

ORDIN nr. 2901 din 4 septembrie 2013 pentru aprobarea reglementării tehnice "Normativ privind proiectarea, execuția și exploatarea sistemelor de alimentare cu apă și canalizare a localităților. Indicativ NP 133-2013"

În conformitate cu prevederile art. 10 și ale art. 38 alin. 2 din Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții, cu modificările ulterioare, ale art. 2 alin. (3) și (4) din Regulamentul privind tipurile de reglementări tehnice și de cheltuieli aferente activității de reglementare în construcții, urbanism, amenajarea teritoriului și habitat, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 203/2003, cu modificările și completările ulterioare, având în vedere Procesul-verbal de avizare nr. 1/2013 al Comitetului tehnic de coordonare generală, în temeiul art. 4 pct. II lit. d) și al art. 12 alin. (7) din Hotărârea Guvernului nr. 1/2013 privind organizarea și funcționarea Ministerului Dezvoltării Regionale și Administrației Publice, cu modificările și completările ulterioare, **viceprim-ministrul, ministrul dezvoltării regionale și administrației publice**, emite prezentul ordin.

Art. 1

Se aprobă reglementarea tehnică "Normativ privind proiectarea, execuția și exploatarea sistemelor de alimentare cu apă și canalizare a localităților. Indicativ NP 133-2013", elaborată de asocieria formată din Institutul Național de Cercetări pentru Echipamente și Tehnologii în Construcții -ICECON - S.A. și Universitatea Tehnică de Construcții București, după cum urmează:

- a)** "Partea I-a: Sisteme de alimentare cu apă a localităților. Indicativ NP 133/1-2013", prevăzută în anexa nr. 1;
b) "Partea a II-a: Sisteme de canalizare a localităților. Indicativ NP 133/2-2013", prevăzută în anexa nr. 2.

Art. 2

Anexele nr. 1 și 2 fac parte integrantă din prezentul ordin.

Art. 3

Prezentul ordin se publică în Monitorul Oficial al României, Partea I, și intră în vigoare la 1 ianuarie 2014.

Art. 4

La data intrării în vigoare a prezentului ordin, Ordinul ministrului transporturilor, construcțiilor și turismului nr. 639/2003 pentru aprobarea reglementării tehnice "Normativ pentru proiectarea construcțiilor și instalațiilor de epurare a apelor uzate orășenești - Partea a II-a: Treapta biologică", indicativ NP-088-03¹, publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 773 din 4 noiembrie 2003, Ordinul ministrului transporturilor, construcțiilor și turismului nr. 640/2003 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 ($Q < 5$ l/s)", indicativ NP-089-03², publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 773 din 4 noiembrie 2003, și Ordinul ministrului transporturilor, construcțiilor și turismului nr. 163/2005 privind aprobarea Reglementării tehnice "Normativ pentru proiectarea construcțiilor și instalațiilor de epurare a apelor uzate orășenești - Partea a IV-a: treapta de epurare avansată a apelor uzate", indicativ NP 107-04³, publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 337 și 337 bis din 21 aprilie 2005, se abrogă, iar Ordinul ministrului lucrărilor publice și amenajării teritoriului nr. 23/N/1997 privind aprobarea reglementării tehnice "Specificație tehnică privind proiectarea și executarea construcțiilor și instalațiilor aferente filtrelor de nisip cu nivel liber pentru asigurarea măsurilor pentru siguranța în exploatare. Indicativ ST 021-1997"⁴, Ordinul ministrului lucrărilor publice și amenajării teritoriului nr. 78/N/1998 privind aprobarea reglementării tehnice "Normativ pentru proiectarea construcțiilor de captare a apei. Indicativ NP 028-1998"⁵, Ordinul ministrului lucrărilor publice și amenajării teritoriului nr. 60/N/1999 privind aprobarea reglementării tehnice "Normativ pentru proiectarea construcțiilor și instalațiilor de epurare a apelor uzate orășenești - Partea I: Treapta mecanică. Indicativ NP 032-1999"⁶, Ordinul ministrului lucrărilor publice și amenajării teritoriului nr. 23/N/1999 privind aprobarea reglementării tehnice "Normativ pentru proiectarea și executarea conductelor de aducțiune și a rețelelor de alimentare cu apă și canalizare ale localităților. Indicativ I 22-1999"⁷ și Ordinul ministrului lucrărilor publice, transporturilor și locuinței nr. 1.214/N/2001 privind aprobarea reglementării tehnice "Normativ pentru proiectarea și executarea lucrărilor de alimentare cu apă și canalizare a localităților din mediul rural. Indicativ P 66-2001"⁸ își încetează aplicabilitatea.

¹Reglementarea tehnică "Normativ pentru proiectarea construcțiilor și instalațiilor de epurare a apelor uzate orășenești - Partea a II-a: Treapta biologică", indicativ NP-088-03, a fost publicată în Buletinul Construcțiilor nr. 4-5/2004, editat de Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Construcții și Economia Construcțiilor București.

²Reglementarea 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, a fost publicată în Buletinul Construcțiilor nr. 4-5/2004, editat de Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Construcții și Economia Construcțiilor București.

³Reglementarea tehnică "Normativ pentru proiectarea construcțiilor și instalațiilor de epurare a apelor uzate orășenești - Partea a IV-a: treapta de epurare avansată a apelor uzate", indicativ NP 107-04, a fost publicată în Buletinul Construcțiilor nr. 2/2005, editat de Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Construcții și Economia Construcțiilor București.

⁴Reglementarea tehnică "Specificație tehnică privind proiectarea și executarea construcțiilor și instalațiilor aferente filtrelor de nisip cu nivel liber pentru asigurarea măsurilor pentru siguranța în exploatare. Indicativ ST 021-1997" a fost publicată în Buletinul Construcțiilor nr. 13/2001, editat de Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Construcții și Economia Construcțiilor București, precum și în Buletinul Informativ PROED SA.

⁵Reglementarea tehnică "Normativ pentru proiectarea construcțiilor de captare a apei. Indicativ NP 028-1998", aprobată prin Ordinul ministrului lucrărilor publice și amenajării teritoriului nr. 78/N/1998, a fost publicată în Buletinul Construcțiilor nr. 6/2000, editat de Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Construcții și Economia Construcțiilor București.

⁶Reglementarea tehnică "Normativ pentru proiectarea construcțiilor și instalațiilor de epurare a apelor uzate orășenești - Partea I: Treapta mecanică. Indicativ NP 032-1999" a fost publicată în Buletinul Construcțiilor nr. 4-5/2004, editat de Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Construcții și Economia Construcțiilor București.

⁷Reglementarea tehnică "Normativ pentru proiectarea și executarea conductelor de aducțiune și a rețelelor de

alimentare cu apă și canalizare ale localităților. Indicativ I 22-1999" a fost publicată în Buletinul Construcțiilor nr. 13/1999, editat de Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Construcții și Economia Construcțiilor București.

⁸Reglementarea tehnică "Normativ pentru proiectarea și executarea lucrărilor de alimentare cu apă și canalizare a localităților din mediul rural. Indicativ P 66-2001" a fost publicată în Buletinul Construcțiilor nr. 11/2001, editat de Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Construcții și Economia Construcțiilor București.

Art. 5

Contractele pentru serviciile de proiectare încheiate până la data intrării în vigoare a prezentului ordin se finalizează cu respectarea reglementărilor tehnice în vigoare la data semnării acestora. Reglementarea tehnică aprobată prin prezentul ordin a fost adoptată cu respectarea procedurii de notificare nr. RO/583,584,585,587,615,624,630/2012, prevăzută de Hotărârea Guvernului nr. 1.016/2004 privind măsurile pentru organizarea și realizarea schimbului de informații în domeniul standardelor și reglementărilor tehnice, precum și al regulilor referitoare la serviciile societății informaționale între România și statele membre ale Uniunii Europene, precum și Comisia Europeană, publicată în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 664 din 23 iulie 2004, cu modificările ulterioare, care transpune Directiva 98/34/CE a Parlamentului European și a Consiliului din 22 iunie 1998 de stabilire a unei proceduri pentru furnizarea de informații în domeniul standardelor și reglementărilor tehnice, publicată în Jurnalul Oficial al Comunităților Europene seria L nr. 204 din 21 iulie 1998, cu modificările și completările ulterioare.

p. Viceprim-ministru, ministrul dezvoltării regionale și administrației publice,

Iulian Matache,
secretar de stat

ANEXA nr. 1: NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA, EXECUȚIA ȘI EXPLOATAREA SISTEMELOR DE ALIMENTARE CU APĂ ȘI CANALIZARE A LOCALITĂȚILOR. - Indicativ NP 133-201: Partea I-a: Sisteme de alimentare cu apă a localităților. Indicativ NP 133/1-2013

Partea I:

[textul din anexa 1, partea I a fost abrogat la 15-feb-2023 de Art. 4 din Ordinul 15/2023]

ANEXA nr. 1¹: REFERINȚE TEHNICE ȘI LEGISLATIVE

1. LEGISLAȚIE

| Nr. Crt. | Denumire act normativ | Publicatie |
|----------|---|---|
| 1 | Lege nr. 254/2010 pentru abrogarea Legii nr. 98/1994 privind stabilirea și sancționarea contravențiilor la normele legale de igienă și sănătate publică. | Monitorul Oficial, Partea I, nr. 848 din 17 decembrie 2010 |
| 2 | Lege nr. 458/2002 privind calitatea apei potabile, republicată. | Monitorul Oficial, Partea I, nr. 552 din 29 iulie 2002 |
| 3 | Hotărârea Guvernului nr. 100/2002 pentru aprobarea Normelor de calitate pe care trebuie să le îndeplinească apele de suprafață utilizate pentru potabilizare și a Normativului privind metodele de măsurare și frecvența de prelevare și analiză a probelor din apele de suprafață destinate producerii de apă potabilă, NTPA 013, cu modificările și completările ulterioare. | Monitorul Oficial, Partea I, nr. 130 din 19 februarie 2002 |
| 4 | Hotărârea Guvernului nr. 930/2005 pentru aprobarea Normelor speciale privind caracterul și mărirea zonelor de protecție sanitară și hidrogeologică. | Monitorul Oficial, Partea I, nr. 800 din 2 septembrie 2005 |
| 5 | Hotărârea Guvernului nr. 188/2002 pentru aprobarea unor norme privind condițiile de descărcare în mediul acvatic a apelor uzate, cu modificările și completările ulterioare. 1. Normele tehnice privind colectarea, epurarea și evacuarea apelor uzate orășenești, NTPA-011. 2. Normativul privind condițiile de evacuare a apelor uzate în rețelele de canalizare ale localităților și direct în stațiile de epurare, NTPA-002/2002. 3. Normativul privind stabilirea limitelor de încărcare cu poluanți a apelor uzate industriale și orășenești la evacuarea în receptorii naturali, NTPA-001/2002. | Monitorul Oficial, Partea I, nr. 187 din 20 martie 2002 |
| 6 | Ordinul ministrului dezvoltării regionale și administrației publice nr. 2436/2013 privind aprobarea reglementării tehnice "Normativ privind securitatea la incendiu a construcțiilor, Partea a II-a - Instalații de stingere, Indicativ P118/2-2013". | În curs de publicare |
| 7 | Lege a securității și sănătății în muncă nr. 319/2006. | Monitorul Oficial Partea I, nr. 646 din 26 iulie 2006 |
| 8 | Hotărârea Guvernului nr. 273/1994 pentru aprobarea Regulamentului de recepție a lucrărilor de construcții și instalații aferente acestora, cu modificările și completările ulterioare. | Monitorul Oficial Partea I, nr. 193 din 28 iulie 1994 |
| 9 | Hotărârea Guvernului nr. 51/1996 pentru aprobarea Regulamentului de recepție a lucrărilor de montaj utilaje, echipamente, instalații tehnologice și apunerii în funcțiune a capacităților de producție. | Monitorul Oficial, Partea I, numărul 29 din 12 februarie 1996 |
| 10 | Hotărârea Guvernului nr. 525/1996 pentru aprobarea Regulamentului general de urbanism, republicată, cu modificările și completările ulterioare | Monitorul Oficial, Partea I, numărul 149 din 16 iulie 1996 |

2. STANDARDE

| Nr. crt. | Indicativ | Denumire act |
|----------|----------------|--|
| 1 | STAS 4273-83 | Construcții hidrotehnice. Încadrarea în clase de importanță |
| 2 | STAS 4068/2-87 | Debite și volume maxime de apă. Probabilitățile anuale ale debitelor și volumelor maxime în condiții normale și speciale de exploatare |
| 3 | STAS 3573-91 | Alimentări cu apă. Deznisipatoare. Prescripții generale |
| 4 | STAS 3620/1-85 | Alimentări cu apă. Decantoare cu separare gravimetrică. Prescripții de proiectare |
| 5 | SR 1343-1:2006 | Alimentări cu apă. Partea 1: Determinarea cantităților de apă potabilă pentru localități urbane și rurale |
| 6 | SR 4163-1:1995 | Alimentări cu apă. Rețele de distribuție. Prescripții fundamentale de proiectare |
| 7 | STAS 6054-77 | Teren de fundare. Adancimi maxime de îngheț. Zonarea teritoriului Republicii Socialiste Romania |
| 8 | STAS 9312-87 | Subtraversări de căi ferate și drumuri cu conducte. Prescripții de proiectare |

| | | |
|----|------------------|--|
| 9 | STAS 1478-90 | Instalații sanitare. Alimentarea cu apă la construcții civile și industriale. Prescripții fundamentale de proiectare |
| 10 | STAS 4165-88 | Alimentări cu apă. Rezervoare de beton armat și beton precomprimat. Prescripții generale |
| 11 | SR EN 805:2000 | Alimentări cu apă. Condiții pentru sistemele și componentele exterioare clădirilor |
| 12 | SR 10110:2006 | Alimentări cu apă. Stații de pompare. Prescripții generale de proiectare |
| 13 | SR EN 14339:2006 | Hidranți de incendiu subterani |
| 14 | SR EN 14384:2006 | Hidranți de incendiu supraterani |
| 15 | STAS 6819-1997 | Alimentări cu apă. Aducțiuni. Studii, prescripții de proiectare și de execuție |
| 16 | SR 4163-3-1996 | Alimentări cu apă. Rețele de distribuție. Prescripții de execuție și exploatare |
| 17 | STAS 9570/1-89 | Marcarea și reperarea rețelelor de conducte și cabluri, în localități. |

Notă:

- 1.Referințele datate au fost luate în considerare la data elaborării reglementării tehnice;
- 2.La data utilizării reglementării tehnice se va consulta ultima ediție a standardelor și a tuturor modificărilor în vigoare ale acestora.

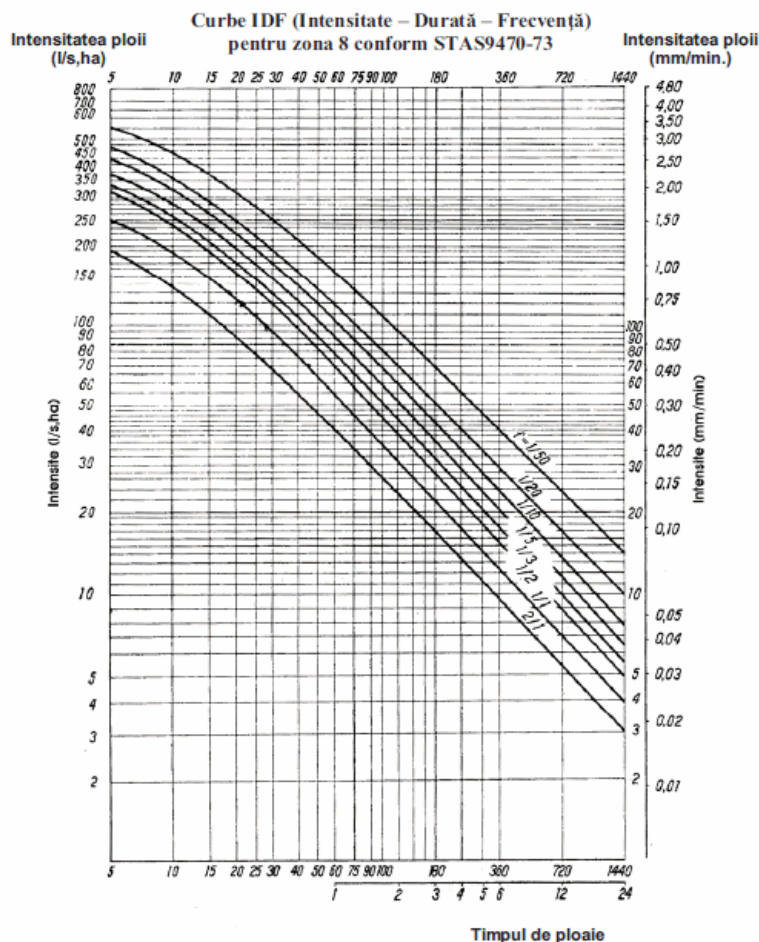
ANEXA nr. 2: NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA, EXECUȚIA ȘI EXPLOATAREA SISTEMELOR DE ALIMENTARE CU APĂ ȘI CANALIZARE A LOCALITĂȚILOR. - Indicativ NP 133-201: Partea a II-a: Sisteme de canalizare a localităților. Indicativ NP 133/2-2013

Partea II:

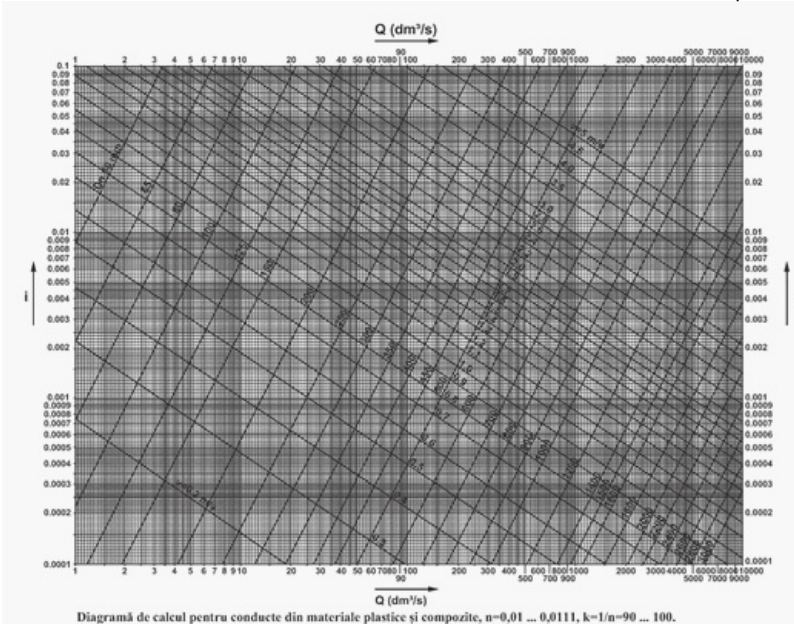
[textul din anexa 2, partea II a fost abrogat la 12-feb-2023 de Art. 4 din Ordinul 14/2023]

PARTEA II¹:

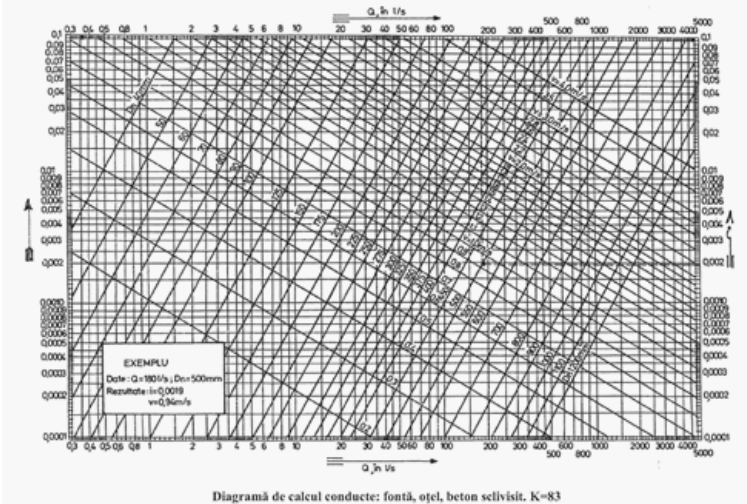
SECȚIUNEA 1:ANEXA nr. 1 - Curbe IDF (Intensitate – Durată – Frecvență) pentru zona 8 conform STAS 9470-73



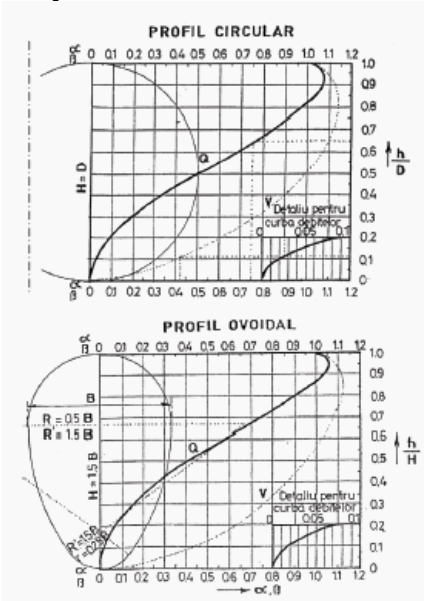
SECȚIUNEA 2: ANEXA nr. 2 - Diagrama de calcul pentru conducte din materiale plastice și compozite, n=0,01 ... 0,0111, k=1/n=90 ... 100



SECȚIUNEA 3: ANEXA nr. 3 - Diagrama de calcul conducte: fontă, oțel, beton sclivisit. K=83



SECȚIUNEA 4: ANEXA nr. 4



Curbe de umplere: variația $\alpha = Q/Q_{plin}$ și $\beta = v/v_{plin}$ - funcție de gradul de umplere pentru secțiuni de colector circular/ovoid

SECȚIUNEA 5: ANEXA nr. 5 - CONSTRUIREA CURBELOR IDF

1. Considerații generale

(1) Precipitația punctuală este precipitația înregistrată la stație. Probabilitatea de depășire P% a precipitației maxime sau a intensității acesteia la stație este reprezentată sub formă de frecvență (1:T) sau sub forma perioadei medii de repetare T.

$$P = 1/T \text{ sau } T = 1/P$$

(2) Pentru prelucrarea statistică a precipitațiilor se constituie seria parțială a valorilor extreme ale precipitațiilor de durată D prin unul din următoarele procedee:

a) Selecționând precipitațiile maxime anuale de durată D, ceea ce conduce la un număr de valori ale șirului statistic egal cu numărul de ani cu observații.

b) Selecționând precipitațiile maxime de durată D, care depășesc un anumit prag (Peaks Over Threshold - POT); în acest fel în anumiți ani vor fi selecționate 2 sau chiar mai multe precipitații excepționale, în timp ce în alți ani nu va fi selecționată nici o valoare. Pragul de la care se iau în considerare precipitațiile maxime este o mărime aleasă arbitrar, însă este preferabil ca numărul de valori rezultate să fie egal cu numărul de ani pentru care se dispune de măsurători. Seria de date parțială obținută în cadrul metodei POT trebuie să fie constituită din elemente independente, ceea ce înseamnă că vârfurile selecționate trebuie să fie separate de o perioadă fără precipitații. Mărimea ei variază după diverși autori între 1 h și 1-6 zile; ca un compromis se poate considera suficientă o durată fără precipitații de 1 zi.

(3) După prelucrarea statistică a precipitațiilor maxime pentru diverse durate D, rezultatele obținute sunt reprezentate pe un grafic având pe abscisă timpul, iar pe ordonată intensitatea. Prin unirea tuturor punctelor aferente aceleiași probabilități de depășire (frecvențe) rezultă curbele IDF, fiecare curbă corespunzând unei anumite frecvențe sau perioade medii de repetare.

(4) Curbele IDF permit calculul intensității medii a ploii corespunzătoare unei frecvențe date pentru o gamă de valori ale duratei precipitațiilor. Ele sunt utilizate în cazul unor suprafețe de bazin mai mici de 10 km pentru dimensionarea rețelelor urbane de canalizare sau a bazinelor de retenție temporară a precipitațiilor în exces care nu pot fi evacuate de rețea pe durata ploii.

(5) În cazul în care se utilizează precipitațiilor maxime pentru diverse durate D pentru calculul curbelor IDF sunt necesare înregistrări continue ale precipitațiilor pe o perioadă de cel puțin 30 de ani. Pentru cazul unor stații cu mai puțin de 20 de ani de înregistrări se va recurge la utilizarea metodei POT, astfel încât șirul precipitațiilor maxime de durată D să conțină cel puțin 30 de valori. La stațiile cu date lipsă pe anumite perioade, dar dispunând de date pe o durată totală cuprinsă între 20-30 de ani, datele lipsă până la 30 de ani se completează prin corelații cu stațiile vecine sau din zone similare sau se poate apela de asemenea la metoda POT. Metoda POT poate fi utilizată și în cazul în care numărul de ani cu date din înregistrări depășește pragul de 30 de ani.

(6) Principala problemă care apare în cazul metodei POT la selecționarea unui număr de precipitații diferit de numărul de ani este legată de faptul că intervalul mediu de eşantionare are o durată oarecare, mai mică sau mai mare de un an, după cum se selecționează mai multe precipitații decât numărul de ani sau mai puține decât acesta. Ca urmare, probabilitățile teoretice, care corespund unei precipitații maxime pe alt interval decât anul, trebuie convertite în probabilități anuale de depășire. Dacă se notează cu $P_1\%$ probabilitatea anuală de depășire, respectiv cu $P_d\%$ probabilitatea de depășire care corespunde precipitației calculate pentru mărimea d a intervalului mediu de calcul, relația de trecere este:

$$P_d = n/m P_1$$

unde:

m este numărul de precipitații luate în calcul, iar n este numărul de ani.

O altă relație de calcul a probabilității $P_d\%$, care se poate aplica atât pentru cazul în care $m < n$, cât și pentru $m > n$ este următoarea:

$$P_d = n/m = 1 - (1 - P_1)^{n/m}$$

Aceste probleme de calcul suplimentar pot fi eliminate în principiu dacă numărul de precipitații selecționate este egal cu numărul de ani ai perioadei de calcul.

(7) Pentru analiza statistică seria de date parțială trebuie să fie omogenă și staționară. Se recomandă utilizarea următoarelor teste de semnificație:

- independența datelor (testul Wald-Wolfowitz)
- omogenitate (testul Mann-Whitney, testul Wilcoxon)
- staționaritate (testul Mann-Kendall, recomandat de WMO).

(8) Dacă setul de date este neomogen sau prezintă trend este necesară împărțirea lui în submulțimi omogene sau utilizarea pentru setul de date recente a metodei POT, cu mai multe vârfuri în anumiți ani în așa fel încât să se dispună de minim 30 de valori.

(9) Pentru calculul repartiției empirice se recomandă utilizarea formulei Weibull:

$$P_i^e = i / n + 1$$

unde:

n este numărul de ani (intervale) ale perioadei de calcul.

(10) Ca repartiții teoretice se pot folosi utiliza:

a) Distribuția Generalizată a Extremelor (GEV - General Extreme Values) de tip I (Gumbel) pentru seria parțială a precipitațiilor maxime anuale de durată D

b) Distribuția Pareto Generalizată (GPD - General Pareto Distribution) pentru seria parțială a precipitațiilor maxime de durată D peste un anumit prag.

(11) Pentru estimarea parametrilor repartițiilor teoretice se utilizează în general metoda momentelor, metoda momentelor ponderate sau metoda verosimilității maxime.

2. Algoritm pentru construirea curbelor IDF utilizând precipitațiile maxime anuale de durată D

(12) Fie $h_{i,j,k}$ precipitația cumulată, exprimată în mm coloană de apă, la momentul i din cadrul ploii j din anul k.

(13) Se notează prin D_i durata ploii de calcul, considerată multiplu al pasului de timp Δt cu care se înregistrează precipitațiile i ca atare, $D_i = l \times \Delta t$, unde l este număr natural.

a) Înălțimea stratului precipitat în cadrul ploii j din anul k pe durata D_i a ploii de calcul în intervalul cuprins între momentele $(i - l) \times \Delta t$ și $i \times \Delta t$ se obține utilizând relația:

$$\Delta h_{i,j,k,l} = h_{i,j,k} - h_{i-l,j,k} \quad \text{unde } i - l \geq 0$$

b) Înălțimea maximă a stratului precipitat pe durata D_i în cadrul ploii j din anul k rezultă căutând maximumul valorilor astfel

calculate:

$$\Delta h_{j,k,l}^{max} = \max\{\Delta h_{i,j,k,l}\}$$

c) În continuare, baleind mulțimea ploilor j din anul k, se calculează înălțimea maximă anuală a stratului precipitat în intervalul $D_l = l \times \Delta t$:

$$\Delta h_{k,l}^{max} = \max_j \{\Delta h_{j,k,l}^{max}\} = \max_i \max_j \{\Delta h_{i,j,k,l}\}$$

d) Valorile astfel obținute ale precipitațiilor maxime de durată D_l sunt transformate în intensități prin împărțire la durata ploii, egală cu timpul de concentrare t_c :

$$I_{k,l} = \frac{\Delta h_{k,l}^{max}}{D_l} = \frac{\Delta h_{k,l}^{max}}{t_c}$$

Intensitatea se exprimă de regulă în mm/minut sau l/s ha.

e) Pentru fiecare durată D_l șirul rezultat este prelucrat statistic, determinând intensitatea precipitațiilor cu diverse probabilități de depășire (care se exprimă însă sub formă de frecvențe sau de perioade medii de repetare).

f) În final, valorile corespunzând aceleiași frecvențe (perioade medii de repetare) se unesc printr-o curbă, rezultând o familie de curbe Intensitate - Durată - Frecvență (IDF) corespunzătoare frecvențelor 1:T (sau perioadelor medii de repetare T) luate în considerare.

3. Algoritm pentru construirea curbelor IDF utilizând precipitațiile de durată D peste un anumit prag

(1) Notațiile $h_{i,j,k}$ (precipitația cumulată la momentul i din cadrul ploii j din anul k) și D_l (durata ploii de calcul) își păstrează semnificația din paragraful precedent. De asemenea, primul și ultimii 2 pași sunt identici ca în algoritmul care utilizează maximele anuale ale ploii de durată D_l . Pentru ușurință, se expune însă întregul algoritm.

1) Înălțimea stratului precipitat în cadrul ploii j din anul k pe durata D_l a ploii de calcul în intervalul cuprins între momentele $(i-1) \times \Delta t$ și $i \times \Delta t$ se obține utilizând relația:

$$\Delta h_{i,j,k,l} = h_{i,j,k} - h_{i-1,j,k} \quad \text{unde } i-1 \geq 0$$

a) Calculul de la pasul 1 se repetă pentru toate ploile j din anul k, parcurgând treptat toți anii de calcul.

b) Mulțimea valorilor astfel obținută este concatenată, după care se ordonează în ordine descrescătoare.

c) Din mulțimea rezultată după ordonare se păstrează primele n valori, unde n este numărul anilor de calcul.

d) Se verifică independența valorilor reținute, ceea ce înseamnă că două valori ale ploii de durată D_l nu pot să aparțină aceluiași episod pluvial, ele trebuind să fie separate de un interval cu precipitație nulă. Dacă se constată ca două valori ale ploii nu sunt independente, se exclude valoarea cea mai mică dintre ele, locul ei fiind luat de prima valoare din șirul rămas după prelucrările de la pasul 4, respectiv 5 (dacă au mai survenit situații similare pe parcursul procesului de la acest pas).

e) Valorile astfel obținute ale precipitațiilor maxime de durată D_l peste un anumit prag sunt transformate în intensități prin împărțire la durata ploii, egală cu timpul de concentrare t_c :

$$I_{k,l} = \frac{\Delta h_{k,l}^{ord \ desc}}{D_l} = \frac{\Delta h_{k,l}^{ord \ desc}}{t_c}$$

unde:

$$\Delta h_{k,l}^{ord \ desc}$$

- reprezintă valoarea cu rangul k din șirul ordonat descrescător al precipitațiilor de durată D_l - superioare unui prag (rezultat din condiția de a reține n valori independente ale ploii de calcul).

Se observă că în acest caz, indicele $k = \overline{1, n}$ nu mai reprezintă anul curent, ci valoarea curentă a precipitației peste prag.

f) Pentru fiecare durată D_l șirul rezultat este prelucrat statistic, determinând intensitatea precipitațiilor cu diverse probabilități de depășire (care se exprimă însă sub formă de frecvențe sau de perioade medii de repetare).

g) În final, valorile corespunzând aceleiași frecvențe (perioade medii de repetare) se unesc printr-o curbă, rezultând o familie de curbe Intensitate - Durată - Frecvență (IDF) corespunzătoare frecvențelor (perioadelor medii de repetare) luate în considerare.

4. Determinarea precipitațiilor în puncte fără măsurători

(1) În cazul bazinelor mici (sub 10 km²) care nu dispun de măsurători se va apela la o analiză regională utilizând datele de la stațiile vecine, situate la o distanță de maxim 25-30 km. Se poate utiliza unul din următoarele procedee:

a) ponderarea cu inversul pătratului distanței față de stațiile cele mai apropiate;

b) analiza variabilității regionale a parametrilor statistici;

4.1. Ponderarea cu inversul pătratului distanței față de stațiile cele mai apropiate

4.1.1. Într-o fază inițială se determină parametrii statistici ai repartiției alese la toate cele N stații vecine amplasamentului care nu dispune de măsurători.

4.1.2. În continuare, fiecare parametru statistic în locația fără măsurători este estimat ca o medie a valorilor aceluiași parametru la stațiile din zonă ponderate cu inversul pătratului distanței față de aceste stații:

$$\hat{\theta}_{wd} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{d_{i0}^2} \hat{\theta}_i / \left(\sum_{i=1}^N \frac{1}{d_{i0}^2} \right)$$

unde:

$\hat{\theta}_i$ - este valoarea estimată la stația i pentru parametrul θ_i ,

$\hat{\theta}_{wd}$ - media ponderată cu distanța a valorilor aceluiași parametru

d_{i0} - distanța de la stația i la amplasament (identificat prin 0)

4.1.3. Într-o abordare mai avansată, se va ține seama și de numărul n_i de valori înregistrate la fiecare stație, parametrul estimat $\hat{\theta}_{wn}$ fiind:

$$\hat{\theta}_{wn} = \sum_{i=1}^N n_i \theta_i / \left(\sum_{i=1}^N n_i \right)$$

O relație de ponderare atât cu distanța, cât și cu numărul de valori înregistrate la fiecare stație are următoarea expresie:

$$\hat{\theta}_w = \alpha \hat{\theta}_{wd} + (1 - \alpha) \hat{\theta}_{wn}$$

unde:

$0 < \alpha < 1$ este un factor de ponderare al celor doi estimatori: $\hat{\theta}_{wd}$ și $\hat{\theta}_{wn}$.

Dacă $\alpha = 1$, la estimarea parametrului necunoscut contează doar distanța față de amplasament, iar dacă $\alpha = 0$ este importantă doar lungimea șirului de date de la stații. Pentru valori intermediare ale lui α , utilizând redundanța celor doi estimatori se obține o estimare mai bună a parametrului căutat.

Valoarea parametrului de ponderare α rezultă în urma calculului pentru diferite valori ale lui α a parametrului $\hat{\theta}_w$ la stațiile la care valoarea acestui parametru este cunoscută, utilizând doar valorile de la celelalte stații și apoi comparând valorile rezultate ale parametrului căutat cu valorile cunoscute ale aceluiași parametru. Această analiză servește ca bază pentru alegerea optimă a parametrului de ponderare α .

4.2. Analiza variabilității regionale a parametrilor statistici

4.2.1. Această metodă se aplică în condițiile în care corelația spațială între valorile maxime anuale ale precipitațiilor poate fi neglijată. Pentru verificarea acestei ipoteze, se calculează coeficienții de corelație a maximelor anuale de la stațiile din zona limitrofă. Dacă corelația coeficienților cu distanța între stații este slabă, atunci se poate concluziona că nu există corelație spațială între maximele anuale ale precipitațiilor. În cazul metodei POT, este necesar ca gradul de asociere să descrească cu mărimea pragului.

4.2.2. O altă condiție pentru aplicarea metodei este ca parametrii statistici să fie relativ egali în cadrul regiunii analizate.

4.2.3. _

Fie θ_i valoarea unuia dintre parametrii statistici ai repartiției analizate pentru stația $i = \overline{1, N}$.

Egalitatea parametrilor θ_i poate fi analizată calculând statistica:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^N (\theta_i - \hat{\theta}_w)^2 / \sigma^2(\theta_i)$$

unde:

$\hat{\theta}_i$ este valoarea estimată pentru parametrul θ_i , iar $\hat{\theta}_w$ este media ponderată a valorilor aceluiași parametru cu numărul de valori n_i măsurate la stația i :

$$\hat{\theta}_w = \sum_{i=1}^N n_i \hat{\theta}_i / \sum_{i=1}^N n_i$$

Valoarea statisticii χ^2 se calculează pentru diverse durate, inferioare timpului de concentrare al ploii pe bazinul studiat. În condițiile în care nu există dependență spațială între valorile maxime ale precipitațiilor sau această dependență este redusă, pentru ipoteza nulă $\theta_1 = \theta_2 = \dots = \theta_N$ statistica χ^2 are o distribuție χ^2 cu $N-1$ grade de libertate,.

4.2.3. Egalitatea parametrilor poate fi verificată de asemenea construind corelații ale parametrilor $\hat{\theta}_i$ de la cele N stații cu precipitația medie multianuală. Panta dreptei de regresie pentru fiecare durată a ploii trebuie să fie foarte aproape de zero (exemplu-sub valoarea corespunzătoare unui prag de semnificație de 5% pentru testul Student).

4.2.4. Dacă dependență spațială între valorile maxime este redusă, iar parametrii repartiției nu au variație spațială atunci seriile de timp ale precipitațiilor de la toate stațiile din zona analizată pot fi concatenate și analizate ca și cum ar fi un singur șir. După prelucrarea statistică a acestui șir se obțin valorile precipitațiilor sau intensităților cu probabilitățile de depășire (frecvențele) dorite.

5. Repartiții statistice utilizate.

5.1. Distribuția Gumbel (EVI)

5.1.1. Repartiția Gumbel sau Extreme Value de tip I (EVI) este larg utilizată pentru analiza precipitațiilor maxime anuale și are densitatea de repartiție:

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} \exp \left[-\frac{x-u}{\alpha} - \exp \left(-\frac{x-u}{\alpha} \right) \right]; \quad -\infty < x < \infty$$

respectiv funcția de repartiție complementară (probabilitatea de depășire):

$$F^c(x) = 1 - F(x) = \exp \left[-\frac{x-u}{\alpha} \right]; \quad -\infty < x < \infty$$

5.1.2. Parametrii α și u pot fi exprimați funcție de abaterea medie pătratică s_n și de valoarea medie \bar{x}_a șirului de precipitații maxime de durată D folosind relațiile:

$$\alpha = \frac{\sqrt{6} s_n}{\pi}$$

$$u = \bar{x} - 0.5772 \alpha$$

unde:

$$\text{media } \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i,$$

iar abaterea medie pătratică de selecție

$$s_n = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{1/2}$$

Se observă că parametrul α este pozitiv. Parametrul u reprezintă modul distribuției (valoarea variabilei pentru care densitatea de repartiție este maximă).

5.1.3. Funcția de repartiție complementară este inversabilă, adică permite determinarea cuantilei x_T corespunzătoare probabilității de depășire $P\%$ (frecvenței $1/T$, respectiv perioadei medii de repetare T):

$$x_T = u - \alpha \ln(-\ln(1 - F^c(x))) = u - \alpha \ln\left(-\ln\left(1 - \frac{1}{T}\right)\right)$$

După determinarea parametrilor α și u pe baza mediei și abaterii medii pătratice a șirului de valori selecționat, cu relația anterioară se poate determina direct valoarea precipitației sau intensității acesteia corespunzătoare frecvenței $1/T$.

5.1.4. În mod uzual, în practică calculul este simplificat prin definirea variabilei reduse:

$$y = x - u/\alpha$$

Înlocuind variabila redusă în expresia probabilității de depășire rezultă:

$$F^c(x) = 1 - F(x) = 1 - \exp[-\exp(-y)]$$

Rezolvând ecuația în raport cu y se obține:

$$y = -\ln(-\ln(F(x))) = -\ln\left(-\ln\left(1 - \frac{1}{T}\right)\right)$$

Relația astfel obținută se înlocuiește în expresia variabilei reduse y , rezultând cuantilele corespunzătoare perioadei de repetare T :

$$x_T = u + \alpha \times y_T$$

5.1.5. Procedeele de calcul este următorul:

- Se calculează parametrii statistici \bar{x} și s_n (valoarea medie și abaterea medie pătratică de selecție a șirului statistic al precipitațiilor maxime sau intensităților corespunzătoare)
- Se determină apoi parametrii α și u ai repartiției Gumbel
- Se calculează valoarea variabilei reduse y_T funcție de T
- Cu aceste elemente se calculează valoarea cuantilei x_T care corespunde perioadei medii de repetare T .

5.2. Distribuția Generalizată a Extremelor (GEV)

5.2.1. Distribuția Gumbel poate să fie utilizată cu rezultate bune pentru perioade de repetare relativ mici (până la 10 ani). În schimb, ea subestimează cuantilele corespunzătoare unor perioade de repetare mari. În acest caz, alternativa o constituie utilizarea distribuției extremelor (GEV - generalized extreme value) care descrie mai bine distribuția în zona valorilor mari datorită unui parametru suplimentar. Pentru estimarea corectă a parametrului de formă sunt necesare seturi mari de date. Este posibilă și utilizarea datelor de la mai multe stații din zonă, în condițiile ipotezei ca parametrul de formă este constant sau foarte puțin variabil în cadrul zonei.

5.2.2. Distribuția Generalizată a Extremelor (GEV) are următoarea expresie a funcției de repartiție:

$$F(x) = \exp\left[-\left(1 - k \frac{x-u}{\alpha}\right)^{1/k}\right]$$

unde:

k , u și α sunt parametri care trebuie determinați.

5.2.3. Distribuția GEV combină 3 distribuții extreme într-o singură distribuție.

Pentru valoarea $k = 0$ se obține repartiția Gumbel sau Extreme Value de tip I (EVI). Pentru $k < 0$ se obține repartiția EVII (Frechet), iar pentru $k > 0$ rezultă distribuția EVIII (Weibull).

5.2.4. Deoarece funcția $F(x)$ este inversabilă, cuantila x_T reprezentând valoarea variabilei corespunzătoare perioadei medii de repetare T se obține cu relația:

$$x_T = u + \frac{\alpha}{k} \{1 - [-\ln(1 - T^{-1})]^k\}$$

unde:

$T = 1/1-F$ este perioada medie de repetare.

5.2.5. Pentru determinarea parametrilor distribuției GEV pentru valorile maxime anuale se recomandă metoda L-momentelor. Pentru început se calculează momentele ponderate cu probabilitatea:

$$b_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$b_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=2}^n \frac{i-1}{n-1} x_i$$

$$b_2 = \frac{1}{n} \sum_{i=3}^n \frac{(i-1)(i-2)}{(n-1)(n-2)} x_i$$

unde:

x_i reprezintă valorile maxime anuale ordonare descrescătoare.

L-momentele selecției se obțin cu relațiile:

$$l_1 = b_0$$

$$l_2 = 2b_1 - b_0$$

$$l_3 = 6b_2 - 6b_1 + b_0$$

Valoarea estimată k a parametrului de formă se obține din relația:

$$\hat{k} = 7.8590 c + 2.9554 c^2$$

$$\hat{k} = 7.8590c + 2.9554c^2$$

unde: $c = 2/(3+1_3/1_2) - \ln 2/\ln 3$

Valorile estimate pentru α și u sunt:

$$\hat{\alpha} = \frac{l_2 \hat{k}}{(1 - 2^{-\hat{k}}) \Gamma(1 + \hat{k})}$$

$$\hat{u} = l_1 - \hat{\alpha} \frac{1 - \Gamma(1 + \hat{k})}{\hat{k}}$$

unde $\Gamma(\cdot)$ este funcția Gama.

5.3. Distribuția Pareto Generalizată (GPD)

5.3.1. Distribuția Pareto Generalizată (GPD) are următoarea expresie α funcției de repartiție:

$$F(x) = 1 - \left(1 - a \frac{x-c}{b}\right)^{1/a} \quad \text{pentru } a \neq 0$$

$$F(x) = 1 - \exp\left(-\frac{x-c}{b}\right) \quad \text{pentru } a = 0$$

unde:

c este limita inferioară a repartiției, b este parametrul de scară, iar a este parametrul de formă.

5.3.2. Densitatea de repartiție este:

$$f(x) = \frac{1}{b} \left(1 - a \frac{x-c}{b}\right)^{\frac{1}{a}-1} \quad \text{pentru } a \neq 0$$

$$f(x) = \frac{1}{b} \exp\left(-\frac{x-c}{b}\right) \quad \text{pentru } a = 0$$

5.3.3. Deoarece funcția $F(x)$ este inversabilă, cuantila x_T reprezentând valoarea variabilei corespunzătoare perioadei medii de repetare T se obține cu relația:

$$x_T = c + \frac{b}{a}(1 - T^{-a}) \quad \text{pentru } a \neq 0, \text{ respectiv}$$

$$x_T = c + b \ln T \quad \text{pentru } a = 0, \text{ respectiv}$$

unde:

T este perioada medie de repetare. În continuare, pentru calculul cuantilei x_T sunt necesari parametrii a , b și c .

5.3.4. Parametrii a , b și c se pot calcula prin metoda momentelor, egalând momentele teoretice cu cele empirice:

$$c + \frac{b}{1+a} = \bar{x}$$

$$\frac{b^2}{(1+a)^2(1+2a)} = s^2$$

$$\frac{2(1-a)(1+2a)^{0.5}}{(1+3a)} = G/s^3$$

unde:

media $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ este momentul de ordinul 1

dispersia $s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$ este momentul de ordinul 2

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)}$$

asimetria este momentul de ordinul 3.

Pentru început se obține parametrul a rezolvând ultima ecuație. Ceilalți 2 parametri pot fi apoi calculați funcție de α cu relațiile:

$$b = s(1+a)(1+2a)^{0.5}$$

$$c = \bar{x} - \frac{b}{1+a}$$

5.3.5. Parametrii a , b și c se pot calcula de asemenea prin metoda momentelor ponderate, cu expresiile:

$$a = \frac{W_0 - 8W_1 - 9W_2}{-W_0 + 4W_1 - 3W_2}$$

$$b = \frac{(W_0 - 2W_1)(W_0 - 3W_2)(-4W_1 + 6W_2)}{-W_0 + 4W_1 - 3W_2^2}$$

$$c = \frac{2W_0W_1 - 6W_0W_2 + 6W_1W_2}{-W_0 + 4W_1 - 3W_2}$$

unde:

W_r este momentul ponderat de ordinul r ($r = 0, 1, 2, \dots$) și are expresia:

$$W_r = \frac{1}{r+1} \left(c + \frac{b}{a}\right) - \frac{b}{a} \cdot \frac{1}{a+r+1}$$

5.3.6. În sfârșit, parametrii a , b și c se pot calcula prin metoda verosimilității maxime rezolvând sistemul:

$$\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - c)/b}{1 - a(x_i - c)/b} = \frac{n}{1 - a}$$

$$\sum_{i=1}^n \ln[1 - a(x_i - c)/b] = -n \cdot a$$

$$c = x_1$$

5.3.7. Pentru o asimetrie redusă se obțin rezultate mai bune cu metoda momentelor și metoda momentelor ponderate, în timp ce pentru valori mari ale asimetriei se recomandă metoda verosimilității maxime.

SECȚIUNEA 6: ANEXA nr. 6

1. LEGISLAȚIE

| Nr. crt. | Denumire act normativ | Publicația |
|----------|---|---|
| 1. | Legea Apelor nr. 107/1996, cu modificările și completările ulterioare. | Monitorul Oficial, Partea I, numărul 244 din 8 octombrie 1996 |
| 2. | Ordin nr. 161/2006 pentru aprobarea Normativului privind clasificarea calității apelor de suprafața în vederea stabilirii stării ecologice a corpurilor de apă, | Monitorul Oficial, Partea I, numărul 511 din 13 iunie 2006 |
| 3. | Ordinul ministrului apelor, pădurilor și protecției mediului, nr. 756/1997 pentru aprobarea Regulamentului privind evaluarea poluării mediului, cu modificările ulterioare | Publicată în Monitorul Oficial, Partea I, numărul 303 din 6 noiembrie 1997 |
| 4. | Ordonanța de Urgență a Guvernului nr. 152/2005 privind prevenirea și controlul integrat al poluării, cu modificările ulterioare | Publicată în Monitorul Oficial, Partea I, numărul 1196 din 30 decembrie 2005 |
| 5. | Ordonanța de Urgență a Guvernului nr. 195/2005 privind Protecția Mediului, cu modificările ulterioare | Publicată în Monitorul Oficial, Partea I, numărul 1078 din 30 noiembrie 2005 |
| 6. | Hotărârea Guvernului nr. 188/2002 pentru aprobarea unor norme privind condițiile de descărcare în mediul acvatic a apelor uzate, cu modificările și completările ulterioare 1. Normă tehnică privind colectarea, epurarea și evacuarea apelor uzate orășenești, NTPA-011 2. Normativ privind condițiile de evacuare a apelor uzate în rețelele de canalizare ale localităților și direct în stațiile de epurare, NTPA-002/2002 3. Normativ privind stabilirea limitelor de încărcare cu poluanți a apelor uzate industriale și orășenești la evacuarea în receptorii naturali, NTPA-001/2002 | Publicată în Monitorul Oficial, Partea I, numărul 187 din 20 martie 2002 |
| 7. | Directivile 91/271/CEE privind tratarea apelor urbane reziduale modificată și completată cu Directiva Comisiei Europene 98/15/CE, transpuse prin Hotărârea Guvernului nr. 188/2002 pentru aprobarea unor norme privind condițiile de descărcare în mediul acvatic a apelor uzate, cu modificările și completările ulterioare | Publicată în Jurnalul Oficial al Comunităților Europene nr. L135/30.05.1991 și nr. L67/29, 07.03.1998 |
| 8. | Directiva 86/278/CEE privind protecția mediului și mai ales a solului la utilizarea nămolului din stațiile de epurare în agricultură, și transpusă în legislația națională prin Ordinul comun al ministrului mediului și gospodăririi apelor și al ministrului agriculturii, pădurilor și dezvoltării rurale nr. 344/708/2004 pentru aprobarea Normelor tehnice privind protecția mediului și în special a solurilor, când se utilizează nămolurile de epurare în agricultură, cu modificările și completările ulterioare | Publicată în Jurnalul Oficial al Comunităților Europene nr. L181/6, 12.06.1986 Publicat în Monitorul Oficial, Partea I, nr. 959/19.04.2004 |
| 9. | Directiva 91/676/EEC privind protecția apelor împotriva poluării cu nitrați din surse agricole, transpusă prin Hotărârea Guvernului nr. 964/2000 privind aprobarea Planului de acțiune pentru protecția apelor împotriva poluării cu nitrați proveniți din surse agricole, cu modificările și completările ulterioare | Publicată în Jurnalul Oficial al Comunităților Europene nr. L 375, 31.12.1991 Publicat în Monitorul Oficial, Partea I, nr. 256/25.10.2000 |
| 10. | Directiva 2000/76/CE privind incinerarea deșeurilor, transpusă în legislația națională prin Hotărârea Guvernului nr. 128/2002 privind incinerarea deșeurilor, cu modificările și completările ulterioare | Publicată în Jurnalul Oficial al Comunităților Europene L 332, 28.12.2000 Publicat în Monitorul Oficial, Partea I, nr. 160/6.03.2002 |
| 11. | Directiva 2006/12/CE privind deșeurile, transpusă prin Ordonanța de Urgență a Guvernului nr. 78/2000 aprobată cu modificările și completările prin Legea nr. 426/2001, cu modificările și completările ulterioare | Publicată în Jurnalul Oficial al Comunităților Europene L 114/16, 27.04.2006 Publicat în Monitorul Oficial, Partea I nr. 28/22.06/.000 |
| 12. | Hotărârea Guvernului nr. 51/1996 privind aprobarea Regulamentului de recepție a lucrărilor de montaj utilaje, echipamente, instalații tehnologice și a punerii în funcțiune a capacităților de producție | Monitorul Oficial, Partea I, numărul 29 din 12 februarie 1996 |
| 13. | Hotărârea Guvernului nr. 273/1994 privind aprobarea Regulamentului de recepție a lucrărilor de construcții și instalații aferente acestora, cu modificările și completările ulterioare | Monitorul Oficial, Partea I, numărul 193 din 28 iulie 1994 |
| 14. | Hotărârea Guvernului nr. 525/1996 pentru aprobarea Regulamentului general de urbanism, republicată, cu modificările și completările ulterioare | Monitorul Oficial, Partea I, numărul 149 din 16 iulie 1996 |

2. STANDARDE

| Nr. Crt. | Indicativ | Denumire Standard |
|----------|----------------|---|
| 1. | SR 1343-1:2006 | Alimentari cu apa. Partea 1: Determinarea cantităților de apă potabilă pentru localități urbane și rurale |
| 2. | SR 1846-1:2006 | Canalizări exterioare. Prescripții de proiectare. Partea 1: Determinarea debitelor de ape uzate de canalizare |

Ordinul 2901/2013 - forma sintetica pentru data 2024-03-18

| | | |
|-----|------------------------------|---|
| 3. | SR 1846-2:2007 | Canalizări exterioare. Prescripții de proiectare. Partea 2: Determinarea debitelor de ape meteorice |
| 4. | SR 8591:1997 | Rețele edilitare subterane. Condiții de amplasare |
| 5. | SR EN 752:2008 | Rețele de canalizare în exteriorul clădirilor. |
| 6. | SR EN 295-2:1997 | Tuburi și accesorii de gresie și îmbinarea lor la racorduri și rețele de canalizare. Partea 2: Inspectia calității și eșantionarea |
| 7. | SR EN 295-2:1997/A1:2002 | Tuburi și accesorii de gresie și îmbinarea lor la racorduri și rețele de canalizare. Partea 2: Controlul calității și eșantionarea |
| 8. | SR EN 124:1996 | Dispozitive de acoperire și de închidere pentru cămine de vizitare și guri de scurgere în zone carosabile și pietonale. Principii de construcție, încercări tip, marcare, inspectia calității |
| 9. | SR EN 1917:2003 | Cămine de vizitare și cămine de racord din beton simplu, beton slab armat și beton armat |
| 10. | SR EN 1899-2:2002 | Calitatea apei. Determinarea consumului biochimic de oxigen după n zile (CBO _n). Partea 2: Metoda pentru probe nediluate-AFARA |
| 11. | SR ISO 6060:1996 | Calitatea apei. Determinarea consumului chimic de oxigen. |
| 12. | SR EN 25663:2000 | Calitatea apei. Determinarea conținutului de azot Kjeldahl. Metoda după mineralizare cu seleniu. |
| 13. | SR EN ISO 6878:2005 | Calitatea apei. Determinarea fosforului. Metoda spectrofotometrica cu molibdat de amoniu |
| 14. | STAS 9470-73 | Hidrotehnica. Ploi maxime. Intensități, durate, frecvențe |
| 15. | STAS 6054-77 | Teren de fundare. Adâncimi maxime de îngheț. Zonarea teritoriului Republicii Socialiste Romania |
| 16. | STAS 4273-83 | Construcții hidrotehnice. Încadrarea în clase de importanță |
| 17. | STAS 6701-82 | Canalizări. Guri de scurgere cu sifon și depozit |
| 18. | STAS 2448-82 | Canalizări. Cămine de vizitare. Prescripții de proiectare |
| 19. | STAS 6953-81 | Ape de suprafața și ape uzate. Determinarea conținutului de materii în suspensie, a pierderii la calcinare și a rezidului de calcinare. |
| 20. | STAS 12264-91 | Canalizări, separatoare de uleiuri și grăsimi la stațiile de epurare orășenești. Prescripții generale de proiectare |
| 21. | SR EN 1991-1-4: 2006/NB 2007 | Eurocod 1. Acțiuni generale asupra structurilor. Partea 1-4: Acțiuni generale - Acțiuni ale vântului. Anexă națională. |
| 22. | STAS 4162/1-89 | Canalizări. Decantoare primare. Prescripții de proiectare |
| 23. | STAS 3051-91 | Sisteme de canalizare. Canale ale rețelelor exterioare de canalizare. Prescripții fundamentale de proiectare |
| 24. | SR 8591/1997 | Rețele edilitare subterane. Condiții de amplasare. |

Notă:

1.Referințele date au fost luate în considerare la data elaborării reglementării tehnice.

