

Parametrii caracteristici de proiectare a proceselor pentru reactorul cu biofilm atașat stratului mobil și pentru reactorul cu biofilm atașat stratului mobil/solide de contact (MBBR/SC) sunt prezentați în tabelele 11.3 și 11.4.

Tabelul 11.3.

*Parametrii de proiectare caracteristici
pentru reactorul cu biofilm atașat stratului mobil (MBBR)¹*

Parametru	Unitate de măsură	Interval de valori
MBBR:		
Timpul de retenție în zona anoxică	h	1,0 – 1,2
Timp de retenție în zona aerobă	h	3,5 – 4,5
Suprafața biofilmului	m^2 / m^3	200 – 250
Încărcarea cu CBO_5	$\text{kg} / \text{m}^3, \text{ zi}$	1,0 – 1,4
Încărcarea hidraulică aplicată decantorului secundar	m / h	0,5 – 0,8

¹ Adaptat parțial după Rusten (2000)

*Parametrii caracteristici de funcționare
pentru reactorul cu biofilm atașat stratului
mobil/procedeul solide de contact (MBBR/SC)¹*

Parametru	Unitate de măsură	Interval de valori
MBBR:		
Suprafața biofilmului	m ² /m ³	300 – 350
Încărcarea organică	kg CBO ₅ /m ³ , zi	4,0 – 7,0
Concentrația nămolului activat	mg/l	2500 – 4500
Timpul de retenție a materiilor solide	zi	2 – 3
Concentrația nămolului activat	mg/l	1500 – 2500
Indexul lui Molhmann	ml/g	90 – 120
Timpul de retenție	h	0,6 – 0,8
Bazin de reaerare	h	0,6 – 0,8
Concentrația nămolului activat	mg/l	6000 – 8500

11.4.2.8. Principalii parametri recomandați la dimensionarea instalațiilor de aerare cu corpuri submersate sunt:

- adâncimea bazinelor cu nămol activat cu corpuri submersate:

$$H = 2,0 \dots 10,0 \text{ m};$$

- adâncimea filtrelor biologice cu corpuri suport fixate:

$$H = 2,0 \dots 4,0 \text{ m};$$

- aria suprafeței specifice a stratului suport:

$$A = 1000 \text{ m}^2/\text{m}^3;$$

- volumul stratului suport:

$$V_{\text{strat}} = (20 \dots 30 \%) V_{\text{bazin}}$$

¹ Adoptat parțial după Rusten (1998)

Alți parametri pe baza cărora se dimensionează instalațiile de aerare cu corpuri submersate sunt:

- încărcarea volumetrică: kg/m^3 , zi de CBO_5 , CCO , N-NH_4 sau N-NO_3 ;
- încărcarea masică: kg/m^2 , zi de CBO_5 , CCO , N-NH_4 sau N-NO_3 ;
- coeficientul de recirculare a nămolului (%);
- încărcarea superficială (m^3/m^2 , h);
- intensitatea de spălare a stratului suport (mm);
- durata dintre 2 spălări (la biofiltre).

11.4.2.9. Materialul suport trebuie să aibă următoarele caracteristici:

- durabilitate la medii umede și expunerea la razele solare;
- suprafață adecvată pentru fixarea biomasei celulare;
- durabilitate la substanțele chimice conținute în apele uzate;
- ne-biodegradabilitate;
- rezistent la abraziune.

11.4.2.10. La proiectare, se vor avea în vedere următoarele:

- alegerea parametrilor de calcul potriviți tipului de procedeu de epurare biologică mixtă;
- utilizarea caracteristicilor reale ale influentului;
- condițiile climaterice;
- condițiile de evacuare a efluentului epurat;
- configurația sistemului de aerare (curent ascendent sau descendent);
- evitarea scurt-circuitării în cazul bazinelor anoxice;
- distribuția uniformă a aerului în masa stratului suport;
- asigurarea capacității de oxigenare necesare la capacitatea de încărcare maximă.

11.4.2.11. Limpezirea și separarea solidelor se va asigura prin prevederea unui decantor secundar în avalul instalațiilor de aerare

cu corpuri submersate, pentru îndepărtarea substanțelor solide din efluent. Decantoarele secundare pot fi de tip vertical sau orizontal, gravitaționale clasice sau lamelare și necesită atenție specială la următoarele aspecte:

- adâncimea necesară reținerii nămolului la debitele maxime;
- viteza ascendentă a efluentului în decantor trebuie să fie mai mică decât cea mai mică viteză de sedimentare a substanțelor solide ce trebuie reținute;
- forma decantorului și echipamentele de evacuare a nămolului trebuie să prevină repunerea în suspensie a substanțelor solide;
- apa de spălare generată de biofiltre poate fi recirculată în treapta de decantare primară sau epurată separat.

11.4.2.12. În cazul instalațiilor de epurare cu corpuri submersate se impun următoarele considerații suplimentare:

- protejarea instalațiilor împotriva încărcărilor hidraulice excesive prin prevederea unor deversoare și/sau a bazinelor de retenție a apelor pluviale, astfel încât să se poată îndeplini standardele de evacuare impuse;
- prevederea bazinului de omogenizare în schemă poate îmbunătăți nivelul de epurare global și în special gradul de nitrificare;
- grătarele folosite la intrarea în fluxul tehnologic trebuie să fie grătare fine, pentru împiedicarea blocării sistemului de distribuție sau a colmatării stratului suport cu substanțe solide grosiere;
- prevenirea acumulării nămolului în masa stratului suport deoarece aceasta poate cauza:
 - apariția septicității
 - scăderea eficienței de epurare
 - apariția mirosurilor
 - supra-sarcini asupra structurii.

– spălarea biofiltrelor se realizează cu apă epurată și jet de aer pentru curățarea stratului suport; efluentul epurat utilizat pentru spălare va fi înmagazinat într-un bazin, de unde va fi trimis în biofiltre la intervale de timp pre-stabilite;

– dacă o unitate este scoasă din funcțiune, atunci celelalte unități din schemă trebuie să fie capabile să preia încărcări suplimentare și să mențină gradul de epurare global.

11.4.2.13. Accesul, siguranța și racordurile la utilități vor fi asigurate prin proiectare, ca și la celelalte instalații de epurare biologică.

11.5. Decantoare secundare

11.5.1. Sunt obiecte tehnologice care au rolul de a reține biomasa produsă în bazinele de aerare sau în filtrele biologice în scopul limpezirii apei epurate. Biomasa reținută poartă numele de nămol activat [51], [53], [100].

11.5.2. Pentru epurarea apelor uzate provenite de la micile colectivități se utilizează cu precădere decantoarele secundare de tip vertical sau Oxyrapid.

11.5.3. Principalii parametri de proiectare ai decantoarelor secundare sunt: debitele de calcul și de verificare, viteza de sedimentare în curent u , încărcarea superficială u_s care se consideră la limită egală cu u , duratele de decantare și debitul specific de apă limpezită deversat.

11.5.4. La stațiile de epurare mici și foarte mici se urmărește gruparea bazinului de aerare sau filtrului biologic, eventual și a altor obiecte tehnologice, cu decantorul secundar în construcții cât mai compacte, eventual chiar monobloc.

11.5.5. Rolul, alcătuirea constructivă, funcționarea, parametrii de proiectare și metodologia de dimensionare sunt prezentate detaliat în Normativul NP 032, Partea a II-a: Treapta biologică [100].

11.6. Pomparea nămolului activat de recirculare și în exces

11.6.1. Pomparea nămolului activat de recirculare din decantorul secundar în bazinul de aerare are loc numai în schemele de epurare biologică care conțin ca element epurator principal bazine cu nămol activat.

11.6.2. În schemele de epurare biologică cu filtre biologice de orice tip, nu se recirculă nămolul biologic din decantorul secundar. Acest nămol este dirijat direct în treapta de prelucrare a nămolului.

11.6.3. Debitul nămolului de recirculare se consideră pentru coeficientul de recirculare maxim, adică $r = 100 \%$.

El va avea deci valoarea egală cu debitul de calcul al bazinelor de aerare ($Q_{nr} = Q_c = Q_{u. \text{zl. max}}$).

11.6.4. Debitele de nămol evacuate zilnic din decantoarele secundare depășesc de obicei valoarea debitului nămolului de recirculare. Valoarea suplimentară reprezintă debitul de nămol activat excedentar, denumit uzual „nămol în exces”.

Nămolul în exces este dirijat direct în treapta de prelucrare a nămolurilor. Acesta are o umiditate $w_e = 99,0...99,2 \%$ și o greutate specifică $\gamma_{ne} = 1008...1016 \text{ kg / m}^3$.

11.6.5. Pomparea nămolului activat de recirculare și a celui în exces se realizează în cazul stațiilor de epurare mici și foarte mici, în majoritatea cazurilor cu electropompe submersibile, amplasate în cameră umedă.

11.6.6. Pe conducta de refulare a nămolului de recirculare se montează un debitmetru electromagnetic sau cu ultrasunete și o vană acționată electric, cu deschidere reglabilă, în scopul modificării debitului de recirculare după cerințele procesului de epurare biologică [100].

Pe conducta de nămol în exces, ramificată din conducta de refulare a nămolului de recirculare, se montează, de asemenea, o vană acționată electric, cu deschidere variabilă, în scopul de a permite realizarea prin manevrarea vanelor cu acționare electrică, coeficientul de recirculare dorit.

11.6.7. Procesul de recirculare a nămolului trebuie automatizat în funcție de concentrația nămolului de recirculare (preluat din decantorul secundar) și de concentrația amestecului din bazinul cu nămol activat. În acest scop se vor prevedea senzori de măsură continuă a celor două concentrații și traductoarele corespunzătoare pentru transmiterea valorilor măsurate la dispecer.

11.6.8. Prescripțiile de proiectare pentru stația de pompare a nămolului de recirculare și a celui în exces sunt aceleași ca și pentru stațiile de pompare a nămolului primar (v. cap. 10.10).

Detalii privind proiectarea acestor stații sunt prezentate în Normativul NP 032, Partea a II-a: Treapta biologică [100].

11.7. Instalații compacte de epurare

11.7.1. Instalațiile compacte de epurare sunt obiecte care realizează epurarea apelor uzate menajere provenite de la reședințe individuale sau colectivități ce corespund unei capacități de până la 10.000 EL, însă se practică numai până la 3000 EL, pentru capacități mai mari prevăzându-se mai multe module asemenea.

11.7.2. Instalațiile compacte de epurare pot fi:

- monobloc (construcție unică, de regulă prefabricată);

– compacte (mai multe obiecte grupate, de regulă construite pe șantier).

11.7.3. Instalațiile de epurare prefabricate se aplică pentru capacități de până la 3000 EL. Acest tip de instalații sunt unități independente, în construcție unică, prevăzute cu racordurile de intrare și ieșire și furnizate de producător pregătite pentru montajul direct pe amplasament. Aceste instalații sunt fabricate de producători în module, funcție de capacitatea nominală (numărul de EL).

11.7.4. Instalațiile de epurare compacte (alcătuite din mai multe obiecte tehnologice grupate într-o singură construcție sau din mai multe module instalate în serie sau în paralel) se aplică pentru capacități de la 3.001 EL până la 10.000 EL.

11.7.5. Instalațiile compacte de epurare se prevăd în următoarele cazuri:

- grup de reședințe izolate (peste 50 EL);
- colectivități mici situate la distanțe mari față de localități cu sistem de canalizare centralizat;
- centre comerciale izolate (hoteluri, restaurante, magazine etc.);
- centre turistice (tabere, campinguri, cabane etc.) izolate;
- unități militare.

11.7.6. La alegerea instalațiilor compacte de epurare se vor lua în considerare următoarele criterii:

- soluția constructivă (construcție simplă și robustă);
- siguranța în exploatare;
- costurile de exploatare și întreținere minime;
- spațiul ocupat minim;
- eficiența de epurare maximă;
- impactul negativ minim asupra mediului.

11.7.7. Schema tehnologică completă a unei stații compacte de epurare cuprinde următoarele etape:

- epurarea primară (cu sau fără decantor primar);
- epurarea secundară;
- epurarea terțiară sau avansată;
- dezinfectarea;
- stocarea și/sau deshidratarea nămolului.

11.7.8. Eficiența de epurare realizată de instalațiile compacte este de 80...99 %, funcție de tipul și complexitatea proceselor adoptate în schema tehnologică.

11.7.9. Efluentul instalațiilor de epurare poate fi evacuat, conform legislației în vigoare, direct în receptorii naturali.

11.7.10. Schemele tehnologice utilizate frecvent la concepția instalațiilor compacte de epurare includ următoarele tipuri de procedee de epurare mecano-biologică:

- cu peliculă biologică fixată (filtre biologice clasice, filtre biologice cu discuri);
- cu biomasă în suspensie (bazine cu nămol activat, reactoare biologice cu funcționare secvențială);
- cu epurare biologică mixtă (filtre biologice cu corpuri submersate, instalații de tip STM, filtre biologice aerate).

În funcție de gradul de epurare necesar și de parametrii calitativi ai influentului, epurarea biologică prevăzută poate fi:

- convențională (fără eliminarea azotului și fosforului) pentru un grad de epurare sub 90 %;
- prelungită (cu nitrificare și stabilizarea nămolului) pentru un grad de epurare necesar peste 90 %.

11.7.11. În cazul instalațiilor compacte de epurare amplasate în zone cu climă rece, în locul procedeelor de epurare biologică se utilizează procedee fizico-chimice (coagulare-floculare urmată de decantare), datorită condițiilor de exploatare mai simple.

11.7.12. Parametri de proiectare pentru calculul instalațiilor de epurare compacte sunt:

- numărul de locuitori deserviți,
- restituția specifică: 150...200 l/om, zi,
- debitele de calcul:
 - debitul stației de epurare în procedeu unitar:

$$Q_{SE} = n \cdot Q_{u. orar. max}, n = 2...5;$$

- debitul stației de epurare în procedeu divizor:

$$Q_{SE} = Q_{u. orar. max};$$

- debitul treptei biologice:

$$Q_{TB} = Q_{uzimax}.$$

- caracteristicile fizico-chimice, biologice și bacteriologice ale apelor uzate brute;
- caracteristicile fizico-chimice, biologice și bacteriologice ale efluentului epurat;
- gradul de epurare necesar;
- condițiile de teren impuse de amplasamentul ales;
- condițiile climaterice.

În cazul unor *reședințe (locuințe) individuale*, sau unui grup de reședințe, valorile restituțiilor specifice (l/om, zi) și încărcărilor specifice cu diverși impurificatori (g/om, zi) ale apei uzate evacuate din locuințe, sunt indicate în tabelele 11.5, respectiv 11.6.

Metodologia de dimensionare a fiecărui tip de instalație de epurare biologică se regăsește în capitolele și subcapitolele precedente, precum și în NP 032, Partea a II-a: Treapta biologică [100].

Tabelul 11.5.

Debite specifice de apă uzată de la locuințe¹ [26]

Tipul de locuință	Debitul (l/om,zi) ²	
	Domeniu	Valoare uzuală
O familie		
Casă de vară	132,5-189,3	159
Venit scăzut	151,4-208,2	170,3
Venit mediu	151,4-302,8	208,2
Case de lux	189,3-378,5	246,0
Apartamente	132,5-189,3	151,4
Condominium (grup de 2-4 case)	132,5-189,3	151,4

Tabelul 11.6.

Valorile încărcărilor specifice și concentrațiile constituenților de la reședințele individuale [26]

Parametrul	Încărcarea specifică (g/om,zi) ³	Concentrații		
		UM	Domeniu ⁴	Valoare uzuală ⁵
1	2	3	4	5
CBO ₅	81,6	mg/l	216-540	392
MTS	90,7	mg/l	240-600	436
N-NH ₃	3,17	mg/l	7-20	14

¹ Debit evacuat de la locuințe exclusiv orice contribuție exterioară de debit² Debitul mediu pe locuitor este calculat pe baza unui grad de ocupare de 2,4... 2,8 locuitori pe locuință³ Date specifice adaptate din literatură (Tchobanoglous, ed. 3)⁴ Domeniu de valori pentru concentrațiile constituenților pe baza unor debite de 380 și 150 l/om,zi⁵ Calculate pentru un debit specific de 210 l/om,zi

1	2	3	4	5
N org	9,07	mg/l	24-60	43
TKN	12,25	mg/l	31-80	57
P org	1,36	mg/l	4-10	7
P anorg	2,72	mg/l	6-17	12
Grăsimi		mg/l	45-100	70
Coliformi totali		Număr/100 ml	10 ⁷ -10 ¹⁰	10 ⁸
Temperatură		°C	14,985-26,085	21,09
pH		-	5-8	7,2

11.7.13. Instalațiile compacte se amplasează, funcție de folosința pe care o deservește în 3 moduri:

- în aer liber, suprateran;
- în aer liber, dar instalate într-un container închis;
- în interiorul unei clădiri permanente (de ex. un subsol).

11.7.14. În funcție de folosința finală deservită, trebuie stabilite următoarele cerințe de bază la proiectare:

- încărcarea corespunzătoare populației totale deservite;
- o încărcare minimă și maximă care poate fi acceptată;
- volumul minim, inclusiv capacitatea de stocare a nămolului;
- cerințe specifice de proiectare pentru apa uzată provenită de la alte surse, precum hoteluri, restaurante sau agenți comerciali.

11.7.15. Accesul la stație trebuie să fie sigur din punct de vedere operațional. Proiectarea trebuie să asigure siguranța operațională și protecția împotriva accesului neautorizat (utilități, împrejmuire, sistem de alarmă etc.). De asemenea, trebuie prevăzut accesul la zonele de intrare și ieșire pentru întreținere, prelevare de probe și îndepărtarea nămolului (platforme, alei, pasarele, scări de acces etc.).

11.7.16. Proiectarea instalațiilor hidraulice trebuie să asigure condiții de funcționare normale (fără remuu, blocaje, supra-încărcări).

Alimentarea cu apă uzată brută se poate asigura gravitațional (recomandabil) sau prin pompare.

11.7.17. Racordurile conductelor de intrare și ieșire în cazul instalațiilor compacte prefabricate, trebuie să aibă următoarele diametre minime:

- Dn 100 pentru $SE \leq 4 \text{ m}^3/\text{zi}$;
- Dn 150 pentru $SE > 4 \text{ m}^3/\text{zi}$.

11.7.18. În cazul instalațiilor compacte prefabricate, producătorul trebuie să declare încărcarea organică zilnică exprimată în $\text{kg CBO}_5/\text{zi}$ și încărcarea hidraulică zilnică exprimată în m^3/zi , care se vor respecta de către proiectant.

11.7.19. Instalațiile compacte de epurare trebuie testate la punerea în funcțiune pentru determinarea eficienței de epurare și a altor parametri operaționali, chiar dacă producătorul declară eficiența de epurare la livrare.

11.7.20. Influentul treptei biologice trebuie să fie epurat mecanic. Din instalațiile compacte de epurare care utilizează filtrele biologice în schemă, nu trebuie să lipsească decantorul primar. De asemenea, instalația de epurare trebuie prevăzută cu by-pass, în scopul protejării împotriva supra-încărcării.

11.7.21. Pentru evitarea șocurilor hidraulice și organice caracteristice micilor colectivități, se impune prevederea instalațiilor de egalizare și repartiție a debitului. Atunci când nu este autorizată by-passarea, se va include o uniformizare de debit în fluxul de epurare. Pentru extragerea materiilor solide depuse în bazinele de uniformizare, se prevăd dispozitive de extragere a acestora.

11.7.22. Procesele tehnologice vor fi automatizate în măsura posibilă, astfel încât să se asigure condiții de funcționare sigure și optime cu cheltuieli de investiție și operaționale minime.

11.7.23. Echipamentele și utilajele tehnologice vor fi prevăzute conform recomandărilor furnizorilor și testate la punerea în funcțiune pentru stabilirea parametrilor operaționali efectivi.

11.7.24. La stațiile de epurare compacte ce deservește peste 3000 EL, se vor prevedea un minim de dotări independente necesare bunei funcționări (de ex. pompă submersibilă mobilă, generator electric, dotări PSI etc.).

11.7.25. Pe parcursul proiectării și funcționării instalațiilor compacte de epurare se vor supraveghea în mod special următoarele aspecte:

- șocurile de încărcare hidraulică, cauzate de variațiile mari ale debitului și de utilizarea unor pompe supra-dimensionate în cazul pompării influentului;
- fluctuațiile foarte mari ale debitului și încărcării organice;
- respectarea condițiilor de auto-curățire a conductelor și canalelor (debite mici);
- coeficientul de recirculare a nămolului (recomandat de 3:1) pentru sistemele de aerare prelungită în condiții normale de funcționare;
- prevederea dispozitivelor corespunzătoare de colectare și îndepărtare a spumei și materiilor plutitoare din decantorul secundar;
- apariția denitrificării în decantorul secundar (care produce antrenarea solidelor);
- eliminarea periodică și corespunzătoare a cantității de nămol în exces;
- adoptarea măsurilor împotriva formării spumei;

- variația de temperatură ridicată și rapidă;
- controlul continuu al alimentării cu aer comprimat în cazul aerării;
- controlul mirosurilor (măsurile de ventilație minime, parametri de proiectare corect stabiliți) și zgomotelor.

Cap. 12. STUDII ȘI CERCETĂRI NECESARE PROIECTĂRII ȘI EXECUȚIEI STAȚIILOR DE EPURARE DE CAPACITATE MICĂ ȘI FOARTE MICĂ

12.1. La proiectarea și execuția unei stații de epurare este necesară efectuarea de studii și cercetări care să furnizeze elementele de bază pentru dimensionarea obiectelor tehnologice componente, precum cele referitoare la tehnologia adoptată realizării obiectivului dorit, ținând seama de particularitățile amplasamentului analizat.

12.2. Studiile și cercetările necesare sunt următoarele:

- topografice;
- geotehnice;
- hidrogeologice;
- chimice, biologice și de tratabilitate.

12.3. În funcție de complexitatea lucrărilor și de condițiile locale se pot efectua și alte studii și cercetări precum: hidrologice, meteorologice, pedologice, agrochimice etc.