2.La data utilizării reglementării tehnice se va consulta ultima ediție a standardelor și a tuturor modificărilor în vigoare ale acestora.

PARTEA II²:

SECȚIUNEA 0:

SUBSECȚIUNEA 1: PROIECTAREA STAȚIILOR DE EPURARE

1. Obiectul normativului

(1)Prescripțiile necesare proiectării construcțiilor și instalațiilor de pe linia apei și linia nămolului în care se realizează epurarea apelor uzate urbane/ rurale.

(2)Elementele referitoare la tehnologia și procesele obiectelor în care se realizează epurarea apelor uzate, și schemele tehnologice de bază utilizate în prezent pe plan național și mondial.

(3)Prevederile normativului sunt conforme cu prevederile Hotărârii Guvernului nr. 188/2002 cu modificările și completările ulterioare care transpun integral prevederile Directivei 91/271/CEE privind epurarea apelor uzate urbane (NTPA 011, NTPA 001).

(4)Prezentul normativ respectă prevederile actelor normative privind calitatea în construcții, aplicabile, în vigoare.

(5)Normativul nu cuprinde prescripții privind instalațiile și echipamentele mecanice, electrice, de automatizare, instalațiile sanitare, termice și de ventilație, precum și calculele de stabilitate și de rezistență ale construcțiilor, acestea urmând să fie efectuate conform reglementărilor tehnice specifice, aplicabile, în vigoare.

1.1. Domeniul de aplicare

(1) Prevederile prezentului normativ se aplică la proiectarea construcțiilor și instalațiilor de epurare a apelor uzate provenite de la aglomerări urbane și rurale, de la agenți economici, unități turistice (hoteluri, moteluri, campinguri, cabane, tabere, sate de vacanță), unități militare (cazărmi), grupuri de locuințe, șantiere care descarcă ape uzate în rețele publice de canalizare.

(2) Prevederile acestui normativ se aplică și în zonele sensibile supuse eutrofizării, zone în care pentru evacuarea apelor uzate epurate în receptorii naturali se impun cerințe suplimentare, mai ales în ceea ce privește nutrienții (azot și fosfor). Normele se aplică atât în cazul proiectării stațiilor de epurare noi, cât și în cazul retehnologizării, extinderii sau modernizării stațiilor de epurare.

(3) Schemele tehnologice adoptate pentru stațiile de epurare noi, precum și îmbunătățirile și completările prevăzute la retehnologizarea/modernizarea stațiilor de epurare existente, trebuie să permită obținerea condițiilor de calitate stabilite pentru efluentul epurat în NTPA 011-2002, NTPA 001-2002, și prin avizele și autorizațiile de mediu și de gospodărire a apelor, cu respectarea legislației specifice, aplicabilă, în vigoare.

1.2. Conformarea la normele europene

(1) Indicatorii de calitate ai apelor uzate evacuate din stațiile de epurare în receptorii naturali trebuie să corespundă cerințelor Directivei 91/271/CEE privind epurarea apelor uzate urbane pentru zone sensibile; România, la momentul aderării la Uniunea Europeană și-a declarat întregul teritoriu drept zonă sensibilă, conform art. 5 din Hotărârea Guvernului nr. 352/2005.

(2) Elementele de proiectare ale construcțiilor și instalațiilor de epurare cuprinse în acest normativ sunt în concordanță cu legislația europeană aplicabilă, coroborată cu legislația națională în domeniu.

(3) Normativul are în vedere conformarea cu Directiva 91/271/CEE privind epurarea apelor uzate urbane, transpusă în legislația națională prin Hotărârea Guvernului nr. 188/2002 privind condițiile de descărcare a apelor uzate în mediu

acvatic, cu modificările și completările ulterioare.

Hotărârea Guvernului nr. 188/2002 aprobă normele tehnice de protecția apelor, și anume:

- NTPA 001 - Norme tehnice privind stabilirea limitelor de încărcare cu poluanți a apelor uzate urbane la evacuarea în receptori naturali;
- NTPA 002 - Norme tehnice privind condițiile de evacuare a apelor uzate în rețelele de canalizare ale localităților;
- NTPA 011 - Norme tehnice privind colectarea, epurarea și evacuarea apelor uzate urbane.

Urmare a procesului de negociere pentru aderarea la Uniunea Europeană și a obligațiilor asumate de România prin Tratatul de Aderare, Hotărârea Guvernului nr. 188/2002 pentru aprobarea unor norme privind condițiile de descărcare în mediul acvatic a apelor uzate, a fost completată și modificată ulterior. În cadrul acesteia au fost incluse cerințele privind conformarea cu termenele de tranziție negociate pentru sistemele de colectare și stațiile de epurare, precum și statutul de zonă sensibilă pentru România.

(4) Prezentul normativ a luat în considerație tehnologiile de epurare de referință a apelor uzate, utilizate în țările Uniunii Europene, precum și metodologiile de dimensionare aplicate frecvent în aceste

2. Definiții. Tipuri de procedee de epurare

2.1. Epurarea mecanică

(1) Asigură eliminarea din apele uzate a:

- a)** substanțelor grosiere, în suspensie sau plutitoare (grătare rare și dese);
- b)** grăsimi în stare liberă, substanțe petroliere (separatoare grăsimi);
- c)** particulelor minerale discrete: nisipuri $d > 0,2$ mm (deznisipatoare);
- d)** particule minerale și organice în suspensie (decantoare primare);

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

2.2. Epurarea biologică convențională (secundară)

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

(2) Este puțin eficientă în eliminarea: azotului, fosforului, metalelor grele, detergenților, germeilor și paraziților și a substanțelor "refractare".

2.3. Epurarea avansată

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

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

2.4. Epurarea terțiară

(1) Asigură reținerea din apele uzate a substanțelor refractare din apele uzate (altele decât cele reținute în epurarea biologică convențională și/sau avansată).

(2) Epurarea terțiară se adoptă pe baza încărcărilor efluentului treptei biologice și a unor cerințe speciale pentru efluentul stației de epurare (ex: limitare încărcare bacteriologică, reutilizare apă epurată).

3. Studii privind calitatea apelor uzate

3.1. Calitatea apelor uzate influente în stația de epurare

(1) Caracteristicile calitative ale influentului (apele uzate brute care sunt admise în stația de epurare) se stabilesc astfel:

- a)** pe baza studiilor hidrochimice efectuate înainte de proiectarea stațiilor noi;
- b)** prin analiza bazei de date (rezultatele rapoartelor de monitorizare) pentru stațiile de epurare existente care necesită extindere sau re tehnologizare;
- c)** prin asimilarea valorilor indicatorilor de calitate înregistrați la alte stații de epurare care deserve localități cu sistem de canalizare, dotări edilitare, activități sociale și industriale similare și un număr apropiat de locuitori;
- d)** prin calculul principalilor indicatori de calitate pe baza încărcărilor specifice de poluant (g/loc.echivalent,zi), pentru localități unde rețeaua de canalizare se execută simultan cu stația de epurare.

(2) Principalii indicatori de calitate sunt clasificați în 4 categorii: fizice, chimice, bacteriologice și biologice.

3.1.1. Caracteristici fizice

(1) Caracteristicile fizice ale apelor uzate sunt: turbiditatea, culoarea, mirosul și temperatura.

(2) Turbiditatea apelor uzate indică în mod grosier conținutul de materii în suspensie. Turbiditatea se exprimă în grade NTU. Turbiditatea nu este o analiză utilizată curent.

(3) Culoarea apelor uzate proaspete este gri deschis, apele uzate în care substanțele organice au intrat în fermentație au culoarea gri închis. Apele uzate care au culori diferite de cele de mai sus indică pătrunderea în rețea a unor cantități de ape uzate industriale, care pot da culori diferite apei, în funcție de natura și proveniența impurificatorilor.

(4) Mirosul apelor uzate proaspete este un miros specific insesizabil. Mirosul de ouă clocite (H_2S) sau alte mirosuri indică faptul că materia organică din apa uzată a intrat în descompunere sau existența unor substanțe chimice din ape uzate industriale.

(5) Temperatura este caracteristica fizică cea mai importantă deoarece influențează cele mai multe reacții chimice și biologice care se produc în apele uzate. Temperatura apelor uzate este de obicei mai ridicată decât a apelor de alimentare, cu 2 - 3°C (corelat cu anotimpurile).

3.1.2. Caracteristici chimice

(1) Apele uzate comunitare prezintă caracteristici diferite funcție de locație ca: număr de locuitori, zonă de amplasare, dotarea cu utilaje electrocasnice, obiceiuri; acestea se determină pentru fiecare locație prin analize de detaliu.

Principalele caracteristici chimice ale apelor uzate sunt:

(2) Materiile în suspensie. Materiile solide totale cu cele două componente ale acestora: materiile în suspensie și materiile solide dizolvate servesc la stabilirea eficienței proceselor de epurare în diferite etape. Materiile în suspensie, pot fi separabile prin decantare ($> 100 \mu$). Materiile solide dizolvate, coloidale minerale și organice sunt eliminate în instalațiile de epurare biologică.

(3) Oxigenul dizolvat. Apele uzate conțin oxigen dizolvat în cantități reduse. Când sunt proaspete sau după epurarea biologică pot conține 1 - 2 mg/dm³.

(4) Consumul biochimic de oxigen (CBO). Consumul biochimic de oxigen al unei ape este cantitatea de oxigen

consumată pentru descompunerea biochimică în condiții aerobe a materiilor organice biodegradabile la temperatura și timpul standard. Timpul standard se consideră 5 zile, iar temperatura standard 20°C; notația curentă este CBO₅.

(5) Consumul chimic de oxigen (CCO) sau oxidabilitatea apei, reprezintă cantitatea de oxigen, în mg/dm³, necesară pentru oxidarea tuturor substanțelor organice oxidabile.

(6) Carbonul organic total (COT) pune în evidență cantitatea de materii organice din apele uzate prin conversia lor în dioxid de carbon.

(7) Stabilitatea relativă a apelor uzate se determină prin marcarea timpului (în zile) pentru ca oxigenul conținut într-o probă de apă să fie consumat la temperatura de 20 °C.

3.1.3. Caracteristici biologice și bacteriologice

(1) În apele uzate se întânesc diferite organisme microscopice (virusuri, bacterii, ciuperci, protozoare, larve de insecte, viermi). Absența microorganismelor din apa uzată indică prezența unor substanțe toxice.

(2) Stabilirea caracteristicilor bacteriologice ale apei are ca scop determinarea genului, numărului și condițiilor de dezvoltare a bacteriilor în influentul și efluentul stației de epurare și în emisar. În apele uzate se deosebesc următoarele categorii de bacterii:

a) banale - nu sunt dăunătoare organismelor vii decât prin enzimele produse;

b) coliforme - în număr mare indică o contaminare cu reziduuri animale (*Clostridium perfringens*);

c) saprofite - prezente în apele bogate în substanțe organice;

d) patogene - dăunătoare organismului uman (produc febra tifoidă, holeră, dizenterie).

3.2. Metode de determinare

Metodele de determinare a principalelor caracteristici de calitate ale apelor uzate sunt prezentate în tabelul 3.1.

Tabelul 3.1. Metode de determinare a parametrilor de calitate ai apelor uzate.

| Nr. crt. | Parametru-indicator | U.M. | standarde | Denumire |
|----------|--|----------------------|---------------------|--|
| 1 | Consum biochimic de oxigen (CBO _n) | mg O ₂ /l | SR EN 1899-2:2003 | Determinarea consumului biochimic de oxigen după n zile (CBO _n). Partea 2: Metoda pentru probe nediluate. |
| 2 | Consum chimic de oxigen (CCO-Cr) | mg O ₂ /l | SR ISO 6060:1996 | Calitatea apei. Determinarea consumului chimic de oxigen. |
| 3 | Materii totale în suspensie (MTS) | mg/l | SR EN 872: 2005 | Calitatea apei. Determinarea conținutului de materii în suspensie. Metoda prin filtrare pe filtre din fibră de sticlă. |
| 4 | Azotul Kjeldahl (TNK) | mg/l | SR EN 25663:2000 | Calitatea apei. Determinarea conținutului de azot Kjeldahl. Metoda după mineralizare cu seleniu. |
| 5 | Fosforul total | mg/l | SR EN ISO 6878:2005 | Calitatea apei. Determinarea conținutului de fosfor. Metoda spectrometrică cu molibdat de amoniu. |
| 6 | Indicator pH | unități pH | SR ISO 10523:2009 | Calitatea apei. Determinarea pH-ului. |

3.3. Conținutul studiilor hidrochimice

(1) Studiile hidrochimice trebuie să precizeze:

a) caracteristicile fizico - chimice, biologice și bacteriologice ale efluenților industriali pre - epurați descărcați în rețeaua urbană de canalizare;

b) caracteristicile fizico - chimice, biologice și bacteriologice ale apelor uzate influente în stația de epurare în conformitate cu indicatorii ceruți în tabelul nr. 1 din NTPA 002;

c) natura și biodegradabilitatea substanțelor organice conținute în apele uzate brute;

d) schema tehnologică recomandată pentru epurarea apelor uzate și tratarea nămolurilor;

(2) Se vor determina principalii parametri de calitate pentru apa uzată (MTS, CBO₅, CCO-Cr, pH, Nt, Pt) și variația acestora pe o perioadă de minim 1 an prin recoltări de probe și analize și minim 3 ani prin estimări.

(3) Limitele maxime admisibile stabilite prin normative pentru parametri de calitate corespund Directivei Consiliului Comunității Europene 91/271/EEC, modificată și completată prin Directiva 98/15/CEE (NTPA 001, NTPA 002, NTPA 011).

(4) Actele normative care reglementează condițiile de descărcare în mediu natural al apelor uzate sunt prezentate în tabelul 3.2.

Tabelul 3.2. Actele normative care reglementează condițiile de descărcare în mediul natural a apelor uzate.

| | |
|-----------------------------------|---|
| Hotărârea Guvernului nr. 188/2002 | 1 Hotărâre pentru aprobarea unor norme privind condițiile de descărcare în mediu acvatic a apelor uzate, cu modificările și completările ulterioare |
| NTPA 002-2002 | 2 Normativ privind condițiile de evacuare a apelor uzate în rețelele de canalizare ale localităților. |
| NTPA 001-2002 | Normativ privind stabilirea limitelor de încărcare cu poluanți a apelor uzate industriale și orășenești la evacuarea în receptori naturali. |
| NTPA 011-2002 | Norme tehnice privind colectarea, epurarea și evacuarea apelor uzate orășenești |
| Ordonanța de Urgență nr. 152/2005 | Ordonanța de urgență privind prevenirea și controlul integrat al poluării, cu modificările și completările ulterioare |

3.4. Indicatori de calitate pentru efluentul stației de epurare

(1) Valorile maxim admisibile ale indicatorilor de calitate ale efluentului epurat pentru CBO₅, CCO- Cr, MS, Nt și Pt sunt reglementați în țara noastră prin normativele tehnice pentru protecția apelor NTPA 001, NTPA 011 și NTPA 002.

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

(3) Valorile maxim admisibile sunt indicate atât pentru condițiile de mediu normale cât și pentru condițiile de mediu speciale care sunt denumite "zonele sensibile".

Zonele sensibile sunt reprezentate de apele (receptorii naturali) care intră în una din următoarele categorii:

a) lacuri, alte ape de suprafață, estuare, ape de coastă care sunt eutrofizate sau prezintă pericolul de a deveni eutrofice în viitorul apropiat, dacă nu se iau măsuri preventive de protecție;

b) ape de suprafață folosite drept sursă de apă potabilă, ce ating valori ale concentrațiilor de azotați ridicate;

Tabelul 3.3. Limitele indicatorilor de calitate pentru efluentul stațiilor de epurare.

Ordinul 2901/2013 - forma sintetica pentru data 2024-03-18

| Indicatorul de calitate | Norma sau normativul în care este indicat | Concentrație maxim admisibilă (mg/l) | Procent minim de reducere (%) | Valorile conform Directivei nr. 91/271/EEC | |
|--|---|--------------------------------------|-----------------------------------|--|-----------------------------------|
| | | | | Concentrații (mg/l) | Procent de reducere % |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Consum biochimic de oxigen (CBO ₅ la 20 ⁰ C), fără nitrificare | NTPA 011 NTPA 001 | 25 | 70-90 40 ^a | 25 | 70-90 40 ^a |
| Consum chimic de oxigen (CCO) determinat prin metoda CCO _{Cr} | NTPA 011 NTPA 001 | 125 | 75 | 125 | 75 |
| Materii în suspensie (MS) | NTPA 011 NTPA 001 | 35 ^b (60) ^c | 90 ^b (70) ^c | 35 ^b (60) ^c | 90 ^b (60) ^c |
| Azot total NT = TKN + N-NO ₂ + N-NO ₃ | NTPA 011 NTPA 001 | 10 ^e , (15) ^e | 70-80 | 10 ^d (15) ^e | 70-80 |
| Azot amoniacal NH ₄ ⁺ | NTPA 001 | 2 ^e (3) ^e | ns | ns | ns |
| Azotați NO ₃ ⁻ | NTPA 001 | 25 ^e (37) ^e | ns | ns | ns |
| Azotiți NO ₂ ⁻ | NTPA 001 | 1 ^e (2) ^e | ns | ns | ns |
| Fosfor total (PT) | NTPA 011 NTPA 001 | 1 ^e (2) ^e | 70-80 | 1 ^e (2) ^e | 80 |

NOTĂ:

a) Procentul de reducere de 40 % față de încărcarea influentului, se admite în regiunile muntoase, cu altitudinea de peste 1.500 m deasupra nivelului mării, unde este dificil să se aplice o epurare biologică eficientă din cauza temperaturilor scăzute (v. art. 7, alineatul 2 din NTPA 011);

b) Pentru localități peste 10.000 L.E. și în condițiile indicate la punctul a) de mai sus;

c) Pentru localități cu 2000 -10.000 LE și în condițiile indicate la punctul a), de mai sus;

d) Pentru localități - peste 100.000 L.E.;

e) ns = nespecificat pentru localități cu 10.000 -100.000 L.E.;

(4) Cerințele impuse de normativele și normele tehnice NTPA 001, NTPA 011 și NTPA 002, pot fi modificate prin ordin emis de autoritatea publică centrală cu atribuții în domeniul gospodăririi apelor și protecției mediului, funcție de condițiile specifice zonei în care sunt evacuate apele epurate.

(5) Respectarea prevederilor normativelor și normelor tehnice indicate în tabelul 1.1 nu exclude obligația obținerii avizelor și autorizațiilor legale din domeniul apelor și protecției mediului.

4. Debitul și încărcările cu poluanți pentru stația de epurare

4.1. Debite de calcul. Definiții

(1) În calculele de dimensionare a construcțiilor și instalațiilor din complexul stațiilor de epurare intervin următoarele debite caracteristice.

a) Debitul apelor uzate mediu zilnic:

$$Q_{uz,med,zi} = \alpha \cdot \sum N_i \cdot q_i \cdot 10^{-3} \text{ (m}^3 \text{ / zi)} \quad (4.1)$$

unde:

α - coeficient de reducere sau de creștere a debitului; reducerea este dată de apele utilizate pentru stropit, spălat; creșterea este dată de activitățile economice care utilizează și alte surse de apă; valorile curente pot fi cuprinse între 0,9 - 1,25;

N_i - nr. de utilizatori pe categorii de consum;

q_i - necesarul specific de apă potabilă (l/om,zi), conform SR 1343-1:2006;

10^{-3} - coeficient de transformare

b) Debitul apelor uzate maxim zilnic:

$$Q_{uz,max,zi} = k_{zi,i} \cdot Q_{uz,med,zi} \text{ (m}^3 \text{ / zi)} \quad (4.2)$$

unde:

$Q_{uz,med,zi}$ - definit de (4.1);

$k_{zi,i}$ - coeficient de variație a consumului zilnic de apă conform valorilor din SR 1343 - 1:2006;

c) Debitul apelor uzate orar maxim:

$$Q_{uz,max,or} = \alpha \cdot \sum N_i \cdot q_i \cdot k_{zi,i} \cdot k_{or,i} \cdot 10^{-3} \cdot 24^{-1} \text{ (m}^3 \text{ / h)} \quad (4.3)$$

unde:

α , N_i , q_i , $k_{zi,i}$ - definiți anterior;

$k_{or,i}$ - coeficient de variație orară a consumului de apă conform valorilor din SR 1343 - 1:2006;

10^{-3} , 24^{-1} - coeficienți de transformare;

d) Debitul apelor uzate orar minim:

$$Q_{uz,min,or} = p \cdot Q_{uz,max,zi} \cdot 24^{-1} \text{ (m}^3 \text{ / h)} \quad (4.4)$$

unde:

$Q_{uz,max,zi}$ - definit de relația (4.2);

24^{-1} - coeficient de transformare;

p - coeficient definit conform SR 1846 - 1:2006;

e) Debitul de recirculare a nămolului activat (recirculare externă):

$$Q_{nr} = Q_{re} = r_e \cdot Q_{uz,max,zi}$$

f) Debitul de recirculare internă, pentru alimentarea zonei anoxice (de denitrificare), din amonte zonei aerobe (de nitrificare):

$$Q_{ri} = r_i \cdot Q_{uz,max,zi} \quad (4.6)$$

(2) Debitul conform (4.3) reprezintă o valoare de dimensionare hidraulică a rețelei de canalizare și nu va fi utilizat în calculul de bilanț de volume zilnice, lunare sau anuale de ape uzate.

(3) Suma $\sum N_i \cdot q_i \cdot k_{zi,i} \cdot k_{or,i}$ din expresia (4.3) se referă la:

a) ape uzate menajere (nr. locuitori);

b) ape uzate publice (școli, spitale, servicii publice ș.a);

c) ape uzate de tip menajer provenite de la unități industriale;

(4) Debitul de calcul se determină independent pentru fiecare amplasament pe baza:

a) numărului de locuitori fizici existenți și în perspectiva de 25 - 30 ani;

b) numărul de persoane: din sistemul public: școli, spitale, funcționari publici, alte utilități;

c) numărul de agenți economici și capacitățile acestora în producerea apelor uzate;

d) clima, amplasament geografic, obiceiurile locuitorilor;

(5) La calculul debitelor influente în stația de epurare se vor lua în considerație și debitul de ape parazite determinate conform § 4.2.4 din SR 1846 -1:2006.

Notă: În stabilirea debitelor de ape uzate influente în stația de epurare se consideră principiul: "debitul de ape uzate sunt identice debitul necesarului de apă" din sistemul centralizat de alimentare cu apă (conform SR 1343 - 1:2006).

4.2. Debitul de calcul și verificare

Debitul de calcul și verificare ale obiectelor tehnologice din stația de epurare sunt prezentate în tabelul 4.1.

Tabelul 4.1. Debitul de calcul și de verificare ale obiectelor tehnologice din stația de epurare.

| Nr. crt. | Obiectul sau elementul de legătură între obiecte | Procedul de canalizare | | | | Epurare |
|----------|--|---------------------------------|------------------------------|--|------------------------------|-----------|
| | | Separativ (divizor) | | Mixt (unitar) | | |
| | | Debit de dimensionare (Qc) | Debit de verificare (Qv) | Debit de dimensionare (Qc) | Debit de verificare (Qv) | |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Deversorul din amonte stației de epurare | - | - | $Q_{T-n} \times Q_{uz,max,or}$ | - | Mecanică |
| 2 | Canalul de legătură dintre deversor și bazinul de retenție și de la acesta la emisar, sau dintre deversor și emisar | $Q_{uz,max,or}$ | - | $Q_{T-n} \times Q_{uz,max,or}$ | - | |
| 3 | Canalul de acces la camera grătarelor | $Q_{uz,max,or}$ | $Q_{uz,min,or}$ | $n \times Q_{uz,max,or}$ | $Q_{uz,min,or}$ | |
| 4 | Grătare | $Q_{uz,max,or}$ | $Q_{uz,min,or}$ | $n \times Q_{uz,max,or}$ | $Q_{uz,min,or}$ | |
| 5 | Deznisipator - separator de grăsimi | $Q_{uz,max,or}$ | $Q_{uz,min,or}$ | $n \times Q_{uz,max,or}$ | $Q_{uz,min,or}$ | |
| 6 | Decantoare primare | $Q_{uz,max,or}$ | $Q_{uz,min,or}$ | $n \times Q_{uz,max,or}$ | $Q_{uz,min,or}$ | |
| 7 | Bazinul de retenție al apelor meteorice | - | - | $Q_{T-n} \times Q_{uz,max,or}$ | Q_t | |
| 8 | Deversor ape epurate mecanic | $Q_{uz,max,or} - Q_{uz,max,zi}$ | - | $n \times Q_{uz,max,or} - Q_{uz,max,zi}$ | $n \times Q_{uz,max,or}$ | Biologică |
| 9 | Câmpuri de irigare și de infiltrare, filtre de nisip și iazuri (lagune) de stabilizare | $Q_{uz,max,zi}$ | $Q_{uz,max,or}$ | $Q_{uz,max,zi}$ | $Q_{uz,max,or}$ | |
| 10 | Deversorul din amonte treptei de epurare biologică și canalul dintre acest deversor și emisar | - | - | - | $n \times Q_{uz,max,or}$ | |
| 11 | Filtre biologice percolatoare (clasice) | $Q_{uz,max,zi}$ | $Q_{uz,max,or} + Q_{ar,max}$ | $Q_{uz,max,zi}$ | $Q_{uz,max,or} + Q_{ar,max}$ | |
| 12 | Filtre biologice cu discuri sau alți contactori biologici rotativi. | $Q_{uz,max,zi}$ | $Q_{uz,max,or}$ | $Q_{uz,max,zi}$ | $Q_{uz,max,or}$ | |
| 13 | Stație de pompare și conductă pentru apă epurată de recirculare din decantoarele secundare în amonte filtrele biologice clasice. | $Q_{ar,max}$ | $Q_{ar,min}$ | $Q_{ar,max}$ | $Q_{ar,min}$ | |
| 14 | Canalele (sau conductele) dintre filtrele biologice și decantoarele secundare, inclusiv camera de distribuție a apei filtrate la decantoarele secundare. | $Q_{uz,max,or} + Q_{ar,max}$ | $Q_{uz,min,or} + Q_{ar,min}$ | $Q_{uz,max,or} + Q_{ar,max}$ | $Q_{uz,min,or} + Q_{ar,min}$ | |
| 15 | Bazine cu nămol activat | $Q_{uz,max,zi}$ | $Q_{uz,max,or} + Q_{nr,max}$ | $Q_{uz,max,zi}$ | $Q_{uz,max,or} + Q_{nr,max}$ | |

| | | | | | |
|----|---|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 16 | Canalele (sau conductele) dintre bazinele cu nămol activat și decantoarele secundare, inclusiv camera de distribuție a apei aerate la decantoarele secundare. | $Q_{uz,max,or} + Q_{nr,max}$ | $Q_{uz,min,or} + Q_{nr,min}$ | $Q_{uz,max,or} + Q_{nr,max}$ | $Q_{uz,min,or} + Q_{nr,min}$ |
| 17 | Decantoarele secundare după filtrele biologice | $Q_{uz,max,zi}$ | $Q_{uz,max,or} + Q_{AR,max}$ | $Q_{uz,max,zi}$ | $Q_{uz,max,or} + Q_{AR,max}$ |
| 18 | Decantoarele secundare după bazinele cu nămol activat. | $Q_{uz,max,zi}$ | $Q_{uz,max,zi} + Q_{nr,max}$ | $Q_{uz,max,zi}$ | $Q_{uz,max,or} + Q_{nr,max}$ |
| 19 | Canalele (sau conductele) de legătură dintre decantoarele secundare și emisar. | $Q_{uz,max,or}$ | $Q_{uz,min,or}$ | $Q_{uz,max,or}$ | $Q_{uz,min,or}$ |
| 20 | Stația de pompare pentru nămolul activat de recirculare. | $Q_{nr,max}$ | $Q_{nr,min}$ | $Q_{nr,max}$ | $Q_{nr,min}$ |
| 21 | Stația de pompare pentru nămolul în exces în schemele cu bazine cu nămol activat. | Q_{ne} | $Q_{ne,min}$ | Q_{ne} | $Q_{ne,min}$ |
| 22 | Canalele (sau conductele) pentru transportul nămolului activat de recirculare spre bazinele cu nămol activat. | $Q_{nr,max}$ | $Q_{nr,min}$ | $Q_{nr,max}$ | $Q_{nr,min}$ |
| 23 | Canalele (sau conductele) pentru transportul nămolului în exces (în schemele cu bazine cu nămol activat). | Q_{ne} | $Q_{ne,min}$ | Q_{ne} | $Q_{ne,min}$ |
| 24 | Stația de pompare și conductele pentru nămolul biologic reținut în decantoarele secundare, în schemele cu filtre biologice de orice tip. | $Q_{nb,max}$ | $Q_{nb,min}$ | $Q_{nb,max}$ | $Q_{nb,min}$ |

unde:

$Q_{uz,max,zi}$ - debitul apelor uzate maxim zilnic, (m^3/zi);

$Q_{uz,max,or}$ - debitul apelor uzate maxim orar, (m^3/h);

$Q_{uz,min,or}$ - debitul apelor uzate minim orar, (m/h);

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

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

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

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

Q_T - debitul total al amestecului de ape uzate cu apele meteorice, care intră în deversorul din amonte stației de epurare, (m^3/zi);

n - coeficientul de majorare a debitului orar maxim al apelor uzate necesar determinării debitului maxim admis pe timp de ploaie în stația de epurare (conform SR 1846-1:2006), considerat de regulă $n = 2$; în cazuri speciale, cu justificarea corespunzătoare din partea proiectantului, se poate considera $n = 3...4$;

4.3. Încărcări cu poluanți ale apelor uzate influente în stațiile de epurare

4.3.1. Stații de epurare noi

(1) Se vor adopta următoarele valori pentru încărcarea cu poluanți dată de un locuitor echivalent (L.E.) pe zi¹:

a) Consum biochimic de oxigen (CBO_5): 60 g O_2 / L.E.,zi;

b) Consum chimic de oxigen (CCO - Cr): 120 g O_2 /L.E.,zi;

c) Materii totale în suspensie (MTS): 70 g/L.E.,zi;

d) Azot total Kjeldahl (NTK): 11 g/ L.E.,zi;

e) Fosfor total (P_T): 4 g/ L.E.,zi;

(2) Cantitățile de poluanți influente în stația de epurare se determină pentru fiecare indicator printr - o relație de tip:

$$K_{CBO_5} = 0,365 \cdot N_{LE} \cdot i_{CBO_5} \text{ (kg/an)} \quad (4.7)$$

unde:

N_{le} - numărul de locuitori echivalenți;

i_{CBO5} - încărcarea specifică pentru CBO_5 , definită anterior, (g O_2 /L.E.,zi);

(3) Pentru sistemele care preiau ape uzate de la operatorii economici (cu respectarea prevederilor NTPA 001-2002, NTPA 002-2002, NTPA 011-2002) se vor efectua:

a) analize și determinări experimentale;

b) măsurători ale debitelor apelor uzate descărcate de agenții economici;

(4) Cantitățile de poluanți rezultate din produsul concentrației (g/m³) și debite (m³/zi) se vor adăuga încărcărilor provenite de la populație.

4.3.2. Stații de epurare existente re tehnologizate/ extinse

(1) Determinarea încărcărilor se va efectua:

a) prin analize și determinări "in situ" la apele uzate influente în stația de epurare;

b) analiza datelor de exploatare pe minim 3 ani reprezentativi;

c) măsurători privind cantitățile de ape uzate influente în stația de epurare;

(2) Prin analiza variației concentrațiilor de poluanți și a cantităților de ape uzate se va estima creșterea valorii încărcărilor specifice cu poluanți pentru o perioadă de 20 de ani.

(3) Valorile adoptate la proiectarea tehnologică a stațiilor de epurare se vor situa în domeniile următoare:

a) Consum biochimic de oxigen (CBO_5):

- 50 - 70 g O_2 / L.E.,zi pentru sistemul separativ de canalizare;

- 50 - 80 g O_2 / L.E.,zi pentru sistemul unitar de canalizare;

b) Consum chimic de oxigen (CCO - Cr):

- 100 - 120 g O_2 / L.E.,zi;

c) Materii totale în suspensie (MTS):

- 60 - 80 g/ L.E.,zi pentru sistemul separativ de canalizare;

- 70 - 90 g/ L.E.,zi pentru sistemul unitar de canalizare;

d) Azot total Kjeldahl (NTK):

- 10 - 15 g/ L.E.,zi;

e) Fosfor total (P_T):

- 2 - 6 g/ L.E.,zi;

5. Alegerea schemei stației de epurare

5.1. Gradul de epurare necesar

(1) Gradul de epurare necesar reprezintă eficiența, E, ce trebuie realizată obligatoriu de către stația de epurare pentru reținerea unui anumit poluant.

Se calculează:

$$E = \frac{K_i - K_e}{K_i} \cdot 100 (\%) \quad (5.1)$$

unde:

K_i - cantitatea de substanță poluantă influentă în SE, (kg S.U./an);

K_e - cantitatea de substanță poluantă efluentă din SE, (kg S.U./an);

K_i se stabilește pe baza volumului mediu anual de ape uzate (m³/an) și concentrația medie a unui anumit poluant (g/m³) stabilită pe baza studiilor hidrochimice și conform § 4.4.

(2) Calculul gradului de epurare se va efectua și pentru situațiile:

a) încărcări maxime cu poluanți ale apelor uzate influente în stația de epurare;

b) debite de ape uzate maxime: $Q_{u,max,zi}$ $Q_{uz,max,or}$

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

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

(5) Pentru epurarea apelor uzate urbane, gradul de epurare necesar se determină pentru indicatorii: MTS, CBO_5 , oxigen dizolvat, N, P, substanțe toxice. Cunoscându-se concentrațiile substanțelor poluante la intrarea și la ieșirea din stația de epurare, gradul de epurare necesar se determină cu relația (5.1). În funcție de valorile gradului de epurare necesar calculat pentru parametri menționați se aleg procesele din schema tehnologică de epurare.

(6) Gradul de epurare care trebuie realizat de orice stație de epurare va lua în considerație valorile maxime ale concentrațiilor în poluanți (CMA) conform NTPA 002-2002 și valorile impuse efluentului conform NTPA 001-2002. Acestea sunt prezentate în tabelul 5.1.

Tabelul 5.1. Grade de epurare conform valorilor CMA impuse prin NTPA.

| Nr. crt. | Indicator - parametru | U.M. | Valori CMA conform NTPA 002- 2002 | Valori CMA conform NTPA 001-2002 | Grad de epurare (%) |
|----------|-----------------------|-------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------|
| 1 | MTS | mg/l | 350 | 60 | 82 |
| | | | | 35 | 90 |
| 2 | CBO_5 | mg O_2 /l | 300 | 20 | 93 |
| | | | | 25 | 91 |
| 3 | CCO - Cr | mg O_2 /l | 500 | 125 | 75 |
| | | | | 70 | 86 |
| 4 | N - NH_4 | mg/l | 30 | 2 | 93 |
| | | | | 3 | 90 |
| 6 | Pt | mg/l | 5 | 1 | 80 |
| | | | | 2 | 60 |

5.1.1. Treapta de epurare mecanică

(1) Se adoptă în toate situațiile și trebuie să realizeze eficiențele următoare:

a) E = 40...60 % - pentru MTS;

b) E = 20...40 % - pentru CBO_5 ;

c) E = 20...40% - pentru CCO; (5.2)

d) E = 10...15 % - pentru nt;

e) E = 5...10 % - pentru Pt;

f) E = 25...75 % - pentru bacterii coliforme totale.

(2) Pentru valori mai mari ale gradului de epurare necesar pentru unul sau mai mulți poluanți față de valorile din relațiile (5.2) se impune completarea schemei de epurare cu treapta biologică cu/fără eliminarea pe cale biologică și/ sau chimică a poluanților.

5.1.2. Epurarea mecano - biologică

(1) Gradul de epurare impus se stabilește în funcție de calitatea apelor uzate influente în stația de epurare și calitatea impusă pentru efluentul SE:

a) E = 91 - 93 % - pentru CBO₅;

b) E = 75 - 86 % - pentru CCO; (5.3)

c) E = 20% - fosforul și azotul organic;

d) E = 30% - pentru Pt și Nt;

e) E = 90 % - pentru bacteriile coliforme totale;

(2) Valorile de mai sus sunt considerate limite maxime.

5.1.3. Epurarea mecano - biologică avansată

Gradele de epurare impuse:

a) E = 91 - 93 % - pentru CBO₅;

b) E = 75 - 86 % - pentru CCO;

c) E = 90 - 93 % - pentru azotul amoniacal (N - NH₄) funcție de valorile admisibile din NTPA 001-2002 și NTPA 002-2002;

d) E = 60 - 80 % - pentru Pt funcție de valorile admisibile din NTPA 001-2002 și NTPA 002-2002;

e) E = 90 % - pentru bacteriile coliforme totale.

5.1.4. Epurarea terțiară

(1) Pe baza avizelor și autorizațiilor de gospodărire a apelor, în funcție de caracteristicile resursei de apă, de capacitatea de autoepurare, de bilanțul de poluanți evacuați în aceeași resursă și cerințele utilizatorilor de apă din aval pentru substanțele refractare sau poluanți speciali, se vor stabili gradele de epurare necesare adoptării schemei tehnologice pentru epurarea terțiară.

(2) Aceste valori pot fi modificate în condițiile:

a) efectuării calculului de bilanț de masă pentru emisar;

b) necesarul obiectiv de calitate al apei pentru folosințele din aval;

c) capacitate de autoepurare a sectorului de râu considerat.

(3) Modificările vor fi cerute de proiectant și aprobate prin avizele și autorizațiile de gospodărire a apelor.

5.1.5. Elemente determinante la stabilirea gradului de epurare

a) Valorile maxime pentru poluanți prevăzute în NTPA 002-2002;

b) Valorile maxime impuse efluenților epurați conform NTPA 001-2002 (tab. 3.3 § 3.4);

c) Depășirea valorilor maxime pentru unul sau mai mulți poluanți va conduce la valori ale gradului de epurare mai mari decât cele date anterior în relația (5.2);

d) Se vor respecta cu prioritate valorile concentrațiilor maxim admisibile la descărcarea în emisari (conform tab. 1 - NTPA 001-2002);

e) La determinarea gradului de epurare necesar pentru indicatorii de mai sus se va ține seama de capacitatea de autoepurare a emisarilor, de prevederile Legii Apelor nr. 107/1996, cu modificările și completările ulterioare, Ordonanței de Urgență a Guvernului nr. 152/2005 privind prevenirea și controlul integrat al poluării, cu modificările și completările ulterioare, și de NTPA 001-2002 și NTPA 011-2002 aprobate prin Hotărârea Guvernului nr. 188/2002, cu completările și modificările ulterioare, și de Ordinul ministrului mediului și gospodăririi apelor nr. 161/2006 pentru aprobarea Normativului privind clasificarea calității apelor de suprafață în vederea stabilirii stării ecologice a corpurilor de apă, precum și de prevederile avizului ori autorizației de gospodărire a apelor emise de autoritățile din domeniu.

f) d) valorile pot fi modificate prin avizele și autorizațiile de gospodărire a apelor de către emitentul acestora pe baza încărcării cu poluanți 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.

5.2. Gradul de epurare necesar privind oxigenul dizolvat

(1) Autoepurarea cursurilor de apă se bazează pe fenomene biologice în mediul acvatic și elementul esențial îl reprezintă bilanțul conținutului de oxigen.

(2) Calculul valorii concentrației de oxigen dizolvat din apa râului se face într-o secțiune situată aval de punctul de evacuare al apelor uzate în emisar (O_{min}^R); aceasta trebuie să fie mai mare sau egală cu concentrația minimă de oxigen dizolvat normată pentru categoria de calitate a emisarului respectiv (O_{min}^N), adică:

$$O_{min}^R > O_{min}^N \quad (5.4)$$

(3) Concentrația minimă de oxigen dizolvat admisă în apa emisarului, funcție de categoria de calitate a acestora, conform Normativului privind clasificarea calității apelor de suprafață în vederea stabilirii stării ecologice a corpurilor de apă, aprobat prin Ordinul nr. 161/2006:

a) $O_{min}^N = 9 \text{ mg O}_2/\text{l}$ - emisari de categoria I;

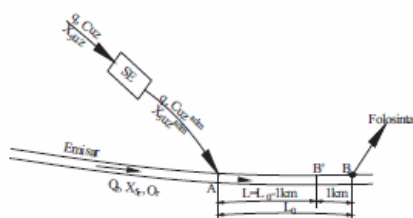
b) $O_{min}^N = 7 \text{ mg O}_2/\text{l}$ - emisari de categoria II;

c) $O_{min}^N = 5 \text{ mg O}_2/\text{l}$ - emisari de categoria III;

d) $O_{min}^N = 4 \text{ mg O}_2/\text{l}$ - emisari de categoria IV;

e) $O_{min}^N < 4 \text{ mg O}_2/\text{l}$ - emisari de categoria V;

(4) În figura 5.1 se prezintă schema pentru determinarea concentrației O_{min}^R (mg O₂/l).



- q (l/s) - debit influent/ efluent SE;
- C_{uz} (mg/l) - concentrația MTS influent;
- X_{5,uz} (mg/l) - concentrația CBO₅ influent;
- C^{adm}_{uz} (mg/l) - concentrația MTS efluent;
- X^{adm}_{5uz} (mg/l) - concentrația CBO₅ efluent;
- Q_r (l/s) - debit mediu lunar asig. 95%;
- X_{5r} (mg/l) - concentrația CBO₅ - râu amonte secțiunea A;
- L, L₀ (km) - distanțe măsurate pe talveg.

Figura 5.1. Schemă pentru determinarea O^R_{min} (mg O₂/l).

(5) Calculul se efectuează în etape, determinându-se următorii parametri:

a) CBO₅ al amestecului de apă uzată epurată cu apa emisarului, imediat aval de secțiunea de evacuare A, cu formula:

$$x_{5,am} = \frac{q \cdot x_{5,uz}^{adm} + Q_r \cdot x_{5r}}{q + Q_r} \text{ (mg CBO}_5\text{/l)} \quad (5.5)$$

unde:

q - debitul efluent;

b) CBO₂₀ al amestecului de apă uzată epurată cu apa emisarului, imediat aval de secțiunea de evacuare A, cu formula:

$$x_{am} = 1,45 \times x_{5,am} \text{ (mg CBO}_5\text{/l)} \quad (5.6)$$

unde:

x_{am} - concentrația CBO₂₀ a amestecului apă râu - apă epurată, aval de secțiunea A;

x_{5,am} - concentrația CBO₅ a amestecului apă râu - apă epurată;

c) Deficitul inițial de oxigen din apa râului, D_a, amonte de secțiunea de evacuare, A, cu formula:

$$D_a = O_s - O_r \text{ (mgO}_2\text{/l)} \quad (5.7)$$

unde:

O_s = concentrația oxigenului dizolvat de saturație ale cărei valori pentru temperaturi de la 0°C la 30°C și la presiunea atmosferică de 760 mmHg, sunt indicate în tabelul 5.2;

O_r - concentrația oxigenului dizolvat în apa râului (mg O₂/l);

Tabelul 5.2. Valori ale oxigenului dizolvat de saturație în 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 | - | - |

d) Timpul critic, la care se realizează deficitul maxim de oxigen în apa emisarului, se determină cu relația:

$$t_{cr} = \frac{\lg \left(\frac{k_2}{k_1} \cdot \left[1 - \frac{D_a (k_2 - k_1^r)}{k_1^r x_{am}} \right] \right)}{k_2 - k_1^r} \text{ (zile)} \quad (5.8)$$

unde:

k₁^r - constanta vitezei de consum a oxigenului pentru apele emisarului, amonte de secțiunea de evacuare (tab. 5.3);

k₂ - constanta de reaerare a apelor râului (determinată experimental, cu formule empirice sau orientativ, admitând valorile din tabelul 5.4);

Tabelul 5.3. Valori k₁^r.

| 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 |

Tabelul 5.4. Valorile constantei de reaerare k₂.

| Nr. crt. | Caracteristicile emisarului | Valoarea k ₂ (zile ⁻¹) funcție de temperatura apei | | | | | |
|----------|-----------------------------|---|------|------|------|------|------|
| | | 5°C | 10°C | 15°C | 20°C | 25°C | 30°C |
| | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|---|---|------|------|------|------|------|------|
| 1 | Emisari cu viteză foarte mică de curgere sau aproape staționari | - | - | 0,11 | 0,15 | - | - |
| 2 | Emisari cu viteză mică de curgere | 0,16 | 0,17 | 0,18 | 0,20 | 0,21 | 0,24 |
| 3 | Emisari cu viteză mare de curgere | 0,38 | 0,42 | 0,46 | 0,50 | 0,54 | 0,58 |
| 4 | Emisari cu viteză foarte mare de curgere | - | 0,68 | 0,74 | 0,80 | 0,86 | 0,92 |

e) Deficitul critic (maxim) de oxigen:

$$D_{cr} = \frac{k_1^t \cdot x_{adm}}{k_2 - k_1^t} \cdot (10^{-k_1^t t_{cr}} - 10^{-k_2 t_{cr}}) + D_a \cdot 10^{-k_2 t_{cr}} \text{ (mg O}_2\text{/l)} \quad (5.9)$$

f) Oxigenul dizolvat minim din apa râului (fig. 5.2):

$$O_{R_{min}}^R = O_s - D_{cr} \text{ (mg O}_2\text{/l)} \quad (5.10)$$

g) Verificarea îndeplinirii condiției (5.4).

(6) Dacă relația (5.4) este îndeplinită, atunci concentrația materiei organice biodegradabile exprimată în CBO_5 a efluentului epurat ($x^{adm}_{5,uZ}$) se consideră corect adoptată; în caz contrar, se recalculează gradul de epurare necesar privind CBO_5 , reducându-se valoarea ($x^{adm}_{5,uZ}$) până când se va respecta condiția (5.4).

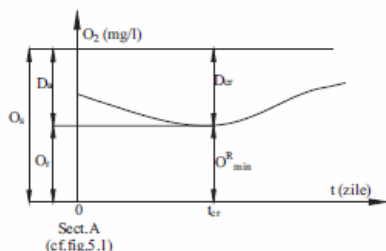


Figura 5.2. Variația oxigenului dizolvat în apa râului $O_2(t)$ aval de secțiunea de evacuare a apelor epurate.

(7) Lungimea critică va fi stabilită pe baza vitezei medii de curgere a apei râului, la debitul cu asigurare 95% și a valorii t_{cr} .

(8) Pentru receptorii (emisarii) cu debite nepermanente (debitul cu asigurare 95%-nul) se vor adopta măsuri pentru dezinfectia apelor uzate epurate astfel încât acestea să se încadreze în categoria corespunzătoare de apă la emisar.

6. Scheme tehnologice pentru stații de epurare

6.1. Alegerea schemei stației de epurare

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

a) linia (fluxul) apei care poate cuprinde:

- i. treapta de epurare mecanică;
- ii. treapta de epurare biologică sau de epurare biologică avansată;
- iii. treapta de epurare terțiară;

b) linia (fluxul) de prelucrare a nămolului.

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

(3) Schema tehnologică a stației de epurare se întocmește având în vedere următoarele:

a) prevederea pe linia apei a unor obiecte tehnologice care să asigure realizarea unor grade de epurare necesare cel puțin egale cu valorile impuse;

b) pentru un anumit obiect tehnologic se va propune tehnologia cea mai performantă tehnic și economic care se poate adapta cel mai ușor condițiilor locale de spațiu, relief, posibilități de fundare, de execuție; pentru SE care deservește localități cu $N \geq 10.000$ L.E. se vor analiza tehnic și economic minim 2 opțiuni pentru fiecare proces;

c) asigurarea posibilităților de extindere a stației de epurare atât pe linia apei cât și pe linia nămolului;

d) utilajele și echipamentele aferente obiectelor tehnologice vor trebui să fie performante tehnic și energetic, fiabile, avantajoase din punct de vedere al investiției și cheltuielilor de exploatare;

(4) Amplasarea obiectelor în profilul tehnologic al stației de epurare trebuie să asigure curgerea gravitațională, cu pierderi de sarcină reduse și la volume construite reduse și terasamente minime.

(5) Dispoziția în plan a stației de epurare trebuie să conducă la un grad de utilizare maxim a terenului avut la dispoziție, la un flux tehnologic optim pe linia apei și a nămolului pentru execuție și exploatare. Va fi luată în considerare posibilitatea extinderii viitoare.

(6) Pentru substanțele reținute, instalațiile de epurare mecano-biologică trebuie să asigure obținerea de produse finite, igienice, valorificabile și ușor de integrat în mediul natural. Treapta de prelucrare a nămolurilor va asigura prelucrarea nămolurilor primare și biologice, până la un produs igienic, valorificabil și ușor de integrat în mediul natural.

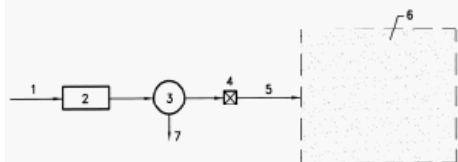
(7) Schema SE va asigura în operare efecte minime asupra mediului înconjurător referitor la emisii de gaze, pulberi, zgomot, poluare sol și subsol.

(8) Amplasamentul SE va avea zonă de protecție sanitară.

6.2. Tipuri de scheme de epurare

6.2.1. Epurarea mecano - biologică cu procedee extensive

(1) Schema generală se prezintă în figura 6.1.



1. influent;

2. degrosare: grătare, deznisipatoare, separatoare de grăsimi;
3. decantor primar;
4. SP apă uzată epurată mecanic;
5. sistem de alimentare;
6. sistem epurare biologică extensivă;
7. evacuare nămol primar;

Figura 6.1. Schema de epurare mecano - biologică cu procedee extensive.