12.4. Studiile topografice trebuie să scoată în evidență elementele spațiale ale terenului cu acoperirile lui, prin reprezentări grafice realizate la scări corespunzătoare gradului de detaliere cerut prin temă de către proiectant.

Cele mai uzuale scări folosite pentru reprezentările grafice sunt:

- pentru planuri de situație: 1 : 200; 1 : 500; 1 : 1000;
- pentru profile transversale prin amplasamentul stației la scările lungimilor și înălțimilor: (1 : 50; 1 : 50); (1 : 100; 1 : 100); (1 : 500; 1 : 50); (1 : 1000; 1 : 100);
- pentru releveul lucrărilor existente – scara planului de situație la care a fost întocmită documentația tehnică după care au fost executate; pentru releveul de detaliu scara este 1 : 20 sau 1 : 50.

12.5. Studiile geotehnice trebuie să furnizeze date cu privire la:

- stabilitatea generală a terenului;
- stabilitatea terenului de fundare;
- pământurile care alcătuiesc terenul de fundare, clasificate conform STAS 1243-88;
- principalele caracteristici fizico-mecanice ale pământurilor privind:
 - granulozitatea;
 - densitatea;
 - plasticitatea;
 - porozitatea;
 - coroziunea și unghiul de frecare internă;
 - compresibilitatea;
 - gradul de saturație;
 - coeficientul de tasare;
- influența eventualelor pierderi de apă asupra stabilității terenului;
- agresivitatea apei subterane și a terenului de fundare față de metale și betoane;
- adâncimea de îngheț conform STAS 6054-77;
- gradul de seismicitate al zonei conform STAS 11100/1-77.

Cercetarea terenului de fundare se efectuează conform STAS 1242/1-89.

Studiile geotehnice trebuie să precizeze și să facă recomandările privind:

- adâncimea de fundare;
- modul de comportare a umpluturilor;
- presiunea convențională de calcul la diferite adâncimi ale terenului de fundare;
- modul de realizare a săpăturilor și epuizamentelor;
- înclinările taluzurilor;
- soluțiile pentru îmbunătățirea terenurilor de fundare;
- unghiul de frecare pământ-beton;
- încadrarea terenului conform reglementărilor tehnice referitoare la execuția terasamentelor.

12.6. Studiile hidrogeologice trebuie să furnizeze date cu privire la:

- nivelul apei subterane și variația lui în timp;
- debitele admisibile ce se pot obține din stratul freatic;
- denivelările corespunzătoare;
- coeficienții de filtrație, razele de influență;
- direcția de curgere a fluxului de acvifer subteran pe baza a minim trei foraje definitive ca puțuri de observație;
- coeficientul de subpresiune care trebuie luat în calcul în diferite ipoteze de fundare;
- elemente necesare stabilirii măsurilor pentru evitarea poluării stratului acvifer;
- elemente necesare determinării perimetrului de protecție sanitară a pânzei subterane din zona respectivă.

12.7. Studiile chimice, biologice și de epurare trebuie să precizeze:

- caracteristicile fizico-chimice, biologice și bacteriologice ale apelor uzate industriale descărcate în rețeaua de canalizare a centrului populat;
- caracteristicile fizico-chimice, biologice și bacteriologice ale apelor uzate influente în stația de epurare;

- natura și biodegradabilitatea substanțelor organice conținute în apele uzate brute;

- schema tehnologică optimă pentru epurarea apelor uzate și tratarea nămolurilor, cu valorile parametrilor de dimensionare a obiectelor componente ale stației de epurare.

Studiile care se vor efectua vor trebui să precizeze următoarele caracteristici fizico-chimice:

- *Referitoare la apă:*

- temperatura;
- pH;
- materii totale în suspensie;
- substanțe volatile;
- curbe de sedimentare;
- reziduu total din care:
 - reziduu fix;
 - reziduu volatil;
- consum chimic de oxigen (CCO-Cr);
- consum biochimic de oxigen;
- azotul amoniacal;
- azotiți;
- azotați;
- fosfor total;
- substanțe extractibile cu eter de petrol;
- metale grele;
- sulfuri;
- cianuri;
- fenoli;
- detergenți.

- *Referitoare la nămol* (primar, biologic, amestec primar cu biologic, îngroșat, stabilizat, deshidratat etc.):

- pH;
- umiditate;
- materii totale în suspensii;

- substanțe volatile;
- substanțe minerale;
- indicele volumetric al nămolului;
- substanțe extractibile cu eter;
- ioni de metale grele;
- conținutul în compuși ai azotului;
- conținutul în compuși ai fosforului;
- potasiu;
- calciu;
- magneziu;
- sodiu;
- cloruri;
- sulfați;
- caracteristicile fizico-chimice ale apei de nămol (supernatantului);
- valori ale rezistenței la deshidratarea nămolului fermentat.

Determinarea caracteristicilor fizico-chimice se face conform metodelor de analiză standardizate pentru fiecare indicator în parte.

Determinările biologice se realizează conform STAS 6329-77 și trebuie să stabilească valorile parametrilor aferenți treptei de epurare biologică și instalațiilor de tratare a nămolului.

Determinările bacteriologice se efectuează conform STAS 3001-83.

Cap. 13. ELEMENTE PRIVIND EXECUȚIA, EXPLOATAREA ȘI ÎNTREȚINEREA INSTALAȚIILOR DE EPURARE

13.1. Execuția, exploatarea și întreținerea stațiilor de epurare mici, sau foarte mici (aici incluzând și stațiile containerizate sau monobloc) se face numai de către personal calificat.

13.2. Prin concepție, acestea trebuie să fie cât mai simple ca echipare și construcție, să prezinte stabilitate și siguranță în funcționare și să necesite o supraveghere minimă în exploatare. Ca atare, procesele vor fi de preferință complet automatizate.

13.3. Construcțiile trebuie să fie impermeabile și stabile, să prezinte rezistență la agresivitatea mediului lichid și a H_2S , a solului sau a apei freatice, să fie verificate la plutire. Totodată, trebuie să fie asigurate împotriva înghețului [74].

Amplasarea și concepția stațiilor trebuie să asigure împiedicarea răspândirii mirosurilor, zgomotelor, spumei și a nămolului în spațiul înconjurător.

13.4. În cazul în care este prevăzută acoperirea parțială sau totală, aceasta trebuie să se realizeze cu elemente ușor de îndepărtat, pentru a se permite accesul ușor la instalație.

Din acest motiv nu este recomandată, pentru asemenea stații, amplasarea lor sub nivelul terenului la adâncime mare și nici să fie acoperite cu elemente de planșee grele.

13.5. Realizarea stației trebuie să permită prelevarea facilă a probelor din influent, efluent sau din obiectele tehnologice componente ale instalației.

13.6. Datorită variațiilor mari a debitelor influente este necesară egalizarea acestora și preluarea lor, prin capacități corespunzătoare ca volum, prin instalație. Soluția optimă recomandată constă în admisia apei prin pompare, stația de pompare fiind prevăzută a aspira dintr-un bazin de egalizare.

13.7. Toate echipamentele mecanice trebuie să fie fiabile, sigure în funcționare și protejate împotriva coroziunii. Funcționarea lor trebuie să fie automată. Echipamentele acționate electric vor fi

prevăzute, obligatoriu, cu dispozitive de măsură a duratei de funcționare. Orice neregulă în funcționarea echipamentelor acționate electric trebuie să fie semnalizată optic și/sau acustic.

13.8. Evacuarea nămolului trebuie să se facă de o manieră cât mai simplă și sigură, fiind asigurată și o capacitate de depozitare a nămolului stabilizat pe o perioadă de timp corespunzătoare intervalului de timp dintre două evacuări.

13.9. Este obligatorie prevederea echipamentelor de măsură a debitelor, atât pentru apă cât și pentru nămol. Debitmetrul pentru apă se prevede, de regulă, pe efluent. Echipamentele de măsură trebuie să fie fiabile, ușor accesibile și ușor de înlocuit.

13.10. Funcționarea pompelor se recomandă a fi *automatizată în funcție de nivelul apei* din bazinul de aspirație, prin senzori de nivel.

13.11. Întrucât, datorită debitelor mici de apă vehiculate prin instalație, cel mai adesea este prevăzut un singur agregat de pompare, în mod obligatoriu se prevede *o pompă de rezervă*, pentru siguranță în exploatare.

13.12. Reținerile de pe grătare se vor prelua în containere închise, ce se recomandă a fi golite săptămânal. Nu se recomandă stocarea acestora în amplasamentul instalațiilor, însă proiectul investiției trebuie să rezolve și depozitarea reținerilor respective.

13.13. Construcția grătarului va fi acoperită, pentru a împiedica răspândirea mirosului, excepție făcând echipamentele capsulate, ce asigură prin ele însele protecția.

13.14. Echipamentele de introducere a aerului trebuie să asigure funcționarea continuă în bune condițiuni, să ofere întreținere ușoară și să poată fi înlocuite cu ușurință.

Totodată, ele trebuie să asigure posibilitatea variației cantității de oxigen introduse, de regulă automat, în funcție de indicațiile senzorilor de măsură a concentrației oxigenului în bazin, a concentrației CBO_5 la intrarea în bazin etc.

13.15. Pentru decantoarele secundare, influentul și efluentul nu trebuie să perturbe depunerea nămolului. Se recomandă evacuarea efluentului după trecerea peste un perete semiscufundat, pentru a se împiedica antrenarea nămolului plutitor.

13.16. În cazul utilizării decantoarelor lamelare, acestea din urmă trebuie să fie astfel dispuse încât să asigure curățirea lor. În timpul operației de curățire se va urmări împiedicarea plecării nămolului odată cu efluentul.

13.17. Indiferent de mărime, stațiile de epurare mici, monobloc, containerizate și automatizate trebuie să dispună de un spațiu separat minimal amenajat, pentru adăpostirea tabloului electric de joasă tensiune, a pieselor de schimb, cu un eventual banc de lucru și a unui grup sanitar precum și o dotare minimală cu tehnică de calcul (PC) pentru urmărirea și evidența exploatarei.

13.18. Stațiile trebuie să dispună de drum de acces, pentru circulația mijloacelor auto de intervenție și, în special, de preluare a nămolului. Lățimea drumului este de minim 3,50 m pentru accesul auto, aleile pietonale având minim 0,60 m, cu acoperire de pavele (ușoare).

Trebuie asigurat accesul personalului specializat pentru prelevarea probelor.

13.19. Întrucât alimentarea dublă cu energie electrică este, cel mai adesea, prohibitivă datorită costurilor, la concepția stației se au în

vedere prevederea de echipamente simple, ușor de schimbat, într-un timp cât mai scurt.

Pentru echipamentele esențiale se recomandă dublarea acestora cu o rezervă rece.

13.20. Sistemul de automatizare este destinat prezentării de informații asupra tuturor parametrilor mășurați, și gestionării proceselor din stația de epurare, astfel încât să fie asigurați parametrii de calitate ai efluentului.

13.21. Controlul proceselor și monitorizarea stației se bazează pe *automate programabile (PLC)*, prevăzute fie la panoul central fie la panoul local, ce se constituie în automate programabile pentru achiziționarea datelor dintr-o anumită zonă sau pentru anume proces.