(2) Epurarea biologică (poz. 6 în schema din fig. 6.1) poate cuprinde:

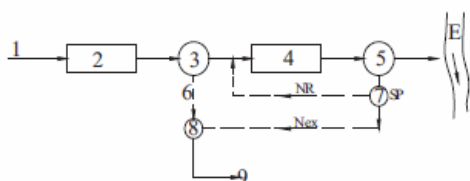
- a) câmpuri de irigare - infiltrare; se aplică în condiții favorabile de terenuri permeabile, în depresiuni cu scurgere asigurată natural, și ape uzate care nu conțin compuși refractari; un bazin de acumulare ape uzate epurate mecanic va fi adoptat în funcție de programul de utilizare al sistemului de irigare, infiltrare;
- b) filtre de nisip; incinte excavate umplute cu nisip și/sau pietriș; sunt prevăzute cu sisteme de distribuție și drenuri de colectare;
- c) iazuri (lagune) de stabilizare; două sau mai multe iazuri legate în serie sau paralel în care se realizează fenomenul natural de autoepurare;

(3) Epurarea biologică cu procedee extensive se aplică în cazul unor:

- a) debite reduse ($N < 5.000 \text{ L.E.}$);
- b) condiții de amplasament favorabile în apropierea comunităților rurale;

6.2.2. Epurarea mecano - biologică artificială (intensivă)

6.2.2.1. Schema generală



- 1 - Q_{uz} - influent;
- 2 - Degrosare (grătare, deznisipatoare - separatoare de grăsimi);
- 3 - Decantor primar;
- 4 - Proces biologic artificial;
- 5 - Decantor secundar;
- 6 - Nămol primar;
- 7 - SP nămol;
- NR - nămol de recirculare;
- Nex - nămol în exces;
- 8 - Bazin amestec nămol;
- 9 - Prelucrarea nămolului;
- E - emisar;

Figura 6.2. Schema generală de epurare artificială.

6.2.2.2. Tehnologii aplicate pentru treapta biologică artificială

A. Filtre biologice FB

(1) Aceste tipuri de instalații realizează epurarea biologică a apelor uzate pe principiul peliculei de biomasă fixată:

- a) impun o SP pentru pomparea apei uzate epurate mecanic;
- b) recircularea apelor epurate (după DS) în amonte de filtru;
- c) nu se realizează recircularea nămolului biologic;

(2) FB cu discuri sau alți contactori biologici

Schemă caracteristică debitelor mici și foarte mici.

Elemente caracteristice:

- a) nu se recirculă nămolul biologic sau apa epurată;
- b) prin soluții adecvate SP apă epurată mecanic poate fi eliminată;

B. BNA - bazine cu nămol activat (schemă convențională)

(1) În BNA au loc procese biochimice de eliminare a materiilor organice pe bază de carbon la eficiențe $E_{CB05} > 90\%$;

(2) Elemente caracteristice:

- a) recircularea nămolului activ reținut în decantoarele secundare;
- b) prin calcul tehnico-economic se poate admite soluția eliminării decantoarelor primare: încărcarea în materii organice ($CBO_5 < 150 \text{ mg O}_2/\text{l}$), lipsa particulelor discrete și MTS redus în influent;
- c) BNA poate realiza și aerare prelungită (extinsă ca durată și aprovizionare cu oxigen) de 12 - 24 h; se poate realiza în același bazin stabilizarea aerobă a nămolului.

C. BNA cu nitrificare/ denitrificare (epurare avansată)

(1) Realizează în treapta biologică: eliminarea substanțelor organice pe bază de carbon, azot și fosfor prin crearea condițiilor de nitrificare/ denitrificare și eliminare biologică a fosforului.

(2) Schema se caracterizează prin:

- a) realizarea de zone anoxice în bazinele de nitrificare;
- b) realizarea de zone aerobe (intens aerate) în bazinele de nitrificare;
- c) recircularea nămolului activat reținut în decantoarele secundare în amonte de bazinele de nitrificare - denitrificare (recirculare externă);
- d) recircularea amestecului aerat cu un conținut mare de azotați în amonte de bazinul de denitrificare (recirculare internă);
- e) trimiterea nămolului în exces în amestec cu nămolul primar sau independent la treapta de prelucrare a nămolurilor din stația de epurare;
- f) pentru debite reduse se poate realiza în BNA procedeul de aerare prelungită pentru stabilizarea aerobă a nămolului;

6.2.2.3. Treapta de epurare terțiară

(1) Treapta de epurare terțiară se va prevedea când se cere eliminarea din apele uzate a poluanților neconvenționali și speciali. Termenul "neconvențional" se aplică tuturor constituenților ce pot fi înlăturați sau reduși folosind procesele de epurare avansată înainte ca apa epurată să fie reutilizată. În categoria poluanților neconvenționali se găsesc:

- a) compuși organici volatili;
- b) materii organice refractare;
- c) materii totale dizolvate;
- d) detergenți;

(2) Termenul "poluant special" este utilizat pentru acele clase de poluanți care sunt măsurați în micro - sau nanograme/ litru. Acești poluanți nu pot fi reduși în mod eficient, chiar dacă este utilizat un proces de epurare avansată. Îndepărtarea acestora se realizează atât în procesul convențional de epurare cât și în cel avansat, însă nivelul de reducere al fiecărui constituent nu este suficient. În categoria poluanților speciali se numără:

- a) medicamente sau compușii acestora;
- b) detergenți speciali;
- c) antibiotice veterinare și umane;
- d) produse industriale;
- e) alte substanțe; compuși biologici și bacteriologici;

6.2.2.4. Schema tehnologică de epurare pentru eliminarea fosforului

6.2.2.4.1. Eliminarea fosforului pe cale biologică

(1) Schema SE cuprinde reactoare biologice (de tip epurare avansată) unde se pot realiza condițiile îndepărtării biologice a fosforului prin expunerea microorganismelor la condiții alternativ anaerob - aerobe. Aceasta se poate realiza pe linia apei sau a nămolului.

(2) O schemă tehnologică adecvată se prezintă în figura 6.3.

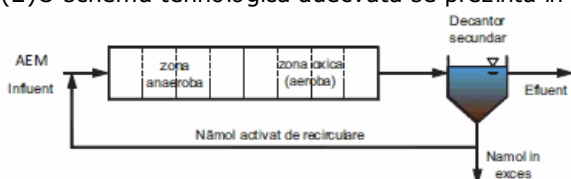


Figura 6.3. Schemă tehnologică de reținere pe cale biologică a fosforului. AEM - apă epurată mecanic.

(3) Caracteristicile tehnologiei sunt:

- a) sistemul asigură îndepărtarea fosforului concomitent cu oxidarea substanțelor organice pe bază de carbon;
- b) combină zone succesive anaerobe - aerobe;
- c) nămolul activat se recirculă în zona amonte a bioreactorului;
- d) tehnologia poate funcționa optim la valori ale raportului $CBO_5/P > 10$ pentru influentul treptei biologice;

6.2.2.4.2. Eliminarea fosforului prin precipitare chimică

(1) Se utilizează: sulfat de aluminiu sau clorură ferică; Injecția soluției de reactiv de precipitare a fosforului se poate face:

- a) în amonte de decantorul primar (pre- precipitare);
- b) în amonte și/sau după bioreactor (co- precipitare);
- c) în mai multe secțiuni ale procesului (dozare multipunctuală);

(2) Alegerea uneia din metode depinde de:

- a) concentrația de fosfor din influentul stației de epurare;
- b) tipul de tehnologie adoptat referitor la concentrația nămolului în bioreactor, decantor secundar și gradul de recirculare;
- c) pH-ul la care se desfășoară reacțiile chimice ($pH > 7$);
- d) variația momentană a parametrilor de calitate apă uzată: MTS, CBO_5 , CCO-Cr, NTK.

7. Proiectarea obiectelor tehnologice din treapta de epurare mecanică

7.1. Deversorul amonte de stația de epurare

(1) Construcție care se prevede în cazul localităților canalizate în procedeele unitar și mixt și are rolul de a limita debitul de apă uzată admis în stația de epurare pe timp de ploaie.

(2) Debitul maxim de apă care ajunge pe timp de ploaie de la rețeaua de canalizare a localității la deversor este:

$$Q_T = Q_{uz,max,or} + Q_m \text{ (l/s)} \quad (7.1)$$

unde:

Q_t - debitul total pe timp de ploaie al apelor de canalizare care intră în camera deversorului (efluentul localității), (l/s);

$Q_{uz,max,or}$ - debitul apelor uzate, maxim orar, pe timp uscat, (l/s);

Q_m - debitul de ape meteorice, calculat conform Normativului pentru proiectarea rețelilor de canalizare (cap. 2 § 2.2.1) și conform prevederilor SR 1846-2:2006, aferent ultimului tronson al colectorului principal (de la ieșirea din localitate, la deversor).

Debitul maxim de ape uzate admis în stația de epurare pe timp de ploaie este:

$$Q_{SE} = n \times Q_{uz,max,or} \text{ (l/s)} \quad (7.2)$$

unde:

$n = 2$ - coeficientul de majorare a debitului admis în stația de epurare pe timp de ploaie; conform SR 1846-1:2006, acest coeficient poate lua valori mai mari ($n = 3.4$), în cazuri justificate tehnico-economic pe baza efectelor apelor meteorice asupra emisarului și folosințelor de apă din aval (§ 5.2).

7.1.1. Debitul de calcul al deversorului

(1) Debitul la care se dimensionează deversorul este dat de relația:

$$Q_d = Q_T - Q_{SE} \text{ (l/s)} \quad (7.3)$$

unde:

Q_t - este calculat cu relația (7.1), (l/s);

Q_{se} - este calculat cu relația (7.2), (l/s);

Pentru situațiile curente, când $n = 2$, relația (7.3) devine:

$$Q_d = Q_T - 2 \times Q_{uz,max,or}(l/s) \quad (7.4)$$

(2) În situații justificate, deversorul va trebui să permită prin manevra corespunzătoare a unor stavile, devierea integrală a debitului Q_t spre un bazin de retenție sau spre emisar (cu respectarea prevederilor NTPA 001-2002, cu modificările și completările ulterioare), în scopul ocularii stației de epurare; în această situație debitul de verificare al deversorului și al canalului de ocolire este:

$$Q_v = Q_T = Q_m + Q_{uz,max,or}(l/s) \quad (7.5)$$

(3) Înălțimea pragului deversor p se consideră egală cu adâncimea apei în canalul de legătură dintre deversor și camera grătarelor (H_2), determinată pentru debitul $Q_{se} = 2 \times Q_{u \text{ or } r_{max}}$ și pentru un grad de umplere $a = H_2/H_{c2}$ de maximum 0,70, în care H_{c2} reprezintă înălțimea totală a canalului dintre deversor și camera grătarelor.

(4) Lungimea pragului deversor, considerat ca deversor lateral cu funcționare neînecată, în ipoteza unei lame deversante triunghiulare pe lungimea deversorului, se determină din relația:

$$Q_d = k \cdot m \cdot L_d \cdot \varepsilon \cdot \sigma_n \cdot \sqrt{2g} \cdot h_m^{3/2} \quad (m^3/s) \quad (7.6)$$

unde:

Q_d - debitul deversat este calculat cu relația (7.3), (m^3/s);

k - coeficient de majorare a lungimii deversorului, pentru a ține seama de asimetriile și distorsiunile care apar la deversoarele laterale, $k = 1,05 \dots 1,10$;

m - coeficient de debit, $m = 0,42$;

L_d - lungimea pragului deversor asimilat ca deversor lateral, (m);

ε - coeficient de contracție laterală;

σ_n - coeficient de înecare;

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

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

(5) Coeficientul de contracție laterală ε are expresia:

$$\varepsilon = 1 - 0,1 \cdot n \cdot \zeta \cdot \frac{L_d}{h_m} \quad (7.7)$$

unde:

n - numărul de contracții laterale ale lamei în dreptul pilelor și culeilor;

ζ - coeficient de formă al pilei sau culeii, considerat în mod acoperitor 0,7-1,0;

h_m - înălțimea medie a lamei deversante (considerată cu variație triunghiulară pe lungimea L_d) se determină cu relația:

$$h_m = \frac{H_1 - H_2}{2} \quad (m) \quad (7.8)$$

unde:

H_1 - înălțimea apei în canalul din amonte deversorului, dimensionat "la plin" (gradul de umplere $a = H_1/H_{c1} \approx 1,0$) pentru debitul Q_T dat de relația (7.1); în relația gradului de umplere, H_{c1} reprezintă înălțimea totală a canalului amonte;

(6) Orientativ, la dimensionarea deversorului se va urmări ca debitul specific deversat să se încadreze în domeniul:

$$q_d = \frac{Q_d}{L_d} = 0,20 \dots 0,80 \quad (m^3/s, m) \quad (7.9)$$

unde:

Q_d - debitul deversat determinat cu relația (7.4), iar L_d este lungimea deversorului frontal, având expresia:

$$L_d = \frac{L_d}{k} \quad (m) \quad (7.10)$$

unde:

L_d și k sunt definiți mai sus;

a) Dacă lungimea deversorului lateral $L_d < = 10$ m se va prevedea prag deversor cu o singură lamă deversantă (deversare pe o singură parte);

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

$$L_{cd} = \frac{L_d}{2} \quad (m) \quad (7.11)$$

7.2. Bazinul de retenție

(1) Bazinul de retenție se amplasează, după deversorul din amonte de stația de epurare pe/sau adiacent canalului care evacuează apele deversate spre emisar. Rolul bazinelor de retenție este diferit, în funcție de scopul pentru care sunt utilizate. Bazinele de retenție pot fi prevăzute pentru:

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 de relația (7.4) și debitul amestecului admis a se descărca în emisar fără epurare (Q_{dr});

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 acestuia pe timp de ploaie ($Q_{SE} = 2Q_{uz,max,or}$);

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;

e) înmagazinarea cantităților de apă poluate accidental care nu sunt admise în SE;

(2) 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 separativ, este recomandabilă prevederea unui bazin de uniformizare și omogenizare a cantității și calității apei uzate ce se va trata în treapta biologică.

(3) Bazinele de retenție de tipul b) și c) se prevăd în cazul localităților canalizate în procedeele unitar sau mixt. Debitul de calcul al bazinelor de retenție de tipul b. și c., cazurile cele mai frecvent întâlnite, este dat de relația:

$$Q_b = Q_d - Q_{dr} \text{ (m}^3\text{/s)} \text{ (7.12)}$$

unde:

Q_b - debitul de calcul al bazinului de retenție, (m³/s);

Q_d - debitul amestecului de ape uzate cu ape de ploaie, definit de relația (7.4);

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

(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" pentru introducerea apelor reținute din bazinul de retenție în fluxul tehnologic al stației de epurare.

(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.

(6) În scopul evitării acumulării sedimentelor pe radierul bazinelor de retenție se va propune o formă geometrică adecvată și echiparea cu mixere.

(7) Se impune și analiza descărcării bazinului de retenție la debite și nivele mari pe emisar.

7.3. Grătare rare și dese

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

(2) În funcție de cota colectorului pentru apele uzate influente în SE:

a) grătarele se vor amplasa în amonte de stația de pompare în situațiile când cota radier colector influent nu depășește 3,0 m;

b) pentru adâncimi mari ale colectorului influent (> 4 m) grătarele se vor amplasa în aval de stația de pompare cu măsuri pentru reținerea suspensiilor grosiere în chesonul stației de pompare și prevederea de pompe cu tocător;

c) pentru stații de pompare cu transportoare hidraulice, grătarele se pot amplasa în aval de acestea;

(3) La stațiile de epurare aferente localităților sub 5.000 locuitori se prevăd de regulă grătare fine (b = 0,5...6 mm, uzual 2...3 mm) având curățare mecanică și automatizată, fără personal de deservire. Pentru localități cu mai mult de 5.000 locuitori, se prevăd ambele tipuri de grătare, grătarele rare (b = 50...100 mm) fiind amplasate în amonte grătarelor dese (curățate manual, b = 30...40 mm - de evitat; curățate mecanic, b = 10. 20 mm).

(4) Pentru stațiile de epurare medii și mari grătarele dese se prevăd numai cu curățare mecanică.

(5) La stațiile mici de epurare, pentru localități sub 10.000 locuitori, complet automatizate, se poate prevedea numai grătar fin curățat mecanic.

7.3.1. Debite de dimensionare și verificare ale grătarelor

Debitele de calcul și de verificare ale grătarelor corespund celor din tabelul 4.1 § 4.2:

a) în procedeul de canalizare separativ:

$$- Q_c = Q_{uz,max,ori}$$

$$- Q_v = Q_{uz,min,ori}$$

b) în procedeul de canalizare unitar și mixt:

$$- Q_c = nQ_{uz,max,ori}$$

$$- Q_v = Q_{uz,min,ori}$$

7.3.2. Proiectarea grătarelor

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

a) 0,7 - 0,9 m/s în canalul din amonte grătarului;

b) 1,0 - 1,4 m/s în spațiul dintre barele grătarului;

(2) Pentru debitul de verificare ($Q_{uz,min,ori}$), viteza medie a apei în canalul din amonte grătarului trebuie să fie de minim 0,4 m/s în scopul evitării depunerilor.

(3) Secțiunea transversală a canalului pe care este amplasat grătarul va avea formă dreptunghiulară.

(4) Dispozitivele de curățare mecanică a reținerilor de pe grătare vor 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) Umiditatea reținerilor după presare se consideră, în medie, de 70 - 80%, iar greutatea specifică de 0,75 - 0,95 tf/m³.

(6) În calculul cantităților de rețineri pe grătare se va ține seama de valorile medii specifice indicate în tabelul 7.1 și de faptul că aceste cantități sunt variabile. În acest sens, se va considera un coeficient de variație zilnică K = 2...5.

(7) Volumul zilnic de substanțe reținute pe grătare cu umiditate w = 80% este:

$$V_r = \frac{a \cdot N_L \cdot K}{1000 \cdot 365} \text{ (m}^3\text{/zi)} \text{ (7.13)}$$

unde:

a - este cantitatea de rețineri specifică, indicată în tabelul 7.1, (l/om, an);

N_L - numărul de locuitori;

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

Tabelul 7.1. Cantități specifice de substanțe reținute pe grătare.

| Nr. crt. | Distanța (interspațiul) dintre barele | Cantitatea de rețineri specifică "a" (l/om, an) |
|----------|---------------------------------------|---|
|----------|---------------------------------------|---|

| | grătarului (mm) | La curățare manuală | La curățare mecanică |
|----|-----------------|---------------------|----------------------|
| 1 | 0,5 | - | 25,0 |
| 2 | 2 | - | 20,0 |
| 3 | 3 | - | 18,0 |
| 4 | 6 | - | 15,0 |
| 5 | 10 | - | 12,0 |
| 6 | 16 | - | 8,0 |
| 7 | 20 | - | 5,0 |
| 8 | 25 | - | - |
| 9 | 30 | 2,5 | - |
| 10 | 40 | 2,0 | - |
| 11 | 50 | 1,5 | - |

(8) Cantitatea zilnică de rețineri pe grătare se calculează cu formula:

$$G_r = \gamma_r \cdot V_r \left(\frac{\text{kgf}}{\text{zi}} \right) \quad (7.14)$$

unde:

$\gamma_r = 750 \dots 950 \text{ kg f/m}^3$ - greutatea specifică a reținerilor cu umiditatea

$w = 70 - 80\%$.

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

$$V_{ru} = V_r \cdot \frac{100 - w}{100} \text{ (m}^3/\text{zi)} \quad (7.15)$$

unde:

$w = 80\%$ - este umiditatea reținerilor.

(10) Cantitatea zilnică de substanță uscată din rețineri rezultă:

$$G_{ru} = \gamma_r \cdot V_{ru} \left(\frac{\text{kgf}}{\text{zi}} \right) \quad (7.16)$$

unde:

$\gamma_{ru} = 1600 \dots 2000 \text{ kgf/m}^3$ - greutatea specifică a substanțelor reținute, în stare uscată.

(11) 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 canal de ocolire.

(12) 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.

(13) Pentru curățarea grătarelor și manevrarea stăvilarelor și batardourilor, sunt necesare pasarele, a căror lățime variază între 80...150 cm.

(14) Pentru prevenirea depunerilor, canalele pe care sunt amplasate grătarele (de obicei de secțiune transversală dreptunghiulară) 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. Cota radierului canalului în aval de grătar se recomandă a fi sub cota radierului amonte cu 10...15 cm.

(15) Pierderea de sarcină prin grătar se determină cu relația:

$$h_w = \zeta_g \cdot \frac{v^2}{2g} \text{ (m)} \quad (7.17)$$

unde:

ζ_g - este coeficientul de rezistență locală al grătarului, calculat cu formula lui O. Kirschmer:

$$\zeta_g = \beta \cdot \left(\frac{s}{b} \right)^{4/3} \cdot \sin \alpha \quad (7.18)$$

unde:

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;

$\alpha = 60^\circ, 70^\circ$ - unghiul de înclinare al grătarului față de orizontală;

(16) Formula (7.15) poate fi aplicată numai dacă este îndeplinită condiția:

$$R_e = \frac{v_g \cdot b}{\nu} > 10^4 \quad (7.19)$$

unde:

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, (cm²/s), (fig. 7.1).

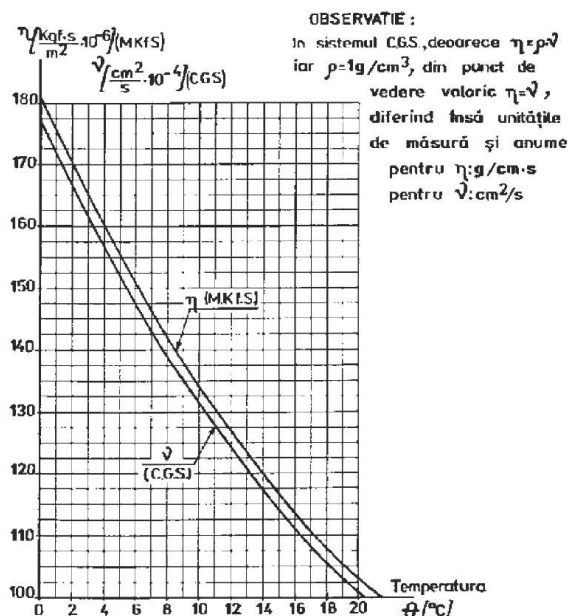


Figura 7.1. Variația coeficientului cinematic (ν) și a coeficientului dinamic de vâscozitate (η) în funcție de temperatură (θ °C).

(17) Pentru a se ține seama de înfundarea parțială a grătarului, se majorează de trei ori pierderea de sarcină teoretică determinată cu relația (7.17), astfel încât în practică se consideră pierderea de sarcină conform relației (7.20), dar minimum 10 cm; la grătarele cilindrice fine, pierderea de sarcină minimă poate fi considerată $h_r = 7$ cm.

$$h_r = 3 \times h_w \text{ (m)} \quad (7.20)$$

(18) Substanțele reținute pe grătare:

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

b) pentru micșorarea volumului de rețineri la grătare, se recomandă ca o dată scoase din apă, reținerile să fie presate în instalații speciale (ca parte a grătarului propriu-zis sau fiind independente de grătar) sau presate și spălate; umiditatea reținerilor presate scade până la 55 - 60%; în acest fel cheltuielile de manipulare, transport și depozitare a reținerilor de pe grătare vor fi diminuate;

c) pasarele 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 curățare și tocare;

d) 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. 1,5 m distanță între ei;

(19) Grătarele se amplasează în construcții închise. Pentru stațiile de epurare izolate amplasate la $> = 1$ km de zone de locuit se pot amplasa în construcții deschise.

(20) Realizarea unei eficiențe ridicate în reținerea materiilor în suspensie și materiilor grosiere conduce la randamente sporite pentru construcțiile și instalațiile de epurare a apei din aval de grătare, precum și pentru construcțiile de prelucrare a nămolurilor. În acest scop sunt de preferat grătarele sau sitele fixe sau mobile, prevăzute cu șnec înclinat cu funcționare continuă și automatizată care efectuează practic patru operațiuni importante:

a) rețin corpurile grosiere;

b) extrag din apă reținerile de pe grătar și le spală de substanțele fine de natură organică;

c) presează reținerile micșorându-le volumul și umiditatea;

d) le transportă la suprafață, în containere;

7.4. Măsurarea debitelor de apă uzată în stația de epurare

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

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

(3) Dispozitivele de măsurare se recomandă a fi amplasate pe canale deschise în care curgerea are loc cu nivel liber, în scopul accesului ușor pentru degajare în zonele posibile de împotmoliri, depuneri, obturări, etc. La amplasarea și montarea debitmetrului se va ține seama de recomandările furnizorului de echipament (aliniamente obligatorii amonte și aval, funcționare înecată la debitmetre electromagnetice și neîncată la cele Khafagi - Venturi).

(4) 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:

a) canale de măsură cu îngustarea secțiunii de curgere de tip Venturi;

b) deversoare proporționale sau cu caracteristică liniară;

c) debitmetre electromagnetice sau cu ultrasunete;

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

7.4.1. Debite de dimensionare

(1) Dimensionarea canalelor de măsurare se face la debitul maxim ce trebuie măsurat:

a) în procedeul de canalizare separativ:

$$Q_c = Q_{uz,max,ori}$$

b) în procedeul de canalizare unitar și mixt:

$$Q_c = 2Q_{uz,max,ori}$$

(2) Dimensionarea canalelor pe care se amplasează debitmetrele trebuie făcută în strânsă legătură cu aparatele auxiliare de măsurare a nivelului amonte de care se dispune. Limitele extreme de indicare a nivelului trebuie să ofere o scală de măsurare care să cuprindă toată gama adâncimilor h_m ce se pot realiza în canalul respectiv pentru Q_{max} , respectiv Q_{min} .

(3) Necesitatea măsurării continue a debitului, a înregistrării, transmiterii la distanță și eventual a contorizării lui, este o problemă care asigură operarea corectă și modernă a stației de epurare.

(4) În schema stațiilor de epurare funcție de mărimea și importanța acestora, amplasarea debitmetrelor se poate face:

a) în aval de deznisipatoare;

b) pe canalul (conducta) de evacuare a apelor epurate;

c) în alte secțiuni de pe linia apei, a nămolului sau biogazului unde tehnologia de epurare impune cunoașterea permanentă a debitelor respective;

7.5. Deznisipatoare

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

(2) Amplasarea deznisipatoarelor se face în mod curent după grătare și înaintea separatoarelor de grăsimi. În cazul existenței unei stații de pompare echipată cu transportoare hidraulice, deznisipatoarele pot fi amplasate și în avalul acestora.

(3) Deznisipatoarele se clasifică în:

a) deznisipatoare orizontale longitudinale;

b) deznisipatoare tangențiale;

c) deznisipatoare cu insuflare de aer;

d) deznisipatoare - separatoare de grăsimi cu insuflare de aer;

(4) Alegerea tipului de deznisipator se face printr-un calcul tehnico - economic, luând în considerație mărimea debitului, natura terenului de fundare și spațiul disponibil; procedeul de canalizare; se va adopta soluția având costuri reduse și care asigură și performanțele tehnologice cerute.

7.5.1. Debite de dimensionare și verificare

Debitele de dimensionare și de verificare ale deznisipatoarelor:

a) în procedeul de canalizare separativ:

$$- Q_c = Q_{uz,max,ori}$$

$$- Q_v = Q_{uz,min,ori}$$

b) în procedeul de canalizare unitar și mixt:

$$- Q_c = 2Q_{uz,max,ori}$$

$$- Q_v = Q_{uz,min,ori}$$

7.5.2. Parametrii de dimensionare

(1) Numărul minim de compartimente este $n = 2$; se poate adopta un singur compartiment, la stațiile de epurare de capacitate redusă ($Q_{uz,max,zi} < 50$ l/s) completat cu un canal de ocolire;

(2) Mărimea hidraulică (u_0) a particulelor de nisip și viteza de sedimentare în curent (u), pentru particule de nisip cu $\gamma = 2,65$ tf/m, viteza orizontală $v_0 = 0,3$ m/s și diverse diametre ale granulelor (d) se consideră ca în tab. 7.2; u_0 - viteza de sedimentare a unei particule solide într-un fluid aflat în repaos sau în regim de curgere laminar; u - valoarea vitezei la care particula de nisip sedimentează (chiar în condițiile unui regim de curgere turbulent); Tabelul 7.2. Valori ale mărimii hidraulice și ale vitezei de sedimentare în curent pentru particule de nisip cu

$$\gamma = 2,65 \text{ tf/m}^3$$

| | | | | |
|--------------|------|------|------|------|
| d (mm) | 0,20 | 0,25 | 0,30 | 0,40 |
| u_0 (mm/s) | 23 | 32 | 40 | 56 |
| u (mm/s) | 16 | 23 | 30 | 45 |

(3) Viteza orizontală medie a apei în deznisipator trebuie să se situeze în domeniul: $v_0 = 0,1...0,30$ m/s; la intrarea și ieșirea din compartimentele deznisipatoarelor 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;

(4) Încărcarea superficială, u_s , va trebui să respecte condiția:

$$u_s = \frac{Q_c}{A_0} \leq u \text{ (mm/s)} \quad (7.21)$$

unde:

A_0 - suprafața orizontală a oglinzii apei la debitul de calcul, (m^2);

7.5.3. Deznisipator orizontal longitudinal cu secțiune transversală parabolică

(1) Parametrii de proiectare pentru deznisipatorul orizontal longitudinal cu secțiune transversală parabolică sunt:

a) Timpul mediu de trecere a apei prin bazin: $t = 30...65$ s;

b) Adâncimea apei în deznisipator se recomandă: $H = 0,4...1,5$ m;

c) Lățimea compartimentelor va respecta dimensiunile recomandate pentru utilajul de evacuare a nisipului (podul curățător);

d) Cantitatea specifică de nisip ce trebuie evacuată se va considera:

- în procedeu separativ:

-- $C = 4.6 \text{ m}^3 \text{ nisip} / 100.000 \text{ m}^3 \text{ apă uzată, zi}$;

- în procedeu unitar și mixt:

-- $C = 8 \dots 12 \text{ m}^3 \text{ nisip} / 100.000 \text{ m}^3 \text{ apă uzată, zi}$;

e) Rigola longitudinală de colectare a nisipului va avea o secțiune transversală cu dimensiuni de minim 0,40 m lățime și 0,25 m adâncime;

(2) Debitul la care se raportează cantitățile specifice de nisip este $Q_{u,zi,max}$.

7.5.4. Deznisipator orizontal tangențial

(1) Este alcătuit dintr-o cuvă circulară în care accesul apei se face tangențial printr-o fereastră laterală prevăzută în perete. Mișcarea circulară care se realizează este menținută și la debite mici cu ajutorul unor palete fixate rigid de un tub mobil care este acționat într-o mișcare de rotație de un grup electromotor - reductor de turație.

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

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

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

(5) În figura 7.2 este prezentată schița unui deznisipator orizontal - tangențial.

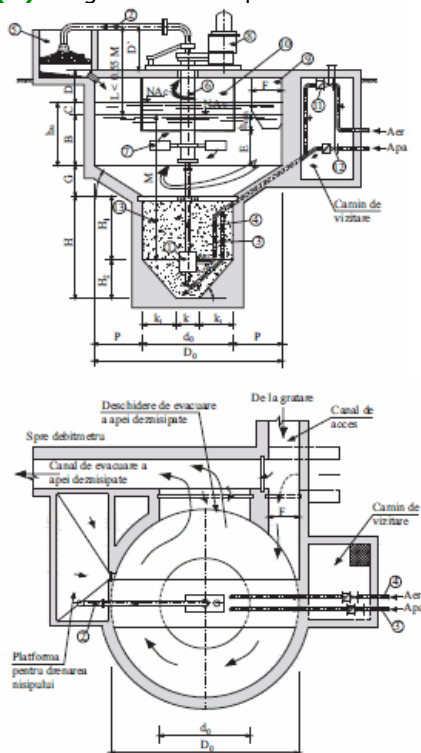


Figura 7.2. Deznisipator orizontal tangențial. Secțiune transversală și plan.

- 1 - air - lift;
- 2 - conductă de evacuare nisip;
- 3 - conductă de apă;
- 4 - conductă de aer comprimat;
- 5 - platformă pentru drenarea nisipului;
- 6 - tub mobil;
- 7 - palete;
- 8 - electromotor;
- 9 - deschidere de acces a apei în deznisipator;
- 10 - deschidere de evacuare a apei deznisipate;
- 11 - clapet de reținere;
- 12 - vană;
- 13 - spațiu pentru colectarea nisipului.

7.5.5. Deznisipator cu insuflare de aer

(1) Denumit și deznisipator aerat, acest obiect tehnologic constă dintr-un canal longitudinal în care se insuflă aer comprimat sub formă de bule fine prin intermediul conductelor perforate, discuri sau plăci cu membrană elastică perforată; dispozitivul de insuflare este amplasat asimetric în secțiunea transversală, în apropierea unuia dintre pereții bazinului. Mișcarea apei în bazin este de tip elicoidal, nisipul conținut în apa uzată fiind proiectat pe perețele opus zonei de insuflare a aerului; acesta cade de-a lungul acestui perete spre partea inferioară a bazinului unde este reținut într-o rigolă longitudinală al cărui ax este amplasat la 1/3 din lățimea compartimentului (măsurată de la perețele lângă care se insuflă aerul); insuflarea aerului se face pe toată lungimea bazinului.

(2) Parametrii de proiectare recomandați pentru acest tip de deznisipator sunt:

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

- pentru debitul de calcul: $u_s = Q_c/A_0 < = 19 \dots 20 \text{ (mm/s)}$ (7.22)

- pentru debitul zilnic maxim: $u_s' = Q_{u,zi,max}/A_0 < = 9 \dots 9,5 \text{ (mm/s)}$ (7.23)

În cazul deznisipatoarelor aerate, $u_s < = u$, a unei particule de diametru d care sedimentează chiar în condițiile turbulenței existente în bazin.

b) Viteza medie orizontală:

$$V_0 = \frac{Q_c}{n \cdot B_1 \cdot H} \leq 0,1 \dots 0,2 \text{ (m/s)} \quad (7.24)$$

unde:

n - numărul de compartimente;

B_1 - lățimea unui compartiment;

H - adâncimea utilă, măsurată între nivelul apei și cota superioară a dispozitivului de insuflare a aerului;

c) Raportul dintre lățime și adâncime: $B_1/H = 1,2$ (7.25)

d) Suprafața secțiunii transversale: $S_1 = B_1 \times H < 15 \text{ (m}^2\text{)}$ (7.26)

e) Raportul dintre lungimea și lățimea deznisipatorului: $m = L/B_1 = 10 \dots 15$ (7.27)

f) Viteza de curgere a aerului prin conductele sistemului de aerare se va considera $15 \dots 20 \text{ m/s}$;

g) Timpul mediu de staționare a apei în bazin:

- pentru $Q_c = 2Q_{uz,max,or}$: $t = 1 \dots 3 \text{ min.}$

- pentru $Q_c = Q_{uz,max,or}$: $t = 5 \dots 10 \text{ min.}$

h) Debitul specific de aer: $q_{aer} = 0,5 \dots 1,5 \text{ m}^3 \text{ aer/h, m}^3 \text{ volum util}$;

i) Viteza periferică "de rulare" a apei, de $0,3 \text{ m/s}$, necesară antrenării nisipului depus spre canalul de colectare, va fi menținută prin reglarea debitului de aer insuflat funcție de debitul de apă vehiculat prin bazin, respectându-se relația:

$$Q_{aer} = Q_c = 0,025 \dots 0,1 \text{ (7.28)}$$

j) Lățimea unui compartiment se alege funcție de deschiderea podului curățitor;

k) Aerul necesar se va asigura de la o stație de suflante;

7.5.6. Deznisipator - separator de grăsimi cu insuflare de aer

(1) Aceasta construcție reunește 2 obiecte tehnologice distincte: deznisipatorul și separatorul de grăsimi. Avantajele rezultate:

a) economie de investiție și de spațiu ocupat;

b) reducerea cheltuielilor de exploatare;

c) reducerea volumelor de lucrări de construcții;

(2) Deznisipatorul aerat este identic cu cel descris în § 7.5.5, la care ecranul longitudinal este prevăzut la partea inferioară cu un grătar din bare verticale pentru dispărarea energiei curentului transversal de apă.

(3) Parametrii de proiectare pentru acest obiect sunt:

a) Debitul de calcul și de verificare:

- în procedeul de canalizare separativ:

$$-- Q_c = Q_{uz,max,or};$$

$$-- Q_v = Q_{uz,min,or};$$

- în procedeul de canalizare unitar și mixt:

$$-- Q_c = 2Q_{uz,max,or};$$

$$-- Q_v = Q_{uz,min,or};$$

b) Încărcarea superficială recomandată:

- $u < = 6 \dots 7 \text{ mm/s}$, pentru Q_c ;

- $u_s < = 6 \dots 7 \text{ mm/s}$, pentru Q_v ;

c) Timpul mediu de staționare în bazin:

- pentru Q_c : $t = 2 \dots 5 \text{ min.}$

- pentru Q_v : $t = 10 \dots 15 \text{ min.}$

d) Debitul specific de aer: $q_{aer} = 0,5 \dots 1,5 \text{ m}^3 \text{ aer/h, m}^3 \text{ volum util}$;

e) Raportul debitelor de aer și de apă:

$$Q_{aer}/Q_c = 0,1 \dots 0,22 \text{ (7.29)}$$

$$Q_{aer}/Q_v = 0,2 \dots 0,5 \text{ (7.30)}$$

(4) Grăsimile separate din apă se colectează într-un compartiment situat în zona aval de unde sunt evacuate gravitațional sau prin pompare într-un cămin de colectare a grăsimilor, în bazinul de aspirație al stației de pompare a nămolului sau direct la fermentare, dacă sunt biodegradabile; insuflarea aerului nu se va realiza pe 20% din L în avalul deznisipatorului.

(5) Schema a deznisipatorului - separator de grăsimi cu insuflare de aer este dată în figura 7.3.

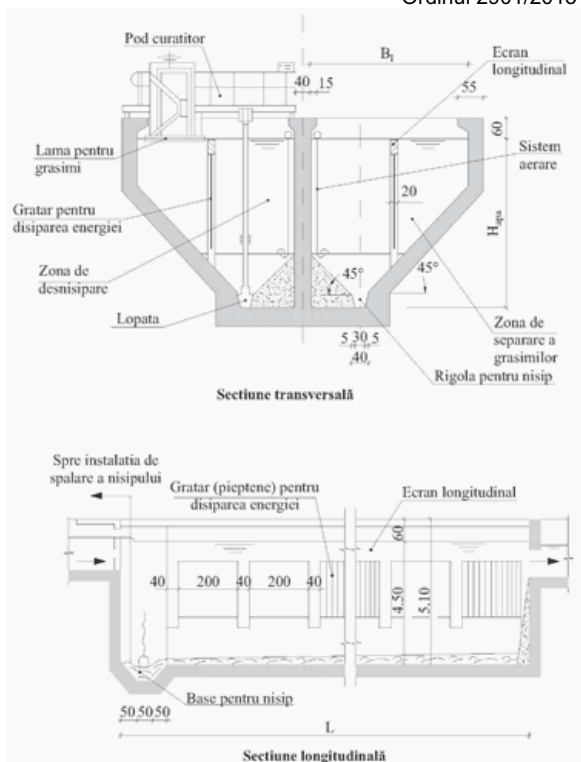


Figura 7.3. Deznisipator - separator de grăsimi cu insuflare de aer.

7.6. Separatoare de grăsimi

(1) Separatoarele de grăsimi sunt construcții descoperite care utilizează principiul fizic al flotației naturale/artificiale pentru separarea din apă a grăsimilor, uleiurilor, produselor petroliere și a altor substanțe nemiscibile și mai ușoare decât apa.

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

(3) Prevederea separatoarelor de grăsimi în stațiile de epurare a apelor uzate orășenești este obligatorie în următoarele cazuri:

a) când concentrația grăsimilor din apa uzată exprimată prin substanțele extractibile în 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);

b) când schema tehnologică a stației de epurare cuprinde treaptă biologică artificială sau naturală;

(4) În schema tehnologică a stației de epurare, separatorul de grăsimi se amplasează între deznisipatoare și decantoarele primare; deznisiparea apelor uzate în amonte de separatoarele de grăsimi este obligatorie.

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

(6) În stațiile de epurare a apelor uzate orășenești se utilizează frecvent următoarele tipuri de separatoare de grăsimi:

a) deznisipatoare-separatoare de grăsimi cu insuflare de aer (§ 7.5.6);

b) separatoare de grăsimi cu insuflare de aer la joasă presiune ($0,5 \div 0,7 \text{ at.}$);

c) separatoare de grăsimi cu plăci paralele sau cu tuburi înclinate;

7.6.1. Debite de dimensionare și verificare

a) Debitul de calcul al separatoarelor de grăsimi este pentru toate procedeele de canalizare: $Q_c = Q_{uz,max,zi}$;

b) Debitul de verificare:

- în procedeu separativ: $Q_v = Q_{uz,max,ori}$;

- în procedeu unitar și mixt: $Q_v = 2Q_{uz,max,ori}$;

7.6.2. Parametrii de proiectare

(1) Separatoarele de grăsimi trebuie prevăzute cu minimum două compartimente în funcțiune. În cazul unor debite de apă uzată sub 50 l/s , se poate admite un singur compartiment, cu obligativitatea prevederii unui canal de ocolire. La proiectarea separatoarelor de grăsimi se va ține seama de prevederile STAS 12264-91.

(2) Parametrii de proiectare recomandați pentru separatoarele de grăsimi cu insuflare de aer de joasă presiune sunt:

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

b) Încărcarea superficială:

$$u_s = \frac{Q_c}{A_o} = \frac{Q_c}{n \cdot B_1 \cdot L} \leq v_r (\text{mm/s}) \quad (7.31)$$

unde:

n - numărul de compartimente în funcțiune;

B_1 - lățimea unui compartiment, $B_1 = 2,0...4,5 \text{ m}$;

L - lungimea utilă, (m);

A_o - aria suprafeței orizontale, (m^2);

c) Se recomandă raportul $L/B_1 > = 2,5$;

d) Timpul mediu de trecere al apei prin separator:

$$t = \frac{V}{Q_c} = \frac{n \cdot S_1 \cdot L}{Q_c} = \frac{L}{v_L} \geq 5 \dots 12 \text{ min} \quad (7.32)$$

unde:

V - volumul util al separatorului de grăsimi, (m^3);

n - numărul de compartimente în funcțiune;

S_1 - aria secțiunii transversale a unui compartiment:

$$S_1 = \frac{B_1 + b}{2} \cdot H (m^2) \quad (7.33)$$

H - adâncimea apei în separator, $H = 1,2 \dots 3,0$ m;

L - lungimea utilă, (m);

v_L - viteza longitudinală de curgere a apei prin separator (valoarea medie pe secțiune) se calculează cu relația:

$$v_L = \frac{Q_c}{n \cdot S_1} = \frac{L}{t} (cm/s) \quad (7.34)$$

e) Viteza longitudinală de curgere trebuie să îndeplinească condiția:

$$v_L < = 15 \times u_s \quad (7.35)$$

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

$$t_v = \frac{V_v}{Q_v} = \frac{V + n \cdot B_1 \cdot L \cdot h_v}{Q_v} \geq 4 \dots 5 \text{ min} \quad (7.36)$$

g) Cantitatea de aer insuflat este funcție de debitul de apă care se epurează la un moment dat, astfel încât pentru obținerea unei eficiențe ridicate, este necesară reglarea debitului de aer insuflat funcție de mărimea debitului de apă tratat; se vor prevedea în acest sens dispozitive de reglare automată;

h) Debitul specific de aer ce trebuie insuflat se va considera (raportarea se face la $Q_{uz,max,zi}$):

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

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

(3) Utilajul de producere a aerului comprimat (suflete) se adoptă pentru o presiune relativă de 0,5 - 0,7 at. și pentru un debit de aer:

$$Q_{aer} = q_{aer} \cdot Q_c (m^3/h) \quad (7.37)$$

7.7. Decantorul primar

(1) Decantoarele primare sunt construcții descoperite care au rolul să rețină substanțele în suspensie sedimentabile gravimetric care au trecut de deznisipatoare și separatoare de grăsimi.

(2) Decantoarele primare sunt amplasate în aval de separatoarele de grăsimi sau de treapta de degrosare atunci când separatoarele lipsesc din schema de epurare; în cazul stațiilor de epurare ce deservește 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 $3.000 \text{ m}^3/\text{zi}$.

(3) Substanțele reținute poartă denumirea de nămoluri primare; umiditatea acestor nămoluri este $w_p = 95 \dots 96\%$; în aceste nămoluri sunt conținute și o parte din substanțele organice din apele uzate, astfel încât decantoarele primare rețin odată cu materiile în suspensie și substanțe organice.

(4) Eficiențele reținerii prin decantare primară a substanțelor în suspensie (MTS) și a substanțelor organice exprimate prin consumul biologic de oxigen la 5 zile (CBO_5) sunt prezentate în § 5.1.1.

(5) În cazuri justificate tehnic și economic, pe baza încărcării organice a apelor uzate și tehnologia adoptată pentru treapta de epurare biologică, decantoarele primare pot lipsi din schema tehnologică a stației de epurare în următoarele condiții:

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

b) când apele uzate ce urmează a fi epurate au proveniență exclusiv menajeră și debite $Q_{uz,max,zi}$ până la 200 l/s , iar epurarea biologică se realizează în soluția cu bazine de aerare;

c) când eficiența decantării primare în reținerea MTS prin sedimentare gravimetrică este sub 40%;

(6) Alegerea tipului de decantor, a numărului de compartimente și a dimensiunilor acestora se face pe baza calculului tehnico-economic comparativ, a cantității și calității apei brute și a parametrilor de proiectare recomandați pentru fiecare caz în parte.

7.7.1. Debite de dimensionare și verificare

Debitele de calcul și verificare ale decantoarelor primare sunt:

a) Debitul de calcul:

- Pentru procedeu separativ: $Q_c = Q_{uz,max,ori}$

- Pentru procedeu unitar și mixt: $Q_c = 2Q_{uz,max,ori}$

b) Debitul de verificare:

- Pentru procedeu separativ: $Q_v = Q_{uz,min,ori}$

- Pentru procedeu unitar sau mixt: $Q_v = Q_{uz,min,ori}$

7.7.2. Parametrii de dimensionare ai decantoarelor primare

(1) Numărul de decantoare va fi de minim 2 unități, ambele utile, fiecare putând funcționa independent.

(2) Pentru funcționarea corectă a unităților de decantare se impune distribuția egală a debitelor între unitățile respective; aceasta se realizează prin prevederea în amonte de decantoare a unei camere de distribuție a debitelor (distribuitor); camera de distribuție trebuie să asigure echipartitia debitelor prin realizarea unei deversări neînecate și

a unei alcătuirii constructive care să conducă la evitarea depunerilor în compartimentele camerei respective; 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 și să asigure preaplina de siguranță.

(3) Parametrii de dimensionare ai decantoarelor primare sunt:

a) Debitul apelor uzate (§ 7.7.1);

b) Viteza de sedimentare a particulelor (u); în lipsa unor date experimentale, u , se va stabili în funcție de eficiența impusă în reținerea suspensiilor (e_s) și de concentrația inițială în suspensii a apelor uzate (c_{uz}), conform tabelului 7.3; pentru apele uzate industriale cu caracteristici diferite de cele urbane, parametrii de dimensionare se vor stabili pe bază de studii "in situ".

Tabelul 7.3. Valori ale vitezei de sedimentare.

| Nr. crt. | Eficiența reținerii suspensiilor în decantor e_s (%) | Concentrația inițială a suspensiilor (c_{uz}) | | |
|----------|--|---|-------------------------------------|------------------------|
| | | $c_{uz} < 200$ mg/l | 200 mg/l $\leq c_{uz} < 300$ mg/l | $c_{uz} \geq 300$ mg/l |
| | | Viteza de sedimentare (u) (m/h) | | |
| 1 | 40...45 | 2,3 | 2,7 | 3,0 |
| 2 | 46...50 | 1,8 | 2,3 | 2,6 |
| 3 | 51...55 | 1,2 | 1,5 | 1,9 |
| 4 | 56...60 | 0,7 | 1,1 | 1,5 |

c) Încărcarea superficială (u_s) trebuie să respecte condiția:

$$u_s = \frac{Q_c}{A_o} \leq u \quad (7.38)$$

unde:

A_o - suprafața orizontală a luciului de apă din decantor, (m^2);

u - viteza de sedimentare stabilită conform tab. 7.3;

d) Viteza maximă de curgere a apei prin decantor:

- pentru decantoarele orizontale: $v_{max} = 10$ mm/s;

- pentru decantoarele verticale: $v_{max} = 0,7$ mm/s;

e) Timpul de decantare de calcul (t_c) și de verificare (t_v).

- La debitul de calcul: $t_c = 1,5$ h;

- La debitul de verificare:

-- dacă stația de epurare are numai treaptă de epurare mecanică sau dacă decantoarele primare sunt urmate de bazine cu nămol activat iar procedeul de canalizare este unitar sau mixt: $t_v = 0,5$ h;

-- dacă procedeul de canalizare este separativ: $t_v = 1$ h;

-- dacă decantoarele primare sunt urmate de filtre biologice: $t_v = 1$ h;

(4) Accesul și evacuarea apei din decantor sunt definitorii pentru eficiența procesului de sedimentare. Pentru acces se recomandă prevederea de deflectoare, ecrane semi-scfundate sau orificii în peretele frontal amonte care să permită repartiția uniformă a firelor de curent pe întreaga secțiune transversală de curgere; determinarea numărului de deflectoare se face pe baza debitului aferent unui deflector $q_d = 4...7$ l/s și a distanței dintre ele $a = 0,75...1,00$ m, atât pe verticală cât și pe orizontală.

(5) Evacuarea apei se face de obicei prin deversare peste unul sau ambii pereți ai rigolelor de colectare a apei decantate. Pentru realizarea unei colectări uniforme pe toată lungimea de deversare, se prevăd deversoare metalice triunghiulare amovibile pe verticală, care să asigure înălțimea egală a lamei de apă.

(6) În amonte de peretele deversor al rigolei de colectare a apei limpezite, la 0,30. 0,40 m se prevede un ecran semi-scfundat cu muchia inferioară la 0,25 m sub nivelul minim al apei și muchia superioară la cel puțin 0,20 m deasupra nivelului maxim al apei.

(7) Evacuarea apei decantate se poate realiza și printr-un colector alcătuit din conductă submersată, cu fante (orificii), care are avantajul de a elimina influența vântului și peretele (ecranul) semi-scfundat și de a reduce substanțial abaterile de la orizontalitate a sistemului de colectare. Curgerea în conductă trebuie să fie cu nivel liber.

(8) Lungimea deversoarelor trebuie să fie stabilită astfel încât debitul specific de apă pentru 1 m lungime de deversor să nu depășească valorile următoare:

- $q_d^c < = 60$ m³/h.m, la Q_c ;

- $q_d^v < = 180$ m³/h.m, la Q_v ;

(9) Când valorile de mai sus sunt depășite, se recomandă creșterea lungimii de deversare prin realizarea de rigole paralele sau, la decantoarele radiale și verticale, prin prevederea de rigole radiale suplimentare. Înălțimea de siguranță (garda hidraulică) a pereților decantorului deasupra nivelului maxim al apei va fi de minim 0,3 m.

7.7.3. Decantoare orizontale longitudinale

(1) Sunt bazine din beton armat, de regulă descoperite, cu secțiune transversală dreptunghiulară, având lățimea unui compartiment b_1 , adâncimea utilă h_u și lungimea L (fig. 7.4).

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

(2) În partea amonte a bazinului este prevăzută o pâlnie (bașă) pentru colectarea nămolului din care acesta este evacuat hidraulic, prin sifonare sau pompare, continuu sau intermitent, spre construcțiile de prelucrare a nămolului; intervalul de timp dintre două evacuări se stabilește funcție de tehnologia de epurare adoptată și de caracteristicile nămolului, recomandându-se să nu se depășească 4 ÷ 6 ore, în scopul evitării intrării în fermentare a nămolului.

(3) Îndepărtarea nămolului din pâlnie se face prin conducte cu diametrul de minim 200 mm, viteza minimă admitându-se de 0,70 m/s; nămolul depus pe radierul bazinului este dirijat către pâlnia de nămol din amonte, prin intermediul unui pod cu lamă racloare a cărui viteză de deplasare se va adopta 2 ... 5 cm/s, astfel încât ciclul tur - retur să nu depășească 45 minute și deplasarea podului raclor să nu repună în stare de suspensie nămolul depus pe radier. Curățarea nămolului de pe radier și transportul acestuia spre pâlnia colectoare amonte poate fi realizată și de racloare

submersate de tip lanț fără sfârșit (lanț cu racleți), lamele racloare sunt așezate la distanța de 2,0 m, iar viteza de mișcare a lanțului este de 1,5...4,0 cm/s. Pot fi adoptate și alte tipuri de racloare.

(4) 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) Pentru evitarea antrenării spumei și uneori a plutitorilor colectați de pe suprafața apei (frunze etc.) odată cu apa decantată, în avalul decantoarelor se prevăd pereți semi-scurfundați amplasați la 0,30 0,50 m în fața deversoarelor și la 0,25 ÷ 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.

(6) Materiile plutitoare sunt împinse de lame de suprafață prinse de podul raclor sau de lanțul fără sfârșit și colectate într-un jgheab, așezat în partea aval a decantorului; printr-o conductă, acestea ajung într-un cămin (rezervor) amplasat în vecinătatea decantorului, fiind apoi evacuate prin vidanajare sau pompare.

7.7.3.1. Dimensionarea decantoarelor orizontale longitudinale

(1) Dimensionarea decantoarelor orizontale longitudinale se face utilizându-se următoarele relații de calcul:

a) Volumul decantorului:

$$\text{- dimensionare: } V_d = Q_c \times t_c \text{ (m}^3\text{)} \quad (7.39)$$

$$\text{- verificare: } V_v = Q_v \times t_v \text{ (m}^3\text{)} \quad (7.40)$$

unde: Q_c, Q_v, t_c, t_v sunt definiți în paragrafele anterioare;

b) Secțiunea orizontală a decantorului:

$$A_o = Q_c / u_s \text{ (m}^2\text{)} \quad (7.41)$$

$$A_o = n \times b_1 \times L \text{ (m}^2\text{)} \quad (7.42)$$

unde:

u_s - definită în paragraful anterior (tab.7.3);

n - numărul de compartimente de decantare;

L, b_1 - conform fig. 7.4;

c) Secțiunea transversală a decantorului:

$$S = Q_c / v_o \text{ m}^2 \quad (7.43)$$

$$S = V_d / L \text{ (m}^2\text{)} \quad (7.44)$$

$$S = n \times b_1 \times h_u \text{ (m}^2\text{)} \quad (7.45)$$

unde:

v_o - viteza orizontală a apei definită în paragraful anterior;

L, b_1, h_u - conform fig. 7.4;

d) Lungimea decantorului:

$$L = v_o \times t_c \text{ (m)} \quad (7.46)$$

e) Lățimea decantorului (valori recomandate: 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0 m):

$$b_1 = A_o / n \times L \text{ (m)} \quad (7.47)$$

f) Raportul:

$$4 \leq \frac{L}{b_1} \leq 10 \quad (7.48)$$

g) Adâncimea utilă a spațiului de decantare:

$$h_u = u \times t_c \text{ (m)} \quad (7.49)$$

$$L/25 < h_u < L/10 \quad (7.50)$$

h) Debitul specific al deversorului (evacuare apă decantată):

$$q_d^c = \frac{Q_c}{n \cdot b_1} \leq 60 \text{ (m}^3\text{/h, m)} \quad (7.51)$$

$$q_d^v = \frac{Q_v}{n \cdot b_1} \leq 180 \text{ (m}^3\text{/h, m)} \quad (7.52)$$

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

i) Cantitatea zilnică de materii solide, exprimată în substanță uscată, în greutate, din nămolul primar este:

$$N_p = e_s \cdot c_{uz} \cdot Q_c \text{ (kg/zi)} \quad (7.53)$$

unde: e_s, c_{uz} - definite în tab. 7.3; Q_c - debitul de calcul definit în § 7.7.1.

j) Volumul de nămol primar:

$$V_{np} = \frac{N_p}{\gamma_n} \cdot \frac{100}{100 - w_p} \text{ (m}^3\text{/zi)} \quad (7.54)$$

unde:

$\gamma_n = 1008...1200$ (kgf/m³) - greutatea specifică a nămolului;

$w_p = 95...96$ %;

(2) Volumele de nămol reținute în decantorul primar trebuie mărite în schemele de epurare în care se folosește coagulant sau când se trimite în decantor nămol biologic din decantoarele secundare.

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

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

$$n_{ev} = 24 / t_{ev} \quad (7.55)$$

(5) Volumul de nămol dintre 2 evacuări aferent unui compartiment de decantare:

$$V_{ev} = V_{np} / n_{ev} \times n \text{ (m}^3\text{/ evacuare)} \quad (7.56)$$

unde: V_{np}, n_{ev} - definiți anterior; n - numărul de compartimente de decantare;

(6) Se verifică dacă: $V_{pg} > V_{ev}$ (7.57)

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

(8) Adâncimea totală a decantorului, măsurată în secțiunea mijlocie (la distanța $L/2$ de intrarea apei în decantor) este:
 $H = h_s + h_u + h_n + h_d$ (m) (7.58)

unde:

h_s - este înălțimea zonei de siguranță care se adoptă $0,30 \div 1,00$ m, în funcție de înălțimea lamei racloare, în cazul în care aceasta, în cursa pasivă, este deasupra nivelului apei și de influența valurilor funcție de intensitatea vânturilor, conform reglementărilor tehnice specifice din construcții, aplicabile, în vigoare;

h_u - adâncimea utilă a decantorului stabilită cu relația (7.49);

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

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

(9) Rigolele de colectare a apei limpezite se 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 neînecat. În tabelul 7.4 și în figura 7.4 sunt prezentate dimensiunile recomandate pentru proiectarea decantoarelor longitudinale orizontale.

Tabelul 7.4. Dimensiuni caracteristice ale decantoarelor orizontale longitudinale.

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

* A_{01} - aria orizontală utilă a unui compartiment de decantare;

Notă: Semnificații notații tabel vezi fig. 7.4.

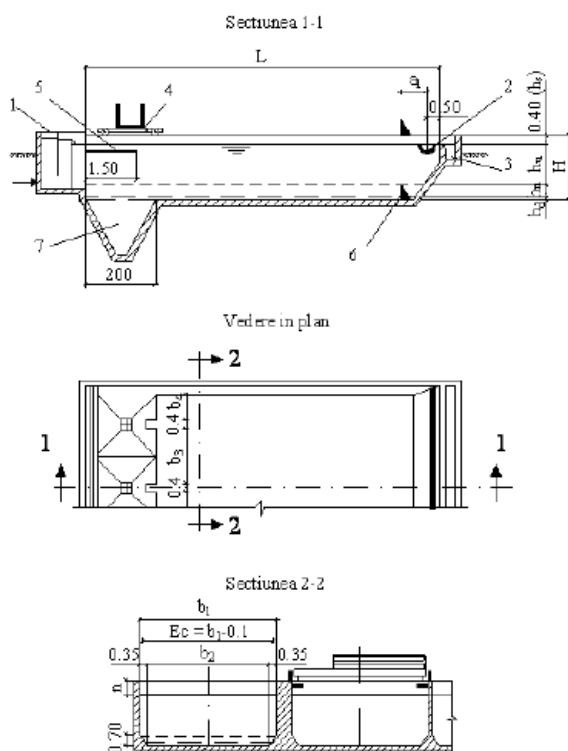


Figura 7.4. Decantor orizontal - longitudinal.

1 - sistem de distribuție a apei; 2 - jgheab pentru colectarea materiilor plutitoare; 3 - rigolă pentru colectarea apei decantate cu deversor triunghiular; 4 - pod raclor; 5 - tampon amonte pod raclor; 6 - tampon aval pod raclor; 7 - pâlnie colectoare pentru nămol.

7.7.4. Decantoare orizontale radiale

(1) Bazine cu forma circulară în plan, în care apa este admisă central prin intermediul unei conducte prevăzută la 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 (fig. 7.5) sau prin conductă submersată cu fante.

(2) Curgerea apei se face orizontal după direcție radială, de la centru spre periferie; din conducta de acces, apa iese pe sub un cilindru central semiscufundat, cu muchia inferioară situată la o adâncime sub planul de apă egală cu 2/3 din înălțimea zonei de sedimentare h_u . În alte variante, apa iese din cilindru central prin intermediul unor orificii cu deflectoare practicate în peretele acestuia, sau printr-un grătar de uniformizare cu bare verticale. Distribuția uniformă a apei de la centru spre periferie se poate realiza și prin intermediul unui dispozitiv de tip lea Coandă.

(3) Cilindrul central, al cărui diametru este de 10 ÷ 20% din diametrul decantorului, sprijină pe radierul bazinului prin intermediul unor stâlpi.

(4) La partea superioară a cilindrului central se prevede o structură de rezistență capabilă să preia forțele generate de podul raclor al cărui pivot este amplasat pe structura de rezistență respectivă. Celălalt capăt al podului raclor sprijină pe peretele exterior al bazinului prin intermediul unor roți.

(5) Podul raclor de suprafață este alcătuit dintr-o grindă cu montanți articulați prevăzuți la partea inferioară cu lame racloare. Acestea curăță nămolul de pe radier și îl conduc către conul central care constituie pâlnia de colectare a nămolului. De aici, nămolul este evacuat prin diferență de presiune hidrostatică, prin sifonare sau prin pompare, spre treapta de prelucrare ulterioară a nămolului; de podul raclor este prins un braț metalic prevăzut cu o lamă racloare de suprafață care împinge grăsimile și spuma de la suprafața apei spre periferie, către un cămin sau alt dispozitiv de colectare a acestora.

(6) Prevederile de mai sus nu exclud posibilitatea utilizării de poduri racloare submersate antrenate cu mecanisme speciale.

(7) Rigola de colectare a apei decantate se amplasează la exteriorul/interiorul peretelui exterior. În primul caz, în peretele exterior al decantorului se practică ferestre prevăzute pe muchia interioară cu deversoare metalice cu dinți triunghiulari, reglabile pe verticală. În fața acestor deversoare, la cca. 30 ÷ 50 cm distanță se prevede un perete semiscufundat, de formă circulară în plan, a cărui muchie inferioară este la minim 25 ÷ 30 cm sub planul de apă. În cel de-al doilea caz, peretele rigolei dinspre centrul bazinului are coronamentul deasupra nivelului apei, el servind drept perete obstacol pentru spuma 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 deversori triunghiulari reglabili pe verticală.

(8) Colectarea în rigolă a apei limpezite se face prin deversare neînecată. Colectarea apei limpezite se poate face și prin conductă submersată cu fante (curgerea apei se face cu nivel liber).

(9) Radierul decantorului are o pantă de 6 ÷ 8 % spre centru, iar radierul pâlniei de nămol o pantă de 2: 1. Diametrul decantoarelor radiale este cuprins între 16 și 50 m, iar adâncimea utilă h_u între 1,2 și 4,0 m. Viteza periferică a podului raclor variază între 10 și 60 mm/s, realizând 1 ÷ 3 rotații complete pe oră.

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

7.7.4.1. Dimensionarea decantoarelor orizontale radiale

(1) Dimensionarea decantoarelor orizontale radiale se face utilizând următoarele relații de calcul:

a) Volumul decantorului:

$$V_d = Q_c \times t_c \text{ (m}^3\text{)} \quad (7.59)$$

$$V_d = Q_v \times t_v \text{ (m}^3\text{)} \quad (7.60)$$

unde: Q_c , Q_v , t_c , t_v sunt definiți în § 7.7.2;

Se adoptă valoarea cea mai mare rezultată din relațiile (7.59) și (7.60);

b) Secțiunea orizontală a oglinzii apei:

$$A_o = Q_c / u_s \text{ (m}^2\text{)} \quad (7.61)$$

c) Adâncimea utilă a spațiului de decantare:

$$h_u = u \times t_c \text{ (m)} \quad (7.62)$$

(2) Cu aceste elemente se intră în tabelul 7.5, prezentat în continuare și se stabilesc dimensiunile geometrice efective: D , d_3 , h_u , A_o , V_d .

Tabelul 7.5. Dimensiuni caracteristice ale decantoarelor orizontale radiale.

| Nr. crt. | d (m) | d ₂ (m) | d ₁ (m) | $A_{01}^* = 0,785(d_2^2 - d_1^2) \text{ (m}^2\text{)}$ | d ₂ (m) | d ₃ (m) | h _s (m) | h _u (m) | h _d (m) | H (m) | D ₁ (m) | b (m) | $V_u = A_{01}^* \times h_u \text{ (m}^3\text{)}$ |
|----------|-------|--------------------|--------------------|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|--------------------|-------|--|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 1 | 16 | 14,7 | 3,0 | 165 | 2,6 | 3,0 | 0,3 | 1,6 | 0,43 | 1,90 | 16,14 | 0,50 | 264 |
| 2 | 18 | 16,7 | 3,0 | 214 | 2,6 | 3,0 | 0,3 | 1,6 | 0,50 | 1,90 | 18,14 | 0,50 | 343 |
| 3 | 20 | 18,5 | 3,0 | 264 | 2,6 | 3,0 | 0,3 | 1,6 | 0,57 | 1,90 | 20,14 | 0,50 | 423 |
| 4 | 22 | 20,5 | 4,0 | 320 | 3,6 | 4,0 | 0,3 | 1,6 | 0,60 | 1,90 | 22,14 | 0,50 | 512 |
| 5 | 25 | 23,5 | 4,0 | 423 | 3,6 | 4,0 | 0,4 | 2,0 | 0,70 | 2,40 | 25,14 | 0,50 | 846 |
| 6 | 28 | 26,1 | 4,0 | 524 | 3,6 | 4,0 | 0,4 | 2,0 | 0,80 | 2,40 | 28,14 | 0,50 | 1.048 |
| 7 | 30 | 28,1 | 4,0 | 610 | 3,6 | 4,0 | 0,4 | 2,0 | 0,87 | 2,40 | 30,14 | 0,50 | 1.220 |
| 8 | 32 | 30,1 | 5,0 | 695 | 4,6 | 5,0 | 0,4 | 2,0 | 0,90 | 2,40 | 32,14 | 0,50 | 1.390 |
| 9 | 35 | 33,1 | 5,0 | 843 | 4,6 | 5,0 | 0,4 | 2,0 | 1,00 | 2,40 | 35,14 | 0,50 | 1.686 |
| 10 | 40 | 37,7 | 6,0 | 1.091 | 5,6 | 6,0 | 0,4 | 2,5 | 1,13 | 2,90 | 40,14 | 0,60 | 2.728 |
| 11 | 45 | 42,7 | 6,0 | 1.407 | 5,6 | 6,0 | 0,4 | 2,5 | 1,30 | 2,90 | 45,14 | 0,60 | 3.518 |

* A_{01} - aria orizontală utilă a unui compartiment de decantare;

Observație:

Pentru diametre $D > 45$ m, se impun întocmite studii prealabile privind regimul de curgere și sistemele de colectare.

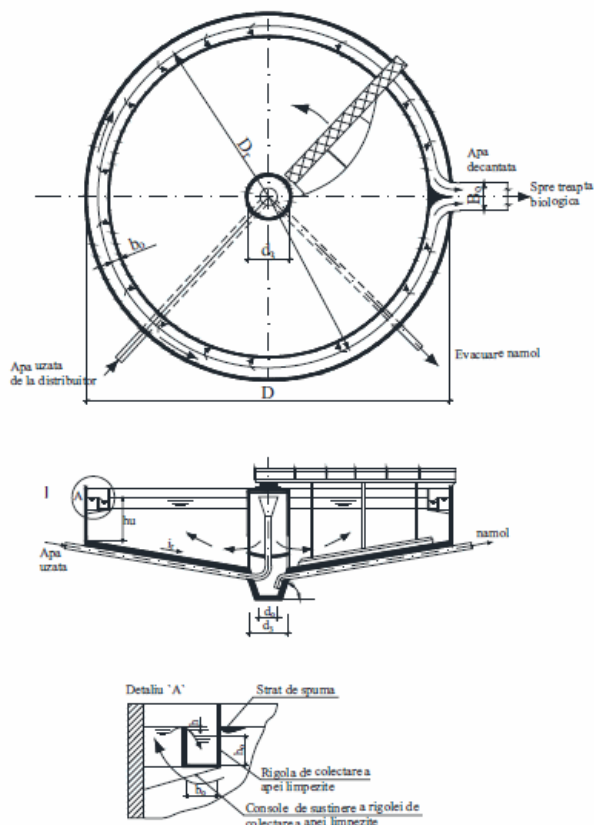


Figura 7.5. Decantor orizontal radial. Vedere în plan și secțiuni caracteristice.

(3) (2) După stabilirea dimensiunilor geometrice se verifică respectarea condițiilor următoare:

a) Pentru decantoare cu $D = 16 - 30$ m:

$$10 \leq D/h_u \leq 15 \quad (7.63)$$

b) Pentru decantoare cu $D = 30 - 50$ m:

$$15 \leq D/h_u \leq 20 \quad (7.64)$$

c) Debitul specific deversat trebuie să îndeplinească condițiile (7.65) și (7.66):

$$q_d^c = \frac{Q_c}{\pi \cdot D_r} \leq 60 \text{ (m}^3 \text{ / h, m)} \quad (7.65)$$

$$q_d^v = \frac{Q_v}{\pi \cdot D_r} \leq 180 \text{ (m}^3 \text{ / h, m)} \quad (7.66)$$

unde: D_r - diametrul corespunzător peretelui deversor al rigolei;

d) Adâncimea decantorului la perete (H_p) și la centru (H_c):

$$H_p = h_s + h_u \text{ (m)} \quad (7.67)$$

$$H_c = h_s + h_u + h_p + h_n \text{ (m)} \quad (7.68)$$

unde:

h_s - înălțimea de siguranță, (m);

h_u - înălțimea utilă, (m);

h_p - diferența de înălțime datorită pantei, (m);

h_n - înălțimea pâlniei de nămol (2 3 m);

(4) (3) Volumul zilnic de nămol primar se determină conform relației (7.54) din § 7.7.3.1 și apoi se stabilesc durata dintre 2 evacuări, dimensiunile necesare pentru pâlnia de nămol, conductele și modul de evacuare a nămolului (prin diferență de presiune hidrostatică, pompare).

7.7.5. Decantoare verticale

(1) Sunt construcții cu forma în plan circulară sau pătrată, în care mișcarea apei se face pe verticală, în sens ascendent. Se utilizează pentru debite zilnice maxime sub 5.000 m³/zi și sunt recomandate în special ca decantoare secundare după bazinele cu nămol activat sau filtrele biologice datorită avantajului prezentat de stratul gros de flocoane care mărește eficiența decantării.

(2) Se construiesc pentru diametre până la 10 m iar utilizarea lor este limitată din cauza dificultăților de execuție.

(3) Apa este introdusă într-un tub central (fig. 7.6) prin care curge în sens descendent cu o viteză $V_t \leq 0,10$ m/s.

În camera exterioară tubului central, apa se ridică spre suprafață unde este colectată într-o rigolă perimetrală sau în rigole radiale care deșuează în cea perimetrală în cazul în care debitul specific deversat este depășit sau când diametrul decantorului este $> 7 - 8$ m.

(4) Nămolul se depune în partea inferioară a bazinului, amenajată sub forma unui trunchi de con cu pereții înclinați față de orizontală cu mai mult de 45°.

(5) Din pâlnia de nămol, acesta este evacuat prin diferență de presiune hidrostatică, prin sifonare sau pompare spre instalațiile de prelucrare ulterioară.

(6) În scopul reținerii grăsimilor, spumei și a altor substanțe plutitoare se prevăd pereți semiscufunțați în fața rigolelor de colectare a apei decantate.

(7) Dimensionarea decantoarelor verticale se face utilizând următoarele relații de calcul:

a) Volumul decantorului se calculează cu relațiile (7.69) și (7.70) considerându-se valoarea cea mai mare rezultată din

cele două relații:

$$V_d = Q_c \times t_c (\text{m}^3) \quad (7.69)$$

$$V_d = Q_v \times t_v (\text{m}^3) \quad (7.70)$$

unde:

Q_c - debitul de calcul, (m^3/zi);

Q_v - debitul de verificare, (m^3/zi);

t_c - timpul de decantare la Q_c , (h);

t_v - timpul de decantare la Q_v , (h);

b) Suprafața orizontală și adâncimea utilă a decantorului se calculează cu relațiile (7.71):

$$A_o = Q_c / u_s (\text{m}^2) \quad (7.71)$$

unde:

u_s - este încărcarea superficială considerată egală cu viteza de sedimentare stabilită experimental sau, în lipsa datelor experimentale, conform tabelului 7.3 funcție de eficiența dorită e_s și de concentrația inițială în materii în suspensie a apelor uzate c_{uz} ;

- Secțiunea tubului central: se adoptă 5% din suprafața de limpezire.

Se propune un număr de unități de decantare și se urmărește ca diametrul fiecărei unități să fie sub 10 m. Se verifică apoi relația:

$$h_u / D - d \geq 0,80 \quad (7.72)$$

unde:

D - diametrul decantorului;

d - diametrul tubului central;

În cazul în care relația (7.72) nu este verificată se va mări adâncimea h_u .

c) Înălțimea tubului central:

$$H_t = 0,8 \times h_u (\text{m}) \quad (7.73)$$

unde: h_u se adoptă din condiția:

$$h_u = u_s \times T_d \leq 4 (\text{m}) \quad (7.74)$$

$$T_d \geq 1,5 \text{ h};$$

d) Adâncimea totală a decantorului:

$$H = h_s + h_u + h_n + h_d (\text{m}) \quad (7.75)$$

unde:

h_s - înălțimea de siguranță, (0,3 - 0,5 m);

h_u - adâncimea utilă, (m);

h_n - înălțimea zonei neutre (0,4 - 0,6 m);

h_d - înălțimea depunerilor (a trunchiului de con), (m);

Înălțimea pâlniei de nămol h_d se stabilește funcție de debitul de calcul ($Q_{uz,zi,max}$), 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.

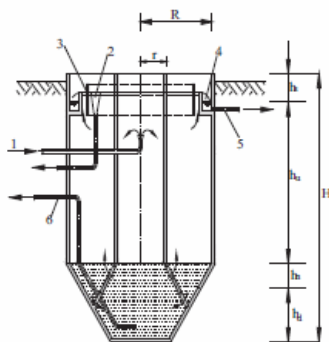


Figura 7.6. Decantor vertical.

- Secțiune transversală. 1-admisia apei; 2-pâlnie de colectare a materiei plutitoare; 3-peretele semîncat; 4-rigolă de colectare a apei decantate; 5-conductă de evacuare a apei decantate; 6-conductă de evacuare a nămolului.

(8) Dimensiunile geometrice ale pâlniei de nămol se stabilesc funcție de volumul zilnic de nămol primar, de durata și volumul de nămol dintre două evacuări, aferent unei unități de decantare; Se recomandă evacuarea prin pompă a nămolului cu o pompă submersibilă montată la partea inferioară a bazei de nămol.

(9) 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.

(10) În lipsa unor date experimentale viteza ascensională a apei în spațiul de decantare inelar, se va adopta maxim 0,7 mm/s (2,52 m/h).

(11) Diametrul bazei mici a pâlniei tronconice pentru colectarea nămolului se va adopta 0,3...1,0 m, pentru a permite o evacuare eficientă a nămolului.

7.7.6. Decantare cu etaj

(1) Sunt utilizate pentru colectivități sub 10.000 locuitori sau debite $Q_{uz,max,zi} < 15 - 20 \text{ dm}^3/\text{s}$, în soluția cu epurare extensivă precedată de epurare primară.

(2) Decantările cu etaj sunt construcții cu forma în plan circulară sau pătrată care au rolul de decantare a apei și de fermentare a nămolului reținut.

(3) Decantarea se realizează în jgheaburi longitudinale (asimilate decantoarelor orizontale - longitudinale) cu secțiunea transversală de forma indicată în figura 7.7.

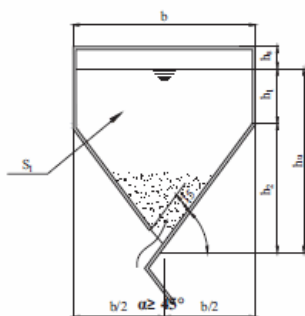


Figura 7.7. Secțiune transversală prin jgheabul de decantare al apei.

(4) Fermentarea se realizează la partea inferioară a jgheaburilor, fermentarea este de tip anaerob în regim crioofil (la temperatura mediului ambiant).

(5) Dimensiunile recomandate pentru jgheaburi sunt:

$$b = 1,0 \dots 2,5 \text{ m pentru } h_u = 2,0 \dots 2,5 \text{ m}$$

Înclinarea față de orizontală a pereților jgheabului: $\alpha \geq 45^\circ$;

Dimensionarea jgheaburilor se face după metodologia și parametrii recomandați la decantoarele orizontale longitudinale (conform cap. 7 §7.7.3.1).

(6) Diametrul unei unități de decantare D depinde de:

a) cantitatea de nămol necesar a fi acumulată și supusă unui timp determinat de fermentare (criofilă);

b) realizarea parametrilor (încărcarea hidraulică și timpul de decantare) pentru jgheabul cu $L = D$ amplasat deasupra spațiului de colectare a nămolului;

(7) Suprafața luciului de apă neocupată de jgheaburi (aria liberă A_1) trebuie să fie mai mare de 20% din suprafața orizontală totală a unității de decantare.

(8) În cazul stațiilor de epurare din localități rurale, prevăzute cu decantoare cu etaj, prin închiderea cu planșee a zonelor neocupate de jgheaburi, se poate capta și colecta gazul de fermentare (biogazul).

(9) La partea inferioară a jgheaburilor, se lasă prin construcție o fantă longitudinală de 15...25 cm lățime, pereții fiind petrecuți pe o distanță de 15 cm. Nămolul depus în jgheaburi curge prin această fantă în zona inferioară de colectare și fermentare.

(10) Admisia și evacuarea apei în și din jgheaburi se realizează prin pereții frontali prevăzuți cu deversori metalici triunghiulari, reglabili pe verticală în scopul uniformizării curgerii.

(11) Adâncimea totală a decantorului nu va depăși 6 - 7 m. Funcție de natura terenului de fundație și de prezența apei subterane decantoarele cu etaj pot fi construite sub formă de cuvă sau cheson, utilizându-se betonul armat.

(12) Proiectarea decantoarelor cu etaj:

a) Se determină volumul spațiului de fermentare:

$$V_F = \frac{m \cdot N}{1000} \text{ (m}^3\text{)} \quad (7.76)$$

unde:

m - capacitatea specifică de fermentare conf. tab 7.6, ($\text{dm}^3/\text{loc.}, \text{an}$);

N - numărul de locuitori;

Tabelul 7.6. Capacitatea specifică și durata de fermentare funcție de temperatura medie anuală a aerului.

| Nr. crt. | Temperatura medie anuală a aerului (°C) | Capacitatea specifică m (l/loc) | Timpul de fermentare Tf (zile) |
|----------|---|---------------------------------|--------------------------------|
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | 7 | 75 | 150 |
| 2 | 8 | 65 | 120 |
| 3 | 10 | 50 | 90 |

b) Se adoptă dimensiunile decantorului cu etaj pentru acumularea volumului de fermentare în 1, 2 sau 4 unități de decantare cu etaj; Înălțimea (adâncimea) de acumulare a nămolului nu va depăși $h_n \leq 3 \dots 4 \text{ m}$;

c) Pe baza diametrului ales se va adopta lățimea jgheabului și se va verifica relația:

$$u_s = \frac{Q_c}{n \cdot b_j \cdot L_j} \leq u \quad (7.77)$$

unde:

u_s - încărcarea specifică, (m/h);

Q_c - debitul de calcul, $Q_{uz,zi,max}$, (m^3/zi);

b_j - lățimea jgheabului, (m);

L_j - lățimea jgheabului, (m);

u - viteza de sedimentare conform tab. 7.3 § 7.7.2;

d) Se adoptă dimensiunile jgheabului după verticală h_1, h_2, h_u ; h_u se va adopta 2,0...2,5m;

e) Se verifică viteza orizontală efectivă:

$$v_o = Q_c / n_j \times S_j \leq v_o = 10 \text{ (mm/s)} \quad (7.78)$$

f) Se determină timpii de decantare la debitul de calcul și de verificare conform cu expresia:

$$T = \frac{V_{jgheab}}{Q} = \frac{n_j \cdot S_j \cdot L_j}{Q} \text{ (h)} \quad (7.79)$$

i. $T > 1,5 \text{ h}$ pentru Q_c ;

ii. $T > 0,5 \text{ h}$ pentru Q_v ;

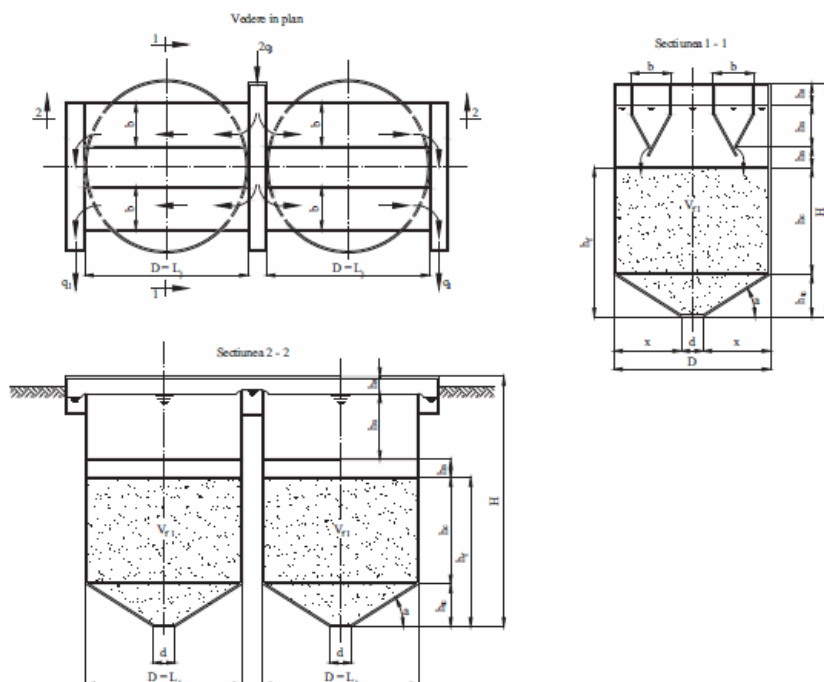


Figura 7.8. Decantoare cu etaj. Dispoziție în plan și secțiuni caracteristice.

(13) Evacuarea nămolului din zona de fermentare a decantoarelor cu etaj se va realiza prin pompare; se va dota fiecare cuvă cu o electropompă submersibilă montată în partea de jos a zonei de fermentare (fig. 7.9).

(14) Vor fi adoptate măsuri constructive pentru a se schimba periodic sensul de curgere a apei din jgheaburi pentru a se echilibra volumul de nămol din cele două bazine.

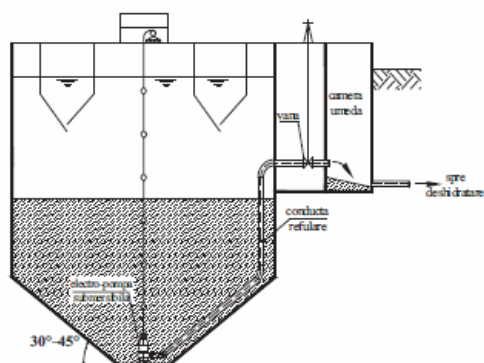


Figura 7.9. Decantor cu etaj - Sistem de evacuare nămol.

7.8. Stații de pompare apă uzată

(1) Stațiile de pompare se folosesc în stațiile de epurare pentru ridicarea apelor uzate sau epurate la cote care să permită curgerea între obiectele tehnologice de pe linia de apă sau în emisar, în situațiile când datorită fluxului tehnologic al stației de epurare sau variației nivelurilor de apă în emisar nu se dispune în permanență de diferența de nivel necesară pentru asigurarea curgerii gravitaționale.

(2) Prescripțiile prezentului normativ se aplică pentru stațiile de pompare echipate cu pompe cu ax orizontal, cu pompe cu ax vertical, cu pompe submersibile și cu transportoare hidraulice (șnecuri).

(3) Pentru necesitatea stației de pompare influent în stația de epurare se va întocmi o evaluare tehnico - economică în care se va lua în considerație:

a) amplasarea primelor obiecte din stația de epurare la cote joase fără stație de pompare influent;

b) stație de pompare influent cu ridicarea obiectelor din stația de epurare;

Analiza se va efectua integral pentru linia de apă astfel încât să se asigure un flux gravitațional în stația de epurare cu maxim, o singură stație de pompare.

(4) Elementele componente care alcătuiesc stațiile de pompare sunt:

a) echipamente hidromecanice de bază, constituite din grupuri de pompa și motor electric de acționare a pompei;

b) instalație hidraulică alcătuită din conducte de aspirație și conducte de refulare aferente stației și grupurilor de pompare, armături destinate manevrelor de închidere-deschidere și de reglare a sensului de curgere al apei, dispozitive de atenuare a loviturii de berbec, instalații, instalații de golire și epuizamente;

c) echipamente de măsurare a parametrilor hidroenergetici ai stației de pompare;

d) echipamente electrice compuse din: circuite de forță, circuite de iluminat, instalații de protecție, instalații de măsurare, control și comandă;

e) instalații și dispozitive de ridicat destinate manevrării pieselor grele în perioada efectuării operațiilor de mentenanță;

f) instalații de ventilare, instalații de încălzire și instalații sanitare;

g) instalații de telecomunicații și dispecerizare;

h) clădirea stației de pompare care adăpostește echipamentele și instalațiile;

i) zona de protecție sanitară;

7.8.1. Amplasarea stațiilor de pompare

(1) Amplasarea stației de pompare pentru ape uzate în cadrul unei stații de epurare:

- a)** se poate face la intrarea în stație, în fluxul tehnologic;
- b)** la ieșirea din stație, înainte de evacuarea apelor epurate în emisar;
- c)** amplasamentul optim se definește în urma unui calcul tehnico-economic comparativ;
- d)** în interiorul stațiilor de epurare mijlocii și mari se recomandă cel mult o pompare a apelor uzate, exceptând stațiile de epurare mici și foarte mici unde pot exista soluții optime și cu mai multe pompări pe linia apei;

(2) Când stația de pompare este impusă de nivelurile ridicate ale apei emisarului, ea trebuie concepută astfel încât să permită evacuarea gravitațională a apei epurate ori de câte ori nivelurile apei din emisar permit acest lucru; în general varianta optimă este ca stația de pompare la ieșirea din stația de epurare să funcționeze nepermanent, numai la nivele mari în emisar.

(3) Dacă stația de pompare este amplasată la intrarea în stația de epurare și este echipată cu pompe cu ax orizontal, cu pompe cu ax vertical sau cu pompe submersibile, 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.

(4) Proiectarea stațiilor de pompare pentru apele uzate din cadrul stației de epurare se va face cu respectarea prevederilor SR EN 752: 2008. Se vor respecta și cerințele din Normativul: "Proiectarea sistemelor de alimentare cu apă" capitolul 7: Stații de pompare.

7.8.2. Parametrii de proiectare

(1) Parametri principali de proiectare tehnologică a stației de pompare sunt:

- a)** debitul pompat Q_p , (m^3/h);
- b)** înălțimea de pompare, H_p , reprezentând suma dintre înălțimea geodezică, pierderile de sarcină pe conductele de aspirație și refulare și diferența dintre înălțimile cinetice la ieșirea și intrarea în pompă, (m);
- c)** calitatea apei pompate (temperatura, conținutul în materii în suspensie, vâscozitatea);

(2) 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.

(3) 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.

(4) Timpul de acumulare a apelor uzate corespunzător $Q_{uz,max,or}$ în bazinul de recepție în cazul în care nu se cunoaște graficul de variație a debitului influent, se va considera după cum urmează:

- a)** 2...10 min. la stațiile de pompare automatizate;
- b)** 0,5...1,0 h la stațiile de pompare neautomatizate;

(5) Se recomandă ca stațiile de pompare neautomatizate să fie prevăzute pe cât posibil numai în cazuri izolate.

(6) Numărul agregatelor de rezervă se va considera astfel:

- a)** până la 3 pompe în funcțiune, 1 pompă de rezervă;
- b)** de la 4 la 7 pompe în funcțiune, două pompe de rezervă;
- c)** peste 7 pompe în funcțiune, trei pompe de rezervă;

(7) În cazul pompelor submersibile glisând pe tije verticale, în funcție de greutatea pompelor, a importanței procesului tehnologic, etc., pompa de rezervă poate fi montată în stația de pompare, sau păstrată ca "rezervă rece" în magazie.

(8) Alegerea pompelor se face în funcție de debitul necesar a fi pompat, de înălțimea de pompare necesară, de domeniul de utilizare a pompelor recomandat de furnizorul acestora, de caracteristicile pompelor și de caracteristica conductei de refulare, de eventualele extindere, etc.

(9) La stațiile de pompare echipate cu transportoare hidraulice, alegerea acestora se face din catalogul firmelor producătoare în funcție de debitul necesar a fi pompat și de înălțimea de pompare necesară.

(10) Stațiile de pompare echipate cu pompe cu ax orizontal, cu ax vertical sau submersibile sunt, de regulă, construcții închise, cu excepția bazinului de recepție care poate fi în unele cazuri o construcție deschisă.

(11) La pompele submersibile sau la cele cu ax vertical, se va respecta înecarea minimă prescrisă de furnizorul pompelor respective.

(12) În lipsa acestei indicații, se recomandă ca întreg corpul pompei să fie sub nivelul minim al apei din bazinul de recepție.

(13) În cazul pompelor cu ax orizontal, cota axului pompei se va stabili sub nivelul minim al apei din bazinul de recepție.

(14) Amplasarea agregatelor în interiorul construcției stației de pompare se face cu respectarea distanțelor minime dintre agregate, între acestea și pereți sau tablourile electrice și cu asigurarea unor spații de circulație în interiorul stației (tabelul 7.6).

(15) Aceste distanțe permit proiectantului stabilirea gabaritelor necesare pentru clădirea stației de pompare.

(16) În același scop, se va ține seama și de spațiile necesare realizării instalației hidraulice pe aspirația și refularea pompelor.

Tabelul 7.7. Distanțe minime recomandate referitoare la amplasarea echipamentelor în stațiile de pompare apă uzată

| Nr. crt. | Distanța | Pompă cu ax orizontal | Pompă cu ax vertical | Pompă submersibilă |
|----------|--|--|----------------------|--------------------|
| | | Distanța minimă (m) | | |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Între perete și părțile proeminente ale agregatelor de pompare | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| 2 | Între perete și postamentul agregatului de pompare | 1,0 | - | - |
| 3 | Între postamentele agregatelor de pompare așezate paralel | Lățimea postamentului agregatului de pompare, dar min. 1 m | | - |
| 4 | Între agregatul de pompare și tabloul electric, în cazul alimentării: - pe tensiune de 380 V - pe tensiune de 6 kV | 1,5 2,0 | 1,5 2,0 | - - |

| | | | | |
|---|---|------------|------------|--------|
| 5 | Lățimea spațiului de circulație la stațiile de pompare cu debite: - sub 1 m ³ /s - peste 1 m ³ /s | 1,5 2,5 | 1,5 2,5 | - - |
|---|---|------------|------------|--------|

(17) 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.

(18) 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 minim 0,50 m.

(19) 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.

(20) La stațiile de pompare echipate cu pompe submersibile, suprastructura (sala pompelor sau sala motoarelor) poate lipsi.

(21) În cazurile în care greutatea G a celui mai greu agregat sau subansamblu component depășește 0,1 t, instalațiile de ridicat se vor prevedea după cum urmează:

a) dispozitiv mobil demontabil, pentru $0,1 \text{ t} < G \leq 0,3 \text{ t}$;

b) monoșină cu palan manual, pentru $0,3 \text{ t} < G \leq 2,0 \text{ t}$;

c) grindă rulantă cu cărucior și palan manual, pentru $G > 2,0 \text{ t}$;

(22) Distanțele instalațiilor de ridicat față de pereți, planșeu și agregatele de pompare trebuie să respecte actele normative și reglementările specifice, aplicabile, în vigoare.

(23) 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.

(24) 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 epuismenț va refula apa în bazinul de recepție, în conducta de preaplin sau în conducta de golire a bazinului de recepție în caz de avarii.

(25) La proiectarea instalațiilor hidraulice aferente stațiilor de pompare trebuie avute în vedere următoarele:

a) conductele de aspirație și refulare trebuie rezemate sau susținute corespunzător pentru a nu produce solicitări mecanice în flanșele de racordare a agregatelor de pompare;

b) instalația hidraulică să fie astfel concepută încât în timpul exploatarei să se permită un acces ușor la pompe, să se poată demonta un agregat fără a demonta conductele și fără a opri funcționarea celorlalte agregate;

c) 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;

d) lungimea conductelor de aspirație să fie cât mai scurtă, în scopul reducerii la minimum a pierderilor de sarcină pe aspirație (se recomandă ca acestea să nu depășească 1,0 m);

e) conductele de aspirație se vor realiza în pantă de cel puțin $5^{\circ}/_{00}$ spre pompe, racordarea cu pompele cu ax orizontal sau cu ax vertical amplasate în cameră uscată făcându-se cu reduții asimetrice în scopul evitării formării pungilor de aer;

f) pozarea conductelor de aspirație și refulare se recomandă a se face deasupra pardoselii; în cazul pozării sub nivelul pardoselii, conductele se vor amplasa în canale acoperite cu dale sau grătare demontabile;

(26) Dimensiunile interioare ale acestor canale cu lățimea B și adâncimea H se stabilesc funcție de diametrul conductelor, astfel:

a) pentru $D_n \leq 400 \text{ mm}$, $B = D_n + 600 \text{ mm}$,

$H = D_n + 400 \text{ mm}$;

b) pentru $D_n > 400 \text{ mm}$, $B = D_n + 800 \text{ mm}$,

$H = D_n + 600 \text{ mm}$;

(27) 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 $D_n \leq 400 \text{ mm}$,

- minim 700 mm pentru $D_n > 400 \text{ mm}$.

b) la îmbinarea prin sudură:

- minim 600 mm pentru $D_n \leq 400 \text{ mm}$,

- minim 700 mm pentru $D_n > 400 \text{ mm}$.

(28) Dimensionarea hidraulică a conductelor instalației de pompare se va face pentru următoarele valori ale vitezei apei prin conducte:

Tabelul 7.8. Viteze recomandate pe conductele de aspirație și pe conductele de refulare.

| Nr. crt. | Diametrul conductei (mm) | Viteza apei (m/s) | |
|----------|--------------------------|-----------------------|----------------------|
| | | Conducte de aspirație | Conducte de refulare |
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | < 250 | 0,7...0,8 | 1,0...1,1 |
| 2 | > = 250 | 0,9...1,0 | 1,2...1,3 |

(29) Pentru evitarea înghețării apei în conductele instalației de pompare în perioadele de întrerupere a funcționării stației, se va prevedea posibilitatea de golire a tuturor conductelor.

(30) Alimentarea cu energie electrică a stațiilor de pompare pentru ape uzate se face din sistemul energetic național prin linii electrice și posturi de transformare comune și pentru celelalte obiecte tehnologice ale stației de epurare.

Alimentarea cu energie este esențială în funcționarea stației de pompare; când este cazul se va asigura sursă de rezervă.

(31) 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).

(32) 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.

(33) 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.

(34) Sala pompelor se prevede, în general, fără instalații de încălzire; acestea se prevăd numai în situații speciale precizate în reglementările tehnice specifice după care se face și proiectarea lor; în aceste cazuri, încălzirea se face cu apă caldă sau cu aburi de joasă presiune; conductele de transport a agentului termic nu trebuie să fie amplasate în zone în care se pot acumula gaze cu pericol de explozie.

(35) 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.

(36) 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.

a) 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.

b) 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 introducerea de aer proaspăt la locul de intervenție și posibilitatea de evacuare a aerului viciat în atmosferă.

(37) 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.

(38) Proiectarea instalațiilor de ventilație se face cu respectarea prevederilor reglementărilor tehnice specifice privind protecția antiexplozivă și antideflagrantă.

(39) 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.

(40) Proiectul de execuție al stației de pompare trebuie să conțină măsurile necesare pentru protecția muncii ca:

a) balustrade;

b) legarea la pământ a părților metalice care ar putea intra accidental sub tensiune;

c) instalații de iluminat la tensiune nepericuloasă;

d) instalații de ventilație mecanică;

e) prevederile din reglementările specifice de protecție a muncii pe care executantul și beneficiarul trebuie să le respecte în timpul execuției și exploatarei;

(41) Exploatarea stațiilor de pompare se face conform instrucțiunilor de exploatare, care trebuie să conțină și măsurile de protecție a muncii, indicându-se, în detaliu, toate operațiile pe care personalul trebuie să le efectueze în acest sens.

(42) 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.

7.9. Elemente tehnologice de legătură între obiectele treptei de epurare mecanică

(1) Elementele tehnologice de legătură între obiectele treptei de epurare mecanică cuprind:

a) canale (jgheaburi) și conducte de apă, nămol, aer, gaze de fermentare;

b) camere de distribuție egală sau inegală a debitelor de apă și de nămol;

c) cămine de vane pe canale și conductele de apă uzată și nămol;

d) cămine de vizitare pe conductele de apă uzată și nămol;

(2) Jgheburile (canalele) servesc la curgerea apelor uzate, a nămolului precum și a apelor epurate. Prin jgheaburi se realizează curgere cu nivel liber.

(3) Conductele servesc la transportul apelor uzate în cazul pompărilor, a nămolului proaspăt sau fermentat și lucrează sub presiune.

(4) Jgheburile sau canalele deschise se construiesc din beton armat, monolit sau prefabricat, având secțiunea dreptunghiulară; la stațiile de epurare cu debite mici canalele pot avea radierul de formă circulară fie din construcție, fie prin prelucrarea ulterioară cu beton de umplutură. La proiectarea canalelor deschise sau a jgheburilor 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.

a) 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) 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.

(6) Când obiectele stației de epurare sunt supraterane, conductele și canalele vor fi sprijinite pe stâlpi sau diafragme cu fundații izolate amplasate în teren sănătos.

(7) La schimbările de direcție ale jgheaburilor sau canalelor deschise, se vor prevedea curbe executate monolit, care vor avea o rază de curbura de minimum 3... 5 ori lățimea acestora.

(8) 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.

(9) 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... D_n 200 mm) se prevăd piese de curățire amplasate într-un cămin de vizitare.

(10) 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.

(11) 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).

(12) La dimensionarea camerelor de distribuție se va considera deversarea neînecată peste pereți de lungime egală (sau inegală, după caz).

(13) Amplasarea camerelor de distribuție în profilul tehnologic se va face astfel încât să fie asigurată, la orice debit, deversarea neînecată. Garda de neînecare se va considera de minim 5-10 cm.

(14) Se recomandă ca la stațiile mari de epurare, camerele de distribuție să fie definitivitate în urma unor încercări pe model.

(15) Funcție de amplasarea lor pe verticală, camerele de distribuție trebuie prevăzute cu balustrade de protecție în scopul evitării accidentelor.

8. Proiectarea obiectelor tehnologice din treapta de epurare biologică

În conformitate cu art. 5 alin (1) din Hotărârea Guvernului nr. 188/2002 pentru aprobarea unor norme privind condițiile de descărcare în mediul acvatic a apelor uzate, cu modificările și completările ulterioare, se stabilește că "pentru toate aglomerările umane cu un număr mai mare de 10.000 de locuitori echivalenți trebuie să se asigure infrastructura necesară în domeniul epurării apelor uzate, care să permită epurarea avansată a apelor uzate urbane". Se reglementează astfel necesitatea introducerii treptei de epurare avansată (îndepărtarea azotului și fosforului din apa uzată înainte de evacuarea în emisar) în funcție de mărimea colectivității: pentru stațiile de epurare aferente colectivităților cu 2.000 - 10.000 L.E se consideră suficientă epurarea biologică convențională a apelor uzate, urmând ca toate colectivitățile cu peste 10.000 L.E. să fie prevăzute cu stații de epurare avansată a apelor uzate.

8.1. Epurarea biologică în stații de epurare urbane mici și medii cu o capacitate între 2.000 și 10.000 L.E.

8.1.1. Epurarea biologică naturală

(1) Epurarea biologică naturală reprezintă totalitatea fenomenelor biochimice ce decurg din metabolismul microorganismelor existente în apele uzate și are ca scop reținerea din aceste ape a substanțelor organice coloidale sau dizolvate. Această tehnologie 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).

(2) Datorită eficienței ridicate pe care o asigură (95 - 99 %), epurarea biologică naturală este recomandată acolo unde emisarul impune evacuarea unei ape curate, sau în acele cazuri în care această metodă se dovedește avantajoasă din punct de vedere tehnico - economic.

(3) Tehnologiile de epurare biologică naturală includ:

a) Câmpuri de irigare și infiltrare;

b) Iazuri biologice (de stabilizare);

8.1.1.1. Câmpuri de irigare și infiltrare

(1) Câmpurile de irigare și infiltrare sunt suprafețe de teren folosite fie pentru epurare și irigare în scopuri agricole (cazul câmpurilor de irigare) fie numai pentru epurare (cazul câmpurilor de infiltrare). Câmpurile de irigare sunt asociate câmpurilor de infiltrare, ultimele fiind folosite în special în perioadele cu ploi abundente, când nu este nevoie de apă pentru culturi, în perioadele de strâns al recoltei, în perioadele de îngheț.

(2) Tehnologia este aplicabilă în următoarele situații:

a) existența unor zone cu precipitații reduse, sub 400 - 500 mm/an;

b) ape uzate provenite de la localități ce nu depășesc 10.000 locuitori;

c) ape uzate cu un conținut de substanțe fertile (azot, fosfor, potasiu) cel puțin egal cu valorile indicate în tabelul 8.1.

Tabelul 8.1. Conținutul apelor uzate și nămolurilor în substanțe fertilizante.

| Nr. crt. | Tipul apei sau nămolului | Tip substanță (g/loc-zi) | | | |
|----------|----------------------------|--------------------------|---|----------------------------|------------------|
| | | Azot | Fosfat (P ₂ O ₅) | Potasiu (K ₂ O) | Materii organice |
| 1 | Ape uzate brute | 12,8 | 5,3 | 7,0 | 55,0 |
| 2 | Ape uzate epurate biologic | 10,0 | 2,8 | 6,7 | 19,0 |
| 3 | Nămoluri fermentate | 1,3 | 0,7 | 0,2 | 20,0 |

(3) Pentru preîntâmpinarea colmatării sistemelor de transport și a terenurilor irigate, concentrația de materii în suspensie trebuie să fie minimă; în acest scop se vor utiliza numai ape epurate mecanic. Timpul de decantare primară se recomandă: 1,5 - 2,0 h.

(4) Răspândirea apelor uzate epurate mecanic pe câmpurile de irigare se poate utiliza numai dacă amplasamentul și solul sunt favorabile. Această caracteristică a solului depinde de: panta terenului natural, textura și permeabilitatea solului, nivelul apelor freactice, intensitatea salinizării.

(5) Pentru cunoașterea evoluției calității solului în perioada utilizării apelor uzate ca ape de irigații, este necesară urmărirea în timp a modificărilor fizico-chimice produse asupra solului.

(6) În perioadele ploioase apele uzate vor fi trimise pe câmpurile de infiltrare sau reținute în bazine de stocare.

(7) În timpul iernii, pentru epurarea apelor uzate folosind procedeul cu câmpuri de infiltrare, se recomandă următoarele soluții:

a) inundarea câmpurilor și înghețarea apei pe suprafața parcelelor; această apă se va infiltra lent în sol în zilele călduroase de primăvară;

b) irigarea sub gheață a câmpurilor mari de irigare pe 70 - 80% din suprafața totală a parcelelor; procedeul constă în executarea unor brazde de 25 - 30 cm peste care se trimite apă uzată într-un strat de 50-60 cm, urmând a se realiza pe crestele brazdelor un pod de gheață de 20-30 cm grosime sub care se desfășoară irigarea în mod normal pe toată perioada rece;

(8) Câmpurile de irigare (terenuri agricole destinate irigației) se împart în parcele, având suprafețe cu lungimi de 1000 - 2000 m și lățimi de 150 - 250 m, raportul mediu dintre cele două dimensiuni fiind de 5/1. Panta longitudinală a parcelelor este recomandat să fie cuprinsă între 1 ‰ - 2 ‰ pentru terenuri argilo- nisipoase și 3 ‰ pentru terenuri nisipoase, iar panta transversală va avea valori 2 ‰ - 5 ‰.

(9) La proiectarea câmpurilor de irigare și infiltrare se va ține seama de următoarele studii preliminare:

a) 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 acumulare substanțe toxice, de infectare a solului;

b) analiza tehnico - economică a aplicării irigațiilor cu ape uzate pentru compensarea deficitului de umiditate;

c) stabilirea compatibilității terenului agricol la împrăștierea apelor uzate în câmp;

d) stabilirea culturilor și asolamentelor capabile să utilizeze apele uzate;

- e)** studiu hidrogeologic și hidrochimic pentru stabilirea nivelului pânzei freatice și a capacității de epurare a solului;
f) studiu topografic pentru cunoașterea terenului disponibil;
g) studiu pedoclimatic pentru alegerea asolamentelor și efectuarea investițiilor pedoameliorative ale solului;
h) stabilirea parametrilor tehnico-economici ai amenajării pentru evaluarea fezabilității proiectului și alegerea variantei optime;

8.1.1.2. Parametrii de proiectare pentru dimensionarea câmpurilor de irigare și infiltrare

(1) Calitatea apei utilizate la irigații se va stabili prin studii agro - pedologice;

(2) Necesarul de apă specific:

$$D = E_p - 10 \times P - F - R_i + R_f (\text{m}^3/\text{lună, ha}) \quad (8.1)$$

unde:

D - necesarul de apă specific (deficit), ($\text{m}^3/\text{lună, ha}$);

E_p - evapotranspirația potențială, ($\text{m}^3/\text{lună, ha}$);

P - înălțimea precipitațiilor utile care pot fi reținute în sol, ($\text{mm}/\text{lună}$);

F - aportul de apă freatică, ($\text{m}^3/\text{lună, ha}$);

R_i - rezerva de apă din sol, la începutul lunii, (m^3/ha);

R_f - rezerva de apă din sol la sfârșitul lunii, (m^3/ha);

Dacă în relația (8.1) se obțin valori negative ale necesarului specific de apă, acestea se vor considera zero.

(3) Hidromodulul (debitul de irigare):

$$q = D_c/T (\text{dm}^3/\text{s,ha}) \quad (8.2)$$

unde:

D_c - debitul lunar de calcul, (dm^3/ha);

T - durata de distribuire a apei pe parcursul unei luni, (s);

În lipsa datelor necesare pentru determinarea 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 (tab. 8.3).

(4) Suprafața câmpurilor de irigare:

$$A_{ig} = Q_{uz,med,zi} / N_{ig} (\text{ha}) \quad (8.3)$$

unde:

$Q_{uz,med,zi}$ - debitul uzat zilnic mediu epurat mecanic, (m^3/zi);

N_{ig} - norma de irigare, ($\text{m}^3/\text{ha,zi}$);

Valorile normelor de irigare sunt prezentate în tabelul următor.