Programul presupune controlul și monitorizarea fiecărei trepte de epurare, transmisia de date făcându-se la centrul de control, ce se recomandă a fi dotat cu un sistem SCADA. În cazul întreruperii canalului de comunicație cu panoul central, PLC va detecta această stare și va stoca datele măsurate pentru o perioadă de 24 de ore, urmând ca la restituirea legăturilor datele să fie transferate centrului de control. Centrul de control poate fi amplasat într-o clădire sau chiar într-o locuință din apropiere.

Parametrii mășurați sunt:

- nivelurile pe fiecare treaptă;
- toate mărimile ce se referă la calitatea apei (pH, turbiditate, CBO₅, oxigen dizolvat, nitrați, nitriți, azot total, fosfor etc.)

Sistemul SCADA permite:

- monitorizarea stației;
- afișarea alarmelor;
- afișarea grafică a situației în stația de epurare;
- crearea bazei de date istorice pentru compararea datelor și pregătirea rapoartelor;
- modificarea parametrilor de proces.

Prin el se poate realiza controlul utilajelor prin *PLC* de la tastatură sau afișajul propriu și accesul la datele arhivate.

Orice disfuncționalitate sesizată de echipamentele de achiziție, protecție și comandă (avarii motoare, limite de prag depășite etc.) se transmite centrului de control, prin *alarmă*.

Mesajele recepționate sunt stocate și afișate, împreună cu ora și data producerii lor, aceste informații fiind memorate și în baza de date.

Instrumentația prevăzută se selectează ținând cont de siguranța în exploatare, fiabilitate și mediul în care este instalată.

Defecțiunea unei componente nu trebuie să genereze distrugerii sau apariția unor situații periculoase.

Debitmetrele electromagnetice trebuie să fie prevăzute cu dispozitive de autocurățire, iar senzorii pentru determinarea calității apei cu facilități de autocurățire, calibrare manuală și automată.

Compensarea cu temperatura trebuie luată în calcul în cazul în care variația acesteia influențează acuratețea semnalului.

13.22. De regulă, parametrii de proces, starea echipamentelor și facilitățile de control pentru diferite părți ale stației sunt pe trepte:

- influent în stația de epurare – măsură pentru:
 - temperatură și pH;
 - azot amoniacal;
 - azotați;
 - azot total;
 - suspensii solide;
 - CCO;
 - CBO₅;
 - H₂S;
 - oxigen dizolvat;
 - fosfor total;
 - măsură debit.
- toți parametrii se transmit centrului de control.

- grătare – senzori de nivel amonte/aval:
 - stare de funcționare echipament/alarmă;
 - pornire/oprire automată, funcție de nivel.
- stație de pompare:
 - senzori de nivel în camera de aspirație;
 - stare de funcționare echipament/alarmă;
 - pornire/oprire automată, funcție de nivel.
- aerare – măsură pentru pH; conductivitate, potențial Redox la intrare:
 - măsură debit de aer;
 - oxigenul dizolvat – în minim două puncte;
 - azotați și azot amoniacal;
 - stare de funcționare echipament/alarmă;
 - valori parametri/alarmă;
 - comanda funcționării suflantelor funcție de necesarul de oxigen din bazinul de aerare.
- decantor secundar:
 - măsură nivel apă;
 - măsură poziție strat;
 - stare de funcționare echipament/alarmă;
 - măsură nămol recirculat și nămol în exces;
 - reglare debit de nămol;
 - tractoare de suspensii pe conductele de nămol.
- dezinfecție:
 - măsură clor remanent;
 - stare de funcționare echipament/alarmă;
 - funcționare și reglare automată pompe dozatoare.
- evacuare efluent: de regulă, aceeași indicatori ca pentru influentul stației de epurare.

13.23. Tratarea nămolului rezultat din procesul de epurare este esențială pentru alegerea tipului stației de epurare. Nu este admisă

prevăderea unor stații de epurare unde nu este rezolvată complet problema îndepărtării nămolului.

13.24. Datorită capacității reduse a stațiilor de epurare ce fac obiectul prezentei reglementări, nu este recomandabilă adoptarea soluției de deshidratare independentă a nămolului stabilizat aerob din instalație.

Soluțiile ce pot fi luate în considerare sunt:

- utilizarea ca fertilizant în agricultură, condiționată de eventuala tratare suplimentară a acestuia și în orice caz, cu avizul organelor sanitare și a proprietarului terenului;

- transportul spre eventuale stații mari de epurare, ce dispun de construcții și instalații de deshidratare, cu acceptul acestora;

- tratarea în comun a nămolurilor provenite de la mai multe instalații amplasate în relativă vecinătate;

- o eventuală tratare în comun cu deșeurile menajere în localități relativ apropiate.

În oricare dintre soluții se impune prevăderea unui rezervor de depozitare intermediar (tampon sau de stocare).

13.25. Volumul rezervorului de nămol prevăzut trebuie să asigure depozitarea acestuia între două descărcări.

13.26. Se recomandă realizarea acestor bazine din beton, cu luarea tuturor măsurilor impuse de asigurarea împotriva înghețului și de împiedicare a depunerilor.

13.27. Evacuarea efluentului stației de epurare aferentă unei comunități mici se poate face, în funcție de condițiile locale ale fiecărui amplasament, într-un emisar natural (apă de suprafață), pe un

teren agricol în scopul irigației unor culturi, într-o rețea de canalizare pluvială sau în sol, fie prin infiltrație, fie prin dispersie de suprafață.

13.28. Orice descărcare va fi supusă avizării, conform Legii 107 – Legea apelor și Legii 137–Legea de protecție a mediului, conform metodologiei impuse de normele în vigoare.

13.29. Evacuarea efluentului stației de epurare în sol se face numai pe baza studiilor hidrogeologice și geotehnice întocmite pentru fiecare amplasament în parte, cu aviz sanitar, al organelor abilitate de gospodărirea apelor și de mediu și cu aprobarea proprietarului terenului.

13.30. Treapta de dezinfecție se prevede la cererea unităților de gospodărire a apelor și a inspectoratelor de mediu.

De regulă, această treaptă se impune pentru emisari cu debite foarte mici (zero) pe perioade îndelungate de timp dintr-un an, sau în cazul utilizării în agricultură.

Cap. 14. ELEMENTE DE CONȚINUT A INSTRUCȚIUNILOR DE EXPLOATARE

14.1. Instrucțiunile de exploatare cuprind principalele recomandări și reguli pe care trebuie să le respecte personalul de exploatare astfel încât funcționarea stației de epurare să se facă respectându-se tehnologia prevăzută în proiect și parametri calitativi ai efluentului epurat aprobați, pe toată perioada de serviciu normată a instalațiilor de epurare, precum și exigențele de calitate obligatorii impuse de Legea calității nr. 10/1995.

14.2. Conținutul instrucțiunilor de exploatare va trebui să cuprindă următoarele aspecte:

- Datele generale ale documentației;
- Schema tehnologică de epurare;
- Descrierea obiectelor componente ale schemei de epurare;
- Recepția construcțiilor și instalațiilor de epurare;
- Punerea în funcțiune a stației de epurare;
- Exploatarea construcțiilor și instalațiilor de epurare:
 - Reguli generale de exploatare;
 - Monitorizarea parametrilor calitativi ai influentului și efluentului;
 - Reguli pentru exploatarea obiectelor componente ale stației de epurare;
 - Exploatarea treptei de epurare primare;
 - Exploatarea treptei de epurare biologică;
 - Exploatarea obiectelor de pe linia nămolului;
 - Exploatarea și întreținerea stației de epurare pe timp friguros;
- Întreținerea construcțiilor și instalațiilor de epurare;
- Instalații electrice, de automatizare și AMC:
 - Rolul instalațiilor de forță și de automatizare și AMC;
 - Alimentarea cu energie electrică;
 - Comenzi în regim automat;
 - Monitorizarea stării utilajelor;
 - Echipamentul electric prin care se realizează alimentarea cu energie electrică;
 - Echipamente pentru măsurarea automată;
 - Funcțiile sistemului de automatizare;
 - Principii de realizare a instalațiilor de automatizare;
 - Lucrări pregătitoare pentru punerea în funcțiune;
 - Instalații electrice de forță 0,4 kV și automatizare;
 - Instalații de măsură a indicatorilor cantitativi și calitativi ai apei uzate;
 - Instalații de iluminat;
 - Instalații de paratrăsnet;
 - Punerea în funcțiune;

- Instalații electrice de forță 0,4 kV și funcționarea în regim de comandă manuală;
 - Funcționarea în regim de comandă „Automat”;
 - Instalații de măsură a indicatorilor cantitativi și calitativi ai apelor uzate;
 - Exploatarea instalațiilor electrice și de automatizare;
 - Atribuții;
 - Punere sub tensiune;
 - Modul de operare;
 - Întreținerea instalațiilor electrice;
 - Reparații pentru instalațiile electrice;
 - Protecția muncii pentru instalațiile electrice.
- Organizarea exploatării și întreținerii construcțiilor și instalațiilor de epurare;
 - Protecția muncii în stația de epurare;
 - Protecția sanitară pentru personalul stației de epurare;
 - Dispoziții finale.

Cap. 15. ARMONIZAREA REGLEMENTĂRII CU NORMELE EUROPENE

15.1. Normativul s-a elaborat pe baza standardelor române de tip SR, a standardelor europene adoptate de țara noastră de tip SR EN, a standardelor internaționale adoptate ca standarde române tip SR ISO, a directivelor Uniunii Europene referitoare la domeniul tratat și a reglementărilor care privesc epurarea apelor uzate românești și străine.

15.2. S-a ținut seama, de asemenea, de standardele franceze, germane, americane și englezești, de reglementările germane ATV A 126 și ATV A131, precum și de o bogată bibliografie conținând

tratate, manuale, prospecte, articole din reviste tehnice de specialitate etc.

15.3. În normativ s-au adoptat termenii, definițiile, valorile și notațiile utilizate de specialiștii din Uniunea Europeană, utilizându-se spre exemplu atât standardul român de „Terminologie în alimentări cu apă și canalizări” nr. 10.898-85, cât și standardele SR EN 1085-2000, respectiv SR EN 1085 / C1: 2000 „Epurarea apelor uzate. Vocabular”.

15.4. Normele europene au fost aplicate ținându-se seama, evident, de prescripțiile și specificul reglementărilor din țara noastră privind epurarea apelor uzate.

S-a acordat din ce în ce mai multă importanță schemelor și tehnologiilor de epurare a apelor uzate provenite de la localitățile mici și foarte mici, atât datorită caracterului cu totul specific al acestora, al necesității presante și deosebit de actuale de realizare a acestor instalații, cât și marii diversități a soluțiilor utilizate pe glob și în țara noastră în acest scop.

În mod deosebit, au apărut utilaje noi și eficiente care au impus noi tehnologii și noi reguli de exploatare, noi echipamente fiabile și cu randamente energetice ridicate care pot echipa construcțiile și instalațiile grătarelor, deznisipatoarelor, separatoarelor de grăsimi, bazinelor de aerare, filtrelor biologice precum și instalațiile de sitare, îngroșare (concentrare) și deshidratare a nămolurilor.

Toate aceste noutăți trebuie integrate cunoștințelor actuale din domeniu și puse la dispoziția proiectanților, beneficiarilor, specialiștilor și responsabililor din primării cu sectorul edilitar, organizatorilor de licitații în domeniu, etc., pentru a putea fi utilizate pe scară extinsă la realizarea investițiilor, în exploatarea instalațiilor de epurare, la aprecierea corectitudinii soluțiilor propuse, a măsurilor de respectare a siguranței în exploatare și a protecției mediului înconjurător, ansamblu de acțiuni care au necesitat în mod evident prescripții și normative specifice de proiectare.

**Lista principalelor standarde și normative
care reglementează proiectarea tehnologică a stațiilor
de epurare mecano-biologice**

Nr. crt.	Nr. STAS	Titlul documentației	Observații
0	1	2	3
1	1343/0-89	Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare. Prescripții generale.	
2	1343/1-95	Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru centre populate.	
3	1343/2-89	Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru unități industriale.	
4	1343/3-86	Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru unități zootehnice.	
5	1343/4-86	Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru amenajări de irigații.	
6	1343/5-86	Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru unități piscicole.	
7	1846-90	Canalizări exterioare. Determinarea debitelor de apă de canalizare. Prescripții de proiectare.	
8	3051/91	Sisteme de canalizare. Canale ale rețelelor exterioare de canalizare. Prescripții fundamentale de proiectare.	

0	1	2	3
9	4068/2-87	Debite și volume maxime de apă. Probabilitățile anuale ale debitelor și volumelor maxime în condiții normale și speciale de exploatare.	
10	4162/1-89	Canalizări. Decantoare primare. Prescripții de proiectare.	
11	4162/2-89	Canalizări. Decantoare secundare. Prescripții de proiectare.	
12	4273/83	Construcții hidrotehnice. Încadrarea în clase de importanță.	
13	4706/88	Ape de suprafață. Categori și condiții tehnice de calitate.	
14	10178	Canalizări. Gazometre la stațiile de epurare orășenești. Prescripții de proiectare.	
15	10686/76	Canalizări. Bazine pentru uniformizarea debitelor și calității apelor uzate industriale. Prescripții de proiectare.	
16	10859/91	Canalizări. Stații de epurare a apelor uzate provenite de la centrele populate. Studii pentru proiectare.	
17	10898/85	Alimentări cu apă și canalizări. Terminologie.	
18	SR EN 1085-2000	Epurarea apelor uzate - Vocabular	
19	11565/90	Canalizări. Platforme pentru uscarea nămolului fermentat din stațiile de epurare orășenești. Prescripții de proiectare.	
20	11566/91	Canalizări. Bazine cu nămol activat. Prescripții generale de proiectare.	
21	12264/91	Canalizări. Separatoare de uleiuri și grăsimi la stațiile de epurare orășenești.	

0	1	2	3
22	12431/90	Canalizări. Grătare pentru stații de epurare a apelor uzate orășenești. Prescripții generale de proiectare.	
23	12594/87	Canalizări. Stații de pompare. Prescripții generale de proiectare.	
24	12278/96	Canalizări. Rezervoare de fermentare a nămolurilor din stațiile de epurare. Prescripții generale de proiectare.	
25	NTPA 001/2002	Normativ privind stabilirea limitelor de încărcare cu poluanți a apelor uzate industriale și orășenești la evacuarea în receptorii naturali – aprobat prin H.G. nr. 188 / 28.02.2002	
26	NTPA 002/2002	Normativ privind condițiile de evacuare a apelor uzate în rețelele de canalizare ale localităților și direct în stațiile de epurare - aprobat prin H.G. nr. 188 / 28.02.2002	
27	NTPA 011/2002	Norme tehnice privind colectarea, epurarea și evacuarea apelor uzate orășenești - aprobate prin H.G. nr. 188 / 28.02.2002	
28	NTPA 003/1997	Norme privind metodologia de conducere și control al procesului de epurare biologică cu nămol activ în stațiile de epurare a apelor uzate orășenești, industriale și zootehnice.	
29	NP 032/1999	Normativ pentru proiectarea construcțiilor și instalațiilor de epurare a apelor uzate orășenești. Partea I: Treapta mecanică.	
30		Normativ de conținut al documentațiilor tehnice necesare obținerii avizului de gospodărire a apelor și a autorizației de gospodărire a apelor aprobat prin Ordinul Ministrului Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului nr. 720/1996.	

0	1	2	3
31		Norme de igienă și recomandări privind mediul de viață al populației, aprobate de Ministrul Sănătății prin Ordinul nr. 1935/13.09.1996.	
32		Norme speciale privind caracterul și mărimea zonelor de protecție sanitară, aprobate prin Hotărârea de Guvern nr. 101/03.04.1997.	
33		Norma tehnică republicană privind măsurarea debitelor de apă N.T.R.Q. 0-1-84. Determinarea debitelor de apă în sisteme de curgere cu nivel liber. Metoda modificării locale a secțiunii de curgere. Canale de măsurare. Prescripții generale. București, 1985.	
34		Măsuri de protecție a calității resurselor de apă, aprobate prin Hotărârea de Guvern nr. 472/09.06.2000.	

**Notații privind principalii parametri utilizați
în calculele de dimensionare**

- c_{uz} - concentrația în materii în suspensie a apelor uzate la intrarea în stația de epurare (mg/dm^3);
- X_{5uz} - concentrația materiei organice biodegradabile, exprimată în CBO_5 a apelor uzate la intrarea în stația de epurare (mg/dm^3);
- c_N - concentrația apelor uzate în azot total la intrarea în stația de epurare ($\text{mg} \cdot \text{N}/\text{dm}^3$);
- c_{uz}^{dg} - concentrația în materii în suspensie a apelor uzate degrositate, efluente din treapta de degrosizare (mg/dm^3);
- X_{5uz}^{dg} - concentrația materiei organice biodegradabile, exprimată prin CBO_5 a apelor uzate degrositate (mg/dm^3);
- c_N^{dg} - concentrația în azot total a apelor uzate degrositate (mg/dm^3);
- c_{uz}^{dp} - concentrația în materii în suspensie a apelor uzate decantate primar (mg/dm^3);
- c_{uz}^b - concentrația în materii în suspensie a apelor uzate care intră în treapta de epurare biologică (mg/dm^3), de regulă, egală cu c_{uz}^{dp} ;
- X_{5uz}^{dp} - concentrația materiei organice biodegradabile, exprimată prin CBO_5 a apelor uzate decantate primar (mg/dm^3);
- X_{5uz}^b - concentrația materiei organice biodegradabile, exprimată în CBO_5 a apelor uzate care intră în treapta de epurare biologică, de regulă, egală cu X_{5uz}^{dp} (mg/dm^3);
- c_N^{dp} - concentrația în azot total a apelor uzate decantate primar (mg/dm^3);

- C_N^b - concentrația în azot total a apelor uzate care intră în treapta de epurare biologică, de regulă, egală cu C_N^{dp} (mg/dm³);
- C_{na} - concentrația amestecului din bazinul cu nămol activat (kg/m³);
- C_{nr} - concentrația nămolului activat de recirculare (kg/m³);
- C_{ne} - concentrația nămolului în exces (kg/m³);
- C_{nb} - concentrația nămolului biologic, în schemele cu filtre biologice (kg/m³);
- C_{uz}^{adm} - concentrația maximă a materiilor solide în suspensie din apele uzate epurate (mg/dm³);
- X_{5uz}^{adm} - concentrația maximă a materiei organice biodegradabile, exprimată în CBO₅ din apele uzate epurate (mg/dm³);
- C_N^{adm} - concentrația maximă în azot total din apele uzate epurate (mg N/dm³);
- C_r - concentrația în materii solide în suspensie a apei emisarului, amonte de secțiunea de evacuare a apelor uzate epurate (mg/dm³);
- X_{5r} - concentrația materiei organice biodegradabile, exprimată în CBO₅ a apei emisarului, amonte de secțiunea de evacuare a apelor uzate epurate (mg/dm³);
- X_N - concentrația normată a materiei organice biodegradabile, exprimată în CBO₅ a amestecului de ape uzate epurate și ale emisarului, în secțiunea de control situată la 1 km amonte de folosința considerată, conf. STAS 4706-88 (mg/dm³);
- O_r - concentrația oxigenului dizolvat în apa emisarului, amonte de secțiunea de evacuare a apelor uzate epurate (mg O₂/dm³), la temperatura θ (°C);

- O_s - concentrația de saturație a oxigenului dizolvat ($\text{mg O}_2/\text{dm}^3$) la temperatura θ ($^{\circ}\text{C}$) și la presiunea atmosferică de 760 mm col. Hg;
- O_{\min}^R - concentrația minimă a oxigenului dizolvat în apa râului, în secțiunea în care se realizează deficitul critic de oxigen ($\text{mg O}_2/\text{dm}^3$);
- O_{\min}^N - concentrația minimă normată a oxigenului (conf. STAS 4706-88) care se admite în apa emisarului funcție de categoria de calitate a acestuia ($\text{mg O}_2/\text{dm}^3$);
- D_a - deficitul inițial de oxigen din apa emisarului, calculat în secțiunea situată amonte de evacuarea apelor uzate epurate ($\text{mg O}_2/\text{dm}^3$);
- D_{cr} - deficitul critic (sau maxim) de oxigen din apa emisarului, calculat pentru secțiunea critică de pe râu, aval de punctul de evacuare a apelor epurate ($\text{mg O}_2/\text{dm}^3$);
- t_{cr} - timpul la care se realizează deficitul critic de oxigen în apa emisarului (zile);
- $Q_{u.zimed}$ - debitul zilnic mediu al apelor uzate;
- $Q_{u.zimax}$ - debitul zilnic maxim al apelor uzate;
- $Q_{u.oramax}$ - debitul orar maxim al apelor uzate;
- $Q_{u.oramin}$ - debitul orar minim al apelor uzate;
- Q_c - debitul de calcul;
- Q_v - debitul de verificare;
- Q_{inf} - debitul de apă subterană infiltrat în rețeaua de canalizare;
- Q_{ind} - debitul apelor uzate preepurate sau nu, provenit de la societățile comerciale și/sau industriale din zonă și introdus în rețeaua publică de canalizare a localității și care respectă din punct de vedere calitativ prevederile NTPA 002;

$Q_{\text{d orar max}}$ - debitul zilnic maxim al apelor uzate la care s-au adăugat debitele Q_{inf} și Q_{ind} ;

$Q_{\text{d orar max}}$ - debitul orar maxim al apelor uzate la care s-au adăugat debitele Q_{inf} și Q_{ind} ;

$Q_{\text{d orar min}}$ - debitul orar minim al apelor uzate la care s-au adăugat debitele Q_{inf} și Q_{ind} ;

N_i - cantitatea de materii solide în suspensie exprimată în substanță uscată, care intră zilnic în stația de epurare (kg/zi);

N_{dg} - cantitatea de materii solide în suspensie exprimată în substanță uscată, evacuată zilnic din treapta de degrosare (kg/zi);

N_p - cantitatea de materii solide în suspensie exprimată în substanță uscată, care este reținută zilnic în decantorul primar (kg/zi);

N_{dp} - cantitatea de materii solide în suspensie exprimată în substanță uscată, evacuată zilnic din decantorul primar (kg/zi);