Tabelul 8.2. Norme de udare și de irigare cu ape uzate orientative în funcție de culturi.

| Genul culturii | Cultura | Norma de udare (m^3/ha) | | Norma de irigare |
|---------------------|---------------------|---|---------|--------------------------------|
| | | de la | până la | ($\text{m}^3/\text{ha,zi}$)* |
| 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 |
| | Sfeclă | 400 | 500 | 1500 |
| | Trifoi | 500 | 600 | 3000 |
| Culturi principale | Porumb | 500 | 750 | 4000 |
| | Fânețe | 500 | 750 | 4000 |
| | Pășuni | 500 | 750 | 7000 |
| Culturi intercalate | Secară - nutreț | 200 | 400 | 1000 |
| | Porumb - nutreț | 400 | 600 | 1500 |
| | Trifoi | 400 | 600 | 1500 |

*se vor stabili prin determinări "in situ" valorile exacte pe baza regimului precipitațiilor.

(5) Suprafața câmpurilor de infiltrare:

$$A_{if} = \alpha \times Q_{uz,med,zi} / N_{if} = \alpha \times A_{ig} \times N_{ig} / N_{if} (\text{ha}) \quad (8.4)$$

unde:

α - coeficient care exprimă partea din debitul uzat zilnic mediu care se distribuie pe câmpurile de infiltrare;

$Q_{uz,med,zi}$ - debitul uzat zilnic mediu epurat mecanic, (m^3/zi);

N_{ig} - norma de irigare, ($\text{m}^3/\text{ha,zi}$);

N_{if} - norma de infiltrare, ($\text{m}^3/\text{ha,zi}$);

A_{ig} , A_{if} - definite la 6);

(6) Suprafața necesară construcțiilor auxiliare:

$$A_d = k \times (A_{ig} + A_{if}) (\text{ha}) \quad (8.5)$$

unde:

k - coeficient care ține seama de suplimentarea suprafețelor de teren, datorită amenajărilor de lucrări auxiliare; orientativ $k = 0,15 - 0,25$, dar poate să ajungă și la 0,50 în cazul unui relief accidentat;

A_{ig} - suprafața câmpurilor de irigare, (ha);

A_{if} - suprafața câmpurilor de infiltrare, (ha);

(7) Suprafața totală necesară amenajării câmpurilor de irigare și infiltrare:

$$A_t = A_{ig} + A_{if} + A_d (\text{ha}) \quad (8.6)$$

unde: A_{ig} , A_{if} , A_d definite anterior;

(8) Grosimea stratului de gheață care se formează pe timpul iernii:

$$h_g = \frac{\beta \cdot Q_{uz,med,zi} \cdot T_{ing}}{\gamma \cdot A_{ing}} + h_0 \text{ (m)} \quad (8.7)$$

unde:

β - coeficient de infiltrare și evaporare iarna:

- 0,30 - 0,40 pentru soluri argiloase;

- 0,60 - 0,75 pentru soluri nisipoase;

T_{ing} - durata perioadei de îngheț, (zile);

γ - greutatea specifică a gheții, ($\approx 0,9 \text{ t/m}^3$);

A_{ing} - suprafața pe care se continuă irigarea pe timpul iernii, ($\approx 0,75A_{ig}$), (m^2);

h_0 - grosimea stratului de zăpadă ce se depune pe suprafața gheții, (0,10 m);

$Q_{uz,med,zi}$ - 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.

(9) Debitul de calcul al canalului principal de distribuție a apei uzate:

$$Q_c = Q_{uz,max,or} \text{ (dm}^3/\text{s)} \quad (8.8)$$

unde:

$Q_{uz,max,or}$ - debitul uzat orar maxim epurat mecanic, (dm^3/s);

(10) Debitul de calcul ce revine unei parcele de 1ha, valoare pentru care se dimensionează canalele de distribuție și irigație a apei pe parcele:

$$q_{ig} = \frac{1000 \cdot N_{ig} \cdot t}{3600 \cdot t_u} \text{ (dm}^3/\text{s, ha)} \quad (8.9)$$

unde:

q_{ig} - debitul de irigare (hidromodulul), ($\text{dm}^3/\text{s, ha}$);

N_{ig} - norma de irigare ($\text{m}^3/\text{ha, zi}$);

t - perioada dintre două udări succesive; (≈ 5 zile);

t_u - timpul de udare; (≈ 1 h pentru 1 ha de parcelă udată);

1000, 3600 - coeficienți de transformare;

Dacă debitul calculat cu relația (8.9) rezultă mai mare decât $Q_{uz,max,or}$, în calcule se va lua în considerație ultimul.

(11) Debitul apelor evacuate de pe parcela cu suprafața de 1 ha:

$$q_{des} = \frac{1000 \cdot \alpha \cdot N_{ig} \cdot t \cdot n}{86400 \cdot t_{des}} \text{ (dm}^3/\text{s, ha)} \quad (8.10)$$

unde:

q_{des} - debitul de desecare colectat de pe suprafața unui ha de parcelă (modulul de scurgere), ($\text{dm}^3/\text{s, ha}$);

α - coeficient de infiltrație în sol; ($\approx 0,5$);

N_{ig} - norma de irigare ($\text{m}^3/\text{ha} \times \text{zi}$);

t - perioada dintre două udări succesive; (≈ 5 zile);

n - coeficient care ține seama de pătrunderea neuniformă a apei în rețeaua de drenaj; are valoarea 1,5;

t_{des} - timpul în care trebuie să se producă desecarea; are valori: $(0,4 - 0,5) \times t$ (zile);

1000, 86400 - coeficienți de transformare;

(12) Debitul de calcul al unui dren:

$$Q_{dren} = q_{des} \times A_{des} \text{ (dm}^3/\text{s)} \quad (8.11)$$

unde:

q_{des} - definit de (8.10);

A_{des} - suprafața deservită de un singur dren (ha):

$$A_{des} = L \times b / 10000 \text{ (ha)} \quad (8.12)$$

unde:

L - lungimea drenului (≤ 120 m); b - distanța între drenuri definită de (8.13), (m);

(13) Distanța dintre drenurile sau șanțurile de desecare:

$$b = 632 \cdot (H - h) \cdot \sqrt{\frac{k}{q_{des}}} \text{ (m)} \quad (8.13)$$

unde:

H - adâncimea la care se așează drenurile:

i. 1,20 - 1,50 m pentru drenajul închis;

ii. 1,50 - 2,0 m pentru canalele de desecare;

h - adâncimea de drenare:

i. 0,60 m pentru fâneată;

ii. 1,00 m pentru legume;

k - coeficientul de permeabilitate:

i. 1,0 - 0,1 cm/s pentru nisip;

ii. 0,004 - 0,001 cm/s pentru soluri argilo-nisipoase;

q_{des} - definit de relația (8.10);

Distanța dintre drenuri, pentru diferite soluri și adâncimi de așezare poate fi adoptată orientativ din tabelul 8.4.

Tabelul 8.3. Distanța dintre drenuri pentru diferite soluri și adâncimi.

| |
|--|
| Distanța dintre drenuri b, (m), la adâncimi de așezare a lor de: |
|--|

| Natura solului | 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 |

8.1.1.3. Iazurile de stabilizare (biologice)

(1) Iazurile de stabilizare sunt bazine naturale sau excavate în pământ, amenajate de cele mai multe ori în depresiuni naturale, având adâncimi de apă de 0,6 - 1,2 m și obiectiv epurarea apelor uzate brute sau epurate parțial.

(2) Procesele de epurare care se desfășoară în iazurile biologice sunt de tip aerob sau/și anaerob, acestea bazându-se pe factori naturali.

(3) 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) Adâncimea iazurilor biologice poate să ajungă la 2,0 - 3,0 m și chiar mai mult, în zonele unde variațiile sezoniere de temperatură sunt mari (cazul țării noastre), iar apele uzate sunt în prealabil epurate mecanic, caz în care sunt cunoscute mai mult sub denumirea de lagune.

(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).

(6) Iazurile biologice pot fi alcătuite din unul sau mai multe compartimente. În cazul în care iazurile sunt alcătuite din două sau mai multe compartimente, acestea sunt legate în serie sau în paralel.

(7) 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).

(8) La proiectarea iazurilor biologice sunt necesare următoarele date preliminare:

a) studii calitative și cantitative asupra apelor uzate;

b) studii hidrologice și meteorologice efectuate în zona de amplasare a iazurilor, din care să rezulte: temperatura medie a aerului, direcția vânturilor predominante, gradul de acoperire a cerului, luminozitatea, evaporația, precipitațiile;

c) studii topografice și geotehnice din care să rezulte: adâncimea la care se află pânza freatică, structura, alternanța și duritatea rocilor, porozitatea solului;

d) condițiile de evacuare, posibilitățile de reutilizare a apei epurate, combaterea mirosurilor, a muștelor, rozătoarelor;

e) 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;

f) protecția sanitară;

8.1.1.4. Parametrii de proiectare pentru dimensionarea iazurilor biologice

(1) Timpul de retenție al apei în iaz:

$$T = V/Q_{uz,med,zi} \text{ (zile)} \quad (8.14)$$

unde:

V - volumul util al iazului, (m³);

Q_{uz,med,zi} - debitul uzat mediu zilnic, (m³/zi);

(2) Suprafața necesară a iazului biologic:

$$A_{iaz} = \frac{V}{h_{impus}} = \frac{T \cdot Q_{uz,med,zi}}{h_{impus}} = \frac{F_1}{I_{OA}} \text{ (ha)} \quad (8.15)$$

unde:

h_{impus} - adâncimea impusă a iazului, (m);

I_{OA} - încărcarea organică pe suprafață, (kg CBO₅/ha,zi);

F₁ - cantitatea de substanță organică admisă în iaz (factorul de încărcare organică al iazului), (kg CBO₅/zi);

T, V, Q_{uz,med,zi} - definiții anterior;

(3) Calitatea apei uzate efluente din iazul biologic:

$$x_{5,uz}^{ef} = \frac{x_{5,uz}^b}{K_t \cdot T + 1} \text{ (mg O}_2\text{/l)} \quad (8.16)$$

unde:

x^{ef}_{5,uz} - concentrația în substanțe organice exprimate în CBO₅ a efluentului iazului biologic, (mg O₂/l);

x^b_{5,uz} - concentrația în substanțe organice exprimate în CBO₅ influente în iazul biologic, (mg O₂/l);

K_t - constantă de viteză la temperatura t°C conform diagramei din fig. 8.1, (zile⁻¹)

T - timpul de retenție, (zile).

(4) Volumul iazului biologic:

$$V = 35 \cdot Q_c \cdot x_{5,uz}^b \cdot 1,08^{(35-t^\circ C)} \text{ (m}^3\text{)} \quad (8.17)$$

unde: Q_c, x^b_{5,uz} t°C definite anterior;

Parametrii de dimensionare sunt prezentați în tabelul 8.5.

Tabelul 8.4. Parametrii de dimensionare ai iazurilor biologice

| Tipul iazului | Adâncimea iazului (m) | Încărcarea în locuitori echivalenți (loc./ha) | Încărcarea organică pe suprafață (g CBO ₅ /m ² ,zi) | Timp de retenție | Eficiența epurării (%) |
|------------------|-----------------------|---|---|------------------|------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Anaerob | 2,0 - 3,0 | - | 35 - 60 | 6 - 60 zile | 10 - 50 |
| Facultativ aerob | 1,2 - 1,8 | 250 | 0,6 - 1,0 | luni | 75 - 80 |

| | | | | | |
|-------|-----------|------|------------|-----------|-------------|
| Aerob | 0,6 - 1,2 | 1000 | 5,5 | _ 30 zile | 80 - 95 |
| | < 0,6 | 2000 | 11 (iarna) | | 2 - 10 zile |
| | | 5000 | 25 (vara) | 90 - 95 | |

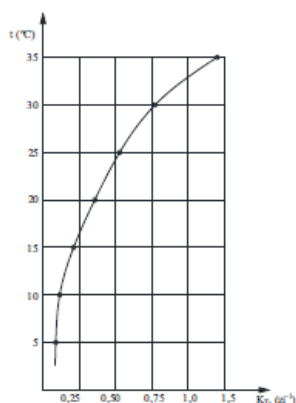


Figura 8.1. Valori constante de viteză funcție de temperatura t⁰C

8.1.2. Epurarea biologică artificială

(1) Epurarea biologică artificială reproduce în mod intensiv în bazine controlate fenomenele de autoepurare a solurilor și apelor de suprafață, realizând condițiile necesare (masă biologică, temperatură, pH, timp de contact, hrană, tip bacterii) 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.

(2) 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 biocenoză poartă denumirea de biomasă.

(3) 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.

(4) 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.

(5) Materialul celular nou creat se grupează pe un suport solid, dacă acesta există, realizând în jurul său o peliculă denumită membrană biologică, sau se grupează în flocoane (fulgi) care sunt imersați în masa de apă.

(6) În funcție de procedeele de epurare predominante, epurarea mecano - biologică convențională se poate clasifica:

a) epurare biologică cu biomasă sau peliculă fixată, realizată în filtre biologice clasice ori echipate cu biodiscuri;

b) epurare biologică cu biomasă în suspensie realizată în bazine cu nămol activat, șanțuri de oxidare;

c) epurare biologică mixtă realizată în instalații de tip special;

8.1.2.1. Epurare biologică artificială cu biomasă fixată - filtre biologice

(1) Filtrele biologice se amplasează după decantoarele primare; au rolul de a asigura mineralizarea (oxidarea) substanțelor organice biodegradabile cu ajutorul microorganismelor aerobe care se dezvoltă pe pelicula (membrana) biologică fixată pe materialul de umplură din care este alcătuit filtrul.

(2) Toate tipurile de filtre necesită în prealabil decantare primară, în principal pentru evitarea colmatării premature a materialului filtrant. Filtrele biologice sunt utilizate pentru debite de ape uzate cu $Q_{uz,max,zi} < 250 \text{ dm}^3/\text{s}$ și pentru încărcări reduse cu materii în suspensie și materii organice biodegradabile.

(3) Debiturile de dimensionare și verificare ale filtrelor biologice:

- dimensionare:

i.filtre biologice clasice: $Q_c = Q_{uz,max,zi}$;

ii.filtre biologice cu discuri: $Q_c = Q_{uz,max,zi}$;

- verificare:

i.filtre biologice clasice: $Q_v = Q_{uz,max,or} + Q_{AR,max}$;

ii.filtre biologice cu discuri: $Q_v = Q_{uz,max,or}$;

unde:

$Q_{uz,max,zi}$ - debitul apelor uzate maxim zilnic, (m^3/zi);

$Q_{uz,max,or}$ - debitul apelor uzate maxim orar, (m^3/h);

$Q_{AR,max}$ - debitul de recirculare a apei epurate, (m^3/zi);

(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) 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.

(6) Decantoarele secundare nu pot lipsi din schemele de epurare cu filtre biologice, deoarece ele trebuie să rețină pelicula biologică produsă și evacuată din filtre.

(7) 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 supraterane.

(8) Nămolul biologic reținut în decantoarele secundare nu este recirculat în amonte de filtre, deoarece poate conduce la colmatarea acestora. În anumite cazuri, se recirculă apă epurată (decantată), pentru scăderea încărcării organice volumetrice a filtrului biologic.

(9) 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.

(10) Pentru dezvoltarea materialului celular viu și desfășurarea activității de mineralizare a substratului organic, este necesar ca în apa uzată să se găsească substanțe fertilizante cum ar fi azotul și fosforul, substanțe care să se afle într-un anumit raport față de carbon.

(11) De obicei, în apele uzate menajere și orășenești, trebuie asigurate cerințele cantitative minime și anume: CBO_5 : N: P = 100: 5: 1.

(12) 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.

(13) 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 adsorbție și de decantare în spațiul dintre granule.

(14) Filtrele biologice pot fi clasificate în funcție de mai multe criterii:

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);

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 (majoritatea aplicațiilor);
- filtre biologice închise (în cazuri rare).

8.1.2.2. Filtre biologice percolatoare (cu picurare) de înălțime redusă

(1) Sunt construcții în care apa uzată decantată primar este distribuită intermitent pe suprafața filtrului și străbate în sens descendent un strat de material filtrant în care are loc epurarea biologică a apelor uzate.

(2) Filtrele biologice percolatoare joase, sunt alcătuite din următoarele elemente constructive principale (fig. 8.2):

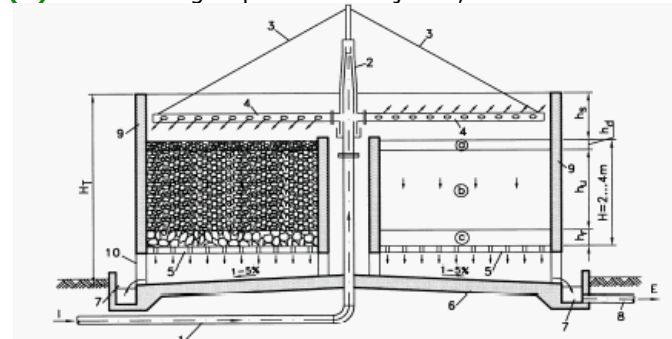


Figura 8.2. Filtru biologic percolator de înălțime redusă ("jos") I-influent; E- efluent; 1-conductă de alimentare cu apă decantată a filtrului; 2-cap rotativ; 3-tiranți; 4-conductă de distribuție perforată; 5-radier drenant; 6-radier compact; 7-rigolă perimetrală de colectare a apei filtrate; 8-conductă de transport a apei filtrate spre decantare; 9-pereți exteriori; 10-ferestre de acces a aerului; a-strat de repartiție; b-strat util ("de lucru"); c-strat suport (de susținere sau de rezistență).

(3) Parametrii de proiectare ai filtrelor biologice percolatoare

a) Debiturile de dimensionare și verificare:

- dimensionare: $Q_c = Q_{uz,max,zi}$;
- verificare: $Q_v = Q_{uz,max,or} + Q_{AR,max}$;

unde:

$Q_{uz,max,zi}$ - debitul apelor uzate maxim zilnic, (m^3/zi);

$Q_{uz,max,or}$ - debitul apelor uzate maxim orar, (m^3/h);

$Q_{AR,max}$ - debitul de recirculare a apei epurate, (m^3/zi);

b) Debitul apei epurate de recirculare se calculează cu relația:

$$Q_{AR} = R \times Q_c \text{ (m}^3/\text{ zi)} \quad (8.17)$$

unde:

R - coeficient de recirculare: $R = Q_{AR}/Q_c$ (8.18)

Coeficientul de recirculare se determină dintr-o ecuație de bilanț de substanțe scrisă la intrarea în filtrul biologic:

$$x_{5,uz}^{dp} \cdot Q_c + x_{5,uz}^{adm} \cdot Q_{AR} = x_{5,uz}^b \cdot (Q_c + Q_{AR}) \quad (8.19)$$

unde: $x_{5,uz}^{dp}$ - concentrația în CBO_5 a apelor decantate primar, (mg/l);

Q_C - debitul de calcul, (m^3/zi);

Q_{AR} - debitul de recirculare, (m^3/zi);

$x^{adm}_{5,uz}$ - concentrația în CBO_5 a efluentului, impusă de NTPA 001-2002, (mg/l);

$x^b_{5,uz}$ - concentrația în CBO_5 a influentului în treapta biologică de epurare, (mg/l); se limitează la 150 mg/l pentru filtre de mică încărcare și la 300 mg/l pentru celelalte tipuri de filtre; se limitează la 150 mg/l pentru filtre de mică încărcare și la 300 mg/l pentru celelalte tipuri de filtre; Din relațiile (8.17) și (8.18) rezultă:

$$R = \frac{x^{dp}_{5,uz} - x^b_{5,uz}}{x^b_{5,uz} - x^{adm}_{5,uz}} \quad (8.20)$$

Concentrația în CBO_5 a apelor decantate primar $x^{dp}_{5,uz}$ se determină cu relația:

$$x^{dp}_{5,uz} = (1 - e_{xd}) \cdot (1 - e_x) \cdot x_{5,uz} \text{ (mg/l)} \quad (8.21)$$

unde:

$x^{dp}_{5,uz}$ - concentrația în CBO_5 a apelor decantate primar, (mg/l);

e_{xd} - eficiența treptei de degrosare privind reținerea materiei organice biodegradabile, (%);

e_x - eficiența decantorului primar privind reținerea CBO_5 , (%);

$x_{5,uz}$ - concentrația în CBO_5 a apelor uzate influente în stația de epurare, (mg/l);

Cu valorile de mai sus, se determină coeficientul de recirculare R aplicând relația (8.20).

Factorul hidraulic al recirculării reprezintă raportul dintre debitul de apă uzată introdus în filtru pe timpul recirculării și debitul de calcul:

$$F_h = Q_C + Q_{AR}/Q_C = 1 + R \quad (8.22)$$

$$F_b = F_h / [1 + (1 - f) \times R]^2 \quad (8.23)$$

unde:

F_b - factorul biologic al recirculării;

f - proporția de materie organică (exprimată în CBO_5) îndepărtată la fiecare trecere a apei prin filtru; se consideră de obicei $f = 0,90$;

Tabelul 8.5. Valori ale F_h și F_b în funcție de R ($f=0,9$).

| Nr. crt. | R | Valori ale factorilor de recirculare | | | | | | | |
|----------|----------------------------|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 0,5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 8 | 15 |
| 1 | $F_h = 1 + R$ | 1,5 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 9 | 16 |
| 3 | $F_b = F_h / (1 + 0,1R)^2$ | 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.

c) Încărcarea organică a filtrului biologic reprezintă raportul dintre cantitatea de substanță organică (exprimată în CBO_5) și volumul de material filtrant; Se determină cu relația:

$$I_o = \frac{C_b}{V_{mf}} \text{ (g } CBO_5/m^3, zi) \quad (8.24)$$

unde:

C_b - cantitatea de substanță organică exprimată în CBO_5 influentă în treapta biologică, (kg CBO_5/zi);

V_{mf} - volumul de material filtrant, (m^3): = -

$$V_{mf} = C_b / I_o \text{ (} m^3 \text{)} \quad (8.25)$$

d) Încărcarea hidraulică a filtrului biologic se determină ca raport al debitului apelor uzate admis în filtru și suprafața orizontală a filtrului:

$$I_h = Q_C + Q_{AR} / A_o \text{ (} m^3/m^2, h \text{)} \quad (8.26)$$

unde:

A_o - aria orizontală a filtrului, (m^2):

$$A_o = Q_C + Q_{AR} / I_h \text{ (} m^2 \text{)} \quad (8.27)$$

Valorile I_o și I_h se adoptă conform tabelului 8.7.

Tabelul 8.6. Parametrii de proiectare ai filtrelor biologice.

| Nr. crt. | Parametrii | U.M. | Tipul filtrului biologic | | | |
|----------|------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | | Încărcare mică | Încărcare medie | Încărcare normală | Încărcare mare |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | I_o | g $CBO_5/m^3, zi$ | ≤ 200 | 200-450 | 450-750 | 750-1100 |
| 2 | I_h | $\frac{32}{m^3/m^2, h}$ | $< 0,2$ | 0,4-0,8 | 0,6-1,2 | 0,7-1,5 |
| 3 | d_{xb} | % | $> 85\%$ (medie 92%) | $> 80\%$ (medie 88%) | $> 75\%$ (medie 83%) | $> 70\%$ (medie 77%) |
| 4 | $x^{adm}_{5,uz}$ | mg/l | ≤ 20 | ≤ 25 | ≤ 30 | ≤ 45 |

unde:

I_o - încărcarea organică a filtrului (g $CBO_5/m^3, zi$);

I_h - încărcarea hidraulică a filtrului, ($m^3/m^2, h$);

d_{xb} - gradul de epurare necesar pentru CBO_5 , din treapta de epurare biologică, (%);

$x^{adm}_{5,uz}$ - concentrația în CBO_5 a efluentului, impusă de NTPA 001- 2002, (mg/l);

e) Înălțimea totală a stratului de material filtrant H , va avea valori cuprinse între 2,0 și 4,0 m:

$$H = \frac{V_{mf}}{A_o} = x_{5,uz}^b \cdot \frac{I_h}{I_o} \quad (\text{m}) \quad (8.28)$$

f) Eficiența ansamblului filtru biologic-decantor secundar se poate calcula pentru schema cu o singură treaptă de epurare biologică, cu formula:

$$E = \frac{1}{1+0,014 \cdot \sqrt{\frac{I_h}{F_h}}} \quad (8.29)$$

unde: I_o și I_h - definite anterior;

Trebuie îndeplinită condiția:

$$E > = d_{xb} \quad (8.30)$$

(4) În cazul când există treaptă dublă de epurare cu filtre biologice, eficiența celei de-a doua trepte se calculează cu relația (8.29) în care se introduce încărcarea organică considerată pentru treapta a doua.

(5) 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.

(6) Forma constructivă în plan a filtrului biologic depinde de sistemul de distribuție a apei pe filtru; se adoptă circulară pentru distribuțiile rotative și dreptunghiulară pentru distribuția cu sprinklere, conducte și jgheaburi perforate sau distribuitoare cu deplasare longitudinală (tip "du-te vino"). Numărul minim al cuvelor de filtrare este $n = 2$; dacă se adoptă o singură cuvă, atunci se va prevedea posibilitatea de ocolire (by-pass) a cuvei.

8.1.2.3. Filtre biologice (percolatoare) turn

(1) Sunt instalații de epurare biologică care se desfășoară pe înălțime, având formă circulară în plan și raportul dintre înălțime și diametru $(H/D) = (6/1) \div (8/1)$. Filtrele biologice turn sunt utilizate pentru ape uzate puternic încărcate cu substanțe organice (fabrici de conserve, sanatorii, clinici veterinare) și pentru epurarea biologică a apelor uzate provenite de la localități cu până la 10.000 locuitori echivalenți.

(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.

(3) Se recomandă să se adopte înălțimi de turn de până la 10 m pentru epurarea apelor uzate cu o concentrație în CBO_5 la intrarea în filtru $x_{5,uz}^b = 200 \text{ mg/dm}^3$ și de până la 15 m pentru ape uzate cu $x_{5,uz}^b = 300 \text{ mg/dm}^3$.

(4) - (5) 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) Încărcarea organică a materialului filtrant $I_o = 500...1800 \text{ g } CBO_5/\text{m}^3$ material filtrant.

(6) Încărcarea hidraulică I_h poate fi considerată până la 120 m^3 apă uzată/ m^2, zi (5 m^3 apă uzată/ m^2, h).

(7) La acest tip de filtre, recircularea apei epurate este rar utilizată. La partea inferioară a fiecărei trepte de filtrare se vor prevedea ferestre pentru asigurarea ventilației și tirajului. De asemenea, se vor prevedea, pentru fiecare treaptă, deschideri care să permită încărcarea, respectiv evacuarea materialului filtrant.

8.1.2.4. Contactori biologici rotativi

(1) Contactorii biologici rotativi (cunoscuți sub denumirea Rotating Biological Contactors - RBC) sunt instalații de epurare alcătuite din discuri din material plastic scufundate 35-40% din diametru în apa uzată decantată primar, care se rotesc lent (1-3 rot/min.) Sunt cunoscute și sub denumirea de Filtre Biologice cu Discuri (FBD), iar discurile constituente se mai numesc biodiscuri. (fig. 8.3).

(2) Filtrele biologice cu discuri au rolul de a asigura mineralizarea și eliminarea substanțelor organice biodegradabile aflate în stare coloidală sau dizolvată din apele uzate decantate primar. Pot fi utilizate și în scheme de epurare prin care se urmărește nitrificarea, denitrificarea și reținerea fosforului din apele uzate.

(3) Filtrele biologice cu discuri se amplasează în fluxul tehnologic după decantoarele primare și în amonte decantoarelor secundare. Decantorul primar și decantorul secundar nu pot lipsi din schema de epurare care conține filtre biologice cu discuri.

(4) În schemele de epurare cu filtre biologice cu discuri nu se recirculă, nici apa epurată, nici nămolul biologic.

(5) 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. 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 $d = 10...15 \text{ mm}$ și se asamblează pe un ax, în pachete, distanța optimă dintre discuri considerându-se, $w = 20 \text{ mm}$. Distanța dintre biodiscuri și radierul bazinului este importantă.

(6) 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. Ele pot fi realizate sub forma unor instalații monobloc modulate pentru anumite valori ale debitului de ape uzate.

(7) Valorile principalelor parametri de proiectare ai filtrelor biologice cu discuri sunt prezentați în tabelul 8.8.

Tabelul 8.7. Valorile parametrilor de proiectare ai FBD

| Nr. crt. | Parametru | Simbol | U.M. | Tipul epurării | | |
|----------|--|--------------------------------|--|---------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| | | | | Convențională | Cu nitrificare simultană | Cu nitrificare în bazine separate |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Încărcarea hidraulică | I_h | $\text{m}^3/\text{m}^2, \text{zi}$ | 0,08 - 0,16 | 0,03 - 0,08 | 0,04 - 0,10 |
| 2 | Încărcarea organică specifică ¹⁾ | $SCBO_5^{2)}$ $TCBO_5^{3)}$ | $\text{g}/\text{m}^2, \text{zi}$ $\text{g}/\text{m}^2, \text{zi}$ | 3,7 - 10,0 10,0 - 17,0 | 2,5 - 7,3 7,3 - 15,0 | 0,5 - 1,5 1,0 - 3,0 |
| 3 | Încărcarea organică specifică maximă din prima treaptă ¹⁾ | $SCBO_5^{2)}$ $TCBO_5^{3)}$ | $\text{g}/\text{m}^2, \text{zi}$ $\text{g}/\text{m}^2, \text{zi}$ | 20 - 30 40 - 60 | 20 - 30 40 - 60 | - |
| 4 | Încărcarea specifică în NH_3 | | $\text{g}/\text{m}^2, \text{zi}$ | - | 0,73 - 1,5 | 1,0 - 2,0 |
| 5 | Timpul de retenție | t | h | 0,7 - 1,5 | 1,5 - 4,0 | 1,2 - 2,9 |

| | | | | | | |
|---|--|--------------------------------|-------------------------|---------|--------|--------|
| 6 | Concentrația în CBO_5 a efluentului | $x_{\text{adm}}_{\text{Suz}}$ | mg/dm^3 | 15 - 30 | 7 - 15 | 7 - 15 |
| 7 | Concentrația în NH_3 a efluentului | $C_{\text{adm}}_{\text{NH}_3}$ | mg/dm^3 | - | < 2 | 1 - 2 |

- 1) Temperatura apei uzate > 13 °C;
 - 2) SCBO_5 - consum biochimic de oxigen solubil;
 - 3) TSCBO_5 - consum biochimic de oxigen total;
- Notă: Încărcarea hidraulică, organică specifică în NH_3 se raportează la aria biodiscurilor:

$$A = \sum x n \times 0,785 \times D^2 \text{ (m}^2\text{);}$$

n - numărul de biodiscuri; D - diametru biodiscuri, (m);

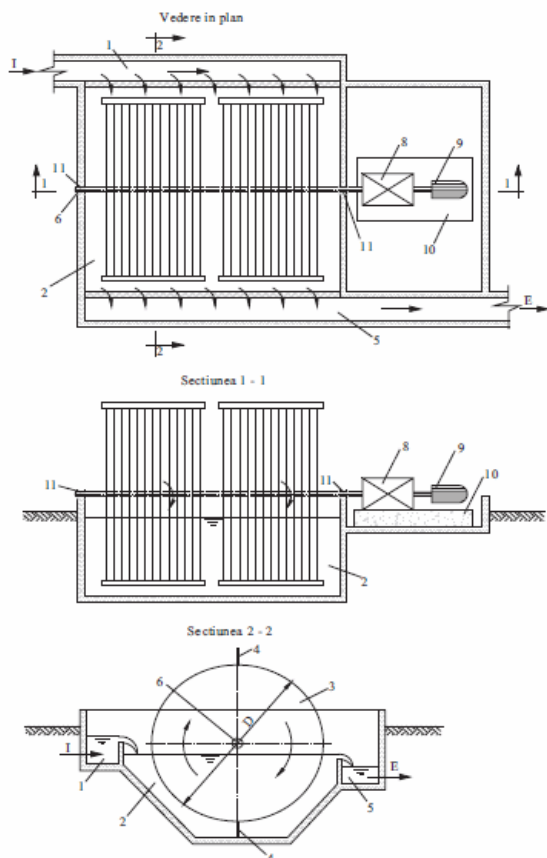


Figura 8.3. Filtru biologic cu discuri. I - influent; E - efluent; 1 - rigolă de admisie a apei decantate primar în instalația de filtrare; 2 - jgheab în care sunt cufundate biodiscurile; 3 - biodisc; 4 - riglă pentru împiedecarea depunerilor; 5 - rigolă de colectare; 6 - ax; 7 - pachet din biodiscuri; 8 - motoreductor; 9 - motor electric; 10 - postament de beton; 11 - lagăr.

8.1.2.5. Bazine cu nămol activat - epurare biologică cu biomasă în suspensie

(1) Bazinele cu nămol activat (BNA), denumite și bazine de aerare, sunt construcții în care se realizează procesul de epurare biologică a apelor uzate în prezența oxigenului introdus artificial prin aerare și a nămolului activat de recirculare (fig. 8.4). Fenomenul este analog celui de autoepurare a cursurilor de apă, dar mult intensificat prin aerare artificială și prin recircularea nămolului activat.

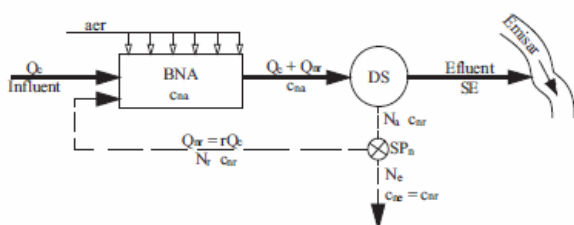


Figura 8.4. Schemă generală de epurare convențională cu bazine cu nămol activat

- Q_c - debitul de calcul;
- Q_{nr} - debitul de nămol recirculat;
- c_{na} - concentrația nămolului activat;
- c_m - concentrația nămolului de recirculare;
- N_a - cantitatea de nămol activat;
- N_r - cantitatea de nămol recirculat;
- N_e - cantitatea de nămol în exces;

(2) Bazinele cu nămol activat realizează amestecul:

a) apei uzate, conținând substanțe organice care constituie hrana bacteriilor mineralizatoare (așa numitul substrat organic);

- b)** aerul, care conține oxigen și care este furnizat prin procedee mecanice, pneumatice,
- c)** mixte sau cu jet;
- d)** 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.
- (3)** Amestecul celor 3 elemente trebuie să se facă astfel încât, indiferent de procesul de aerare să fie îndeplinite condițiile esențiale:
- a)** să se introducă oxigenul necesar desfășurării proceselor bio-chimice din bazinul de aerare;
- b)** să se realizeze o bună omogenizare a celor trei elemente (apa uzată, aerul și nămolul activat de recirculare);
- c)** să fie evitată depunerea flocoanelor de nămol în orice punct din bazinul de aerare;
- (4)** Bacteriile participante în proces sunt de tip aerob; se găsesc totdeauna în apa uzată decantată primar 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".
- (5)** 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. La consumuri de energie necesare pentru aerarea apei reduse, în condițiile asigurării unui grad de epurare dat, procedeele de aerare devin avantajoase.
- (6)** 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.
- (7)** Bazinele de aerare se prevăd:
- a)** cu 2, 3 sau 4 compartimente pentru stații cu $Q_{uz,max,zi} < 250 \text{ dm}^3/\text{s}$;
- b)** cu 1 compartiment, pentru stații cu $Q_{uz,max,zi} < 25 \text{ l/s}$ (cu dotare by-pass);
- (8)** În schemele stațiilor de epurare unde nu sunt prevăzute decantoare primare, se va avea în vedere ca la debitul de verificare (Q_v), concentrația de oxigen dizolvat în bazin să nu scadă sub $0,50 \text{ mg O}_2/\text{l}$, iar durata de aerare să fie mai mare de 2h.
- (9)** Clasificarea bazinelor cu nămol activat se face după mai multe criterii:
- a)** După procedeul de aerare:
- i. cu aerare pneumatică;
 - ii. cu aerare mecanică;
 - iii. cu aerare mixtă.
 - iv. cu jet;
- b)** După variația concentrației nămolului activat din bazinul de aerare:
- i. omogene (cu amestec complet);
 - ii. neomogene (tip piston) - concentrația nămolului activat descrește spre aval în lungul bazinului;
- c)** După modul de distribuție (repartiție) a apei uzate și nămolului de recirculare, bazinele de aerare neomogene pot fi:
- i. cu apa și nămolul activat de recirculare introduse concentrat în capătul amonte al bazinului (aerare convențională);
 - ii. cu distribuția fracționată a apei în lungul bazinului (step-feed);
 - iii. cu distribuția fracționată a nămolului de recirculare în lungul bazinului;
 - iv. cu distribuția fracționată a apei și a nămolului de recirculare în lungul bazinului;
 - v. cu regenerarea nămolului de recirculare (stabilizare de contact);
 - vi. cu aerare prelungită;
- d)** După numărul treptelor de epurare biologică, pot exista bazine cu nămol activat:
- i. într-o singură treaptă;
 - ii. în două trepte;
- e)** După încărcarea organică a nămolului I_{on} (kg $\text{CBO}_5/\text{kg s.u.,zi}$), BNA pot fi:
- i. cu aerare prelungită: $I_{on} < 0,1 \text{ kg CBO}_5/\text{kg s.u.,zi}$;
 - ii. de încărcare mică: $0,1 \text{ kg CBO}_5/\text{kg s.u.,zi} < = I_{on} < 0,3 \text{ kg CBO}_5/\text{kg s.u.,zi}$;
 - iii. de încărcare medie: $0,3 \text{ kg CBO}_5/\text{kg s.u.,zi} < = I_{on} < 0,6 \text{ kg CBO}_5/\text{kg s.u.,zi}$;
 - iv. de încărcare mare: $0,6 \text{ kg CBO}_5/\text{kg s.u.,zi} < = I_{on} < 1,5 \text{ kg CBO}_5/\text{kg s.u.,zi}$;
 - v. cu aerare modificată: $I_{on} > = 1,5 \text{ kg CBO}_5/\text{kg s.u.,zi}$;
- f)** După natura procesului de aerare, BNA pot fi:
- i. convenționale (tip piston);
 - ii. cu amestec complet;
 - iii. cu aerare descrescătoare (tip con);
 - iv. cu alimentare fracționată (step - feed);
 - v. cu aerare modificată;
 - vi. cu stabilizare de contact sau cu regenerarea nămolului;
 - vii. cu aerare prelungită;
 - viii. cu aerare de mare încărcare (high - rate aeration);
 - ix. cu utilizarea procedeeului Kraus;
 - x. cu insuflare de oxigen pur;
 - xi. șanțuri de oxidare;
 - xii. cu aerare în foraj de adâncime;
- (10)** Bazinele cu nămol activat sunt în general neacoperite, cu excepția cazului în care se aplică procedeul de insuflare a oxigenului pur și a unor situații speciale impuse de protecția sanitară a mediului înconjurător (stații de epurare subterane, în clădiri, în zone intens locuite).
- (11)** Forma în plan a bazinelor cu nămol activat poate fi rectangulară, circulară, inelară (șanțurile de oxidare de exemplu) și mixtă (dreptunghiulară și cu capetele de forma unui semicerc).
- (12)** 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 și la adâncimi $> = h$ îngheț.

(13) Bazinele de aerare pot fi realizate din beton armat sau metal; la stații de epurare mici modulele de epurare pot fi realizate în uzină sau direct pe amplasament, din materiale plastice, oțel inox sau metal protejat împotriva coroziunii.

(14) Principalele componente ale bazinelor cu nămol activat (fig. 8.5) sunt:

a) bazinul (sau cuva) în care are loc procesul;

b) conductele de transport și distribuție a aerului și dispozitivele de insuflare a aerului (difuzoare, panouri, tuburi, furtunuri);

c) pasarelele de susținere a sistemelor de aerare și de acces la acestea, la armăturile de reglaj situate pe conductele de aer sau apă uzată, la aparatura de măsură și control;

d) aparatura de măsură, control, și automatizare.

e) canale sau conducte de acces și de evacuare a apei uzate și a nămolului de recirculare în/din bazinele de aerare, precum și stavilele aferente;

(15) Decantoarele primare pot lipsi din schema stației de epurare în situațiile:

a) când apele uzate ce urmează a fi epurate au proveniență exclusiv menajeră și debite $Q_{uz,max,or} < 200 \text{ dm}^3/\text{s}$;

b) când eficiența decantării prin sedimentare gravimetrică (reținerea materiilor în suspensie) este sub 40%;

c) când conținutul în substanță organică este redus ($CBO_5 < 150 \text{ g O}_2/\text{m}^3$);

d) când epurarea se realizează în instalații biologice compacte de capacitate redusă;

(16) Valorile parametrilor de proiectare ai bazinelor de nămol activat sunt prezentate în tabelul următor.

Tabelul 8.8. Valorile parametrilor de dimensionare pentru bazinele cu nămol activat.

| Nr. crt. | Tipul epurării | t_n (zile) | I_{on} (kg CBO ₅ / kg s.u./zi) | I_{ob} (kg CBO ₅ / m ³ ,zi) | c_{na} (mg/ dm ³) | t_a (h) | r (%) |
|----------|---|-----------------|---|---|---|--|----------------------|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Aerare de mare încărcare | 0,5 - 2 | 1,5 - 2 | 1,2 - 2,4 | 200 - 1000 | 1,5 - 3 | 100 - 150 |
| 2 | Stabilizare de contact | 5 - 10 | 0,2 - 0,6 | 1,0 - 1,3 | 1000 - 3000 ^a 6000 - 10000 ^b | 0,5 - 1 ^a 2 - 4 ^b | 50 - 150 |
| 3 | Aerare cu introducerea de oxigen pur | 1 - 4 | 0,5 - 1 | 1,3 - 3,2 | 2000 - 5000 | 1 - 3 | 25 - 50 |
| 4 | Curgere "tip piston" convențională | 3 - 15 | 0,2 - 0,4 | 0,3 - 0,7 | 1000 - 3000 | 4 - 8 | 25 - 75 ^d |
| 5 | Alimentare fracționată | 3 - 15 | 0,2 - 0,4 | 0,7 - 1,0 | 1500 - 4000 | 3 - 5 | 25 - 75 |
| 6 | Amestec complet | 3 - 15 | 0,2 - 0,6 | 0,3 - 1,6 | 1500 - 3000 | 4 - 8 | 25 - 75 ^d |
| 7 | Aerare prelungită | 20 - 40 | 0,04 - 0,1 | 0,1 - 0,3 | 2000 - 5000 | 20 - 30 | 50 - 150 |
| 8 | Șanțuri de oxidare | 15 - 30 | 0,04 - 0,1 | 0,1 - 0,3 | 3000 - 5000 | 15 - 30 | 75 - 150 |
| 9 | Procese de aerare și decantare grupate în același bazin | 15 - 25 | 0,04 - 0,1 | 0,1 - 0,3 | 2000 - 5000 ^c | 20 - 40 | NA |
| 10 | Bazine cu funcționare secvențială | 10 - 30 | 0,04 - 0,1 | 0,1 - 0,3 | 2000 - 5000 | 15 - 40 ^c | NA |
| 11 | Aerare distribuită | 10 - 30 | 0,04 - 0,1 | 0,1 - 0,3 | 2000 - 4000 | 15 - 40 | 25 - 75 ^d |

a) Concentrația nămolului activat și timpul de retenție în bazinul de contact;

b) Concentrația nămolului activat și timpul de retenție în bazinul de stabilizare;

c) Utilizată și la vârste ale nămolului intermediare;

d) Pentru nitrificare, ratele pot fi crescute cu 25 - 50 %;

NA - neaplicabil.

unde:

T_N - vârsta nămolului, (zile);

I_{on} - încărcarea organică a nămolului, (kg CBO₅/ kg s.u./zi);

I_{ob} - încărcare organică a bazinului, (kg CBO₅/ m³,zi);

c_{na} - concentrația nămolului activat, (mg/dm³);

$t_a = V/Q_c$ - timpul de retenție la debitul de calcul, (h);

V - volumul bazinului, (m³);

$r = Q_{nr}/Q_c$ - rata de recirculare a nămolului, (%);

Q_{nr} - debitul de recirculare, (m³/zi);

Q_c - debitul de calcul, (m³/zi);

8.1.2.6. Parametrii de dimensionare ai bazinelor de aerare (BNA)

(1) Debitul de dimensionare și verificare:

- dimensionare: $Q_c = Q_{uz,max,zi}$;

- verificare: $Q_v = Q_{uz,max,or} + Q_{nr,max,i}$;

(2) Concentrația substanței organice biodegradabile exprimată în CBO₅:

$$x_{5,uz}^b = (1 - e_{xd}) \cdot (1 - e_x) \cdot x_{5,uz} \text{ (mg/l)} \quad (8.31)$$

unde:

$x_{5,uz}^b$ - concentrația în CBO₅ pentru influentul treptei biologice (mg O₂/l);

e_{xd} - eficiența treptei de degrosare privind reținerea CBO₅, (%);

e_x - eficiența decantorului primar privind reținerea CBO₅, (%);

$x_{5,uz}$ - concentrația în CBO₅ a apelor uzate influente în stația de epurare, (mg O₂/l);

(3) Cantitatea de substanță organic biodegradabilă influentă în BNA:

$$C_b = x_{5,uz}^b \times Q_c \text{ (kg CBO}_5/\text{zi)} \quad (8.32)$$

unde:

$x_{5,uz}^b, Q_c$ - definite anterior.

(4) Cantitatea de substanță organică eliminată în treapta biologică:

$$C_b = C_b - C_{ev} \text{ (kg CBO}_5\text{/zi)} \quad (8.33)$$

unde:

C_b - definit la pct. 3 cf. relației (8.32);

C_{ev} - cantitatea de substanță evacuată zilnic în emisar:

$$C_{ev} = x_{5,uz}^{adm} \cdot Q_c \text{ (kg CBO}_5\text{/zi)} \quad (8.34)$$

unde:

$x_{5,uz}^{adm}$ - concentrația substanței organice impusă la evacuarea în emisar, (mg O₂/l);

(6) Încărcarea organică a bazinului:

$$I_{ob} = C_b/V \text{ (kg CBO}_5\text{/m}^3 \text{ b. a., zi)} \quad (8.35)$$

unde:

C_b - definit la pct. 3) cf. relației (8.32);

V - volumul util al bazinului de aerare, (m³);

(7) Încărcarea organică a nămolului:

$$I_{on} = C_b/N_a \text{ (kg CBO}_5\text{/ kg s. u., zi)} \quad (8.36)$$

unde:

C_b - definit la pct. 3), conform relației (8.32);

N_a - cantitatea de biomasă existentă în bazinul de aerare, (kg s.u.);

(8) Încărcarea hidraulică a bazinului:

$$I_h = Q_c/V \text{ (m}^3\text{a.uz/m}^3\text{b.a.,zi)} \quad (8.37)$$

unde:

Q_c, V - definite anterior;

(9) Concentrația nămolului activ din bazinul de aerare (valori orientative tab. 8.10):

$$c_{na} = N_a/V = I_{ob}/I_{on} \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (8.38)$$

unde:

N_a, V, I_{ob}, I_{on} - definite anterior;

Tabelul 8.9. Valori ale concentrației nămolului activat.

| Tipul epurării | Concentrația în substanță uscată c_{na} (kg/m ³) | |
|--|--|------------------------|
| | cu decantare primară | fără decantare primară |
| 0 | 1 | 2 |
| Fără nitrificare | 2,5 - 3,5 | 3,5 - 4,5 |
| Cu nitrificare 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 |

(10) Indicele volumetric al nămolului (Indexul lui Mohlmann) exprimă volumul de nămol care revine unui gram de substanță uscată după o sedimentare de 30 de minute a probei de nămol și se exprimă în cm³/g; reprezintă raportul dintre volumul de nămol separat într-un con Imhoff de 1 dm³, umplut până la reper, după o sedimentare de 30 de minute și cantitatea de substanță uscată aferentă acestui volum după etuvare.

a) Valori ale indicelui de nămol $I_{VN} = 50...150$ cm³/g indică o bună sedimentare în decantoarele secundare; pentru valori $I_{VN} > 200$ cm/g, procesul de sedimentare este necorespunzător, obținându-se un nămol înfoiat, cu proprietăți de decantare extrem de reduse și care poate conduce la flotarea acestui nămol în decantorul secundar.

b) Indicele nămolului poate fi exprimat în ml/l (cm³/dm³), caz în care poartă denumirea de sediment sau indice comparativ al nămolului și reprezintă raportul dintre volumul de nămol separat într-un con Imhoff de 1dm³, umplut până la reper, după o sedimentare de 30 de minute și volumul inițial al probei de nămol;

i. pentru $I_{on} \leq 0,3$ kg CBO₅/ kg s.u.,zi -> $I_{VN} = 100$ cm³/g;

ii. pentru $I_{on} > 0,3$ kg CBO₅/ kg s.u.,zi -> $I_{VN} = 150$ cm³/g;

(11) Concentrația nămolului de recirculare (concentrația nămolului în exces):

$$c_{nr} = c_{ne} = \frac{1.000}{I_{VN}} = c_{na} \cdot \frac{r + 100}{r} \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (8.39)$$

unde:

I_{VN} - definit anterior;

r - coeficientul de recirculare al nămolului:

$$r = \frac{Q_{nr}}{Q_c} \cdot 100 = \frac{c_{na}}{c_{nr} - c_{na}} \cdot 100 = \frac{c_{na} \cdot I_{VN}}{1.000 - c_{na} \cdot I_{VN}} \text{ (%) } \quad (8.40)$$

unde:

Q_c - debitul de calcul, definit anterior;

c_{na}, c_{nr}, I_{VN} - definiți anterior;

Q_{nr} - debitul de nămol recirculat, (m³/zi);

(12) Debitul de nămol în exces:

$$Q_{ne} = \frac{c_{na} \cdot V - T_N \cdot Q_c \cdot c_{uz}^{adm}}{T_N \cdot (c_{ne} - c_{uz}^{adm})} \text{ (m}^3\text{/zi)} \quad (8.41)$$

unde:

c_{na}, C_{ne}, V, Q_c - definite anterior;

c_{uz}^{adm} - concentrația în MTS impusă la evacuarea în emisar, (mg/l);

T_N - vârsta nămolului, definită de relația (8.43);

(13) Cantitatea specifică de nămol, n_{es} , se alege în funcție de tipul epurării (tab. 8.11):

$$n_{es} = \frac{N_e}{C_b'} \text{ (kg s. u./kg CBO}_5 \text{ redus)} \quad (8.42)$$

unde:

$N_e = Q_{ne} \times c_{ne}$ - cantitatea de substanță uscată corespunzătoare volumului în exces, (kg s.u/zi);

C_b' - definit cu relația (8.33);

Tabelul 8.10. Valori ale cantității specifice de nămol.

| n _{es} (kg s.u./ kg CBO ₅ redus) | | | |
|--|---|------------------------|-------------------|
| Tipul epurării biologice | | | |
| Epurare convențională | | Epurare cu nitrificare | Aerare prelungită |
| X _{5uz} ^{adm} < = 20 mg/l | X _{5uz} ^{adm} < = 30 mg/l | | |
| 0,6 - 0,8 | 0,7 - 0,9 | 0,5 - 0,7 | 0,35 - 0,5 |

(14) Umiditatea nămolului

Umiditatea nămolului în exces se va considera în calcule 99 - 99,2 %.

(15) Vârsta nămolului se definește ca raportul dintre cantitatea de materii solide în suspensie existentă în BNA și cantitatea de materii solide în suspensie eliminată din sistemul bazin - decantor secundar:

$$T_N = \frac{c_{na} \cdot V}{(Q_c - Q_{ne}) \cdot c_{uz}^{adm} + Q_{ne} \cdot c_{ne}} \text{ (zile)} \quad (8.43)$$

unde:

c_{na} , c_{ne} , V , Q_c , Q_{ne} , c_{uz}^{adm} - definiți anterior;

Vârsta nămolului este un parametru important în epurarea biologică și epurarea avansată a apelor uzate; valorile recomandate depind de tipul epurării (tab. 8.12).

Tabelul 8.11. Valori recomandate pentru vârsta nămolului.

| Nr. crt. | Tipul epurării | Mărimea stației de epurare | | | |
|----------|--|--|-------------------|--|-------------------|
| | | C _b < 1.200 kg CBO ₅ /zi | | C _b > 6.000 kg CBO ₅ /zi | |
| | | Temperatura de dimensionare | | | |
| | | 10 ⁰ C | 12 ⁰ C | 10 ⁰ C | 12 ⁰ C |
| 0 | 1 | 2 | | 3 | |
| 1 | Fără nitrificare | 5,0 zile | | 4,0 zile | |
| 2 | Cu nitrificare | 10 zile | 8,2 zile | 8 zile | 6,6 zile |
| 3 | Cu nitrificare-denitrificare V _D /V = 0,20 | 12,5 zile | 10,3 zile | 10 zile | 8,3 zile |
| 4 | V _D /V = 0,30 | 14,3 zile | 11,7 zile | 11,4 zile | 9,4 zile |
| 5 | V _D /V = 0,40 | 16,7 zile | 13,7 zile | 13,1 zile | 11,0 zile |
| 6 | V _D /V = 0,50 | 20,0 zile | 16,4 zile | 16,0 zile | 13,2 zile |
| 7 | Cu stabilizarea aerobă a nămolului, inclusiv eliminarea azotului | 25 zile | | Recomandabil peste 20 zile | |

unde:

C_b - definit de relația (8.32), (kg/zi);

$x_{5,uz}^b$ - concentrația CBO₅ influentă în reactorul biologic, (mg/l);

Q_c - debitul de calcul, conform § 8.1.1;

V_D - volumul zonei de denitrificare, (m³);

V - volumul total al bioreactorului, (m³);

(16) Cantitatea de oxigen necesară se determină cu relația:

$$O_n = O_{ns} \times V \text{ (kg O}_2 \text{/zi)} \quad (8.44)$$

unde:

O_{ns} - oxigenul necesar specific, (kg O₂/ m³ b.a.,zi);

V - volumul bazinului, (m);

Valorile oxigenului necesar specific, după tipul de epurare biologică sunt prezentate în tabelul 8.13.