N_{β} - cantitatea de materii solide în suspensie exprimată în substanță uscată, care intră zilnic în treapta de epurare biologică (kg/zi), de regulă, egală cu N_{dp} ;

N_{ev} - cantitatea de materii solide în suspensie exprimată în substanță uscată, evacuată zilnic în emisar cu efluentul epurat mecano-biologic (kg/zi);

C_i - cantitatea de substanță organică biodegradabilă exprimată în CBO_5 , care intră zilnic în stația de epurare (kg CBO_5 /zi);

C_{dg} - cantitatea de substanță organică biodegradabilă exprimată în CBO_5 , care este evacuată zilnic din treapta de degrosare (kg CBO_5 /zi);

- C_{dp} - cantitatea de substanță organică biodegradabilă exprimată în CBO_5 , care este evacuată zilnic din decantorul primar (kgCBO_5/zi);
- C_b - cantitatea de substanță organică biodegradabilă exprimată în CBO_5 , care intră zilnic în treapta de epurare biologică (kgCBO_5/zi), de regulă, egală cu C_{dp} ;
- C_{bs} - cantitatea de substanță organică biodegradabilă exprimată în CBO_5 care intră zilnic în treapta biologică, aferentă fenomenului de epurare cu biomasă în suspensie ($\text{kg CBO}_5/\text{zi}$);
- C_{bf} - cantitatea de substanță organică biodegradabilă exprimată în CBO_5 care intră zilnic în treapta biologică, aferentă fenomenului de epurare cu peliculă fixată ($\text{kg CBO}_5/\text{zi}$);
- C'_b - cantitatea de substanță organică biodegradabilă exprimată în CBO_5 , care este îndepărtată (redușă, eliminată) zilnic în treapta biologică ($\text{kg CBO}_5/\text{zi}$);
- C'_{bs} - cantitatea de substanță organică biodegradabilă exprimată în CBO_5 îndepărtată zilnic în treapta biologică, prin fenomenul de epurare cu biomasă în suspensie ($\text{kg CBO}_5 \text{ red}/\text{zi}$);
- C'_{bf} - cantitatea de substanță organică biodegradabilă exprimată în CBO_5 îndepărtată zilnic în treapta biologică, prin fenomenul de epurare cu peliculă fixată ($\text{kg CBO}_5 \text{ red}/\text{zi}$);
- C_{ev} - cantitatea de substanță organică biodegradabilă exprimată prin CBO_5 , care este evacuată zilnic în emisar cu efluentul epurat mecano-biologic ($\text{kg CBO}_5/\text{zi}$);
- K_i - cantitatea de azot din NH_4^+ , care intră zilnic în stația de epurare (kg/zi);
- K_{dg} - cantitatea de azot din NH_4^+ , evacuată zilnic din treapta de degrosare (kg/zi);

- K_{dp} - cantitatea de azot din NH_4^+ , evacuată zilnic din decantoarele primare (kg/zi);
- K_b - cantitatea de azot din NH_4^+ , care intră zilnic în treapta de epurare biologică, de regulă, egală cu K_{dp} (kg/zi);
- K_{ev} - cantitatea de azot din NH_4^+ , care este evacuată zilnic în emisar cu efluentul epurat mecano-biologic (kg/zi);
- e_{sd} - eficiența treptei de degrosare privind reținerea materiilor solide în suspensie (%);
- e_{xd} - eficiența treptei de degrosare privind reținerea materiei organice biodegradabile, exprimată în CBO_5 (%);
- e_{Nd} - eficiența treptei de degrosare privind reținerea azotului (%);
- e_s - eficiența decantorului primar privind reținerea materiilor solide în suspensie (%);
- e_x - eficiența decantorului primar privind reținerea materiei organice biodegradabile exprimată în CBO_5 ;
- e_N - eficiența decantorului primar privind reținerea azotului (%);
- d_s - gradul de epurare necesar din punct de vedere al materiilor solide în suspensie pentru întreaga stație de epurare (%);
- d_x - gradul de epurare necesar din punct de vedere al materiilor organice biodegradabile exprimate în CBO_5 pentru întreaga stație de epurare (%);
- d_{sb} - gradul de epurare necesar din punct de vedere al materiilor solide în suspensie al treptei de epurare biologică (%);
- d_{xb} - gradul de epurare necesar din punct de vedere al materiilor organice biodegradabile exprimate în CBO_5 al treptei de epurare biologică (%);

- N_a - cantitatea de materii solide în suspensie, exprimată în substanță uscată, din nămolul activat existent în bazinul cu nămol activat (kg/zi);
- N_e - cantitatea de materii solide în suspensie, exprimată în substanță uscată, din nămolul în exces (kg/zi);
- N_{bf} - cantitatea de materii solide în suspensie, exprimată în substanță uscată, din nămolul biologic evacuat zilnic din decantoarele secundare în schemele cu filtre biologice (kg/zi);
- N_{pe} - cantitatea de materii solide în suspensie, exprimată în substanță uscată, din amestecul de nămol primar și în exces (kg/zi);
- N_c - cantitatea de materii solide în suspensie, exprimată în substanță uscată, din nămolul concentrat (îngroșat) evacuat spre fermentare (kg/zi);
- N_f - cantitatea de materii solide în suspensie, exprimată în substanță uscată, din nămolul fermentat anaerob evacuat spre deshidratare sau prelucrare ulterioară (kg/zi);
- N_s - cantitatea de materii solide în suspensie, exprimată în substanță uscată, din nămolul fermentat (stabilizat) aerob evacuat spre deshidratare sau prelucrare ulterioară (kg/zi);
- N_d - cantitatea de materii solide în suspensie, exprimată în substanță uscată, din nămolul deshidratat (kg/zi);
- w - umiditatea nămolului (%);
- V_{np} - volumul de nămol depus zilnic în decantorul primar (nămol primar) (m^3/zi);
- V_{ne} - volumul de nămol în exces evacuat zilnic din decantorul secundar, notat și Q_{ne} (m^3/zi);
- V_{nbf} - volumul de nămol biologic evacuat zilnic din decantoarele secundare spre prelucrare, în schemele cu filtre biologice (m^3/zi);

V_{npf} - volumul zilnic al amestecului de nămol primar și nămol biologic în schemele cu filtre biologice, evacuat zilnic spre prelucrare (m^3/zi);

V_{npe} - volumul amestecului de nămol primar și nămol în exces evacuat zilnic spre prelucrare în schemele cu bazine de aerare (m^3/zi);

V_{nc} - volumul zilnic de nămol concentrat (îngroșat) evacuat zilnic din concentratorul de nămol spre fermentare (m^3/zi);

V_{nf} - volumul zilnic de nămol fermentat anaerob evacuat spre deshidratare (m^3/zi);

V_{ns} - volumul zilnic de nămol fermentat aerob evacuat spre deshidratare (m^3/zi);

V_{nd} - volumul zilnic de nămol deshidratat evacuat din stația de epurare (m^3/zi);

Q_{ne} - debitul de nămol în exces evacuat din decantorul secundar (m^3/zi , m^3/h etc.);

Q_{np} - debitul de nămol primar evacuat din decantorul primar (m^3/zi , m^3/h etc.);

Q_{na} - debitul de nămol activat evacuat din decantorul secundar în schemele cu bazine alternante (m^3/zi , m^3/h etc.);

Q_{nb} - debitul de nămol biologic evacuat din decantorul secundar în schemele cu filtre biologice (m^3/zi , m^3/h etc.);

Q_{nr} - debitul de nămol activat de recirculare (recirculare externă) (m^3/zi , m^3/h etc.);

Q_{nri} - debitul de recirculare internă, în schemele cu denitrificarea apelor uzate (m^3/zi , m^3/h etc.);

Q_{npe} - debitul amestecului de nămol primar și în exces (m^3/zi , m^3/h etc.);

Q_{nc} - debitul de nămol concentrat (îngroșat) evacuat din concentratorul de nămol (m^3/zi , m^3/h etc.);

- Q_{nf} - debitul de nămol fermentat anaerob evacuat spre deshidratare (m^3/zi , m^3/h etc.);
- Q_{ns} - debitul de nămol fermentat (stabilizat) aerob evacuat spre deshidratare (m^3/zi , m^3/h etc.)
- w_p - umiditatea nămolului primar (%);
- w_b - umiditatea nămolului biologic (%);
- w_e - umiditatea nămolului în exces evacuat din decantorul secundar (%);
- w_{bf} - umiditatea nămolului biologic evacuat din decantoarele secundare în schemele cu filtre biologice (%);
- w_{pb} - umiditatea amestecului de nămol primar și nămol biologic în schemele cu filtre biologice (%);
- w_{pe} - umiditatea amestecului de nămol primar și în exces (%);
- w_{nc} - umiditatea nămolului concentrat evacuat din concentrator (îngroșător) (%);
- w_f - umiditatea nămolului fermentat anaerob evacuat spre deshidratare (%);
- w_s - umiditatea nămolului fermentat (stabilizat) aerob evacuat spre deshidratare (%);
- l_f - limita tehnică de fermentare anaerobă a nămolului (%);
- l_s - limita tehnică de fermentare (stabilizare) aerobă a nămolului (%).
- I_{VN} - indicele volumetric al nămolului sau indexul lui Mohlmann (cm^3/g);
- I_{SN} - indicele comparativ al nămolului sau „sedimentul“ (ml/l , cm^3/dm^3);
- T_N - vârsta nămolului (zile);
- r_s - încărcarea specifică a suportului solid ($\text{g CBO}_5/\text{dm}^2 \cdot \text{zi}$);

c'_0 - capacitatea specifică nominală de oxigenare ($\text{g O}_2/\text{N m}^3$ aer, m adâncime de insuflare);

c_0 - capacitatea specifică de oxigenare ($\text{g O}_2/\text{N m}^3$ aer);

Q_{aer} - debitul de aer în condiții reale de exploatare (m^3 aer/h);

$Q_{N_{\text{aer}}}$ - debitul de aer în condiții normale (standard), adică la $T = 10^\circ\text{C}$ și $p = 760$ mm col. Hg;

$\overline{CO_R}$ - capacitatea de oxigenare a unui aerator în apă curată ($\text{kg O}_2/\text{zi}$, aerator);

$\overline{CO_R}$ - capacitatea de oxigenare a unui aerator în apă uzată ($\text{kg O}_2/\text{zi}$, aerator);

i_E - indicele energetic sau eficiența energetică a unui sistem de aerare ($\text{kg O}_2/\text{kWh}$);

α - raportul dintre coeficientul global de transfer a oxigenului de la aer la apă determinat pentru apă uzată și coeficientul global de transfer a oxigenului de la aer la apă determinat pentru apă curată (de la robinet) în condiții standard;

β - raportul dintre concentrația de saturație a oxigenului dizolvat în apă uzată și concentrația de saturație a oxigenului dizolvat în apă curată (de la robinet) în condiții standard.