Tabelul 8.12. Valori ale O_{ns} după tipul de epurare biologică.

| O _{ns} (kg O ₂ / m ³ b.a.,zi) | | | |
|--|---|------------------------|-------------------|
| Tipul epurării biologice | | | |
| Epurare convențională | | Epurare cu nitrificare | Aerare prelungită |
| X _{5uz} ^{adm} < = 20 mg/l | X _{5uz} ^{adm} < = 30 mg/l | | |
| 1,12 | 1,44 | 0,79 | 0,47 |

(17) Capacitatea de oxigenare necesară:

$$CO_{h, nec} = \frac{1}{24} \cdot O_n \cdot \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{c_s}{c_{SA} - c_B} \cdot \left(\frac{K_{10}}{K_T} \right)^{1/2} \cdot \frac{760}{p} \text{ (kg O}_2 \text{/h)} \quad (8.45)$$

unde:

O_n - cantitatea de oxigen necesară, (kg O₂/zi);

α - raportul dintre capacitatea de transfer a oxigenului în apa uzată și capacitatea de transfer a oxigenului în apa curată; se consideră $\alpha = 0,7 \dots 0,9$;

c_{SA} - concentrația de saturație a oxigenului dizolvat în apă curată, în condiții standard (760 mm col. Hg);

c_S - concentrația de saturație a oxigenului dizolvat din bazinul de aerare la temperatura de lucru

T ; valorile c_S sunt indicate în tabelul 8.14.

Tabelul 8.13. Valorile c_S și c_{SA} pentru diferite temperaturi ale apei uzate.

| T(°C) | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
|---------------------------------|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| c_S (mg O ₂ /l) | 11,6 | 12,8 | 11,3 | 10,2 | 9,2 | 8,4 | 7,6 |
| c_{SA} (mg O ₂ /l) | 11,3 | 10,0 | 9,0 | 8,1 | 7,4 | 6,4 | 6,1 |

c_B - concentrația efectivă a oxigenului dizolvat din bazinul de aerare la temperatura T, (1..3 mg O₂/l);

K_{10} - coeficient de transfer al oxigenului în apă la T = 10 °C;

K_t - coeficient de transfer al oxigenului în apă la T°C (tab. 8.15);

$(k_{wT})^{1/2}$

Tabelul 8.14. Valorile $(K_{10}/K_T)^{1/2}$ pentru diferite temperaturi ale apei uzate.

| T°C | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|----------------------|--------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|
| $(K_{10}/K_T)^{1/2}$ | 1,01/9 | 1,0 | 0,982 | 0,964 | 0,946 | 0,928 | 0,911 | 0,885 | 0,878 | 0,861 | 0,845 | 0,83 | 0,815 | 0,799 | 0,784 | 0,77 |

p - presiunea barometrică medie anuală a aerului din localitatea respectivă;

(18) Debitul de aer necesar a fi insuflat:

$$Q_N = \frac{CO_{h,nec}}{c'_0 \cdot H_i} \quad (N \text{ m}^3 \text{ aer/h}) \quad (8.46)$$

unde:

$CO_{h,nec}$ - definit de relația (8.44);

c'_0 - capacitatea specifică nominală de oxigenare în apa uzată se determină:

$$c'_0 = 280 \times \eta_m \quad (g \text{ O}_2/m^3 \text{ aer, m ad. insuflare}) \quad (8.47)$$

unde:

280 - cantitatea de oxigen existentă într-un m³ de aer în condiții normale, (gO₂);

η_m - randamentul specific de oxigenare, (%/ m ad. insuflare); valori curente: 6... 10

%/ m ad. insuflare;

H_i - adâncimea de insuflare (fig. 8.5): $H_i = H - a$ (m);

a - distanța dintre fața superioară a dispozitivului de insuflare a aerului în apă și față superioară a radierului, $a = 5...60$ cm (fig. 8.5);

Parametrii de proiectare ai BNA sunt prezentați în tabelul 8.9 iar o schemă generală a bazinelor de aerare este prezentată în figura 8.5.

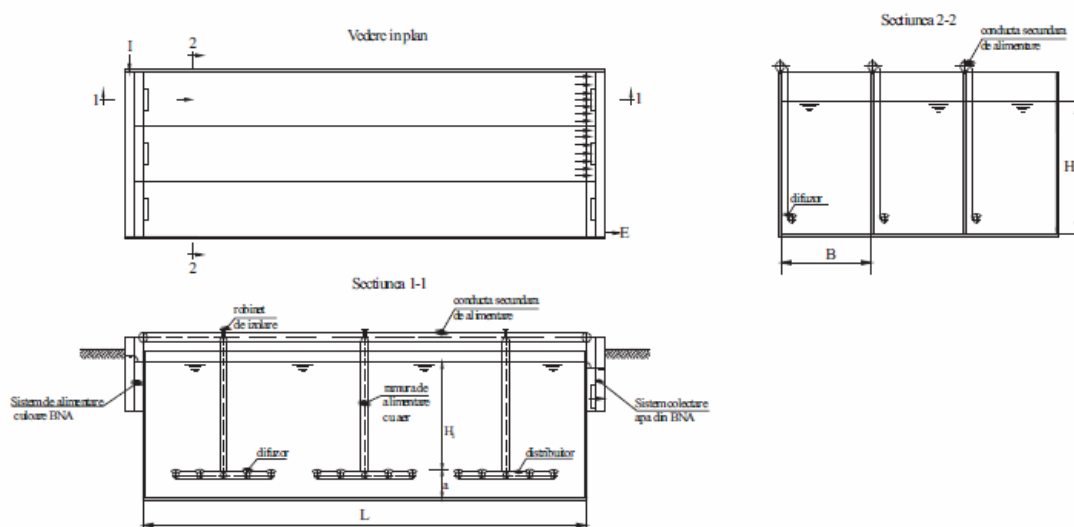


Figura 8.5. Bazin cu nămol activat.

I - influent; E - efluent;

8.1.2.6.1. Prevederi generale privind geometria bazinelor cu nămol activat

(1) Pentru majoritatea bazinelor cu nămol activat, curgerea apei este de tip piston, apa uzată și nămolul activat fiind introduse în capătul amonte al bazinelor.

(2) Numărul minim al compartimentelor aferente unui bazin de aerare va fi două linii care vor funcționa independent.

Un compartiment poate fi alcătuit din unul sau mai multe culoare de aerare.

(3) La bazinele cu nămol activat cu insuflarea asimetrică a aerului (lângă unul din pereți) sunt valabile relațiile:

$$B/H = 1,5 \quad (8.48)$$

$$L/B = 10...15 \quad (8.49)$$

$$H = 3,0...6,0 \text{ (m)} \quad (8.50)$$

unde:

B - lățimea unui culoar (fig. 8.5), (m);

L - lungimea culoarului și a bazinului (fig. 8.5), (m);

H - adâncimea utilă a apei în bazin (fig. 8.5), (m);

Dacă insuflarea se face uniform pe tot radierul bazinelor, relațiile de mai sus nu mai sunt obligatorii.

(4) Alegerea adâncimii utile a apei în BNA depinde de:

a) procedeele de aerare: mecanic, pneumatic;

b) mărimea bulelor de aer realizate în masa de apă astfel:

- bule fine: $d_b \leq 3$ mm;

- bule medii: $d_b = 4 - 6$ mm;

- bule mari: $d_b > 6$ mm;

c) tipul dispozitivelor de aerare;

(3) Funcție de acești parametrii pentru bazinele de aerare cu nămol activ se adoptă adâncimea utilă $H = 3 \dots 6$ (m). Volumul bazinelor de aerare se determină cu relația:

$$V = C_b / I_{ob} \text{ (m}^3\text{)} \quad (8.51)$$

unde:

C_b - definită de relația (8.32)

Q_c - debitul de calcul, (m³/zi);

$x^b_{5,uz}$ - definit de relația (8.31), (kg/m³);

I_{ob} - încărcarea organică a bazinului de aerare; se adoptă conform tab. 8.13, (kg CBO₅/m b.a,zi);

(4) Lungimea bazinelor de aerare se determină cu relația:

$$L = v/n_b \times n_c \times B \times H \text{ (m)} \quad (8.52)$$

unde:

V - volumul util al bazinelor de aerare rezultat conform relației (8.51), (m³);

n_b - numărul de compartimente;

n_c - numărul de culoare/ compartiment;

B, H , au fost definite anterior, (m);

(7) Alegerea dimensiunilor geometrice ale bazinelor cu nămol activat va lua în considerație spațiul disponibil în incinta stației de epurare și legăturile tehnologice cu celelalte obiecte existente sau proiectate (decantor primar, decantor secundar, stații de pompare a nămolului).

8.1.2.6.2. Dispozitive de insuflare a aerului

(1) Alegerea dispozitivelor de insuflare a aerului se va realiza pe baza unui studiu de opțiuni luând în considerație:

a) costul unitar/m² de bazin al dispozitivelor de insuflare;

b) indicele energetic (kg O₂/ kWh) și energia specifică medie consumată/ m³ de apă uzată;

(2) Se recomandă alegerea dispozitivelor cu un indice energetic ≥ 3 kg O₂/ kWh.

(3) Difuzoare cu discuri sau domuri de aerare - Se realizează sub forma unor difuzoare cu diametrul de 18...30 cm care se montează prin înșurubare sau prin lipire cu adezivi speciali pe o rețea din conducte amplasată în apropierea sau chiar pe radierului bazinului.

(4) Parametrii de dimensionare:

a) debitul specific de aer are valori $q_d = 2 \dots 10$ N m³ aer/h, difuzor;

b) densitatea de amplasare pe radier a difuzoarelor este între 1 și 6 difuzoare/ m;

c) capacitatea specifică nominală de oxigenare în apa uzată c'_o ; valoarea va fi indicată de către furnizorul dispozitivului de aerare.

(5) Tuburi poroase și tuburi cu membrană elastică perforată - Sunt dispozitive formate din mai multe tuburi asamblate într-un "bloc de aerare" sau "modul de aerare"; tuburile pot fi din material poros sau din material plastic înfășurat într-o membrană elastică perforată. Porii membranei au dimensiuni de ordinul a 0,1...0,2 mm;

Lungimea tuburilor situate de o parte și de alta a unui distribuitor (tronson de conductă servind pentru distribuția aerului în tuburile de aerare) variază de la 0,50 m la 1,25 m;

Debitul specific de aer (pentru un metru liniar de tub): $q_1 = 2 \dots 8$ Nm³ aer/ h, m tub;

(6) Furtune de aerare din membrană elastică perforată

Parametrii de proiectare:

a) debit specific de aer: $q_d = 2 \dots 6$ N m aer/h, m furtun;

b) distanța dintre furtunuri: $d_o = 150, 300, 600, \text{ și } 900$ mm;

c) numărul de furtunuri pentru un panou: $n_{tp} = 2 \dots 6$ furtunuri;

d) indicele energetic: i_E (kg O₂/ kWh):

$$i_E = CO_{h,ef} / P_c \text{ (kg O}_2\text{/ kWh):}$$

unde:

$CO_{h,ef}$ - capacitatea de oxigenare orară efectivă, care poate fi asigurată de sursele de aer alese, (kg O₂/h);

P_c - puterea consumată a utilajelor de insuflare, (kW);

8.1.2.7. Bazine cu nămol activat - tehnologii speciale

A. Instalația de epurare biologică mixtă este caracterizată de ansamblul funcțional bazin - aerator realizat sub forma unui tambur rotativ, scufundat 75% din diametru în apa uzată din bazin.

(1) Cu ajutorul aeratorului se realizează o epurare biologică mixtă care presupune desfășurarea în același bazin, în condiții aerobe, a procedurilor de epurare cu peliculă fixată și cu biomasă în suspensie. Instalația se amplasează aval de obiectele tehnologice ce compun treapta de epurare mecanică.

(2) Folosirea sistemului mixt se aplică pentru următoarele tipuri de epurare biologică:

a) epurarea biologică fără nitrificarea apelor uzate (convențională);

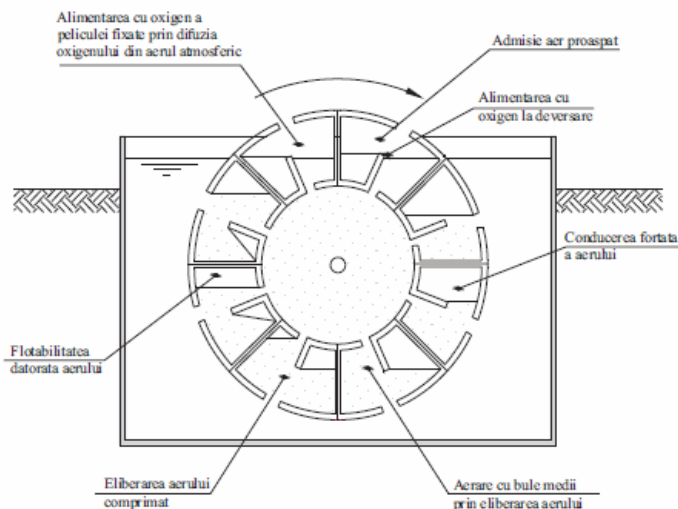
b) epurarea biologică cu nitrificarea apelor uzate;

c) epurarea biologică cu nitrificarea - denitrificarea apelor uzate;

d) epurarea biologică cu stabilizarea nămolului;

e) epurarea biologică cu nitrificare - denitrificare și stabilizarea nămolului;

f) instalații ce realizează suplimentar și eliminarea fosforului;



(3) Aeratorul este alcătuit din elemente de forma unor segmente de cerc care formează între ele celule pe pereții cărora se dezvoltă pelicula biologică (fig. 8.6). Prin rotirea aeratorului se produce aerarea apei din bazin, alimentând astfel cu oxigen microorganismele ce trăiesc în acest mediu. Când 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 medii sunt antrenate spre suprafața apei, producându-se alimentarea cu oxigen a microorganismelor mineralizatoare.

(4) 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) Parametrii de proiectare ai bazinelor de epurare biologică mixtă sunt prezentați în tabelul următor.

Tabelul 8.15. Valorile recomandate pentru parametrii de dimensionare ai bazinelor de epurare biologică mixtă.

| Nr. crt. | Parametru de proiectare | Simbol | U.M. | Tipul procesului de epurare biologică convențională | |
|----------|---|----------|--|---|-----------------------------|
| | | | | scheme cu decantor primar | scheme fără decantor primar |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Încărcarea organică a nămolului | I_{on} | kg CBO ₅ / kg s.u./zi | 0,3 | |
| 2 | Încărcarea organică a bazinului | I_{ob} | kg CBO ₅ / m ³ b.a./zi | 0,75 - 1,20 | |
| 3 | Indicele volumetric al nămolului | I_{VN} | cm ³ /g | 40 - 100 | |
| 4 | Concentrația nămolului activ | c_{na} | kg/m ³ | 4 - 6 | 4,5 - 7 |
| 5 | Cantitatea specifică de nămol în exces | n_{es} | kg s.u./kg CBO ₅ redus | 0,6 - 0,8 | |
| 6 | Reducerea specifică a substanței organice | r_s | g CBO ₅ /m ² ,zi | 10 - 18 | |
| 7 | Capacitatea de nitrificare a peliculei fixate | | g N/m ² ,zi | 4 - 8 | |

B. Bazine cu nămol activat cu funcționare secvențială

(1) Procesele din bazinele cu funcționare secvențială sunt identice cu cele din bazinele cu nămol activat, cu deosebirea că și aerarea și decantarea au loc în același bazin. Dacă în bazinele cu nămol activat procesul de aerare și decantare au loc în același timp, în bazinele cu funcționare secvențială acestea au loc secvențial.

(2) Procesul care se desfășoară într-un bazin cu funcționare secvențială este alcătuit din următoarele 5 etape (vezi fig. 8.7):

a) umplere

i. obiectiv: adăugare de substrat (apă uzată sau apă uzată decantată primar);

ii. se realizează ridicarea nivelului apei în bazin de la 25% din capacitate (la sfârșitul etapei de stand-by) la 100%;

iii. durata etapei este circa 25% din durata unui ciclu;

b) reacție (aerarea apei)

i. obiectiv: completarea reacțiilor biochimice care au fost inițiate în timpul etapei de umplere;

ii. durata etapei este ≈ 35% din durata unui ciclu;

c) decantare:

i. obiectiv: separarea solidelor din apă, pentru limpezirea acesteia;

ii. durata etapei este ≈ 20% din durata unui ciclu;

d) evacuare apă limpezită

i. obiectiv: evacuarea apei limpezite din bazin;

ii. durata etapei de evacuare poate fi cuprinsă între 5... 30% din durata unui ciclu (0,25÷2,0 h), cu o valoare uzuală de 0,75 h;

e) evacuare nămol (stand-by)

i. obiectiv: permite celei de-a doua unități să realizeze etapa de umplere;

ii. evacuarea nămolului în exces se realizează la sfârșitul fiecărui ciclu;

iii. durata etapei de evacuare este ≈ 5% din durata unui ciclu;

(3) Procesul de epurare biologică din bazinele cu funcționare secvențială nu necesită recircularea nămolului.

(4)Epurarea biologică din bazinele cu funcționare secvențială se poate realiza în următoarele cazuri:

a)epurare biologică convențională;

b)epurare biologică cu nitrificare/denitrificare;

c)epurare biologică cu nitrificare și stabilizarea aerobă a nămolului;

(5)Numărul minim de unități (bazine) cu funcționare secvențială este $n = 2$.

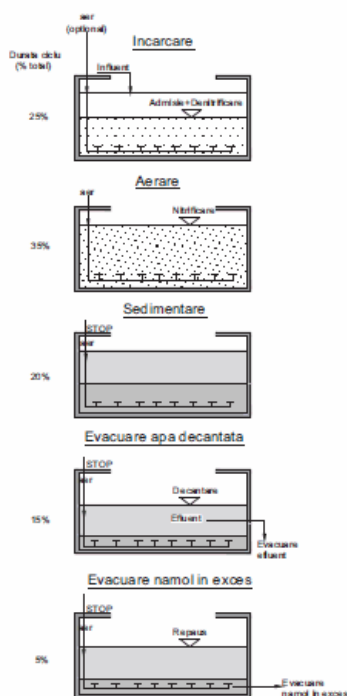


Figura 8.7. Etapele de operare pentru bazinele cu funcționare secvențială.

8.1.2.8. Pomparea nămolurilor în stațiile de epurare

(1) Pomparea nămolurilor rezultate din epurarea apelor uzate este determinată de realizarea proceselor tehnologice și/sau de diferența cotelor geodezice din teren. Pentru situațiile în care curgerea nu poate fi realizată gravitațional, transportul nămolurilor se face prin pompare.

(2) Deoarece nămolurile pompate sunt amestecuri polifazice (sisteme apoase până la paste și materiale păstoase), pompele folosite sunt de diferite tipuri, iar pentru alegerea lor trebuie să se țină seama atât de caracteristicile pompelor cât și de cele ale nămolurilor pompate.

(3) Tipurile de nămoluri pompate, întâlnite în cadrul proceselor tehnologice din stațiile de epurare ape uzate sunt: nămol primar, nămol activat de recirculare și în exces, nămol biologic, nămol activat de recirculare în amestec cu cel în exces, nămol primar în amestec cu cel biologic, nămol concentrat, nămol fermentat.

(4) Dacă din punct de vedere al exploataării ideal ar fi să se folosească același tip de pompe, caracteristicile nămolurilor și capacitatea pompelor impun utilizarea a diverse pompe funcție de cerințele proceselor tehnologice. Existența unei game variate de pompe cu rotoare având o hidraulică adecvată caracteristicilor diferite ale nămolurilor, permit proiectanților alegerea unor pompe optime atât din punct de vedere tehnologic cât și economic.

8.1.2.8.1. Stațiile de pompare a nămolurilor

(1) Destinate să vehiculeze nămolurile rezultate în urma epurării apelor uzate, stațiile de pompare sunt alcătuite din sala pompelor, conductele și grupurile de pompare propriu-zise, precum și facilitățile pentru întreținere și exploatare pentru personalul de operare.

(2) Sala pompelor adăpostește echipamentele hidromecanice, instalațiile hidraulice, instalațiile auxiliare electrice precum și aparatura de măsură și control. Sala pompelor se construiește cu o înălțime minimă de 3 m, iar amplasarea grupurilor de pompare va fi realizată astfel încât distanța între grupuri să fie de minimum 0,7 m iar între perete și grupurile de pompare să fie minimum 1 m, pentru a permite accesul personalului de exploatare și întreținere al stației.

(3) Proiectarea stației de pompare implică dimensionarea structurii care să corespundă din punct de vedere arhitectural și să se încadreze ambientului zonei astfel încât amplasamentul să fie în apropierea unei surse de energie, a drumurilor de acces.

(4) Având în vedere că funcționarea stațiilor de pompare presupune alimentarea continuă cu energie electrică; la proiectarea acestora trebuie prevăzută și o a doua sursă alternativă de energie independentă de sursa principală (un generator tip diesel care să asigure o sursă de energie continuă în caz de avarie).

(5) Mirosurile prezente în stațiile de pompare sunt o mare problemă mai ales în cazul în care stația de pompare este poziționată în locuri publice, de aceea sistemele de control a mirosului precum aerarea corespunzătoare, clorinarea sau tratarea cu apă oxigenată sau sistemele de epurare a aerului și a gazelor emanate, trebuie să fie unele din facilitățile cu care se pot echipa sistemele minimizându-se astfel impactul negativ asupra mediului.

(6) Stațiile de pompare pot fi clasificate după poziționarea echipamentului de pompare ca fiind stații de pompare cu cameră umedă sau stații de pompare cu cameră uscată. În stațiile de pompare cu cameră uscată, pompele sunt localizate într-un spațiu închis, separat de camera de aspirație, așa cum e indicat în figura 8.8. Selectarea stației de pompare cu cameră uscată sau a celei cu cameră umedă se bazează de obicei pe condițiile specifice aplicației și pe alegerea echipamentului de pompare. De exemplu, pompele submersibile și cele verticale necesită o structură cu cameră umedă, în timp ce pompele orizontale necesită o structură cu cameră uscată.

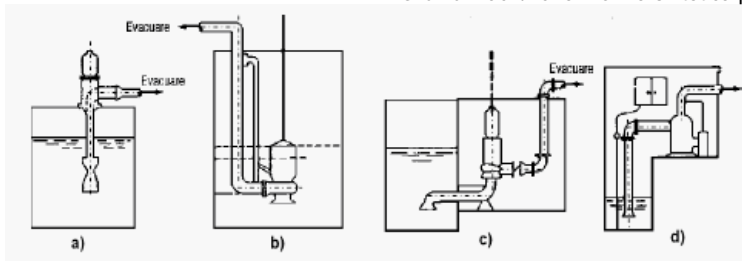


Figura 8.8. Tipuri de pompe și stații de pompare:

- a) pompă verticală poziționată în cameră umedă;
- b) pompă submersibilă poziționată în cameră umedă;
- c) pompă centrifugă poziționată în cameră uscată;
- d) pompă poziționată în cameră uscată;

8.1.2.8.2. Elemente de proiectare a instalațiilor de pompare

(1) Alegerea pompelor pentru echiparea stației de pompare nămol presupune cunoașterea următoarelor elemente:

- a) caracteristicile nămolului: tipul de nămol, proveniența acestuia, consistența, vâscozitatea;
- b) debitele vehiculate;
- c) înălțimile de pompare, calculate ținând seama de diferențele de nivel între bazinele de aspirație și refulare și pierderile de sarcină pe conducte;

(2) Numărul pompelor instalate în stația de pompare se stabilește funcție de numărul de pompe necesar în funcționare plus pompele de rezervă. Numărul pompelor de rezervă se ia orientativ, la trei pompe în funcțiune se ia una de rezervă. Numărul minim de pompe instalate în stația de pompare este de cel puțin două pompe, una în funcțiune și una de rezervă.

(3) Dimensiunile și numărul de unități de pompare pentru marile stații trebuie selectate astfel încât variațiile debitului influent să nu ducă la opriri și porniri frecvente ale pompelor, dar să se și evite prevederea unor capacități mari de depozitare.

(4) Conductele de nămol, de regulă, au pierderi de sarcină cu $50 \pm 100\%$ mai mari decât conductele ce transportă apă uzată. Riscul de subevaluare a pierderilor de sarcină crește odată cu creșterea lungimii de pompare și cu creșterea concentrației în materii solide.

(5) În stațiile de epurare nămolul se transportă pe conducte cu DN > 150 mm.

(6) Viteza nămolului în conducte trebuie să fie de 1,4 - 1,6 m/s. Vitezele mari duc la creșterea pierderilor de sarcină, iar vitezele mici la depuneri și colmatări.

(7) Conductele de nămol trebuie prevăzute cu posibilitatea de spălare pentru a se curăța blocajele de pe conducte. Grăsimile au tendința de a se lipi pe conductele de transport a nămolului sau a grăsimilor iar efectul care apare este reducerea diametrului și deci creșterea presiunii pe conductă.

8.1.2.8.3. Tipuri de pompe utilizate în vehicularea nămolului

(1) Din gama pompelor utilizate pentru transportul nămolurilor fac parte pompele centrifuge, pompele cu piston, pompele cu rotor elicoidal, pompele cu diafragmă, pompele centrifuge cu cupla, pompele air-lift, pompele cu șneac, pompele cu lobi, pompele cu tocător și pompele peristaltice.

(2) În tabelul 8.17 sunt prezentate avantajele și dezavantajele utilizării diverselor tipuri de pompe.

Tabelul 8.16. Alegere tipuri de pompe pentru nămoluri.

| Nr. crt. | Tipul pompei | Tipul de nămol | Avantaje | Dezavantaje |
|----------|---------------------------------|---|---|--|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Pompe centrifuge | - Nămol activat de recirculare, - Nămol primar în concentrație redusă, - Nămol biologic | - Pompe larg răspândite, - Eficiență sporită mai ales la pompele cu debite mari ($\eta > 75\%$); - Prezintă o construcție robustă, - Întreținere relativ ușoară - Acoperă întreaga gamă de debite | Necesită funcționare înecată Nerecomandate pentru nămoluri concentrate |
| 2 | Pompe cu piston | - Nămoluri cu concentrații mari în materii solide (>15%) | - Destinate obținerii presiunilor ridicate (100... 750 bari) la valori relativ reduse ale debitului vehiculat (6... 60 mc/h). | - Eficiență redusă, - Necesită întreținere sporită dacă funcționează continuu, - Debit pulsatoriu |
| 3 | Pompe cu rotor elicoidal | - Nămol activat de recirculare și în exces - Nămol concentrat, - Nămol fermentat | - Asigură debite constante; - Pentru debite mai mari de 3 l/s pot fi pompate materii solide de aproximativ 20 mm; - Statorul/rotorul tinde să acționeze ca un clapet de reținere, împiedicând curgerea inversă prin pompă | - Necesită protecție împotriva funcționării în uscat - Pompele mici necesită echipament de mărunțire pentru prevenirea colmatării - Costuri energetice ridicate în cazul vehiculării unui nămol mai concentrat - Necesită etanșări și etanșare împotriva apei |
| 4 | Pompe cu diafragmă sau membrană | - Nămol activat de recirculare și în exces - Nămol concentrat, - Nămol fermentat - Nămoluri încărcate cu particule solide de granulație maximă 10 mm | - Sunt pompe autoamorsante - Acțiunea pulsatorie poate ajuta la concentrarea nămolului în bazele din amonte de pompe și repun în suspensie materiile solide în conducte când se pompează la viteze mici - Exploatare simplă | - Depind de procesele aval, debitul pulsatoriu poate să nu fie acceptat. - Necesită o sursă de aer comprimat. - În timpul funcționării produc mult zgomot. - Înălțimi de pompare și eficiențe scăzute |

| | | | | |
|----|---------------------------|---|--|---|
| 5 | Pompe centrifuge cu cupla | - Nămol primar | - Au un volum mare și o eficiență excelentă pentru aplicațiile de la sistemele de pompare nămol activ. - Costuri relativ mici. | - Nu sunt recomandate pentru pomparea altor nămoluri deoarece se pot colmata cu cârpe și particule grosiere. |
| 6 | Pompe air-lift | - Nămol activat recirculat | - Utilizate pentru vehicularea unor cantități însemnate de nămol și înălțimi mici de pompare - Construcția simplă a pompei, nu are părți mobile | - Debitul pompat dependent de variația debitului de aer comprimat introdus; - randament scăzut; |
| 7 | Pompe cu șnec | - Nămol activat recirculat | - Autoreglare debitului funcție de adâncimea apei din camera de admisie | - Necesită spațiu mare pentru montaj și amplasare - Pierderi de sarcină mari - Întreținere judicioasă a lagărelor și șnecului |
| 8 | Pompe cu lobi | - Nămol primar - Nămol concentrat - Nămol fermentat | - Asigură un debit constant - Nu necesită clapet de sens pe refulare - Viteze mici și nu necesită întrețineri frecvente | - Datorită unei toleranțe mici între lobi rotativi, nisipul va cauza o uzură mare, aceasta făcând ca eficiența pompei să fie redusă. - Fluidul pompat trebuie să se comporte ca un lubrifiant. - Costurile pentru pompare cresc odată cu volumul de pompat. |
| 9 | Pompe cu tocător | - Nămol primar - Nămol fermentat | - rotoarele speciale permit mărunțirea obiectelor solide care ajung în pompă - reducerea posibilităților de colmatare | - Eficiență relativ scăzută ce variază între 40 și 60%. - Necesită întreținere periodică |
| 10 | Pompe peristaltice | - Nămol primar | - Pompe simple de exploatat, întreținut și reparat - Autoamorsante - Debite cuprinse între 36 și 1250 l/min și o înălțime de pompare de până la 152 m. | - Debit pulsatoriu - Funcționare alternativă, prin comprimarea urmată de decomprimarea unui furtun - Folosirea unui lubrifiant pentru a se reduce încălzirea și uzura furtunului |

(3) Alte echipamente folosite pentru vehicularea nămolurilor într-o stație de epurare, folosite mai ales pentru transportul nămolurilor a căror concentrație este mare și nu pot fi pompate sunt transportoarele. Acestea pot fi transportoare cu bandă, transportoare pneumatice, elevatoare cu cupe, transportoare cu șnec.

(4) În figurile următoare sunt prezentate tipurile de pompe utilizate pentru pomparea nămolurilor.

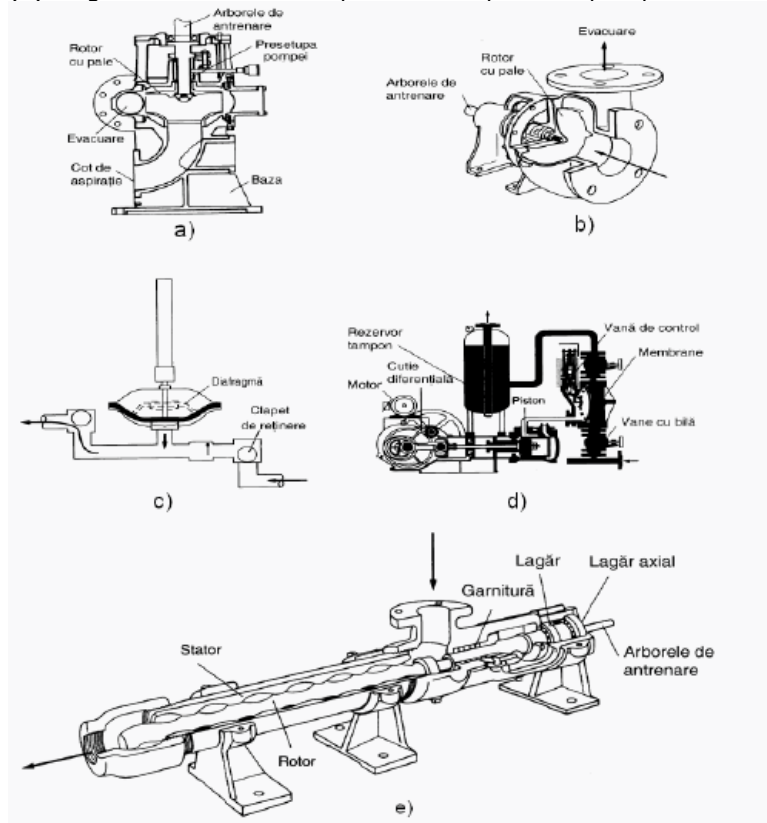


Figura 8.9. Tipuri de pompe utilizate pentru pomparea nămolului. a) pompă centrifugă; b) pompă centrifugă cu cuplă; c) pompă centrifugă cu diafragmă; d) pompă cu piston de înaltă presiune; e) pompă cu rotor elicoidal

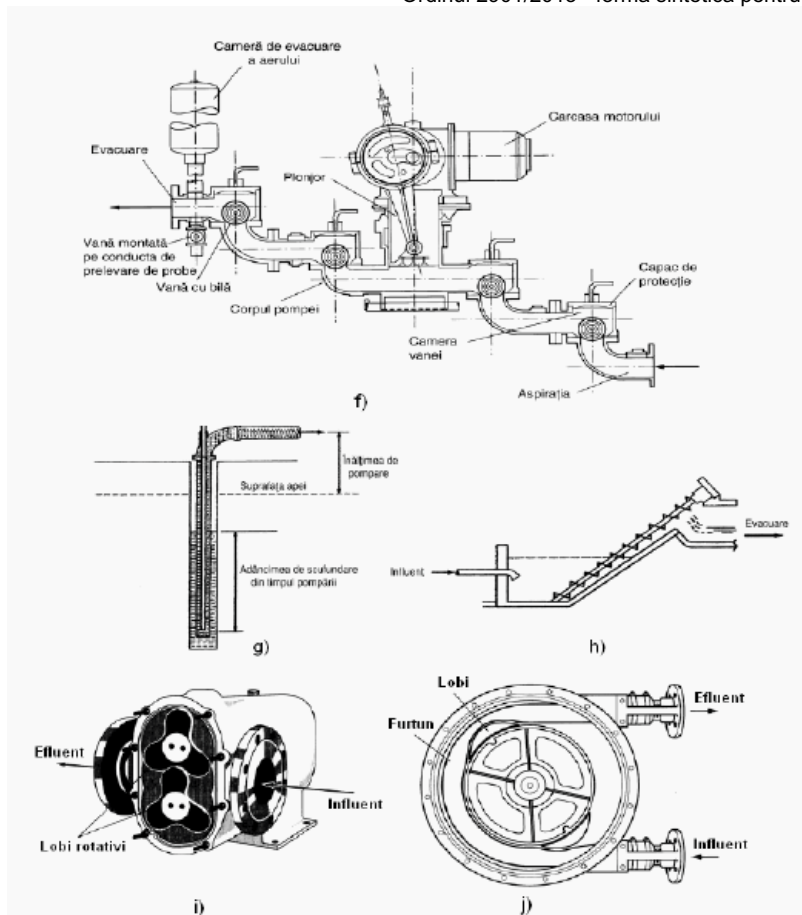


Figura 8.10. Tipuri de pompe utilizate pentru pomparea nămolului. f) pompă cu piston plonjor; g) pompă air-lift; h) pompă cu șurub; i) pompă cu lobi rotativi; j) pompă cu furtun.

8.2. Epurarea biologică în stații de epurare urbane/rurale cu capacitate de peste 10.000 LE (epurare avansată)

8.2.1. Generalități

(1) Prevederile se aplică la proiectarea stațiilor de epurare a apelor uzate a căror capacitate depășește 10.000 L.E. și care deversează efluentul în zone sensibile supuse eutrofizării.

(2) Îndepărtarea azotului și fosforului din apele uzate se realizează frecvent, în aceleași bazine în care se elimină substanțele organice biodegradabile. La instalațiile de epurare existente, dacă nu există posibilitatea de mai sus, eliminarea azotului se face într-o treaptă independentă, amplasată în aval de bazinul cu nămol activat.

(3) Epurarea biologică avansată trebuie să cuprindă următoarele instalații tehnologice de bază:

a) în cazul în care este necesară numai nitrificarea:

- i. bazin biologic (se elimină substanțele pe bază de carbon și se transformă azotul amoniacal în azotați);
- ii. decantor secundar (reține biomasa creată în bazinul biologic);
- iii. instalații de recirculare a nămolului activat și de evacuare a nămolului în exces;

b) în cazul în care este necesară îndepărtarea azotului:

- i. bazin biologic (se elimină substanțele pe bază de carbon și se realizează nitrificare și denitrificare);
- ii. decantor secundar;
- iii. instalații pentru nămolul activat de recirculare (recirculare externă) și de evacuare a nămolului în exces; instalații de recirculare internă pentru aprovizionarea cu azotați a zonei de denitrificare;
- iv. un bazin selector aerob amplasat în amonte de bazinul biologic, în scopul evitării bacteriilor filamentoase;
- v. o sursă externă de carbon organic (dacă este necesară);

c) în cazul în care este necesară îndepărtarea substanțelor organice biodegradabile, a azotului și fosforului:

- i. bazin anaerob în amonte de bazinul biologic pentru eliminarea fosforului; poate juca rol de selector;
- ii. bazin biologic în care se realizează îndepărtarea substanțelor organice biodegradabile, nitrificarea și denitrificarea;
- iii. decantor secundar;

iv. instalații pentru nămolul activat de recirculare (recirculare externă) și de evacuare a nămolului în exces; instalații de recirculare internă pentru aprovizionarea cu azotați a zonei de denitrificare;

v. o sursă externă de carbon organic (dacă este necesară);

(4) În calculele de dimensionare se va ține seama că volumul total al bazinului biologic (V) nu va cuprinde volumul bazinului anaerob (V_{AN}) sau volumul selectorului aerob (V_{Sel}).

(5) Vârsta nămolului (T_N) reprezintă un parametru important pentru dimensionarea bazinului biologic. Aceasta poate fi definită ca durata medie de retenție a flocoanelor de nămol activat din bazinul biologic. Tehnic vârsta nămolului reprezintă raportul dintre cantitatea de materii solide în suspensie existentă în bazinul biologic și cantitatea de materii solide în suspensie (ca "substanță uscată") care părăsește zilnic sistemul bazin biologic - decantor secundar.

(6) Dacă bazinul biologic conține atât zonă anoxică pentru denitrificare, cât și zonă aerobă pentru eliminarea substanțelor organice biodegradabile și nitrificare, vârsta nămolului pentru zona aerobă se determină cu relația:

$$T_{Naerob} = \frac{c_{na} \cdot V_N}{(Q_c - Q_{ne}) \cdot c_{uz}^{adm} + Q_{ne} \cdot c_{ne}} \quad (\text{zile}) \quad (8.54)$$

unde:

c_{na} - concentrația în materii solide în suspensie din zona aerobă, (kg/m^3);

$V_N = V - V_D$, volumul zonei aerobe, (m^3);

V_D - volumul zonei anoxice pentru denitrificare, (m^3);

$Q_c = Q_{uz,max,zi}$ - debitul de calcul al bazinului biologic, (m^3/zi);

c_{uz}^{adm} = concentrația în MTS din efluentul epurat, (kg/m^3);

Q_{ne} - debitul nămolului de recirculare, (m^3/zi);

c_{ne} - concentrația în MTS din nămolul în exces, (kg/m^3);

(7) La proiectarea bioreactorului se vor urmări și respecta următoarele cerințe:

a) realizarea unei concentrații suficiente a nămolului activat din bioreactor (c_{na}), corespunzătoare gradului de epurare dorit;

b) un transfer de oxigen care să asigure desfășurarea proceselor biologice de nitrificare și de îndepărtare a substanțelor organice biodegradabile, precum și preluarea unor șocuri de încărcare cu poluanții respectivi;

c) o circulație corespunzătoare a lichidului în bazin pentru omogenizare și evitarea producerii depunerilor de nămol pe radier; acest lucru se va realiza prin mixare, în zonele anoxice, respectiv prin aerare în zonele oxice, astfel încât viteza lichidului la nivelul radiatorului să fie de minimum 0,15 m/s pentru nămolurile ușoare și de minimum 0,30 m/s pentru nămolurile mai dense (vâscoase);

d) procesul de epurare să nu producă mirosuri neplăcute, zgomot, aerosoli și vibrații;

(8) În zona aerobă, în care are loc și nitrificarea este necesară măsurarea și monitorizarea concentrației de oxigen dizolvat pentru conducerea automată și eficientă a procesului de aerare. În procesul de nitrificare-denitrificare se elimină și o parte din fosfor pe cale biologică. În scopul eliminării fosforului în exces, este necesară prevederea unui bazin anaerob în amonte bioreactorului.

(9) La proiectarea decantoarelor secundare se iau în considerare următoarele:

a) separarea eficientă a nămolului;

b) îngroșarea și evacuarea nămolului depus pe radier;

c) posibilitatea acumulării surplusului de nămol generat pe timp de ploaie;

(10) Procesul de decantare este influențat de:

a) flocularea realizată în zona de admisie a apei în decantor;

b) condițiile hidraulice din decantor (modul de repartiție al apei la admisie și modul de colectare la evacuare, curenții de densitate)

c) debitul nămolului de recirculare, modul și ritmicitatea de evacuare a nămolului;

(11) Nămolul reținut este îngroșat în stratul depus pe radier, fenomen dependent de indicele volumetric al nămolului (I_{VN}), de grosimea stratului de nămol, de timpul de îngroșare și de tipul sistemului de evacuare a nămolului de pe radier.

(12) Debitul de calcul ale apelor uzate influente în treapta de epurare biologică sunt determinate conform tabelului 4.1 din § 4.2.

(13) Debitul de verificare este funcție de schema tehnologică de epurare (cu nitrificare, cu nitrificare-denitrificare, cu sau fără bazin anaerob pentru eliminarea pe cale biologică a fosforului), de poziția din schemă a zonei anoxice (amonte, în bioreactor, în avalul acestuia), de punctul de injecție al debitului nămolului de recirculare externă sau/și al debitului de recirculare internă.

(14) Valoarea debitelor de verificare trebuie corect apreciată deoarece, pe de o parte, trebuie respectați parametrii tehnologici (timp de retenție, încărcări superficiale), iar pe de altă parte garda hidraulică (diferența dintre cota coronamentului și nivelul maxim al apei din obiectul tehnologic) trebuie să fie suficientă pentru a evita realizarea unor niveluri de apă care să depășească coronamentul construcției.

8.2.2. Cantități și concentrații de poluanți în apa uzată

(1) Calculele de dimensionare necesită cunoașterea indicatorilor de calitate pentru influentul și efluentul stației de epurare și al treptei biologice.

(2) Modul de determinare a principalilor indicatori de calitate din influent a fost indicat la § 3.2. Aprecierea corectă a acestor indicatori (CBO_5 , CCO , MS , Nt , Pt și compușii lor) prezintă o importanță deosebită deoarece atât schema de epurare aleasă, cât și costul de investiție și exploatare depind în mod determinant de acești indicatori.

(3) Indicatorii de calitate pentru efluentul stației de epurare, determinați la § 3.1.2 permit calculul gradului de epurare necesar și impun alcătuirea schemei de epurare astfel încât poluanții considerați să fie îndepărtați în condiții economice conform gradului de epurare impus de normele de protecție a mediului și a sănătății oamenilor.

(4) Pentru dimensionarea bioreactorului trebuie cunoscute:

a) schema de epurare cuprinzând obiectele componente de pe linia apei și linia nămolului;

b) concentrațiile în poluanți din influentul bioreactorului;

c) concentrațiile în poluanți din efluentul stației de epurare;

d) temperatura apei uzate (minimă și maximă);

e) temperatura maximă a aerului din zona de amplasare a stației de epurare;

(5) Datele inițiale sunt necesare pentru determinarea încărcărilor cu substanța organică, fosfor, azot, a bioreactorului, pentru calculul volumelor de nitrificare, denitrificare ori de îndepărtare pe cale biologică a fosforului, a cantității de oxigen necesară proceselor de epurare, a producției de nămol în exces, a debitelor de recirculare internă și externă.

8.2.2.1. Concentrații ale substanțelor poluante influente în reactorul biologic

(1) Concentrația materiilor totale în suspensie:

$$c_{uz}^b = (1 - e_s) \times c_{uz} \text{ (mg/l)} \quad (8.55)$$

unde:

e_s - eficiența decantării primare în reținerea MTS, (%);

c_{uz} - concentrația MTS influentă în stația de epurare, (mg/l);

(2) Concentrația materiilor organice biodegradabile:

$$x_{5,uz}^b = (1 - e_x) \times x_{5,uz} \text{ (mg O}_2\text{/l)} \quad (8.56)$$

unde:

e_x - eficiența decantării primare în reținerea CBO_5 , (%);

$x_{5,uz}$ - concentrația CBO_5 în apa influentă în stația de epurare, (mg O_2/l);

(3) Concentrația în azot total:

$$c_N^b = (1 - e_N) \times c_N \text{ (mg/l)} \quad (8.57)$$

unde:

e_N - eficiența decantării primare în reținerea azotului total, (%);

c_N - concentrația de azot total în apa influentă în stația de epurare, (mg/l);

(4) Concentrația în fosfor total:

$$c_p^b = (1 - e_p) \times c_p \text{ (mg/l)} \quad (8.58)$$

unde:

e_p - eficiența decantării primare în reținerea fosforului total, (%);

c_p - concentrația de fosfor în apa influentă în stația de epurare, (mg/l);

(5) Dacă schema de epurare nu cuprinde decantor primar atunci eficiențele e_s, e_x, e_p, e_N , vor fi nule iar concentrațiile influente în bioreactor vor fi egale cu cele influente în stația de epurare.

(6) Concentrațiile substanțelor poluante din efluentul stației de epurare sunt cunoscute deoarece sunt impuse de normele și normativele de protecție a apelor și definitive prin acordurile sau autorizațiile de gospodărire a apelor și de mediu.

8.2.2.2. Cantități de substanță influente în bioreactor

(1) Pentru MTS:

$$N_b = c_{uz}^b \times Q_c \text{ (kg s.u/zi)} \quad (8.59)$$

unde:

c_{uz}^b - definit la paragraful anterior;

Q_c - debitul de calcul, (m^3/zi);

(2) Pentru CBO_5 :

$$C_b = x_{5,uz}^b \times Q_c \text{ (kg s.u/zi)} \quad (8.60)$$

unde:

$x_{5,uz}^b$ definit la paragraful anterior;

Q_c - debitul de calcul, (m^3/zi);

(3) Pentru NTK:

$$K_N^b = c_N^b \times Q_c \text{ (kg s.u/zi)} \quad (8.61)$$

unde:

c_N^b - definit la paragraful anterior;

Q_c - debitul de calcul, (m^3/zi);

(4) Pentru P_T :

$$K_p^b = c_p^b \times Q_c \text{ (kg s.u/zi)} \quad (8.62)$$

unde:

c_p^b - definit la paragraful anterior;

Q_c - debitul de calcul, (m^3/zi);

8.2.2.3. Cantități de substanță din efluentul stației de epurare

(1) Pentru MTS:

$$N_{ev} = c_{uz}^{adm} \times Q_c \text{ (kg s.u/zi)} \quad (8.63)$$

unde:

c_{uz}^{adm} - concentrația în MTS din efluentul stației de epurare, (mg/l);

Q_c - debitul de calcul, (m^3/zi);

(2) Pentru CBO_5 :

$$C_{ev} = x_{5,uz}^{adm} \times Q_c \text{ (kg s.u/zi)} \quad (8.64)$$

unde:

$x_{5,uz}^{adm}$ - concentrația în CBO_5 din efluentul stației de epurare, (mg/l);

Q_c - debitul de calcul, (m^3/zi);

(3) Pentru NTK:

$$K_N^{ev} = c_N^{adm} \times Q_c \text{ (kg s.u/zi)} \quad (8.65)$$

unde:

c_N^{adm} - concentrația în NTK din efluentul stației de epurare, (mg/l);

Q_c - debitul de calcul, (m^3/zi);

(4) Pentru P_T :

$$K_p^{ev} = c_p^b \times Q_c \text{ (kg s.u/zi)} \quad (8.66)$$

unde:

c_p^b - concentrația în P_T din efluentul stației de epurare, (mg/l);

Q_c - debitul de calcul, (m^3/zi);

8.2.2.4. Cantități de substanță eliminate din sistemul bazin biologic - decantor

(1) Pentru MTS:

$$N_b^1 = N_b - N_{ev} \text{ (kg s.u/zi)} \quad (8.67)$$

unde:

N_b, N_{ev} - definite la § 8.2.2.2 și la § 8.2.2.3;

(2) Pentru CBO_5 :

$$C'_b = C_b - C_{ev} \text{ (kg s.u./zi)} \quad (8.68)$$

unde:

C_b, C_{ev} - definite la § 8.2.2.2 și la § 8.2.2.3;

(3) Pentru NTK:

$$K'_N = K^b_N - K^N_{ev} \text{ (kg s.u./zi)} \quad (8.69)$$

unde:

K^b_N, K_{ev} - definite la § 8.2.2.2 și la § 8.2.2.3;

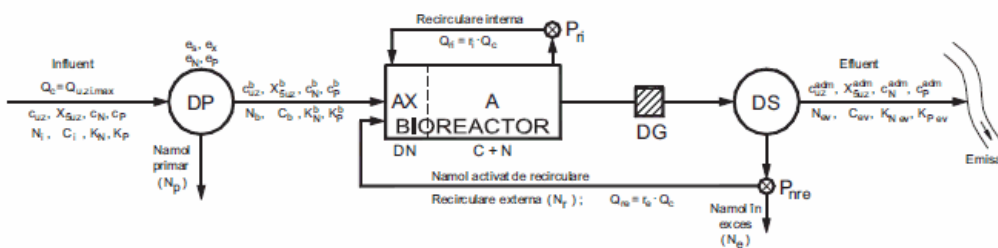
(4) Pentru P_T :

$$K'_P = K^b_P - K^P_{ev} \text{ (kg s.u./zi)} \quad (8.70)$$

unde:

K^b_P, K_{ev} - definite la § 8.2.2.2 și la § 8.2.2.3;

Schema balanței cantităților de substanță se prezintă în figura 8.11.



| Concentrații în influențul stației de epurare: | Concentrații în influențul bioreactorului: | Eficiențe ale decantorului primar: | Concentrații în effluentul stației de epurare: |
|--|--|---|--|
| c_{uz} (mg/l) | $c_{uz}^b = (1 - e_s) c_{uz}$ (mg/l) | $e_s = 40 - 60\%$ - pentru MSS | $c_{uz}^{adm} = (1 - d_s) c_{uz}$ (mg/l) |
| X_{5uz} (mg/l) | $X_{5uz}^b = (1 - e_x) X_{5uz}$ (mg/l) | $e_x = 20 - 40\%$ - pentru CBO_5 | $X_{5uz}^{adm} = (1 - d_x) X_{5uz}$ (mg/l) |
| c_N (mg/l) | $c_N^b = (1 - e_N) c_N$ (mg/l) | $e_N = 10 - 15\%$ - pentru azot | $c_N^{adm} = (1 - d_N) c_N$ (mg/l) |
| c_P (mg/l) | $c_P^b = (1 - e_P) c_P$ (mg/l) | $e_P = 5 - 10\%$ - pentru fosfor | $c_P^{adm} = (1 - d_P) c_P$ (mg/l) |
| Cantități de substanță în influențul stației de epurare: | Cantități de substanță în influențul bioreactorului: | Gradele de epurare necesare: | Cantități de substanță în effluentul stației de epurare: |
| $N = c_{uz} \cdot Q_c$ (kg/zi) | $N_b = c_{uz}^b \cdot Q_c$ (kg/zi) | $d_s = \frac{c_{uz} - c_{uz}^{adm}}{c_{uz}} \cdot 100$ (%) | $N_{ev} = c_{uz}^{adm} \cdot Q_c$ (kg/zi) |
| $C_i = X_{5uz} \cdot Q_c$ (kg/zi) | $C_i = X_{5uz}^b \cdot Q_c$ (kg/zi) | $d_x = \frac{X_{5uz} - X_{5uz}^{adm}}{X_{5uz}} \cdot 100$ (%) | $C_{ev} = X_{5uz}^{adm} \cdot Q_c$ (kg/zi) |
| $K_N = c_N \cdot Q_c$ (kg/zi) | $K_N^b = c_N^b \cdot Q_c$ (kg/zi) | $d_N = \frac{c_N - c_N^{adm}}{c_N} \cdot 100$ (%) | $K_{N, ev} = c_N^{adm} \cdot Q_c$ (kg/zi) |
| $K_P = c_P \cdot Q_c$ (kg/zi) | $K_P^b = c_P^b \cdot Q_c$ (kg/zi) | $d_P = \frac{c_P - c_P^{adm}}{c_P} \cdot 100$ (%) | $K_{P, ev} = c_P^{adm} \cdot Q_c$ (kg/zi) |

NOTA: În schemele de epurare fără decantor primar, $e_s = e_x = e_N = e_P = 0$ și deci $c_{uz}^b = c_{uz}$; $X_{5uz}^b = X_{5uz}$; $c_N^b = c_N$; $c_P^b = c_P$

Figura 8.11. Schema generală de calcul: epurare biologică avansată.

8.2.3. Dimensionarea reactoarelor biologice

8.2.3.1. Debite de dimensionare și verificare

Debitele de dimensionare și de verificare pentru reactorul biologic sunt:

a) debitul de calcul: $Q_c = Q_{uz, max, zi}$;

b) debitul de verificare: $Q_v = Q_{uz, max, or} + Q_{nr, max}$;

unde:

$Q_{uz, max, zi}$ - debitul apelor uzate maxim zilnic, (m^3/zi);

$Q_{uz, max, or}$ - debitul apelor uzate maxim orar, (m^3/h);

$Q_{nr, max}$ - debitul de nămol recirculat, (m^3/zi);

8.2.3.2. Vârsta nămolului

(1) Vârsta nămolului (tab. 8.18) este un parametru de proiectare al instalațiilor de epurare avansată și depinde de:

a) tipul tehnologiei epurării biologice;

b) temperatura minimă a apei uzate brute ($10 - 12^\circ C$);

c) mărimea stației de epurare (exprimată în cantitatea de substanță organică influentă).

Tabelul 8.17. Recomandări privind vârsta nămolului (T_N).

| Nr. crt. | Tipul epurării | Mărimea stației de epurare | | | |
|----------|--|------------------------------------|-----------|------------------------------------|-----------|
| | | $C_b < 1.200 \text{ kg } CBO_5/zi$ | | $C_b > 6.000 \text{ kg } CBO_5/zi$ | |
| | | Temperatura de dimensionare | | | |
| | | $10^0 C$ | $12^0 C$ | $10^0 C$ | $12^0 C$ |
| 0 | 1 | 2 | | 3 | |
| 1 | Fără nitrificare | 5,0 zile | | 4,0 zile | |
| 2 | Cu nitrificare | 10 zile | 8,2 zile | 8 zile | 6,6 zile |
| 3 | Cu nitrificare-denitrificare $V_d/V = 0,20$ | 12,5 zile | 10,3 zile | 10 zile | 8,3 zile |
| 4 | $V_d/V = 0,30$ | 14,3 zile | 11,7 zile | 11,4 zile | 9,4 zile |
| 5 | $V_d/V = 0,40$ | 16,7 zile | 13,7 zile | 13,1 zile | 11,0 zile |
| 6 | $V_d/V = 0,50$ | 20,0 zile | 16,4 zile | 16,0 zile | 13,2 zile |
| 7 | Cu stabilizarea aerobă a nămolului, inclusiv eliminarea azotului | 25 zile | | Recomandabil peste 20 zile | |

unde:

C_b - cantitatea de substanță organică influentă în reactorul biologic, § 8.. 2.2.2 (kg/zi);

$x_{5,uz}^b$ - concentrația CBO_5 influentă în reactorul biologic, (mg/l);

Q_c - debitul de calcul, conform § 8.2.3.1;

V_D - volumul zonei de denitrificare, (m^3);

V - volumul total al bioreactorului, (m^3);

(2) Vârsta nămolului, pentru stații cu nitrificare - denitrificare, se definește:

$$T_{N,dim} = \frac{T_{N,aerob}}{1 - \frac{V_D}{V}} (zile) \quad (8.71)$$

unde:

$$T_{n,aerob} = FS \times 3,4 \times 1,103^{(15-T)} (zile) \quad (8.72)$$

(3) FS - factor de siguranță ce ia în calcul:

a) variația încărcărilor cu poluanți din bioreactor;

b) variația pe termen scurt a temperaturii apei uzate;

c) modificarea pH - ului;

(4) FS se adoptă în funcție de mărimea stației de epurare:

a) FS = 1,8 pentru stații de epurare cu $C_b = 1.200$ kg/zi (< 20.000 L.E.);

b) FS = 1,45 pentru stații de epurare cu $C_b > = 6.000$ kg/zi (> 100.000 L.E.);

c) Chiar și în cazul prevederii unui bazin de egalizare pentru echilibrarea încărcărilor zilnice, FS nu se va adopta mai mic de 1,45;

3,4 - coeficient obținut din înmulțirea ratei maxime de creștere a bacteriilor care oxidează azotul amoniacal (nitrosomonas) la $15^{\circ}C$ (2,13 zile) cu factorul 1,6; acesta este luat în considerare pentru a asigura un transfer suficient al oxigenului și pentru eliminarea influenței altor factori negativi astfel încât să aibă loc o dezvoltare suficientă a bacteriilor nitrificatoare și menținerea acestora în nămolul activat;

T - temperatura de dimensionare; la valori ale temperaturii sub $8 - 10^{\circ}C$, nitrificarea nu se mai produce și astfel pot crește concentrațiile de amoniu în efluentul reactorului biologic;

(5) Raportul V_D/V se va determina conform § 8.2.3.3; deoarece trebuie ținut seama că în timpul iernii temperatura efluentului bazinului biologic poate scădea sub temperatura limită (T_{lim}) la care sunt respectate condițiile de calitate pentru amoniu (sau amoniac), în relația (8.72) se va considera temperatura de dimensionare $T_{dim} = T_{lim} = 12^{\circ}C$.

(6) Aplicând relația (8.72) pentru $T_{dim} = 10^{\circ}C$ și FS = 1,45(1,8) rezultă că la dimensionare se vor alege pentru vârsta nămolului din zona aerobă valorile minime:

a) $T_{N,aerob,dim} = 8$ zile pentru $C_b < 1.200$ kg CBO_5 /zi;

b) $T_{N,aerob,dim} = 10$ zile, pentru $C_b > 6.000$ kg CBO_5 /zi.

Pentru alte valori ale încărcării C_b (kg CBO_5 /zi), valorile de dimensionare ale vârstei nămolului se obțin prin interpolare.

8.2.3.3. Determinarea volumului zonei de denitrificare

(1) Pentru determinarea volumului zonei de denitrificare (V_D), care poate reprezenta 20÷50% din volumul total al bioreactorului (V), este necesară calcularea mai întâi a concentrației medii zilnice de azot din azotatul care trebuie denitrificat. Acesta poate fi determinat din ecuația de bilanț pentru azot indicată mai jos:

$$c_{N-NO_3}^D = c_N^b - c_{Norg}^{efl} - c_{N-NH_4}^{efl} - c_{N-NO_3}^{efl} - c_{Norg}^{BM} \quad (mg\ N - NO_3/l) \quad (8.73)$$

unde:

$c_{n-no_3}^D$ - concentrația medie zilnică de azot din azotatul care trebuie denitrificat, (mg $N-NO_3$ /l);

c_N^b - concentrația în azot total din influentul bioreactorului, (mg N/l);

c_{Norg}^{efl} - concentrația în azot organic din efluentul stației de epurare admisă la dimensionare, (mg N_{org} /l);

$c_{N-nh_4}^{efl}$ - concentrația în azot din NH_4^+ din efluentul stației de epurare admisă la dimensionare, (mg $N-NH_4^+/l$);

$c_{N-no_3}^{efl}$ - concentrația în azot din NO_3^- din efluentul stației de epurare admisă la dimensionare, (mg $N-NO_3^-/l$);

c_{Norg}^{BM} - concentrația în azot organic încorporat în biomasă care părăsește sistemul bioreactor-decantor secundar prin nămolul în exces, (mg N_{org}/l);

(2) În valoarea concentrației medii zilnice de azot total (c_N) din influentul stației de epurare se neglijează azotul din azotați și azotiți, care în general nu depășește 5% din c_N ; în cazul infiltrării în rețeaua de canalizare a unor ape subterane cu un conținut ridicat în azotați, sau în cazul amestecului apelor uzate urbane cu ape uzate industriale care conțin azotați, se va introduce în c_N valoarea azotului aferentă acestor azotați.

(3) Concentrația în azot se determină din concentrația în azotați, cu relația (9.5), cunoscându-se că la 1 mg de azot total corespund 4,427 mg NO_3^- :

$$c_{N-NO_3} = \frac{c_{NO_3}}{4,427} (mg\ N - NO_3/l) \quad (8.74)$$

(4) În cazul stațiilor de epurare care cuprind fermentare anaerobă a nămolului precum și concentrare și deshidratare mecanică a acestuia, azotul din supernatant trebuie inclus în concentrația de azot din influentul stației de epurare (c_N), cu excepția cazului în care există tratare separată a supernatantului.

(5) Concentrația în azot organic din efluentul stației de epurare admisă la dimensionare se consideră $c_{Norg}^{efl} = 2$ mg N_{org}/l , valoare sub limita admisă de normativele și normele de protecția apelor din țara noastră (tabelul 3.3 § 3.4), care se determină cu relația

$$c_{Norg}^{adm} = c_N^{adm} - c_{N_{norg}}^{adm} \quad (mg\ N_{org}/l) \quad (8.75)$$

unde:

$$c_{N_{anorg}}^{adm} = c_{N-NH_4}^{adm} + c_{N-NO_2}^{adm} + c_{N-NO_3}^{adm} \text{ (mg } N_{anorg}/l) \quad (8.76)$$

a) Concentrația limită de azot anorganic din efluentul stației de epurare rezultă:

$$c_{N_{anorg}}^{adm} = 2 + \frac{1}{4,427} + \frac{25}{4,427} = 7,5 \text{ (mg } N_{anorg} / l) \quad (8.77)$$

b) Concentrația limită maximă admisă pentru azotul organic din efluentul stației de epurare va fi:

$$c_{N_{org}}^{adm} = c_N^{adm} - c_{N_{anorg}}^{adm} = 10 - 7,5 = 2,5 \text{ (mg } N_{org}/l) \quad (8.78)$$

c) Valoarea din relația (8.78) este mai mare decât $c_{N_{org}}^{efl} - 2 \text{ mg } N_{org}/l$ propusă pentru dimensionare.

Pentru a avea siguranța că în efluentul stației de epurare nu se va depăși concentrația limită de amoniac de $2,0 \text{ mg } N - NH_4^+/l$, în calculele de dimensionare se va considera

$$c_{N-NH_4}^{efl} = 0.$$

d) Azotul încorporat în biomasă, reprezintă 4...5% din cantitatea de CBO_5 influentă în bioreactor, astfel încât la dimensionare se va considera:

$$c_{N_{org}}^{BM} = (0,04 \dots 0,05) \cdot x_{5,uz}^b \text{ (mg } N_{org}/l) \quad (8.79)$$

$$c_{N_{org}}^{BM} = (0,02 \dots 0,025) \cdot x_{CCO}^b \text{ (mg } N_{org}/l) \quad (8.80)$$

unde:

x_{CCO}^b - reprezintă concentrația în CCO din influentul bioreactorului, (mg CCO/l);

a) Pentru calculul concentrației de azot din NO_3^- din efluentul stației de epurare admisă la dimensionare ($c_{N-NO_3}^{efl}$), trebuie determinată mai întâi concentrația limită (maximă) admisă de normativele și normele de protecția apelor (tabelul 3.3, § 3.4) pentru azotul anorganic; această concentrație se determină cu relația (8.76).

La dimensionare se va considera pentru $c_{N-NO_3}^{efl}$ o valoare calculată cu relația:

$$c_{N-NO_3}^{efl} = (0,60 \dots 0,80) \cdot c_{N_{anorg}}^{adm} \text{ (mg } N - NO_3/l) \quad (8.81)$$

Valorile mai mici obținute din relația de mai sus vor fi luate în considerare pentru stațiile de epurare cu variații mari ale încărcărilor influente (în general stațiile de epurare mici și foarte mici).

(6) Capacitatea de denitrificare poate fi apreciată prin raportul $C_{N-NO_3}^D / x_{5,uz}^b$. Pentru stațiile de epurare prevăzute cu procese de denitrificare intermitentă sau simultană, raportul V_D/V se poate determina din relația:

$$\frac{C_{N-NO_3}^D}{x_{5,uz}^b} = \frac{0,75 \cdot CSO_5}{2,9} \cdot \frac{V_D}{V} \text{ (mg } N - NO_3/\text{mg } CBO_5) \quad (8.82)$$

unde:

CSO_C - consumul specific de oxigen pentru îndepărtarea substanțelor organice pe bază de carbon, (kg O_2 /kg CBO_5);

(7) Pentru scheme de epurare cu zonă preanoxică de denitrificare, raportul V_D/V se determină din relația (8.83) în care se ține seama și de aportul de oxigen furnizat de procesul de denitrificare prin preluarea oxigenului din azotați:

$$\frac{C_{N-NO_3}^D}{x_{5,uz}^b} = \frac{0,75 \cdot CSO_C}{2,9} \cdot \left(\frac{V_D}{V}\right)^{0,75} - \frac{Q_{ri} \cdot c_0}{2,9 \cdot C_b} \quad (8.83)$$

unde:

$C_{N-NO_3}^D$ - concentrația de azot din azotatul care trebuie denitrificat, (mg $N-NO_3^-/l$);

$x_{5,uz}^b$ - concentrația în CBO_5 din influentul bioreactorului, (mg CBO_5/l);

$Q_{ri} = r_i \times Q_C$ - este debitul de recirculare internă, (m^3/z);

$C_b = x_{5,uz}^b \times Q_C$ - cantitatea de CBO_5 din influentul bioreactorului, (kg CBO_5/z);

Q_C - debit de calcul, (m^3/z);

r_i - coeficient de recirculare internă;

c_0 - concentrația în oxigen dizolvat în efluentul bioreactorului, $2,0 \text{ mg } O_2/l$;

Factorul 0,75 indică un randament de transfer al oxigenului din azotați la apă (care are loc în zona de denitrificare) mai scăzut decât randamentul de transfer de la oxigenul dizolvat la apă (care are loc în zona aerată, de nitrificare); consumul specific de oxigen pentru îndepărtarea substanțelor organice pe bază de carbon CSO_C (kg O_2 /kg CBO_5), se poate considera în calculele preliminare, funcție de temperatura apelor uzate și de vârsta nămolului (T_N) ca în tabelul 8.19.

Tabelul 8.18. Consumul specific de oxigen pentru ape uzate cu un raport $CCO_{infl}/CBO_{5infl} < = 2,2$.

| Nr. crt. | T (°C) | CSO _c (kg O ₂ /kg CBO ₅) | | | | | |
|----------|--------|--|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | T _n = 4 zile | T _n = 8 zile | T _n = 10 zile | T _n = 15 zile | T _n = 20 zile | T _n = 25 zile |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 10 | 0,85 | 0,99 | 1,04 | 1,13 | 1,18 | 1,22 |
| 2 | 12 | 0,87 | 1,02 | 1,07 | 1,15 | 1,21 | 1,24 |
| 3 | 15 | 1,92 | 1,07 | 1,12 | 1,19 | 1,24 | 1,27 |
| 4 | 18 | 0,96 | 1,11 | 1,16 | 1,23 | 1,27 | 1,30 |
| 5 | 20 | 0,99 | 1,14 | 1,18 | 1,25 | 1,29 | 1,30 |

(8) Raportul ($C_{n-NO_3}^D / x_{5,uz}^b$) este denumit " capacitatea de denitrificare " a instalației de epurare avansată; valorile acestui raport sunt prezentate în tabelul următor:

Tabelul 8.19. Valori standard ale $C_{n-NO_3}^D$ pentru dimensionarea zonei de denitrificare (T =10 - 12°C).

| $C_{n-NO_3}^D / x_{5,uz}^b$ | |
|-----------------------------|--|
| | |

| Nr. crt. | V_D/V | Zona pre-anoxică de denitrificare și procese comparabile | Denitrificare intermitentă și simultană |
|----------|---------|--|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | 0,2 | 0,11 | 0,06 |
| 2 | 0,3 | 0,13 | 0,09 |
| 3 | 0,4 | 0,14 | 0,12 |
| 4 | 0,5 | 0,15 | 0,15 |

Valorile din tabelul 8.20 pot fi utilizate atât pentru schemele cu denitrificare intermitentă sau simultană, cât și pentru schemele cu pre - denitrificare. În calculul "capacității de denitrificare" se impune ca în zona de denitrificare concentrația de oxigen dizolvat să fie sub 2 mg O_2/l . Pentru schema cu denitrificare alternantă, "capacitatea de denitrificare" se consideră media între valorile aferente schemelor cu pre - denitrificare și denitrificare intermitentă.

(9) În cazul în care temperatura apei uzate depășește $12^\circ C$, capacitatea de denitrificare se poate mări cu aproximativ 1% pentru fiecare $1^\circ C$ peste $12^\circ C$.

(10) Dacă din calcule rezultă $V_D/V < 0,1$, atunci pentru dimensionare se va considera $(c_{n-no_3}^D / x_{5,uz}^b) = 0$. Dacă este necesar un raport $(c_{n-no_3}^D / x_{5,uz}^b) > 0,15$, fapt ce presupune un aport organic mai redus pentru microorganismele heterotrofe anoxice (care realizează denitrificarea), nu se va mări raportul V_D/V , ci se vor adopta următoarele măsuri:

- a) ocolirea parțială a decantorului primar;
- b) tratare separată a nămolului;
- c) adaos (sursă) de carbon extern;

(11) În cazul adoptării soluției cu sursă externă de carbon, se calculează surplusul de azot din azotatul care trebuie denitrificat (pentru care trebuie asigurată hrana suplimentară); concentrația de CCO suplimentară se determină:

$$c_{(CCO,ext)} = 5 \cdot \Delta c_{(N - [NO]_3)}^D \quad (8.84)$$

unde:

$c_{CCO,ext}$ - concentrația de CCO suplimentară, (mg CCO/l);

$\Delta c_{n-no_3}^D$ - surplusul de azot din azotatul care trebuie denitrificat, (mg N- NO_3/l);

(12) Ca surse externe de carbon, pot fi utilizate următoarele substanțe: metanol, etanol și acetați. În tabelul 8.21 sunt prezentate caracteristicile acestor surse externe de carbon.

Tabelul 8.20. Caracteristicile surselor externe de carbon.

| Nr. crt. | Parametrul | U.M. | Metanol | Etanol | Acid acetic |
|----------|------------|-----------|---------|--------|-------------|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Densitate | kg/ m^3 | 790 | 780 | 1060 |
| 2 | CCO | kg/ kg | 1,50 | 2,09 | 1,07 |
| 3 | CCO | kg/ l | 1,185 | 1,630 | 1,135 |

(13) Dintre aceste surse, acetații și metanolul sunt recomandați atât ca eficiență în ceea ce privește rata de dezvoltare a bacteriilor denitrificatoare cât și ca preț.

8.2.3.4. Eliminarea fosforului din apele uzate urbane

(1) Îndepărtarea fosforului se poate realiza prin:

- a) procese biologice;
- b) precipitare chimică;
- c) procese biologice completate cu precipitarea chimică (pre-precipitare sau post - precipitare);

(2) Eliminarea biologică a fosforului se realizează în bazine de amestec anaerobe amplasate, de regulă, în amonte bioreactorului (fig. 6.3 § 6.2.2.4.1); bazinele se dimensionează:

a) pentru un timp minim de contact $t = 0,5 \dots 0,75$ h;

b) pentru debitul: $Q_{uz,max,or} + Q_{re}(m^3/zi)$;

(3) Eficiența eliminării biologice a fosforului depinde de timpul de contact și de mărimea raportului dintre concentrația de substanță organică ușor biodegradabilă și concentrația de fosfor.

(4) Dacă în timpul iernii volumul anaerob (V_{AN}) este folosit pentru denitrificare, atunci pentru această perioadă se va stabili o eliminare mai scăzută a fosforului biologic în exces.

(5) Determinarea concentrației de fosfor care trebuie eliminată prin precipitare simultană se face din ecuația de bilanț a fosforului:

$$c_{P,prec} = c_P - c_{P,efl} - c_{P,BM} - c_{P,bio,ex} \quad (8.85)$$

unde:

$c_{P,prec}$ - concentrația de fosfor total care trebuie eliminată prin precipitare simultană, (mg P/l);

c_P - concentrația de fosfor total din influentul bazinului anaerob, (mg P/l);

$c_{P,efl}$ - concentrația de fosfor total din efluentul stației de epurare, (mg P/l);

$c_{P,BM}$ - concentrația de fosfor total necesar pentru dezvoltarea biomasei heterotrofe (fosforul înglobat în biomasă), (mg P/l);

$c_{P,bio,ex}$ - concentrația de fosfor biologic în exces, (mg P/l);

(6) Dacă concentrația $c_{P,prec} > 0$ este nevoie, pe lângă eliminarea pe cale biologică a fosforului și de precipitare chimică.

(7) Dacă $c_{P,prec} < 0$ nu este nevoie de precipitare chimică; pentru valori negative ale concentrației

$c_{P,prec}$ apropiate de zero (-1,0 mg/l -1,5 mg/l) se vor prevedea, totuși, la proiectare,

posibilitatea și spațiile necesare în viitor pentru tratarea chimică necesară.

(8) Concentrația de fosfor total din efluentul stației de epurare $c_{P,efl}$ se va considera, la dimensionare, cca. 60-70% din concentrația admisibilă de fosfor total din efluent:

$$c_{P,efl} = (0,6 \dots 0,7) \times c_P^{adm} \quad (8.86)$$

unde:

$c_{P,adm} = 1,0(2,0)$ mg P/l (v. tab. 3.3 § 3.4);

(9) Concentrația de fosfor încorporat în biomasă se consideră, de regulă, 1% din concentrația de CBO_5 influentă în bazinul anaerob:

$$C_{P,BM} = 0,01 \times x_{5,uz} \text{ (mg P/l)} \quad (8.87)$$

$$C_{P,BM} = 0,005 \times x_{CCO} \text{ (mg P/l)} \quad (8.88)$$

unde:

$x_{5,uz}$ - concentrația în CBO_5 din influentul reactorului biologic, (mg O_2/l);

x_{CCO} - concentrația în CCO din influentul reactorului biologic, (mg O_2/l);

(10) Dacă bazinul anaerob este situat în amonte de bioreactor:

a) Concentrația de fosfor biologic în exces:

$$C_{P,bio,ex} = (0,01 \dots 0,015) \times x_{5,uz} \text{ (mg P/l)} \quad (8.89)$$

$$C_{P,bio,ex} = (0,005 \dots 0,007) \times x_{CCO} \text{ (mg P/l)} \quad (8.90)$$

b) Pentru temperaturi scăzute ale apei uzate, concentrația în azotați din efluentul stației de epurare

$$C_{N-NO_3}^{eff} \geq 15 \text{ mg N-NO}_3/\text{l}$$

$$C_{P,bio,ex} = (0,005 \dots 0,01) \cdot x_{5,uz} \text{ (mg P/l)} \quad (8.91)$$

$$C_{P,bio,ex} = (0,025 \dots 0,005) \cdot x_{CCO} \text{ (mg P/l)} \quad (8.92)$$

c) Dacă schema de epurare este cu predenitrificare sau cu denitrificare cu alimentare fracționată, dar nu cuprinde bazine anaerobe, eliminarea biologică a fosforului:

$$C_{P,bio,ex} \leq 0,005 \cdot x_{5,uz} \text{ (mg P/l)} \quad (8.93)$$

$$C_{P,bio,ex} \leq 0,002 \cdot x_{CCO} \text{ (mg P/l)} \quad (8.94)$$

(11) Dacă este nevoie de precipitare chimică, necesarul mediu de reactiv (sare metalică) poate fi calculat considerând 1,5 mol $\text{Me}^{3+}/\text{mol } C_{P,bio,ex}$. Efectuând conversia, se obțin următoarele doze de reactiv:

a) precipitare cu fier: 2,7 kg Fe/kg P_{prec} ;

b) precipitare cu aluminiu: 1,3 kg Al/kg P_{prec} ;

(12) În soluția cu precipitare simultană, adaosul de var în influentul decantorului secundar conduce la creșterea pH-ului și la mărirea eficienței fenomenului de precipitare; necesarul de var depinde de alcalinitatea procesului din bioreactor. În figura 8.12. se prezintă schema de epurare avansată cu BNA și eliminarea fosforului.

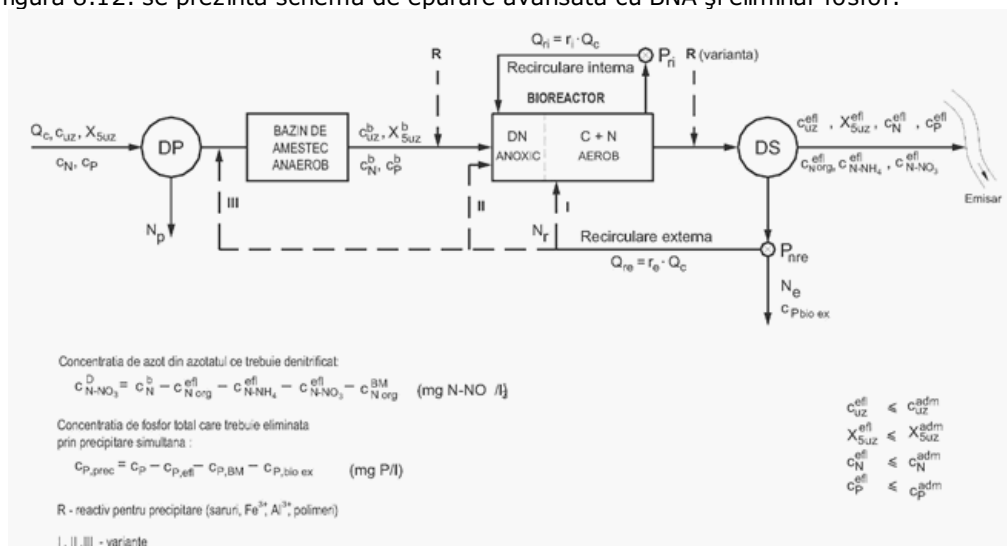


Figura 8.12. Schema de calcul: epurare biologică avansată cu BNA și eliminarea fosforului.

8.2.3.5. Calculul cantității de nămol în exces

(1) În stația de epurare se reține și se produce nămol în următoarele obiecte tehnologice:

a) decantoarele primare rețin materiile solide în suspensie care trec de treapta de degrosare și pot sedimenta gravitațional în anumite condiții de timp și încărcare superficială; poartă denumirea de nămoluri primare. În aceste nămoluri este reținut și azot, în proporție $e_N = 10 \dots 15\%$ și fosfor în proporție de $e_P = 5.10\%$;

b) bazinele anaerobe și bioreactoarele unde se desfășoară procesele de nitrificare-denitrificare; se produce nămol suplimentar alcătuit din biomasa rezultată din îndepărtarea substanțelor organice biodegradabile și din eliminarea fosforului;

c) decantoarele secundare rețin biomasa creată în bioreactoare, precum și materiile solide în suspensie care au trecut de treapta de epurare mecanică, complex de substanțe care poartă denumirea de nămol activat;

(2) Nămolul primar este dirijat spre treapta de prelucrare a nămolului. Nămolul activat din decantoarele secundare este dirijat către bioreactor în zona anoxică, aerobă sau în bazinul anaerob, după caz, ca nămol de recirculare în scopul menținerii unei anumite concentrații de biomasă în reactorul biologic (recirculare externă).

(3) Surplusul (excedentul) de nămol activat este denumit nămol în exces și este dirijat spre treapta de prelucrare a nămolului; cea mai mare parte a biomasei din decantorul secundar este recirculată continuu în sistemul biologic. Nămolul în exces conține 10% azot și 15% fosfor, cantități care ajung în treapta de prelucrare a nămolului.

(4) Producția de nămol în exces reprezintă suma dintre nămolul rezultat din eliminarea substanțelor organice pe bază de carbon și nămolul provenit din îndepărtarea fosforului:

$$N_e = N_{eC} + N_{eP} \text{ (kg s.u./zi)} \quad (8.95)$$

unde:

N_e - cantitatea de materii solide, exprimată în substanță uscată din nămolul în exces, (kg s.u./zi);

N_{eC} - cantitatea de materii solide, exprimată în substanța uscată din nămolul în exces provenită din eliminarea carbonului, (kg s.u./zi);

N_{eP} - cantitatea de materii solide, exprimată în substanță uscată, din nămolul în exces provenit din eliminarea fosforului, (kg s.u./zi);

(5) Cantitatea de nămol în exces depinde de vârsta nămolului:

a) Cantitatea de nămol provenită din eliminarea compușilor pe bază de carbon:

$$N_{eC} = C_b \cdot \left(0,75 + 0,6 \cdot \frac{c_{uz}^b}{x_{5,uz}^b} - \frac{0,102 \cdot T_N \cdot F_T}{1 + 0,17 \cdot T_N \cdot F_T} \right) \text{ (kg s.u./zi)} \quad (8.96)$$

unde:

C_b - cantitatea de materie organică influentă în stația de epurare, (kg CBO₅/zi);

c_{uz}^b - concentrația în MTS în influentul reactorului biologic, (mg/l);

$x_{5,uz}^b$ - concentrația în CBO₅ în influentul bioreactorului, (mg/l);

T_N - vârsta nămolului, (zile);

$F_t = 1,072^{(t-15)}$ - factorul de temperatură pentru respirația endogenă;

$T = 10 \dots 12^\circ \text{C}$;

0,75; 0,6; 0,102; 0,17 - coeficienți Hartwing;

În tabelul 8.22 sunt prezentate valorile producției specifice de nămol (N_{eC}^i) din îndepărtarea carbonului în funcție de temperatură, vârsta nămolului și de raportul ($c_{uz}^b / x_{5,uz}^b$).

Tabelul 8.21. Producția specifică de nămol

$$N_{eC}^i = N_i \text{ (kg s.u./kg CBO}_5\text{)} \text{ pentru } T = 10 - 12^\circ \text{C.}$$

| Nr. Crt. | $c_{uz}^b / x_{5,uz}^b$ | Vârsta nămolului T_N | | | | | |
|----------|-------------------------|------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|
| | | 4 zile | 8 zile | 10 zile | 15 zile | 20 zile | 25 zile |
| 0 | 2 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 0,4 | 0,79 | 0,69 | 0,65 | 0,59 | 0,56 | 0,53 |
| 2 | 0,6 | 0,91 | 0,81 | 0,77 | 0,71 | 0,68 | 0,65 |
| 3 | 0,8 | 1,03 | 0,93 | 0,89 | 0,83 | 0,80 | 0,77 |
| 4 | 1,0 | 1,15 | 1,05 | 1,01 | 0,95 | 0,92 | 0,89 |
| 5 | 1,2 | 1,27 | 1,17 | 1,13 | 1,07 | 1,04 | 1,01 |

b) Cantitatea de nămol provenită din eliminarea compușilor pe bază de fosfor.

Cantitatea de nămol în exces din eliminarea fosforului cuprinde materia solidă rezultată din îndepărtarea fosforului biologic în exces și din cea obținută din precipitarea simultană; la eliminarea fosforului biologic în exces, se admit 3 g s.u./1 g de fosfor eliminat biologic.

Materiile solide rezultate din precipitarea simultană sunt funcție de tipul de coagulant și de cantitatea dozată.

În calcule se consideră o producție specifică de nămol de:

i. 2,5 kg s.u./kg Fe dozat;

ii. 4,0 kg s.u./1 kg Al dozat.

Cantitatea de nămol în exces din eliminarea fosforului:

$$N_{eP} = \frac{Q_c}{1000} \cdot (3 \cdot c_{P, bio, ex} + 6,8 \cdot c_{P, prec, Fe} + 5,3 \cdot c_{P, prec, Al}) \text{ (kg s.u./zi)} \quad (8.97)$$

unde:

Q_c - debitul de calcul, (m³/zi);

$c_{P, bio, ex}$ - concentrația de fosfor biologic în exces, (mg P/l);

$c_{P, prec, Fe}$ - concentrația de fosfor precipitat cu Fe, (mg P/l);

$c_{P, prec, Al}$ - concentrația de fosfor precipitat cu Al, (mg P/l);

Producția de nămol este dependentă de vârsta nămolului:

$$T_N = \frac{N_a}{N_e} = \frac{c_{na} \cdot V}{N_e} \text{ (zile)} \quad (8.98)$$

unde:

N_a - cantitatea totală de biomasă, (kg s.u./zi);

N_e - cantitatea de biomasă în exces, definită anterior, (kg s.u./zi);

c_{na} - concentrația biomasei, (kg/m³);

V - volumul reactorului biologic, (m³);

(6) În cazul utilizării varului pentru precipitare, producția specifică de nămol este de 1 g/1g Ca (OH)₂.

(7) Indicele volumetric al nămolului sau indexul lui Mohlmann este un parametru ce caracterizează procesul de sedimentare a nămolului activat în decantorul secundar. Indiferent de tipul epurării, se recomandă ca indicele volumetric să nu depășească 180...200 cm³/g. Când influentul în reactor conține cantități mari de substanță organică biodegradabilă, nămolul activat va avea un indice volumetric mare (> 200 cm³/g) cu proprietăți de sedimentare slabe.

(8) Pentru calculele de dimensionare ale treptei de epurare biologică avansată se recomandă valorile din tabelul următor.

Tabelul 8.22. Valori recomandate pentru I_{vN} .

| Nr. crt. | Tipul epurării | I_{vN} (cm ³ /g) | |
|----------|--------------------------------|------------------------------------|--------------|
| | | Influența apelor uzate industriale | |
| | | Favorabilă | Nefavorabilă |
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Fără nitrificare | 100 - 150 | 120 - 180 |
| 2 | Cu nitrificare + denitrificare | 100 - 150 | 120 - 180 |

| | | | |
|---|---------------------------|----------|-----------|
| 3 | Cu stabilizarea nămolului | 75 - 120 | 120 - 150 |
|---|---------------------------|----------|-----------|

(9) Valorile mai scăzute se consideră în cazurile:

- a)** când schema nu cuprinde decantor primar;
b) când schema cuprinde în amonte de bazinul biologic un bazin selector aerob sau un bazin de amestec anaerob;
c) când bazinul biologic este prevăzut cu alimentare tip "piston";

8.2.3.6. Determinarea volumului reactoarelor biologice

(1) Volumul bioreactorului depinde de indicatorii de calitate ai influentului și efluentului treptei de epurare biologice, de tipul epurării, de încărcare organică a bazinului (I_{ob}) și a nămolului (I_{on}), de calitatea nămolului de recirculare prelevat din decantorul secundar, de vârsta nămolului, de concentrația în materii solide în suspensie din bioreactor.

(2) Volumul bioreactorului se poate determina cu relațiile:

$$V = \frac{C_b}{I_{ob}} = \frac{N_a}{c_{na}} = \frac{C_b}{c_{na} \cdot I_{on}} \quad (m^3) \quad (8.99)$$

unde:

C_b - cantitatea de materie organică influentă în stația de epurare, (kg CBO₅/zi);

I_{ob} - încărcarea organică a bazinului, (kg CBO₅/m³ b.a,zi);

I_{on} - încărcarea organică a nămolului, (kg CBO₅/ kg s.u,zi);

N_a - cantitatea de biomasă activă din bioreactor, (kg s.u/zi);

c_{na} - concentrația nămolului activ din bioreactor, (kg/m³);

(3) În funcție de tipul epurării (convențională fără nitrificare, cu nitrificare, cu nitrificare - denitrificare și stabilizarea nămolului), se adoptă valorile pentru I_{ob} , I_{on} , c_{na} și se determină volumul bioreactorului cu una din relațiile (8.99).

(4) Acest volum cuprinde atât volumul zonei de denitrificare (V_D) cât și volumul zonei de nitrificare (V_N) în care are loc eliminarea compușilor pe bază de carbon organic concomitent cu nitrificarea amoniului.

$$V = V_D + V_N \quad (m^3) \quad (8.100)$$

(5) În schemele de denitrificare cu alimentare fracționată (step - feed), concentrația nămolului din bioreactor se înlocuiește cu $c_{na,step}$: $c_{na,step} > c_{na}$.

(6) Calculul coeficienților de recirculare:

a) Recircularea externă se referă la debitul de nămol activat prelevat din decantorul secundar și dirijat în funcție de soluția propusă, în amonte de bazinul anaerob, în amonte de bazinul de denitrificare sau în amonte de zona aerobă.

Dimensionarea se face pentru un coeficient de recirculare externă $r_e = 100\%$.

Debitul de nămol recirculat va fi:

$$Q_{re} = r_e \times Q_c \quad (m^3/zi) \quad (8.101)$$

unde:

Q_c - debitul de calcul al bioreactorului, (m³/zi);

b) Recircularea internă constă în prelevarea din avalul zonei de nitrificare al amestecului nămol - apă uzată (bogată în azotați) și dirijarea acestuia în secțiunea amonte a zonei de denitrificare. Coeficientul de recirculare internă se determină cu relația:

$$r_i = \frac{c_{N-NO_3}^D}{c_{N-NO_3}^{efl}} - r_e \quad (8.102)$$

unde:

$c_{N-NO_3}^D$ - concentrația de azot din azotatul ce trebuie denitrificat, (mg N - NO₃⁻/l);

$c_{N-NO_3}^{efl}$ - concentrația de azot din azotatul din efluentul stației de epurare, (mg N-NO₃⁻/l);

r_e - coeficientul de recirculare externă;

r_i - coeficientul de recirculare internă;

c) Coeficientul total de recirculare:

$$r_T = r_e + r_i = \frac{Q_{re}}{Q_c} + \frac{Q_{ri}}{Q_c} \quad (8.103)$$

unde:

Q_c, Q_{re} - definiții anterior; Q_{ri} - debitul de recirculare internă, (m³/zi);

d) Eficiența maximă a denitrificării:

$$\eta_D = 1 - \frac{1}{1 + r_T} \quad (8.104)$$

e) Durata totală a unui ciclu, dacă procesul de denitrificare este intermitent:

$$t_T = t_N + t_D \quad (h) \quad (8.105)$$

Se poate calcula cu relația:

$$t_T = t_r \cdot \frac{c_{N-NO_3}^{efl}}{c_{N-NO_3}^D} \quad (h) \quad (8.106)$$

unde:

$$t_r = \frac{V}{Q_{uz,max,or}} \geq 2 \quad (h) \quad (8.107)$$

8.2.3.7. Calculul capacității de oxigenare

(1) Capacitatea de oxigenare reprezintă cantitatea de oxigen necesară proceselor biochimice din bioreactor pentru: eliminarea carbonului organic (inclusiv respirația endogenă), pentru nitrificare, determinarea economiei de oxigen furnizat în procesul de denitrificare prin preluarea oxigenului necesar dezvoltării biomasei din azotați.

a) Consumul specific de oxigen pentru îndepărtarea carbonului organic CSO_c (kg O_2 /kg CBO_5) se determină cu relația:

$$CSO_c = \frac{\overline{CO}_c}{C_b} = 0,56 + \frac{0,15 \cdot T_N \cdot F_T}{1 + 0,17 \cdot T_N \cdot F_T} \text{ (kg } O_2/\text{kg } CBO_5) \quad (8.108)$$

unde:

C_b - cantitatea de materie organică influentă în bioreactor, (kg CBO_5 /zi);

T_N - vârsta nămolului, (zile);

F_t - $1,072^{T-15}$ - factor de temperatură pentru perioada de vară;

$\overline{CO}_c = C_b \cdot CSO_c$ (kg O_2 /zi) - capacitatea de oxigenare necesară pentru eliminarea carbonului organic;

Notă:

Relația (8.108) se aplică pentru raportul $x^b_{CCO} / x^b_{5,uz} \leq 2,2$. Pentru rapoarte mai mari decât această valoare, calculul capacității de oxigenare se va face cu valorile concentrațiilor exprimate în consum chimic de oxigen (CCO-Cr).

b) Capacitatea de oxigenare necesară pentru nitrificare:

$$\overline{CO}_N = \frac{4,3 \cdot Q_c}{1000} \cdot (c_{N-NO_3}^D - c_{N-NO_3}^{infl} + c_{N-NO_3}^{efl}) \text{ (kg } O_2/\text{zi)} \quad (8.109)$$

unde:

4,3 - consumul specific de oxigen, (kg O_2 /kg azot oxidat);

Q_c - debitul influent în bioreactor, (m^3 /zi);

$c_{n-NO_3}^D$ - concentrația de azot din azotatul ce trebuie denitrificat, (mg N - NO_3^- /l);

$c_{N-NO_3}^{infl}$ - concentrația de azot din azotatul influent în bioreactor, (mg N - NO_3^- /l);

$c_{N-NO_3}^{efl}$ - concentrația de azot din azotatul din efluentul bioreactorului, (mg N- NO_3^- /l);

c) Capacitatea de oxigenare necesară pentru denitrificare:

$$\overline{CO}_D = \frac{-2,9 \cdot Q_c}{1000} \cdot c_{N-NO_3}^D \text{ (kg } O_2/\text{zi)} \quad (8.110)$$

unde:

2,9 - consumul specific de oxigen, (kg O_2 / kg de azot denitrificat);

Q_c - debitul influent în bioreactor, (m^3 /zi);

$c_{n-NO_3}^D$ - concentrația de azot din azotatul ce trebuie denitrificat, (mg N - NO_3^- /l);

Semnul minus (" - ") semnifică oxigenul ce se recuperează prin denitrificare și nu se consumă.

(2) Capacitatea de oxigenare necesară pentru eliminarea carbonului organic și pentru nitrificarea amoniului se poate calcula în ipotezele:

a) când se ține seama de aportul de oxigen din procesul de denitrificare;

b) când se neglijează aportul de oxigen din procesul de denitrificare.

Ipoteza care conferă siguranță este ipoteza b, pentru care capacitatea necesară este maximă. Se va ține seama de variația în decursul zilei a încărcării organice și a încărcării cu azot. Pentru calculul valorilor orare de vârf ale capacității de oxigenare necesare se introduc termenii f_c - factorul de vârf al încărcării organice și f_N - factorul de vârf al încărcării cu azot.

(3) Relațiile de calcul pentru determinarea capacității de oxigenare orare necesare sunt:

a) În ipoteza luării în considerare a oxigenului furnizat prin denitrificare:

$$CO_{h,nec} = \frac{f_c \cdot (\overline{CO}_c - \overline{CO}_D) + f_N \cdot \overline{CO}_N}{24} \text{ (kg } O_2/\text{h)} \quad (8.111)$$

unde:

toți termenii au fost definiți anterior;

b) În ipoteza în care se neglijează aportul de oxigen din procesul de denitrificare:

$$CO_{h,nec} = \frac{f_c \cdot \overline{CO}_c + f_N \cdot \overline{CO}_N}{24} \text{ (kg } O_2/\text{h)} \quad (8.112)$$

c) Factorul de vârf f_c reprezintă raportul dintre cantitatea de oxigen necesară pentru eliminarea carbonului în 2 ore de vârf și cantitatea de oxigen medie zilnică necesară.

Factorul de vârf f_N se determină ca raport între încărcarea cu TKN în 2 ore de vârf și încărcarea în TKN medie pe 24 ore.

Deoarece valoarea de vârf a necesarului de oxigen pentru nitrificare se produce înainte de apariția necesarului de vârf pentru eliminarea carbonului, calculul capacității de oxigenare orare necesare ($\overline{CO}_{h,nec}$) se face în două ipoteze:

i. Ipoteza 1: $f_c = 1$ și o valoare admisă (apreciată) pentru f_N ;

ii. Ipoteza 2: f_c cu o valoare admisă (apreciată) și $f_N = 1$;

Dintre cele două ipoteze se va considera cea pentru care se obține ($\overline{CO}_{h,nec}$) maxim.

Tabelul 8.23. Valori pentru f_c și f_N

| Factor de vârf | Vârsta nămolului T_N | | | | | |
|--------------------------------|------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|
| | 4 zile | 8 zile | 10 zile | 15 zile | 20 zile | 25 zile |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| f_c | 1,3 | 1,25 | 1,2 | 1,2 | 1,15 | 1,11 |
| f_N pentru SE cu 1.200 kg/zi | - | - | - | 2,5 | 2,0 | 1,5 |
| f_N pentru SE > 6.000 kg/zi | - | - | 2,0 | 1,8 | 1,5 | - |

(4) Pentru stații de epurare mici și medii, capacitatea de oxigenare orară necesară se verifică, cu relația (8.113), caz în care factorii de vârf $f_c = 1$ și $f_N = 1$.

$$\overline{CO}_{h,nec} = \frac{\overline{CO}_{nec}}{\delta} \text{ (kg } O_2/\text{h)} \quad (8.113)$$

unde:

- a) $\delta = 15$ pentru $Q_{uz,max,zi} < = 50$ l/s;
 b) $\delta = 20$ pentru 50 l/s $< Q_{uz,max,zi} < = 250$ l/s;
 c) $\delta = 24$ pentru $Q_{uz,max,zi} > 250$ l/s;

În calculele de dimensionare se va considera ipoteza pentru care se obține valoarea maximă pentru $\overline{CO_{h,nec}}$ determinată cu una din relațiile (8.111), (8.112) și (8.113).

(5) Raportul V_D/V necesar pentru definitivarea volumului zonei anoxice (V_D) se determină din relația (8.83).

Cunoașterea raportului V_D/V permite determinarea volumului zonei de denitrificare (anoxice), deoarece volumul total al bioreactorului (V) este cunoscut.

Volumul V cuprinde volumul zonei de denitrificare și volumul zonei de nitrificare V_N , conform relației (8.100).

(6) Determinarea debitului de aer necesar în condiții reale în scopul asigurării capacității de oxigenare orare necesare, ține seama de:

- a) temperatura apei uzate;
 b) randamentul transferului de oxigen de la aer la apă;
 c) temperatura maximă a aerului din zona de amplasare a stației de epurare;
 d) adâncimea de insuflare din bioreactor;
 e) performanțele dispozitivelor de insuflare a aerului în apă;

(7) Capacitatea de oxigenare orară necesară $\overline{CO_{h,nec}}$ (kg O_2 /h) a fost determinată pentru situația reală, când fenomenul se desfășoară în amestecul lichid din bioreactor. În literatura de specialitate străină acest parametru este notat AOR (Actual Oxygen Requirement):

$$AOR = \overline{CO_{h,nec}} \text{ (kg } O_2/\text{h)} \quad (8.114)$$

(8) Legătura dintre capacitatea de oxigenare orară necesară în condiții reale AOR și capacitatea de oxigenare orară necesară în condiții standard sau normale SOR (Standard Oxygen Requirement) este dată de relația:

$$AOR = SOR \cdot \frac{\theta^{T-20} \cdot \alpha \cdot (\beta \cdot c_{SA} - c_B)}{c_{S20}^*} \text{ (kg } O_2/\text{h)} \quad (8.115)$$

unde:

$\theta = 1,024$ - coeficient din relația de tip Arrhenius, ce evidențiază efectul temperaturii asupra transferului de oxigen;
 α - coeficient care ține seama de capacitatea de transfer a oxigenului de la apa curată la apa uzată:

i. $\alpha = 0,65$ pentru $T = 10^\circ\text{C}$;

ii. $\alpha = 0,60$ pentru $T = 27^\circ\text{C}$;

$\beta = 0,95$ - factor de corecție al transferului de oxigen care ține seama de diferențele de solubilitate a oxigenului în apă datorită salinității acesteia (conținutului de săruri), tensiunii superficiale;

T - temperatura apelor uzate care se va considera iarna 10°C și vara, după caz, $25^\circ\text{... } 27^\circ\text{C}$.

c_B - concentrația O_2 dizolvat din bioreactor, pentru dimensionare se adoptă 2mg/l ;

c_{S20}^* - este concentrația medie de saturație în apă curată a oxigenului dizolvat la 20°C ; depinde de adâncimea de insuflare a aerului (H_i) și se determină:

$$c_{S20}^* = c_{S20} \cdot (1 + 0,035 \cdot H_i) \text{ (mg } O_2/\text{l)} \quad (8.116)$$

unde:

c_{S20} - concentrația de saturație a oxigenului în apa curată, în condiții standard sau normale, (mg O_2 /l);

H_i - adâncimea de insuflare a aerului, măsurată între suprafața lichidului și fața superioară a dispozitivului de insuflare a aerului în amestecul lichid din bioreactor, (m);

c_{SA} - concentrația medie de saturație a oxigenului dizolvat în apa curată la temperatura de dimensionare T , (mg O_2 /l), și la adâncimea de insuflare H_i determinată cu relația:

$$c_{SA} = c_{SA}^T \cdot (1 + 0,035 \cdot H_i) \text{ (mg } O_2/\text{l)} \quad (8.117)$$

unde:

c_{SA}^T - concentrația de saturație a oxigenului în apa curată la temperatura T ($^\circ\text{C}$), (mg O_2 /l):

i. $c_{SA}^T = 11,33$ mg O_2 /l, pentru $T = 10^\circ\text{C}$ (conform tab. 8.14. § 8.1.2.6);

ii. $c_{SA}^T = 9,17$ mg O_2 /l, pentru $T = 20^\circ\text{C}$ (conform tab. 8.14. § 8.1.2.6);

Din relațiile (8.114) și (8.115) se determină SOR; Calculele se efectuează și pentru perioada de iarnă ($T = 10^\circ\text{C}$) și pentru perioada de vară ($T = 25^\circ - 27^\circ\text{C}$). Pentru dimensionare se alege valoarea SOR maxim rezultată.

(9) Debitul de aer necesar în condiții standard (normale) se determină cu relația:

$$Q_{N,aer} = \frac{SOR}{SOTE} \cdot \frac{1}{\gamma_{aer}} \cdot \frac{1}{c_{SO}} = \frac{SOR \cdot 10^3}{c'_0 \cdot H_i} \text{ (N m}^3 \text{ aer/h)} \quad (8.118)$$

unde:

SOR - definit anterior;

$\gamma_{aer} = 1,206$ kg/m este greutatea specifică a aerului;

$c_{SO} = 0,28$ kg O_2 /m³ aer - conținutul de oxigen dintr-un m³ de aer, în condiții standard;

$c'_0 = c_{SO}/100 \times \eta_1$ - capacitatea specifică de oxigenare a dispozitivului de insuflare a aerului în apă curată, în condiții standard, (g O_2 /N m³ aer, m adâncime de insuflare); valoarea c'_0 se calculează pe baza eficienței specifice de transfer (η_1) de ofertant (producătorul) dispozitivului;

SOTE - eficiența de transfer a oxigenului în apa curată, în condiții normale (Standard Oxygen Transfer Efficiency), la adâncimea de insuflare H_i , (%):

$$SOTE = \eta_1 \times H_i \text{ (%) } (8.119)$$

unde:

η_1 - eficiența specifică de transfer a oxigenului în apă curată, în condiții normale (standard) pentru 1 m adâncime de insuflare, (%/m). Valoarea eficienței specifice este caracteristică fiecărui dispozitiv de insuflare a aerului;

(10) Debitul de aer real pentru condițiile reale de funcționare a surselor de furnizare a aerului (compresoare, suflante) se determină în funcție de debitul normal de aer (debitul în condiții standard), cu relația:

$$Q_{R,aer} = Q_{N,aer} \cdot \frac{T_R + 273}{T_N + 273} \cdot \frac{p_N}{p_R} \text{ (N m}^3 \text{ aer/h)} \quad (8.120)$$

unde:

$T_r = 30 - 35^\circ\text{C}$ - temperatura maximă a aerului din zona de amplasare a reactorului;

$T_N = 10^\circ\text{C}$ - temperatura aerului în condiții standard;

$(T+273)$ - temperatura aerului în grade absolute (Kelvin);

p_R - presiunea atmosferică în condiții reale, din zona de amplasare a reactorului

p_N - presiunea atmosferică în condiții standard;

Pentru alegerea surselor de aer, este necesară determinarea debitului real de aer necesar Q_{Rxaer} (m^3 aer/h) și a înălțimii de presiune necesare la flanșa de refulare a sursei de aer.

(11) Presiunea necesară la flanșa de refulare a sursei de aer:

$$H_R \geq H_i + h_d^{S-D} + h_l^D \text{ (m col. H}_2\text{O)} \quad (8.121)$$

$$H_i > H + + fr?(m\text{col.H}_2\text{O}) \quad (8.121)$$

unde:

H_i - adâncimea de insuflare a aerului în amestecul lichid, (m);

h_d^{S-D} - pierderea de sarcină distribuită în conducta de alimentare cu aer de la sursă până la cel mai depărtat dispozitiv de insuflare, (0,20 - 0,60 m);

h_l^D - pierderea de sarcină locală în dispozitivul de insuflare a aerului în amestecul lichid din bioreactor, (0,20 - 0,80 m);

8.3. Decantoare secundare

(1) Decantoarele secundare sunt construcții descoperite care au rolul de a reține nămolul biologic produs în bazinele cu nămol activat sau în filtrele biologice.

(2) Decantoarele secundare orizontale longitudinale și radiale, se proiectează în conformitate cu prevederile STAS 4162/1-89.

(3) Decantoarele secundare sunt amplasate în aval de bazinele cu nămol activat sau de filtrele biologice, în funcție de schema de epurare adoptată.

(4) Substanțele reținute în decantoarele secundare poartă denumirea de nămol biologic, iar în cazul în care decantoarele secundare sunt amplasate după bazinele de aerare, substanțele reținute poartă denumirea de nămol activat.

(5) Decantoarele secundare nu pot lipsi din schemele de epurare biologică, acestea funcționând în tandem cu bazinele de aerare sau cu filtrele biologice.