**Notații utilizate în schemele și figurile
prezentate în cadrul normativului**

- I – influent
- E – efluent
- EL – echivalent locuitor
- SE – stație de epurare a apelor uzate
- Dev.1 – deversorul amplasat la intrarea în stația de epurare, pentru cazul când localitatea este canalizată în procedeele unitar și mixt
- Dev.2 – deversorul amplasat între treapta de epurare mecanică și treapta de epurare biologică, în scopul limitării debitului de ape uzate care intră în stația de epurare la o valoare maximă admisă
- GR – grătar rar
- GD – grătar des
- Dz – deznisipator
- DSGA – deznisipator-separator de grăsimi aerat
- Db – debitmetru
- SG – separator de grăsimi
- DzOL – deznisipator orizontal longitudinal
- DzT – deznisipator tangențial
- SGIA – separator de grăsimi cu insuflare de aer la joasă presiune
- SGPA – separator de grăsimi cu presurizarea apelor uzate
- SGPO – separator de grăsimi cu plăci ondulate
- SGT – separator de grăsimi cu tuburi

DP – decantor primar
 DPOL – decantor primar orizontal longitudinal
 DPOR – decantor primar orizontal radial
 DPV – decantor primar vertical
 DPE – decantor primar cu etaj (tip Imhoff sau Emscher)
 FB – filtru biologic clasic
 FBD – filtru biologic cu discuri (biodiscuri)
 BNA – bazine cu nămol activat sau bazine de aerare
 DS – decantoare secundare
 DSOL – decantor secundar orizontal longitudinal
 DSOR – decantor secundar orizontal radial
 DSV – decantor secundar vertical
 SP_{auz} – stație de pompare pentru ape uzate
 SP_{AR} – stație de pompare pentru ape de recirculare
 SP_n^{*} – stație de pompare pentru nămol
 BA_m – bazin de amestec
 TDG – treaptă de degrosizare
 TEM – treaptă de epurare mecanică
 TEB – treaptă de epurare biologică
 TEA – treaptă de epurare avansată
 CN – concentrator (îngroșător) de nămol
 STN – sitare nămol
 D – deshidratare nămol

RFN – rezervor de fermentare a nămolului (metantanc, digestor)

F – fermentare nămol

S – stabilizare nămol

SN – stabilizator de nămol

FS – fosă septică

SECR – stație de epurare de capacitate redusă

RBC – contactor biologic rotativ (rotating biological contactors)

STM – instalație de epurare biologică de tip Stählermatic

SO – șanț de oxidare

P – fosfor

N – azot

NTK – azot total Kjeldhal = $N_{org} + NH_4^+$

NH_4^+ – ion de amoniu

NH_3 – amoniac

NO_2^- – ion azotit

NO_3^- – ion azotat

N_{org} – azot organic

P_{org} – fosfor organic

NT – azotat total = $NTK + NO_2^- + NO_3^-$

PLC – automat programabil

BIBLIOGRAFIE

1. Arlyn, E. - Proiectarea funcționării deznisipatorului aerat. Georgia, 1966.
2. Cioc, D. - Hidraulică. Editura didactică și pedagogică, Ediția a II-a, București, 1983.
3. Collection Moniteur - Practica apei. Utilizarea apei în gospodării și industrii. Technique Edition du Monitor, Paris, 1981.
4. Degrémont - Méménto tehnic al apei. Editura Degrémont, Paris, 1989.
5. Dima, M. - Epurarea apelor uzate urbane. Editura Junimea, Iași, 1998.
6. Droste, R. L. - Teoria și practica tratării apei și epurării apei uzate. John Wiley & Sons. Inc., New York, Toronto, 1997.
7. Ekama, G. A. ș.a. - Decantoare secundare: teorie, modelare, proiectare și exploatare. Raport tehnico-științific nr. 6. IAWQ, Londra, 1997.
8. Emrath, E. - Deznisipator rectangular cu secțiune parabolică. „Tehnica apei și a canalizărilor”, nr. 216/1964.
9. Gabriel, Gh. - Măsurarea debitelor de fluide. Editura Tehnică, București, 1978.
10. Gloyna, E. F. - Bazine de stabilizare a apelor uzate. În: Organisation Mondiale de la Santé, Geneve, 1972.
11. Hammer, I. Mark - Tehnologia apei și apei uzate. Ediția a II-a. Prentice Hall Career & Technology, Englewood Cliffs, New Jersey, 1991.

12. Idelcik, I. E. - Méménto al pierderilor de sarcină. Editura Eyrolle, Paris, 1968.
13. Iamandi, C. ș.a. - Mecanica fluidelor. Elemente de calcul și aplicații. Editura I.C.B., București, 1975.
14. Ianuli, V. - Hidraulică și amenajări hidrotehnice. Aplicații. Editura I. C. B., București, 1976.
15. Ianuli, V. - Camere de distribuție a debitelor în stațiile de epurare (distribuitoare). Buletinul științific al I.C.B., nr. 2/1970.
16. Ianuli, V. - Contribuții la calculul hidraulic și tehnologic al separatoarelor de grăsimi din stațiile de epurare a apelor uzate. Teză de doctorat. București, 1981.
17. Ianuli, V.; Rusu, Gh. - Stații de epurare a apelor uzate orășenești. Exemple de calcul. Partea I. Editura I.C.B., București, 1983.
18. Meinck, F., Stooff, H. - Ape uzate industriale. Editura Masson et Cie, Paris, 1970.
19. Munoz, A. Hernandez - Epurarea apelor uzate. Ediția a II-a revizuită și completată. Colecția Senior nr. 9, Madrid, 1992.
20. Negulescu, M. - Epurarea apelor uzate orășenești. Editura Tehnică, București, 1978.
21. Negulescu, M. - Epurarea apelor uzate orășenești. Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York, Tokyo, 1985.
22. Olsson, G.; Newell, B. - Sisteme de epurare a apelor uzate. Modelare, diagnosticare și control. IWA Publishing, Londra, 1999.
23. Pallasch, O. ș.a. - Manual de învățare a tehnicii apelor uzate. Berlin, München, 1990.
24. Parker, H. - Ingineria sistemelor de ape uzate. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1985.

25. Quasim, R. Syed - Stații de epurare a apelor uzate. Planificare, proiectare și exploatare. Holt, Rinehart și Winston, New York, Londra, Tokyo, 1985.
26. Tchobanoglous, G. - Ingineria apelor uzate: Epurare, evacuare, reutilizare. Ediția a II-a. Metcalf & Eddy Inc., McGraw Hill Book Co., New York, 2002.
27. Troskolansky, A. - Teoria și practica măsurării apelor uzate. Editura Dunod, Paris, 1966.
28. Vaillant, J. R. - Perfecționări și noutăți în epurarea apelor reziduale. Editura Eyrolles, Paris, 1974.
29. I.R.S. - STAS 737/1-91 –Sistemul internațional de unități (SI) Unități fundamentale și suplimentare.
30. I.R.S. - STAS 737/2-82 – Sistemul internațional de unități (SI) Unități derivate adoptate la Conferința Generală de Măsuri și Greutăți (CGPM).
31. I.R.S. - STAS 1343/0-89 – Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare. Prescripții generale.
32. I.R.S. - STAS 1343/1-95 – Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru centre populate.
33. I.R.S. - STAS 1343/2-89 – Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru unități industriale.
34. I.R.S. - STAS 1343/3-86 – Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru unități zootehnice.
35. I.R.S. - STAS 1343/4-89 – Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru amenajări de irigații.
36. I.R.S. - STAS 1343/5-86 – Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru unități piscicole.
37. I.R.S. - STAS 1846-90 – Canalizări exterioare. Determinarea debitelor de apă de canalizare. Prescripții de proiectare.

38. I.R.S. - STAS 2448-82 – Canalizări. Cămine de vizitare. Prescripții de proiectare.
39. I.R.S. - STAS 3051/91 – Sisteme de canalizare. Canale ale rețelelor exterioare de canalizare. Prescripții fundamentale de proiectare.
40. I.R.S. - STAS 4068/1-82 – Debite și volume maxime de apă. Determinarea debitelor și volumelor maxime ale cursurilor de apă.
41. I.R.S. - STAS 4068/2-87 – Debite și volume maxime de apă. Probabilitățile anuale ale debitelor și volumelor maxime în condiții normale și speciale de exploatare.
42. I.R.S. - STAS 4162/1-89 – Canalizări. Decantoare primare. Prescripții de proiectare.
43. I.R.S. - STAS 4162/2-89 – Canalizări. Decantoare secundare. Prescripții de proiectare.
44. I.R.S. - STAS 4273/83 – Construcții hidrotehnice. Încadrarea în clase de importanță.
45. I.R.S. - STAS 4706/88 – Ape de suprafață. Categori și condiții tehnice de calitate.
46. I.R.S. - STAS 9539-87 – Lucrări de îmbunătățiri funciare, desecări-drenaje. Prescripții de proiectare.
47. I.R.S. - STAS 9540-86 – Lucrări de îmbunătățiri funciare. Lucrări de irigații. Prescripții de proiectare.
48. I.R.S. - STAS 10178 – Canalizări. Gazometre la stațiile de epurare orășenești. Prescripții de proiectare.
49. I.R.S. - STAS 10686/76 – Canalizări. Bazine pentru uniformizarea debitelor și calității apelor uzate industriale. Prescripții de proiectare.
50. I.R.S. - STAS 10859/91 – Canalizări. Stații de epurare a apelor uzate provenite de la centrele populate. Studii pentru proiectare.

51. I.R.S. - STAS 10898/85 – Alimentări cu apă și canalizări. Terminologie.
52. I.R.S. - STAS 11565/90 – Canalizări. Platforme pentru uscarea nămolului fermentat din stațiile de epurare orășenești. Prescripții de proiectare.
53. I.R.S. - STAS 11566-91 – Canalizări. Bazine cu nămol activat. Prescripții generale de proiectare.
54. I.R.S. - STAS 12264/91 – Canalizări. Separatoare de uleiuri și grăsimi la stațiile de epurare orășenești.
55. I.R.S. - STAS 12431/90 – Canalizări. Grătare pentru stații de epurare a apelor uzate orășenești. Prescripții generale de proiectare.
56. I.R.S. - STAS 12594/87 – Canalizări. Stații de pompare. Prescripții generale de proiectare.
57. I.S.L.G.C. - Catalog de utilaje și echipamente pentru alimentări cu apă și canalizări. Vol. I și II, București, 1985.
58. I.S.L.G.C. - Alimentări cu apă și canalizări. Catalog de proiecte tip. București, 1985.
59. I.C.B. - Cercetări privind proiectarea unui nou tip de deznisipator cu insuflare de aer și compartimente pentru separarea grăsimilor. Etapa a V-a. Dec. 1979.
60. C.S.C.A.S. - Normativ pentru proiectarea stațiilor de epurare mecanică a apelor uzate orășenești. Indicativ P 28-64.
61. I.S.L.G.C. - Normativ pentru proiectarea tehnologică a stațiilor de epurare a apelor uzate orășenești, treptele de epurare mecanică și biologică și linia de prelucrare și valorificare a nămolurilor. Indicativ P28-84.
62. I.S.L.G.C. - Normativ pentru proiectarea tehnologică a stațiilor de epurare a apelor uzate orășenești. Treapta de epurare terțiară. Indicativ P28/2-88.

63. U.T.C.B. - Normativ pentru proiectarea construcțiilor și instalațiilor de epurare a apelor uzate orășenești – Partea I: Treapta mecanică. Indicativ NP 032/1999, aprobat cu Ordinul Ministrului Lucrărilor Publice și Amenajării Teritoriului, nr. 60/N/25.08.1999.
64. * * * - Normativ privind stabilirea limitelor de încărcare cu poluanți a apelor uzate industriale și orășenești la evacuarea în receptorii naturali NTPA - 001/2002 - aprobat prin H.G. nr. 188/28.02.2002.
65. * * * - Normativ privind condițiile de evacuare a apelor uzate în rețelele de canalizare ale localităților și direct în stațiile de epurare NTPA – 002/2002- aprobat prin H.G. nr. 188/28.02.2002.
66. * * * - Norme tehnice privind colectarea, epurarea și evacuarea apelor uzate orășenești NTPA – 011/2002 - aprobate prin H.G. nr. 188/28.02.2002.
67. * * * - Normativ de conținut al documentațiilor tehnice necesare obținerii avizului de gospodărire a apelor și a autorizației de gospodărire a apelor aprobat prin Ordinul Ministrului Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului nr. 720/1996.
68. * * * - Norme de igienă și recomandări privind mediul de viață al populației, aprobate de Ministrul Sănătății prin Ordinul nr. 1935/13.09.1996.
69. * * * - Norme speciale privind caracterul și mărimea zonelor de protecție sanitară, aprobate prin Hotărârea de Guvern nr. 101/03.04.1997.
70. I.C.P.G.A. - Canale de măsură. Prescripții generale de calcul, proiectare și execuție. București, 1983.
71. I.C.P.G.A. - Norma tehnică republicană privind măsurarea debitelor de apă NTRQ. 0 – 1 – 84. Determinarea debitelor de apă în sisteme de curgere cu nivel liber. Metoda modificării

locale a secțiunii de curgere. Canale de măsurare. Prescripții generale. București, 1985.

72. U.T.C.B., A.R.A. - Tehnologii pentru reținerea azotului și fosforului din apele uzate și necesitatea dezinfecției apelor epurate. Editura MATRIX ROM. București, Aprilie 2000.
73. ATV-A 131 - Reglementarea ATV-A 131. Bazine cu nămol activat cu o singură treaptă. April 1999.
74. PROED S.A. - Specificații tehnice privind stațiile de epurare monobloc, containerizate și automatizate, utilizate pentru comunități mici. Contract nr. 838/2000. București, Martie 2000.
75. PROED S.A., - Propuneri de tehnologii și instalații pentru stații de I.C.B.-L.P.E.A. epurare mici și foarte mici de tip oxidare totală. București, Iulie 1993.
76. MANNESMANN - Tehnologie pentru salvarea naturii. Procese, mecanisme și ANLAGENBAU instalații pentru epurarea apelor uzate și tratarea nămolului.
77. Agence de l'eau Rhone - Canalizarea comunelor rurale. Ghid metodologic. - Méditerranée - Corse Mai, 1991.
78. S.C. PARCIS S.R.L. - Studiu privind utilizarea bazinelor Oxycontact la epurarea apelor. București, Octombrie, 1991.
79. AQUA - Parametri tehnologici pentru adaptarea stației de CONSTRUCT epurare tip SBR. Budapesta, Noiembrie, 2001.
80. ITT FLYGT - Stații mici de epurare tip Flygt.
81. DEGRÉMONT - Filtre biologice cu multiple aplicații (prospect).
82. DEGRÉMONT - Instalații DIAPAC (prospect).
83. DEGRÉMONT - Tehnologii mai competitive pentru toate aplicațiile biofiltrării (prospect).
84. U.S. FILTER - Omniflo SBR (prospect). Jet Tech

85. HYDROCAL - Tehnologie inovativă a epurării apelor uzate industriale și menajere. CAF (Flotație cu aer) de la Hydrocal.
86. OTV - Procedeele Bio-Denitro și Bio-Denipho pentru apele uzate (prospect).
87. METO-BAU - Instalații de epurare biologică complet standardizate (70-1800 LE). Standard Metox.
88. Rubattel, M. - Studiu de funcționare al epurării prin lagunaj și infiltrare în sol.
89. Rubattel, M. - Studiu comparativ al procedeelor de epurare aplicabile colectivităților mici și medii.
90. SHUNT - Stații prefabricate pentru epurarea apei. Stații de tratare biologică utilizând corpuri imersate (prospect).
91. SHUNT - Stații prefabricate pentru epurarea apei. Stație prefabricată cu filtre percolatoare pentru 10 la 300 EL.
92. UTCB-ARA-ADISS - Instalații de epurare a apelor uzate de capacitate redusă. Culegere de comunicări științifice ale Simpozionului internațional din 28-29 Noiembrie 2001, Baia Mare. Editura Matrix Rom. ISBN 973-685-322-5.
93. PURATOR - Purasorp – Instalații cu filtre de adsorbție (prospect). UMWELTTECHNIK
94. NEVE Environnement - Prezentarea unei microstații de epurare. Gamme TOPAS (prospect).
95. Ballay, D., Lebref, J.P. - Canalizarea comunelor rurale franceze, în TSM – L'EAU, nr. 69, Anul 1974.
96. Dee, T., Sivil, D. - Selectarea stațiilor de epurare compacte – IRIA, Raport 72, Londra, 2001.
97. Mc. Ghee, Terence - Rețele de distribuție a apei și rețele de canalizare – Ediția a VI-a, Mc Graw – Hill, Inc. New York, Londra, Tokyo, 1991.

98. Minnesota - Ghid pentru determinarea debitelor și încărcărilor
Agenția Tehnică de proiectare pentru stații de epurare a apelor
uzate Control al Poluării nr. 5/Februarie 2002.
99. DEC - Standard de proiectare pentru lucrările de epurare a apelor
uzate, PUBLICATION 1988, Statul New York (Departamentul
de conservare a mediului).
100. UTCB - Normativ pentru proiectarea construcțiilor și instalațiilor
de epurare a apelor uzate orășenești – Partea a II-a: Treapta
biologică, Redactarea a II-a, București, Noiembrie 2002.
101. * * * - Standarde recomandate pentru epurarea apelor uzate-un
raport al Comitetului Apelor Uzate al Marilor Lacuri-amonte
de râul Mississippi. Publicată de Institutul de Cercetare în
domeniul sănătății, Divizia de servicii educaționale primind
sănătatea. Ediția 1997.
102. * * * - Legea nr. 10/ 18 ianuarie 1995, privind Calitatea în
Construcții. Publicată în Monitorul Oficial al României nr. 12
din 24 ianuarie 1995.
103. MAPPM - Legea nr. 137 din 29 decembrie 1995, Legea Protecției
Mediului, publicată în Monitorul Oficial al României, Partea I,
nr. 304 din 30 decembrie 1995.
104. MAPPM - Legea nr. 107 din 25 septembrie 1996, Legea Apelor,
publicată în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 244 din
8 octombrie 1996.
105. * * * - SR EN 1085:2000 – Epurarea apelor uzate. Vocabular.
106. * * * - SR EN 12255-1 – Stații de epurare - Partea 1: Principii
generale de construcție, 2002.
107. * * * - SR EN 12255-3 – Stații de epurare - Partea 3: Epurări
preliminare, 2002
108. * * * - SR EN 12255-4 – Stații de epurare - Partea 4: Decantare
primară, 2002.

109. * * * - EN 12255-5 – Stații de epurare - Partea 5: Procedee de epurare biologică cu lagune, Septembrie 1999.
110. * * * - SR EN 12255-6 – Stații de epurare - Partea 6: Procedeu cu nămol activat, 2002:
111. * * * - SR EN 12255-7 – Stații de epurare - Partea 7: Reactoare biologice cu peliculă fixată, 2002:
112. * * * - SR EN 12255-8 – Stații de epurare - Partea 8: Depozitare și tratare nămoluri, 2002.
113. * * * - EN 12255-9 – Stații de epurare - Partea 9: Controlul mirosului și ventilație, Februarie 1999.
114. * * * - SR EN 12255-10 – Stații de epurare - Partea 10: Principii de securitate, 2002.
115. * * * - SR EN 12255-11 – Stații de epurare - Partea 11: Date generale cerute, 2002.
116. * * * - EN 12255-12 – Stații de epurare - Partea 12: Control și automatizare, Iulie 2001.
117. * * * - EN 12255-13 – Stații de epurare - Partea 13: Tratare chimică, Martie 2000.
118. * * * - EN 12255-14 – Stații de epurare - Partea 14: Dezinfecție, Iulie 2001.
119. * * * - EN 12255-15 – Stații de epurare - Partea 15: Măsurarea transferului de oxigen în apa curată din bazinele cu nămol activat, Decembrie 1999.
120. * * * - SR EN 12566-1 – Stații mici de epurare a apelor uzate cu până la 50 PTE - Partea 1: Fose septice prefabricate, 2002.
121. * * * - EN 12566-3 – Stații mici de epurare a apelor uzate până la 50 LE-Partea 3: Stații de epurare a apelor uzate menajere compacte și/sau asamblate pe loc, Septembrie 2001.
122. * * * - EN 1825-1 – Separatoare de grăsimi - Partea 1: Principii de proiectare, performanță și teste, controlul alcătuirii și calității, Noiembrie 2000.

123. * * * - EN 1825-2 – Separatoare de grăsimi - Partea 2: Selectarea mărimii nominale, instalare, exploatare și întreținere, Mai 2001.
124. * * * - EN 858-1 – Instalații pentru separarea lichidelor ușoare (de ex. ulei și petrol) - Partea 1: Principii de proiectare, performanță și teste, controlul alcătuirii și calității, Octombrie 1992.
125. * * * - EN 858-2 – Sisteme de separare a lichidelor ușoare (de ex. ulei și petrol) - Partea 2: Selectarea mărimii nominale, instalare, exploatare și întreținere, Mai 2001.
126. * * * - EN 12050-1 – Stații de pompare a apelor uzate pentru clădiri - Principii de construcție și testare - Partea 1: Stații de pompare pentru apele uzate ce conțin materii fecale, August 2000.
127. * * * - CR 13097 – Caracteristicile nămolului - O bună practică pentru utilizarea în agricultură, August 2001.
128. * * * - SR EN 752- 6 – Rețele de canalizare în exteriorul clădirilor. Partea 4: Instalații de pompare, August 1999.
129. Parlamentul European - Directiva Parlamentului European și a Consiliului UE nr. și Consiliul Uniunii 2000/60/CE din 23 octombrie 2000 de stabilire a cadrului Europene comunitar de acțiune în domeniul strategiei apelor.
130. Consiliul Comunităților - Directiva consiliului din 21 mai 1991 privind tratarea apelor Europene urbane reziduale (91/271/CEE).
131. Comisia Comunităților - A III-a inspecție anuală referitoare la implementarea și Europene aplicarea legii mediului în cadrul Comunității. Ianuarie 2000-Decembrie 2001. Bruxelles 1.10.2002.
132. SIMOP, TRIADA - Fosă septică pentru ape uzate cu prefiltru. Ediția 1994.
133. USEPA - Manual pentru proiectarea instalațiilor locale de epurare a apelor uzate. EPA / 625 / R-00 / 008. Februarie 2002.