8.3.1. Clasificare

(1) Decantoarele secundare se clasifică astfel:

a) După direcția de curgere a apei prin decantor:

i. decantoare orizontale longitudinale;

ii. decantoare orizontale radiale;

iii. decantoare verticale;

iv. decantoare de tip special (cu module lamelare, cu recircularea stratului de nămol);

b) După modul de evacuare a nămolului:

i. decantoare cu evacuare hidraulică pe principiul diferenței de presiune hidrostatică;

ii. decantoare cu evacuare hidraulică cu ajutorul podurilor raclare cu sucțiune;

8.3.2. Parametrii de dimensionare

(1) Numărul de decantoare va fi minimum două unități (compartimente), ambele active, fiecare putând funcționa independent. Pentru funcționarea corectă a unităților de decantare se impune distribuția egală a debitelor între unitățile respective (se prevede în amonte de decantoarele secundare o cameră de distribuție a debitelor).

Tabelul 8.24. Parametrii de proiectare ai decantoarelor secundare.

| Nr. crt. | Parametru | U.M. | Relație de calcul/ Valori recomandate | |
|----------|--|----------------------------|--|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | |
| | | | DS amplasat după FB | DS amplasat după BNA |
| 1 | Debitul de dimensionare | m^3/zi | $Q_c = Q_{uz,max,zi}$ | |
| 2 | Debitul de verificare | m^3/h | $Q_v = Q_{uz,max.or} + Q_{Ar,max}$ | $Q_v = Q_{uz,max.or} + Q_{nr,max}$ |
| 3 | Încărcare superficială la debitul de dimensionare | m/h | $u_{sc} = Q_c/A_o$ $u_{sc}=0,7...1,5$ | $u_{sc} = Q_c/A_o$ $u_{sc} = 0,7...1,2$ |
| 4 | Încărcare superficială la debitul de verificare | m/h | $u_{sv}^{max} = 2,7$ | $u_{sv}^{max} = 2,2$ |
| 5 | Viteza maximă de curgere a apei | mm/s | 10 | |
| 6 | Încărcarea superficială cu materii totale în suspensie | kg s.u./m ² ,zi | $I_{SS} = [c_{na} \times (Q_c + Q_{Ar,max})]/A_o$ $I_{SS} = 90...140$ | $I_{SS} = [c_{na} \times (Q_c + Q_c)]/A_o$ $I_{SS} = 90...140$ |

| | | | | |
|----|--|------------------------------------|---|--|
| 7 | Încărcarea volumetrică superficială cu nămol | $\text{dm}^3/\text{m}^2, \text{h}$ | $I_{VS} = I_{SS} \times I_{VN}$ $I_{SS} = 450 \dots 500$ | |
| 8 | Timpu de decantare la debitul de dimensionare | h | $t_c = h_u/u_{sc}$ $t_c = 2,0 \dots 3,0$ | $t_c = h_u/u_{sc}$ $t_c = 2,0 \dots 3,0$ |
| 9 | Timpu de decantare la debitul de verificare | h | $t_v = h_u/u_{sc}$ $t_{\min v} = 1,1 \text{ h}$ | $t_v = h_u/u_{sc}$ $t_{\min v} = 1,1 \text{ h}$ |
| 10 | Coefficient de recirculare externă a nămolului activ | % | $r_e = (c_{na}/c_{nr} - c_{na}) \times 100$ | |

$Q_{uz, \max, zi}$ - debitul zilnic maxim al apelor uzate, (m^3/zi);

$Q_{uz, \max, or}$ - debitul orar maxim al apelor uzate, (m^3/h);

$q_{ar, \max}$ - debitul de recirculare al apelor epurate, (m^3/zi);

$Q_{nr, \max}$ - debitul de nămol recirculat, (m^3/zi);

DS - decantor secundar;

A_o - suprafața utilă de decantare, (m^2);

C_{na} - concentrația în materii solide a nămolului activat, (kg/m^3);

c_{nr} - concentrația în materii solide a nămolului de recirculare, (kg/m^3);

I_{VN} - indicele volumic al nămolului definit în tab.8.5, (cm^3/g);

h_u - înălțimea zonei utile de sedimentare, (m);

FB - filtre biologice;

BNA - bazin cu nămol activat;

(2) Tabelul 8.24 prezintă parametri de dimensionare ai decantoarelor secundare.

(3) Pentru asigurarea unei bune funcționări a decantoarelor, precum și pentru realizarea unei eficiențe ridicate în ceea ce privește sedimentarea materiilor în suspensie din apă, trebuie ca accesul și evacuarea apei să se facă uniform; pentru acces se recomandă prevederea de deflectoare, orificii sau ecrane semiscufundate, orificiile fiind îndreptate către radier pentru asigurarea uniformității curgerii în bazin. La decantoarele orizontale radiale și la cele verticale, accesul apei trebuie să se facă la o distanță de 1,80 m față de radier, pentru o bună distribuție a liniilor de curent.

(4) Determinarea numărului de deflectoare se face pe baza debitului aferent unui deflector

$q_{def} = 4 \dots 7 \text{ dm}^3/\text{s}$, deflector și a distanței dintre ele $a = 0,75 \dots 1,00$ m atât pe verticală cât și pe orizontală.

(5) Evacuarea apei din decantor este reglată prin deversoare metalice, având partea superioară realizată sub forma unor dinți triunghiulari sau trapezoidali; aceste deversoare sunt reglabile pe verticală, permițând astfel evacuarea controlată a apei decantate. Pentru a realiza o evacuare uniformă, trebuie ca deversarea să fie neînecată și perfect reglată pe verticală, astfel încât lama deversantă pentru fiecare dinte al deversorului să fie egală.

(6) Evacuarea apei decantate se poate face și prin conducte submersate funcționând cu nivel liber, prevăzute cu fante (orificii). Conducta va fi dimensionată să funcționeze cu nivel liber.

(7) Lungimea deversoarelor rezultă din adoptarea valorilor recomandate pentru debitul specific deversat; debitul nu va depăși $10 \text{ m}^3/\text{h}, \text{m}$ în situația cea mai dezavantajoasă (la debitul de verificare).

Când valoarea este depășită, se recomandă mărirea lungimii de deversare prin realizarea de rigole paralele sau, la decantoarele radiale și verticale, prin prevederea de rigole radiale suplimentare.

(8) Se recomandă evacuarea continuă a nămolului activat din decantoarele secundare, dar dacă nu este posibil, intervalul de timp dintre două evacuări de nămol nu trebuie să fie mai mare de 4 h (cu măsuri adecvate la recircularea nămolului).

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

(10) 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.

(11) Decantoarele secundare sunt alcătuite în principal din:

a) compartimente pentru decantarea propriu-zisă;

b) sistemele de admisie și distribuție a apei epurate biologic;

c) sistemele de colectare și evacuare a apei decantate;

d) 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);

e) conducte de evacuare a nămolului activat și de golire a decantorului;

f) pasarela de acces pe podul raclor;

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

8.3.3. Decantoare secundare orizontale radiale

(1) Adoptarea tehnologiei de prelevare a nămolului din decantoarele secundare (fig. 8.13 a și b) va avea la bază un calcul tehnico-economic (kWh/m^3 apă uzată) și un calcul tehnologic privind calitatea nămolului active trimis în bioreactoare. Nu se recomandă să se prevadă decantoare secundare radiale cu diametre mai mici de 15 m și nici mai mari de 60 m.

(2) Sunt bazine cu forma circulară în plan, în care apa este admisă central prin intermediul unei conducte prevăzută la debușare cu o pâlnie (difuzor) a cărei muchie superioară este situată la $20 \div 30$ cm sub nivelul apei. Apa limpezită este evacuată printr-o rigolă perimetrală (fig. 10.4) sau prin conductă inelară submersată prevăzută cu orificii (fante).

(3) Circulația apei se face orizontal și radial, de la centru spre periferie. Din conducta de acces, apa iese în cilindrul central și de aici se distribuie prin peretele semiscufundat, cu muchia inferioară situată la o adâncime sub nivelul apei egală cu $2/3$ din înălțimea zonei de sedimentare h_u .

- (4) Se pot adopta variante în care apa iese din cilindrul central prin intermediul unor orificii cu defletoare practicate în peretele acestuia sau printr-un grătar de uniformizare cu bare verticale.
- (5) Distribuția uniformă a apei de la centru spre periferie se poate realiza și prin intermediul altor dispozitive care prezintă avantaje hidraulice și tehnologice deosebite (de tip "Lalea Coandă").
- (6) Cilindrul central, al cărui diametru este de $20 \div 35\%$ 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.
- (7) La partea superioară a cilindrului central se prevede o structură de rezistență capabilă să preia forțele generate de podul raclor, al cărui pivot este amplasat pe structura de rezistență respectivă.
- (8) Podul raclor poate fi de două tipuri: radial sau diametral. El este alcătuit dintr-o grindă ce sprijină pe structura de rezistență centrală prin intermediul unui pivot, iar extremitățile sprijină prin intermediul unor roți adecvate pe peretele exterior al bazinului. Calea de rulare poate fi realizată și din șină metalică, roțile fiind prevăzute în mod corespunzător acestui tip de rulare.
- (9) Colectarea și evacuarea nămolului reținut se face continuu în următoarele variante:
- a) colectarea nămolului se face într-o bașă centrală de unde este evacuat fie prin diferență de presiune hidrostatică, fie prin pompare (se aplică în cazul decantoarelor cu radier înclinat). În acest caz, solidar cu grinda podului raclor sunt prevăzuți montați de care sunt prinse lame ce raclează nămolul sedimentat pe radierul decantorului, conducându-l în bașa de evacuare; de aici, nămolul este evacuat prin diferență de presiune hidrostatică spre treapta de prelucrare (fig. 8.13 b.);
- b) prin sifonare (se aplică în cazul decantoarelor cu radier orizontal). În acest caz, nămolul sedimentat pe radierul decantorului este extras printr-un sistem de conducte într-un compartiment mobil solidar cu podul raclor, prin diferență de presiune hidrostatică, de unde, prin sifonare sau pompare este trimis într-un colector inelar și evacuat spre treapta de prelucrare (fig. 8.13 a.);
- (10) Soluțiile indicate pentru evacuarea nămolului din decantoare nu sunt limitative.

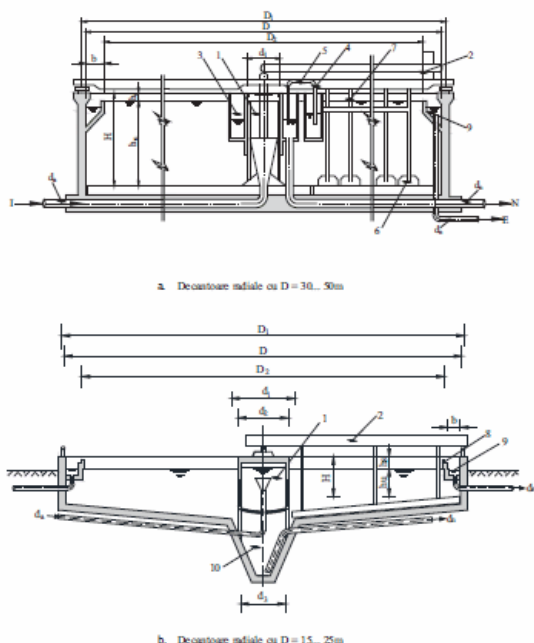


Figura 8.13. Secțiuni transversale prin decantorul secundar orizontal radial. 1-camara de admisie și distribuție apă; 2-pod raclor; 3-jgheab colector inelar fix; 4-jgheab colector mobil; 5-instalație de sifonare a nămolului; 6-guri de aspirație; 7-conducte verticale de aspirație; 8-deversor; 9-rigolă pentru colectarea apei decantate; 10-pâlnie pentru colectarea nămolului; d_a -conductă admisie influent; d_e - conductă evacuare efluent; d_n - conductă evacuare nămol.

Tabelul 8.25. Dimensiuni caracteristice decantoarelor secundare radiale.

| Nr. crt. | Q (l/s) | D (m) | D ₁ (m) | D ₂ (m) | A ₀ * (m ²) | d ₁ (m) | d ₂ (m) | d ₃ (m) | h _s (m) | h _u (m) | h _d (m) | H (m) | b (m) | V _u ** (m ³) | d _a (mm) | d _e (mm) | d _n (mm) |
|----------|-------------|-------|--------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|-------|-------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 0 | 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 1 | 60-95 | 16 | 16,14 | 14,7 | 165 | 3,0 | 2,6 | 3,0 | 0,3 | 2,5 | 0,43 | 2,90 | 0,50 | 413 | 250-350 | 200-300 | 150-200 |
| 2 | 115-185 | 20 | 20,14 | 18,5 | 264 | 3,0 | 2,6 | 3,0 | 0,3 | 2,5 | 0,57 | 2,90 | 0,60 | 660 | 300-400 | 250-350 | 200-250 |
| 3 | 195 - 290 | 25 | 25,14 | 23,5 | 423 | 4,0 | 3,6 | 4,0 | 0,4 | 2,5 | 0,70 | 2,90 | 0,60 | 1.058 | 350-500 | 300^100 | 200-300 |
| 4 | 300 - 463 | 30 | 30,14 | 28,1 | 616 | 2,3 | - | - | 0,4 | 3,0 | - | 3,40 | 0,80 | 1.848 | 500-700 | 400-600 | 250-350 |
| 5 | 405 - 690 | 35 | 35,14 | 33,1 | 856 | 2,3 | - | - | 0,4 | 3,0 | - | 3,40 | 0,80 | 2.568 | 600-800 | 400-600 | 300^100 |
| 6 | 700 - 950 | 40 | 40,14 | 37,7 | 1.109 | 3,0 | - | - | 0,4 | 3,5 | - | 3,90 | 1,00 | 3.882 | 700-1.000 | 500-700 | 350-500 |
| 7 | 1.000-1.700 | 45 | 45,14 | 42,7 | 1.424 | 3,0 | - | - | 0,4 | 3,5 | - | 3,90 | 1,00 | 4.984 | 700-1.000 | 600-800 | 350-500 |
| 8 | 1.800-2.200 | 50 | 50,14 | 47,7 | 1.779 | 3,0 | - | - | 0,4 | 3,5 | - | 3,90 | 1,00 | 6.227 | 1.000-1.200 | 700-1.000 | 500-700 |

* $A_0 = 0,785(D_2^2 - d_1^2)$ - aria orizontală utilă a unui compartiment de decantare, (m²);

** $V_u = A_0 \cdot h_u$ - volumul util de decantare, (m³);

Notă: Notațiile din tabelul 8.26 corespund celor din figura 8.13.

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

(12) Rigola de colectare a apei decantate poate fi cu deversare pe o singură parte sau cu deversare pe două părți; poate fi așezată perimetral în afară sau în interiorul suprafeței de decantare, sau numai în interiorul acesteia la $0,50 \div 0,80$ m de perete.

(13) În cazul rigolelor perimetrice, pe partea pe care se va face deversarea se vor prevedea deversoare metalice cu dinți triunghiulari, reglabili pe verticală. În fața acestor deversoare, la cca. $30 \div 50$ cm distanță se prevede un ecran semiscufundat, de formă circulară în plan, a cărui muchie inferioară este la minim $25 \div 30$ cm sub nivelul apei, în vederea evitării antrenării odată cu efluentul a spumei sau nămolului plutitor.

(14) În cel de-al doilea caz, peretele rigolei dinspre centrul bazinului are coronamentul deasupra nivelului apei, el servind drept perete obstacol pentru spuma și grăsimile de la suprafața apei. Apa decantată trece pe sub rigolă și deversează peste peretele circular al rigolei dinspre peretele exterior al decantorului, prevăzut și el cu plăcuțe metalice cu dinți triunghiulari reglabili pe verticală. Acest tip de rigolă permite, ca subvariantă, posibilitatea ca deversarea să se facă pe ambele părți ale acesteia, caz în care, în fața peretelui rigolei situat spre centrul decantorului se va prevedea un ecran semiscufundat pentru evitarea antrenării spumei sau a nămolului plutitor în efluentul epurat.

(15) Colectarea în rigolă a apei limpezite se face prin deversare neînecată, prin conductă submersată cu orificii (fante), care prezintă multiple avantaje (se elimină influența vântului precum și evacuarea odată cu apa decantată a grăsimilor și plutitorilor, se obține uniformitate în colectarea apei decantate dacă se asigură curgerea cu nivel liber prin conducta perforată).

(16) În scopul evitării antrenării spumei sau a nămolului plutitor odată cu efluentul epurat, se recomandă ca debitul specific deversat ("încărcarea hidraulică specifică a deversorului") să nu depășească $10,0 \text{ m}^3/\text{h,m}$ (la Q_v) pentru rigolele cu evacuare pe o singură parte și $6,0 \text{ m}^3/\text{h,m}$ pentru rigolele cu evacuare pe două părți.

(17) În cazul depășirii valorilor limită pentru debitul specific de deversare, există posibilitatea prevederii mai multor rigole în interiorul suprafeței decantorului, distanța dintre rigole și peretele decantorului trebuind să fie aproximativ aceeași cu adâncimea decantorului. Aceste rigole inelare pot fi legate între ele prin rigole radiale care, permit la rândul lor reducerea debitului specific deversat.

(18) Radierul decantorului poate fi prevăzut cu o pantă de $6 \div 8$ % spre centru, iar radierul pâlniei de nămol cu o pantă de minim $1,7: 1$, în cazul decantoarelor radiale cu colectarea nămolului cu lame racloare, sau poate fi prevăzut cu radier cu pantă zero în cazul colectării nămolului cu poduri racloare cu sifonare.

(19) 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.

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

(21) Evacuarea nămolului se poate face continuu, prin conducte cu $D_n 200$ mm sau mai mari, cu condiția ca viteza nămolului să fie cel puțin $0,7$ m/s.

8.3.3.1. Parametrii de dimensionare

a) Debitul de dimensionare și verificare: conform tab. 8.24;

b) Volumul util necesar de decantare:

$$V_u = Q_c \times t_c \text{ (m}^3\text{)} \quad (8.122)$$

$$V_u = Q_v \times t_v \text{ (m}^3\text{)} \quad (8.123)$$

unde: Q_c, Q_v, t_c, t_v - definiți în tab. 8.24 § 8.3.2;

Se adoptă valoarea maximă dintre (8.122) și (8.123).

c) Secțiunea orizontală necesară:

$$A_o = \frac{Q_c}{u_{sc}} \text{ (m}^2\text{)} \quad (8.124)$$

unde: Q_c, u_{sc} - definite în tab. 8.24 § 8.3.2;

d) Adâncimea utilă a spațiului de decantare:

$$h_u = u_{sc} \times t_c \text{ (m)} \quad (8.125)$$

(1) Cu aceste elemente se intră în tabelul 8.25 și se stabilesc dimensiunile geometrice: D, d_3, A_o, h_u, b și V_u , precum și numărul de unități de decantare.; se verifică apoi dacă sunt respectate condițiile (8.126) și (8.127):

a) Pentru $D = 16 \dots 30$ m: $10 \leq D/h_u \leq 15$ (8.126)

b) Pentru $D = 30 \dots 50$ m: $15 \leq D/h_u \leq 20$ (8.127)

(2) Debitul specific deversat pe conturul rigolei de colectare a apei limpezite trebuie să verifice relațiile (8.128) și (8.129), la debitul de verificare:

$$a) \text{ Pentru rigole cu evacuare pe o parte: } q_d = \frac{Q_v}{n \cdot \pi \cdot D_r} \leq 10 \text{ (m}^3/\text{h,m)} \quad (8.128)$$

$$b) \text{ Pentru rigole cu evacuare pe 2 părți: } q_d = \frac{Q_v}{n \cdot \pi \cdot D_r} \leq 6 \text{ (m}^3/\text{h,m)} \quad (8.129)$$

unde:

Q_v - definit în tabelul 8.25;

n - numărul de compartimente de decantare;

D_r - diametrul aferent peretelui deversor al rigolei, (m);

Dimensiunile rigolei de colectare a apei limpezite se stabilesc pentru debitul de verificare Q_v punând condiția ca în secțiunea cea mai solicitată viteza minimă să fie de $0,7$ m/s.

(3) În cazul decantoarelor radiale cu diametrul mai mare de 50 m, se vor lua măsuri specifice pentru combaterea tendinței de creștere a turbulenței din cauza vântului.

(4) Adâncimea decantorului la perete (H_p) și la centru (H_c):

$$H_p = h_s + h_u \text{ (m)} \quad (8.130)$$

$$H_c = h_s + h_u + h_p + h_n \text{ (m)} \quad (8.131)$$

unde:

h_s - înălțimea de siguranță ($0,3 \div 1,0$) m;

h_u - adâncimea utilă a apei în spațiul de decantare, (m);

h_p - diferența de înălțime datorită pantei, (m) - dacă este cazul;

h_n - înălțimea pâlniei de nămol (2...3 m) - dacă este cazul.

9. Proiectarea obiectelor tehnologice din treapta de tratare a nămolurilor

9.1. Clasificarea nămolurilor provenite din stațiile de epurare

Nămolurile se clasifică:

(1) După treapta de epurare din care provin:

a) Nămoluri primare (rezultate din treapta de epurare mecanică);

b) Nămoluri secundare (rezultate din treapta de epurare biologică);

c) Nămoluri stabilizate anaerob (rezultate din rezervoarele de fermentare a nămolurilor) sau aerob (rezultate din stabilizarea aerobă a nămolurilor);

(1) După caracterul apelor uzate:

a) Nămoluri provenite din epurarea apelor uzate menajere;

b) Nămoluri provenite din epurarea apelor uzate industriale;

(2) După compoziția chimică:

a) Nămoluri minerale (conțin > 50% substanțe minerale);

b) Nămoluri organice (conțin > 50% substanțe volatile);

(3) După valorile rezistenței specifice la filtrare (r):

a) Nămoluri greu filtrabile (nămoluri urbane brute și nămoluri fermentate):

$$r = 10^{12} \div 10^{13} (\text{cm/g})$$

b) Nămoluri cu filtrabilitate medie (nămoluri industriale):

$$r = 10^{10} \div 10^{12} (\text{cm/g})$$

c) Nămoluri ușor filtrabile (nămoluri urbane condiționate chimic, nămoluri minerale):

$$r < = 10^{10} (\text{cm/g})$$

(4) După valoarea coeficientului de compresibilitate (s):

a) Nămoluri cu $s = 0,6 - 0,9$: nămoluri urbane brute și fermentate, nămoluri industriale;

b) Nămoluri cu $s > 1$: nămoluri industriale;

c) Nămoluri incompresibile cu $s = 0$; rezistența specifică la filtrare este independentă de presiune;

9.2. Cantități specifice de nămol

(1) Cantitățile de nămol ce rezultă din epurarea apelor uzate depind de calitatea apelor uzate și de tehnologia de epurare adoptată.

(2) Cantitățile specifice de nămol reținute în stațiile de epurare sunt prezentate în tabelul 9.1.

Tabelul 9.1. Cantități specifice de nămol reținute în stațiile de epurare.

| Nr. crt. | Tipul de nămol | Cantități specifice de nămol | |
|----------|---|--------------------------------------|----------------------|
| | | Substanță uscată din nămol (g/om,zi) | Nămol umed (l/om,zi) |
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Nămol proaspăt din decantoarele primare orizontal-longitudinale | 25 | 0,5 |
| 2 | Nămol proaspăt din decantoarele primare orizontal-radiale | 35 - 40 | 0,7 - 0,8 |
| 3 | Nămol proaspăt din decantoarele primare verticale | 30 | 0,6 |
| 4 | Nămol biologic din decantoarele secundare amplasate după filtrele biologice | 8 | 0,2 |
| 5 | Nămol biologic din decantoarele secundare amplasate după filtrele biologice de mare încărcare cu epurare avansată | 20 | 0,5 |
| 6 | Nămol în exces din decantoarele secundare amplasate după bazinele de aerare | 20 - 32 | 2,5 - 4 |
| 7 | Nămol fermentat din decantoarele cu etaj | 30 | 0,3 - 0,6 |
| 8 | Nămol fermentat din fose septice | 30 - 33 | 0,3 - 0,33 |

(3) În tabelul 9.2 sunt prezentate valori caracteristice privind cantitățile de substanță uscată din nămolurile biologice și nămolul în exces pentru diferite scheme de epurare.

Tabelul 9.2. Încărcări specifice cu substanță uscată.

| Nr. crt. | Tipul de nămol | Încărcarea specifică cu substanță uscată (kg s.u/ 10 ³ m ³ apă uzată) | |
|----------|---|---|------------------------|
| | | Domeniul de variație | Valoare caracteristică |
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Nămol primar | 110 - 170 | 150 |
| 2 | Nămol în exces de la BNA | 70 - 100 | 80 |
| 3 | Nămol biologic de la filtrele biologice | 60 - 100 | 70 |
| 4 | Nămol în exces, în schemele cu aerare prelungită | 80 - 120 | 100 ^{a)} |
| 5 | Nămol primar rezultat în urma precipitării chimice a fosforului | 420 - 850 | 550 ^{b)} |
| 6 | Nămol rezultat din procedeele de epurare cu nitrificare - denitrificare | 12 - 30 | 18 ^{c)} |

a) Valoarea este valabilă presupunând lipsa treptei primare de epurare;

b) Se referă la însumarea cantității de nămol rezultată în urma precipitării chimice cu cea rezultată din sedimentarea normală;

c) Încărcarea specifică cu substanță organică provenită din nitrificare are valori neglijabile;

9.3. Caracteristicile nămolurilor

9.3.1. Caracteristici fizice

9.3.1.1. Umiditatea

Umiditatea reprezintă conținutul de apă din nămol, exprimat procentual și care se determină cu relația:

$$w_n = G_a / G_n \times 100 (\%) \quad (9.1)$$

unde:

G_a - greutatea apei din nămol, (kgf);

G_n - greutatea nămolului, (kgf);

9.3.1.2. Materiile solide

(1) Materiile solide din nămol cuprind:

a) materii solide minerale;

b) materii organice volatile;

(2) Greutatea specifică a materiilor solide din componența nămolului se determină cu relația:

$$\frac{G_s}{\gamma_s} = \frac{G_m}{\gamma_m} + \frac{G_o}{\gamma_o} \quad (9.2)$$

unde:

G_s - greutatea materiilor solide, (kgf);

G_m - greutatea materiilor solide de natură minerală, (kgf);

G_o - greutatea materiilor solide de natură organică, (kgf);

γ_s - greutatea specifică a materiilor solide, (kgf/m³);

γ_m - greutatea specifică a materiilor solide de natură minerală, (kgf/m³);

γ_o - greutatea specifică a materiilor solide de natură organică, (kgf/m³);

9.3.1.3. Greutatea specifică

Greutatea specifică a nămolului reprezintă greutatea unității de volum și are diferite valori, prezentate în tabelul 9.3.

Tabelul 9.3. Greutăți specifice ale nămolurilor.

| Nr. Crt. | Tipul de nămol | Greutatea specifică (kgf/ m ³) |
|----------|--|--|
| 0 | 1 | 2 |
| 1 | Nămol primar | 1.020 |
| 2 | Nămol în exces de la bazinele de aerare | 1.005 |
| 3 | Nămol biologic rezultat de la filtre biologice | 1.025 |
| 4 | Nămol în exces de la bazinele de aerare în schema cu aerare prelungită | 1.015 |
| 5 | Nămol primar rezultat în urma precipitării chimice a fosforului | 1.050 |
| 6 | Nămol biologic din schemele de epurare cu nitrificare - denitrificare | 1.005 |

9.3.1.4. Culoarea și mirosul

Culoarea și mirosul nămolurilor variază în funcție de proveniența lor:

a) nămolul brut este cenușiu și prezintă un miros neplăcut;

b) nămolul fermentat devine brun și cu aspect granular;

c) nămolul provenit din epurarea mecano - chimică prezintă colorație în funcție de coagulantul utilizat.

9.3.1.5. Filtrabilitatea

(1) Filtrabilitatea nămolului reprezintă proprietatea acestuia de a ceda apa prin filtrare și se exprimă prin 2 parametri: rezistența specifică la filtrare (r) și coeficientul de compresibilitate(s).

(2) Rezistența specifică la filtrare - rezistența pe care o opune la filtrare o turtă de nămol depusă pe o suprafață filtrantă de 1 m² și care conține 1 kg s.u., supusă la o diferență de presiune de 0,5 bar. Legea generală a procesului de filtrare pe o suprafață S, a fost exprimată de Carman:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{\Delta P \cdot S^2}{\eta \cdot r \cdot C \cdot V} \quad (9.3)$$

unde:

r - rezistența specifică la filtrare, (m/kg);

t - timpul de filtrare, (s);

V - volumul de filtrat obținut după timpul de filtrare, t, (m³);

η - coeficientul dinamic de vâscozitate a filtrului, la temperatura probei, (g/cm,s);

C - concentrația în materii în suspensie a nămolului, (kg/m);

S - suprafața filtrantă, (m);

ΔP - diferența de presiune aplicată probei de nămol, (Pa).

Integrând relația (9.3) pentru $\Delta P = ct.$ și $a = tg \alpha$, rezultă:

$$\frac{t}{V} = \frac{\eta \cdot r \cdot C}{2 \cdot \Delta P \cdot S^2} \cdot V = \alpha \cdot V \quad (9.4)$$

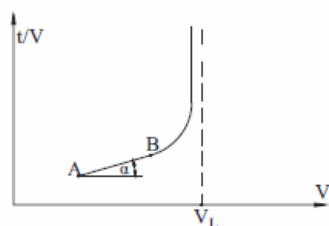


Figura 9.1. Graficul de variație a parametrului "a" funcție de volumul de filtrat.

(3) Coeficientul de compresibilitate (s) se determină cu relația (9.5), care pune în evidență faptul că, odată cu creșterea presiunii se produce o micșorare a porilor turtei de nămol, care conduce la creșterea rezistenței specifice de filtrare.

$$r = r_0 \times P^s \quad (9.5)$$

unde:

r - definit anterior;

r_0 - rezistența specifică la filtrare a turtei de nămol pentru $P = 1$, (m/kg);

s - coeficient de compresibilitate;

P - presiunea aplicată probei de nămol, (Pa)

(4) În funcție de valoarea coeficientului de compresibilitate, nămolurile se clasifică în:

a) nămoluri cu coeficient de compresibilitate subunitar de 0,6 - 0,9, adică nămoluri orășenești, brute și fermentate, precum și unele nămoluri industriale;

b) nămoluri cu coeficient de compresibilitate supraunitar, specifice unor nămoluri industriale;

c) nămoluri incompresibile - sunt acelea pentru care: $s = 0$ și $r = r_0$, ceea ce înseamnă că rezistența specifică la filtrare este independentă de presiune.

9.3.1.6. Puterea calorică

(1) Puterea calorică a nămolului variază în funcție de conținutul în substanță organică (substanțe volatile) din nămol și se poate determina orientativ cu relația:

$$PC_n = SV \times 44,4 \text{ (kJ/kg nămol)} \text{ (9.6)}$$

unde:

SV - conținutul în substanțe volatile al nămolului, (kg s.o./ kg nămol);

44,4 - puterea calorică pentru 1kg de substanță organică (kJ/kg s.o.);

9.3.2. Caracteristici chimice

9.3.2.1. pH - ul

(1) Se condiționează funcționarea optimă a diferitelor procese de asigurare a unui pH adecvat. Se impune monitorizarea permanentă a pH-ului, în special la procesele de fermentare a nămolului provenit din apele uzate urbane contaminate cu ape uzate industriale.

(2) În cazul fermentării mecanice, pH-ul trebuie să se încadreze în intervalul 7 - 7,5; procesul de fermentare este dereglat atunci când pH-ul crește peste 8,5.

9.3.2.2. Fermentabilitatea

(1) Reprezintă parametrul care indică compoziția gazului, acizilor volatili precum și valoarea pH-ului, înregistrate în urma analizei fermentării unei probe de nămol proaspăt amestecat cu nămol bine fermentat.

(2) Producția de biogaz rezultat (q_{bg}) în urma fermentării anaerobe a substanțelor organice:

a) pentru hidrocarbonați: $q_{bg} = 0,79 \text{ Nm}^3 \text{ biogaz/ kg s.o. redusă (50\% CH}_4; 50 \text{ \% CO}_2)$;

b) pentru grăsimi: $q_{bg} = 1,25 \text{ Nm}^3 \text{ biogaz/ kg s.o. redusă (68\% CH}_4; 32 \text{ \% CO}_2)$;

c) pentru proteine: $q_{bg} = 0,7 \text{ Nm}^3 \text{ biogaz/ kg s.o. redusă (71\% CH}_4; 29 \text{ \% CO}_2)$;

(3) Acizii organici reprezintă un indicator important al fermentării; concentrațiile optime trebuie să se încadreze în intervalul 300 - 2.000 mg/l ca acid acetic; la valori mai mari (> 2000 mg/l) există riscul ca fermentarea mecanică să înceteze devenind predominantă fermentarea acidă.

9.3.2.3. Metalele grele

(1) Compușii chimici pe bază de Cu, As, Pb, Hg prezintă un grad ridicat de toxicitate și limitează utilizarea nămolului ca îngrășământ pentru diferite culturi agricole; nămolul provenit din epurarea apelor menajere are un conținut redus de metale grele.

Tabelul 9.4. Valori caracteristice ale concentrațiilor de metale grele întâlnite în nămoluri.

| Nr. Crt. | Metal | Concentrație medie (mg/ kg s.u din nămol) |
|----------|----------|---|
| 0 | 1 | 2 |
| 1 | Arsenic | 10 |
| 2 | Cadmium | 10 |
| 3 | Crom | 500 |
| 4 | Cobalt | 30 |
| 5 | Cupru | 800 |
| 6 | Fier | 17.000 |
| 7 | Plumb | 500 |
| 8 | Mangan | 260 |
| 9 | Mercur | 6 |
| 10 | Molibden | 4 |
| 11 | Nichel | 80 |
| 12 | Seleniu | 5 |
| 13 | Staniu | 14 |
| 14 | Zinc | 1.700 |

9.3.2.4. Nutrienții

(1) Reprezintă factori importanți pentru valorificarea nămolurilor în scop agricol sau de condiționare a solului. Conținutul de azot, fosfor și potasiu (tabel 9.5) poate asigura condiții bune de dezvoltare a culturilor agricole, substituind uneori parțial îngrășămintele chimice.

9.3.3. Caracteristici biologice și bacteriologice

(1) Nămolurile proaspete reținute în stațiile de epurare prezintă caracteristici biologice și bacteriologice similare cu cele ale apelor uzate supuse epurării. Aceste nămoluri pot conține microorganisme patogene.

Tabelul 9.5. Compoziția chimică și biologică a nămolurilor.

| Nr. crt. | Indicatorul de calitate | U.M. | Nămol primar brut | Nămol primar fermentat | Nămol activat brut |
|----------|--|-----------|-------------------|------------------------|--------------------|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Materii solide totale (MST) | % | 5 - 9 | 2 - 5 | 0,6 - 1,2 |
| 2 | Materii solide volatile | % din MST | 60 - 80 | 30 - 60 | 59 - 88 |
| 3 | Grăsimi animale și vegetale: - solubile cu eter - extractibile în eter | % din MST | 6 - 30 7 - 35 | 5 - 50 - | - 5 - 12 |
| 4 | Proteine | % din MST | 20 - 30 | 15 - 20 | 32 - 41 |
| 5 | Azot | % din MST | 1,5 - 4 | 1,6 - 3 | 2,4 - 5 |
| 6 | Fosfor | % din MST | 0,8 - 2,8 | 1,5 - 4 | 2,8 - 11 |
| 7 | Potasiu | % din MST | 0 - 1 | 0 - 3 | 0,5 - 0,7 |

Ordinul 2901/2013 - forma sintetica pentru data 2024-03-18

| | | | | | |
|----|-----------------------|-------------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| 8 | Celuloză | % din MST | 8 - 15 | 8 - 15 | - |
| 9 | Fier | % din MST | 2 - 4 | 3 - 8 | - |
| 10 | Siliciu | % din MST | 15 - 20 | 10 - 20 | - |
| 11 | pH | Unități pH | 5 - 8 | 6,5 - 7,5 | 6,5 - 8 |
| 12 | Alcalinitate | mg CaCO ₃ /l | 500 - 1.500 | 2.500 - 3.500 | 580 - 1.100 |
| 13 | Acizi organici | mg/l | 200 - 2.000 | 100 - 600 | 1.100 - 1.700 |
| 14 | Capacitate energetică | kJ/kg MST | 23.000 - 29.000 | 9.000 - 14.000 | 19.000 - 23.000 |

MST = cantitatea de materii solide obținute în urma etuvării unei probe de nămol la temperatura 105 °C.

9.4. Alegerea schemei de prelucrare a nămolurilor

Criteriile care se vor lua în considerație la alegerea schemei filierei de prelucrare a nămolurilor din stația de epurare sunt:

A.Criteriul: calitatea apelor uzate

A1.Criteriul compoziției chimice

Filierele tehnologice care prelucrează:

- a)nămol mineral; conținut > 50% substanțe minerale (în S.U.);
- b)nămol organic care conține > 50% substanțe organice (în S.U.).

A2.Criteriul treptei de epurare din care provine

După criteriul de epurare a stației de epurare din care provine, nămolurile se pot împărți:

- a)nămol primar rezultat din sedimentarea materiilor în suspensie, în treapta de epurare mecanică;
- b)nămol secundar rezultat din sedimentarea materiilor în suspensie din nămolul activ format în bazinele de aerare sau din sedimentarea materiilor în suspensie din pelicula formată în filtrele biologice (sau biodiscuri) în decantorul secundar;
- c)nămolul fermentat rezultat din rezervoarele de fermentare;
- d)nămol stabilizat rezultat din procesele de stabilizare aerobă;
- e)nămol provenit de la fose septice, alte stații de epurare.

A3.Criteriul provenienței apei uzate

(1)După criteriul tipului de apă uzată din care provin, nămolurile se pot împărți în:

- a)nămoluri rezultate din epurarea apelor uzate orășenești;
- b)nămoluri rezultate din epurarea apelor uzate industriale;
- c)nămoluri rezultate din epurarea apelor uzate de la unități agro-zoo-tehnice;
- d)nămol din treapta de epurare avansată.

(2)În cadrul gospodăriei de nămol din stațiile de epurare pot exista:

- a)nămolul brut (neprelucrat) rezultat din obiectele stației;
- b)nămolul stabilizat (aerob sau anaerob);
- c)nămolul deshidratat (natural sau artificial);
- d)nămolul igienizat (prin pasteurizare, tratare chimică sau compostare);
- e)nămolul fixat (rezultat prin solidificare);
- f)materie inertă (cenușă) rezultată prin incinerare.

B.Criteriul: impact asupra mediului

Alegerea filierei tehnologice pentru prelucrarea nămolului va avea la bază:

- a)cantități minime de nămol (substanță uscată) ieșite din stația de epurare;
- b>respectarea condițiilor de mediu privind emisiile de gaze, mirosuri; acestea trebuie să se încadreze în normativele în vigoare (tabelul 9.6);
- c>utilizarea nămolurilor produse în stația de epurare în mediul exterior stației de epurare: utilizare în agricultură, valorificare industrială, depuse sau utilizate conform cu Strategia Națională privind valorificarea acestora.

Tabelul 9.6. Directiva Europeană - incinerarea.

| Directiva Europeană din 28 Decembrie 2000 | | | | |
|---|----------------------|-------------|----------------|-----|
| Parametru (indicator)* | | Media/ 1 zi | Media/ 1/2 oră | |
| | | | 100% | 97% |
| Pulberi totale | mg ■ m ⁻³ | 10 | 30 | 10 |
| COT | mg ■ m ⁻³ | 10 | 20 | 10 |
| HCl | mg ■ m ⁻³ | 10 | 60 | 10 |
| SO ₂ | mg ■ m ⁻³ | 50 | 200 | 50 |
| NO și NO ₂ exprimat ca NO ₂ | mg ■ m ⁻³ | 200 | 400 | 200 |
| Stații existente < 6 T ■ h ⁻¹ | | 400 | | |
| Dioxine și furani | mg ■ m ⁻³ | 0,1 | | |
| Pb + Cr + Cu + Mn | mg ■ m ⁻³ | | | |
| (Sb + As + Pb + Cr + Cu + Mn + Ni + V + Sn + Se + Te) | mg ■ m ⁻³ | 0,5 (8h) | | |
| Sb + As + Pb + Cr + Cu + Mn + Ni + V | mg ■ m ⁻³ | | 1 | |
| Ni + As | mg ■ m ⁻³ | | | |
| Cd + Hg | mg ■ m ⁻³ | | | |
| Hg | mg ■ m ⁻³ | 0,05 | 1 | |
| CO 90 % măsurători/ 24 ore | mg ■ m ⁻³ | | | |
| 1 h | mg ■ m ⁻³ | | | |
| 95% din măsurători | mg ■ m ⁻³ | 50 150 | 100 | 150 |
| Mediu/10 minute | | | | |

* Temperatură normală și condiții de funcționare sub presiune cu un conținut de 11% O₂ la gaz uscat.

C.Criteriul tehnico - economic

Prin analize de opțiuni proiectantul va adopta filiera tehnologică de prelucrare a nămolurilor care asigură:

- a) costuri unitare (lei/t S.U.) și consumuri energetice (kWh/t S.U.) minime;
- b) efectele cele mai reduse asupra mediului; volume (costuri) minime de substanță, impact nesemnificativ;
- c) cele mai bune soluții de valorificare fără efecte adverse.

9.4.1. Schema de prelucrare a nămolurilor cu bazin de omogenizare - egalizare și fermentare anaerobă într-o singură treaptă

Schema de tratarea a nămolului prezentată în figura 9.2 cuprinde:

- a) Amestecul nămolului primar (N_p) cu cel în exces (N_e) într-un bazin de omogenizare - egalizare (BOE);
- b) Concentrarea amestecului (îngroșarea) într-un concentrator de nămol (CN) ce realizează reducerea umidității amestecului de nămoluri;
- c) Stabilizarea anaerobă a nămolului concentrat în rezervoare de fermentare a nămolului (RFN) reduce conținutul de substanțe organice până la 60 - 80 % din nămolul concentrat; fermentarea anaerobă se realizează într-o treaptă fără evacuare de supernatant fapt ce conduce la creșterea nămolului efluent; fermentarea anaerobă produce biogaz stocat în rezervorul de gaz (RG) pentru valorificarea ulterioară;
- d) Stocarea nămolului fermentat într-un bazin tampon (BT) necesar asigurării funcționării procesului de deshidratare mecanică (DM) la un debit constant; BT poate lipsi dacă deshidratarea nămolului se face pe platforme de uscare;

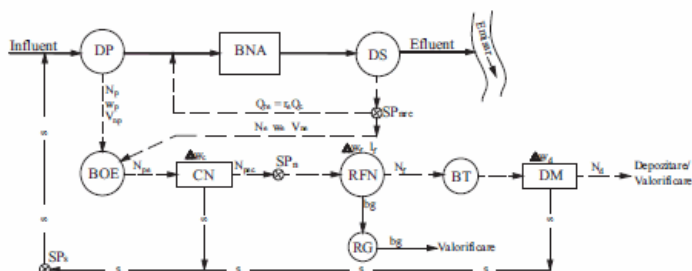


Figura 9.2. Schema de prelucrare a nămolului cu bazin de omogenizare - egalizare și fermentare anaerobă într-o singură treaptă

Linia apei

BNA - bazin cu nămol activat

DS - decantor secundar

DP - decantor primar

Q_{re} - debit de recirculare nămol

Linia nămolului

SP_{nre} - stație de pompare nămol de recirculare și în exces

SP_n - stație pompare nămol

RFN - rezervor de fermentare nămol

BT - bazin tampon

DM - deshidratare mecanică

CN - concentrator de nămol

BOE - bazin de omogenizare/ egalizare nămol;

Umiditate nămol

w_p - umiditatea nămolului primar

w_e - umiditatea nămolului în exces

Δw_c - reducerea de umiditate prin concentrare

Δw_f - creșterea de umiditate prin fermentare

Δw_d - reducerea de umiditate prin deshidratare

Cantități nămol

V_{np} - volumul de nămol prima

N_p - cantitatea de nămol primar

N_f - cantitatea de nămol fermentat

N_d - cantitatea de nămol deshidratat

V_{ne} - volumul nămolului în exces

N_e - cantitatea de nămol în exces

N_{pe} - cantitatea de nămol primar și în exces

N_{pec} - cantitatea de nămol primar și în exces după concentrare

Biogaz

RG - rezervor de gaz

bg - biogaz

Supernatant

s - supernatant

SP_s - stație de pompare supernatant

l_f - limita tehnică de fermentare

9.4.2. Schema de prelucrare a nămolurilor cu îngroșare independentă a nămolului primar și a celui în exces și fermentare anaerobă într-o singură treaptă

Schema de tratare a nămolului prezentată în figura 9.3 este similară cu cea din paragraful 9.4.1 diferența fiind concentrarea independentă a nămolurilor (primare și biologice).

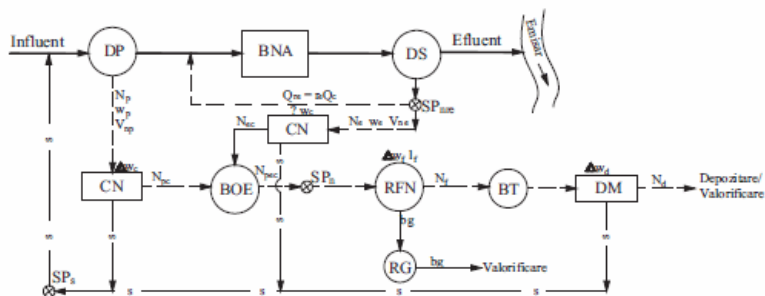


Figura 9.3. Schema de prelucrare a nămolului cu îngroșare independentă a nămolului primar și a celui în exces și fermentare anaerobă într-o singură treaptă

Linia apei

BNA - bazin cu nămol activat

DS - decantor secundar

DP - decantor primar

Q_{re} - debit de recirculare nămol

Linia nămolului

SP_{nre} - stație de pompare nămol de recirculare și în exces

SP_n - stație pompare nămol

RFN - rezervor de fermentare nămol

BT - bazin tampon

DM - deshidratare mecanică

CN - concentrator de nămol

BOE - bazin de omogenizare/ egalizare nămol;

Umiditate nămol

w_p - umiditatea nămolului primar

w_e - umiditatea nămolului în exces

Δw_c - reducerea de umiditate prin concentrare

Δw_f - creșterea de umiditate prin fermentare

Δw_d - reducerea de umiditate prin deshidratare

Cantități nămol

V_{np} - volumul de nămol primar

N_p - cantitatea de nămol primar

N_f - cantitatea de nămol fermentat

N_d - cantitatea de nămol deshidratat

V_{ne} - volumul nămolului în exces

N_e - cantitatea de nămol în exces

N_{pe} - cantitatea de nămol primar și în exces

N_{pec} - cantitatea de nămol primar și în exces după concentrare

Biogaz

RG - rezervor de gaz

bg - biogaz

Supernatant

s - supernatant

SP_s - stație de pompare supernatant

l_f - limita tehnică de fermentare

9.4.3. Schema de prelucrare a nămolurilor cu bazin de omogenizare egalizare și fermentare anaerobă în două trepte

Schema din figura 9.4 prezintă o schemă de prelucrare a nămolurilor cu 2 trepte de fermentare anaerobă:

a)treapta primară (RFN 1) realizează reducerea substanțelor organice prin procedee de fermentare anaerobă fără eliminare de supernatant și cu producere de biogaz, cu o creștere a nămolului efluent;

b)treapta secundară (RFN 2) realizează o concentrare a nămolului, reduce umiditatea și evacuează supernatantul;

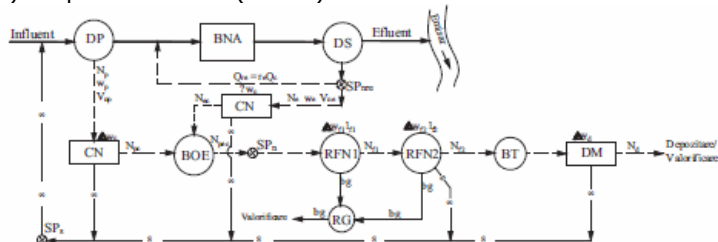


Figura 9.4. Schema de prelucrare a nămolului cu bazin de omogenizare egalizare și fermentare anaerobă în două trepte.

Linia apei

BNA - bazin cu nămol activat

DS - decantor secundar

DP - decantor primar

Q_{re} - debit de recirculare nămol

Linia nămolului

SP_{nre} - stație de pompare nămol de recirculare și în exces

SP_n - stație pompare nămol

RFN1 - rezervor de fermentare nămol (treapta 1)

RFN2 - rezervor de fermentare nămol (treapta 2)

BT - bazin tampon

DM - deshidratare mecanică

CN - concentrator de nămol

BOE - bazin de omogenizare/ egalizare nămol;

Umiditate nămol

w_p - umiditatea nămolului primar

w_e - umiditatea nămolului în exces

Δw_c - reducerea de umiditate prin concentrare

Δw_{f1} , Δw_{f1} - creșterea/reducerea de umiditate prin fermentare

Δw_d - reducerea de umiditate prin deshidratare

Cantități nămol

V_{np} - volumul de nămol primar

N_p - cantitatea de nămol primar

N_{f1}, N_{f2} - cantități de nămol fermentat

N_d - cantitatea de nămol deshidratat

V_{ne} - volumul nămolului în exces

N_e - cantitatea de nămol în exces

N_{pe} - cantitatea de nămol primar și în exces

N_{pec} - cantitatea de nămol primar și în exces după concentrare

Biogaz

RG - rezervor de gaz

bg - biogaz

Supernatant s - supernatant

SP_s - stație de pompare supernatant

l_{f1}, l_{f2} - limite tehnice de fermentare

9.4.4. Schema de prelucrare a nămolurilor din stațiile de epurare cu treaptă mecanică și fermentare anaerobă într-o singură treaptă

Schema din figura 9.5 se aplică în cazul stațiilor de epurare prevăzute doar cu treaptă mecanică. În acest caz treapta de prelucrare a nămolurilor cuprinde doar tratarea nămolului primar.

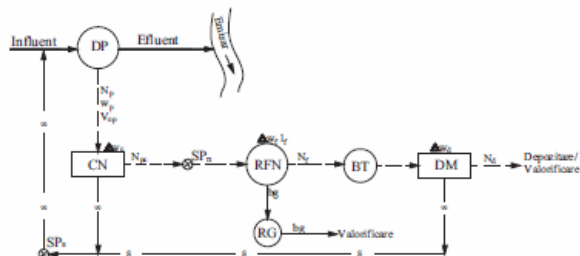


Figura 9.5. Schema de prelucrare a nămolului din stațiile de epurare cu treaptă mecanică și fermentare anaerobă într-o singură treaptă

Linia apei

DP - decantor primar Linia nămolului

SP_n - stație pompare nămol

RFN - rezervor de fermentare nămol

BT - bazin tampon

DM - deshidratare mecanică

CN - concentrator de nămol

Umiditate nămol

w_p - umiditatea nămolului primar

Δw_c - reducerea de umiditate prin concentrare

Δw_f - creșterea de umiditate prin fermentare

Δw_d - reducerea de umiditate prin deshidratare

Cantități nămol

V_{np} - volumul de nămol primar

N_p - cantitatea de nămol primar

N_{pc} - cantitatea de nămol primar după concentrare

N_f - cantitatea de nămol fermentat

N_d - cantitatea de nămol deshidratat

Biogaz

RG - rezervor de gaz

bg - biogaz

Supernatant

s - supernatant

SP_s - stație de pompare supernatant

l_f - limita tehnică de fermentare

9.4.5. Schema de prelucrare a nămolurilor provenite din stațiile de epurare cu treaptă mecanică și stabilizare aerobă

Schema de tratare a nămolurilor prezentată în figura 9.6 este similară cu cea prezentată în fig. 9.5 și 9.4.4 cu deosebirea că stabilizarea se face aerob fără eliminare de supernatant și cu necesitatea asigurării unei surse de aer necesar proceselor biologice.

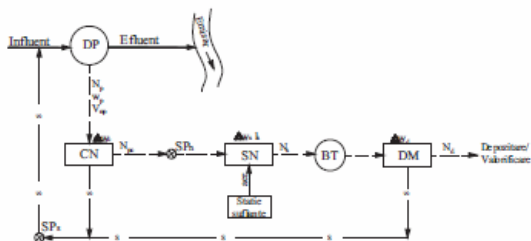


Figura 9.6. Schemă de prelucrare a nămolurilor provenite din stațiile de epurare cu treaptă mecanică și stabilizare aerobă.

Linia apei

DP - decantor primar

Linia nămolului

SP_n - stație pompare nămol

BT - bazin tampon

DM - deshidratare mecanică

CN - concentrator de nămol

SN - stabilizator nămol

Umiditate nămol

w_p - umiditatea nămolului primar

Δw_c - reducerea de umiditate prin concentrare

Δw_d - reducerea de umiditate prin deshidratare

Δw_s - creșterea de umiditate prin stabilizare

Cantități nămol

V_{np} - volumul de nămol primar

N_p - cantitatea de nămol primar

N_{pc} - cantitatea de nămol primar după concentrare

N_s - cantitatea de nămol stabilizat

N_d - cantitatea de nămol deshidratat

s - supernatant

SP_s - stație de pompare supernatant

l_s - limita tehnică de stabilizare

9.4.6. Schema de prelucrare a nămolurilor din stații de epurare fără decantor primar

Schema prezentată în figura 9.7 se aplică atunci când concentrațiile în substanțe organice biodegradabile (CBO₅) sunt reduse iar prevederea decantorului primar în schema de epurare nu este justificată din punct de vedere tehnologic. Nămolul în exces provenit din treapta de epurare biologică va trebui stabilizat (aerob sau anaerob).

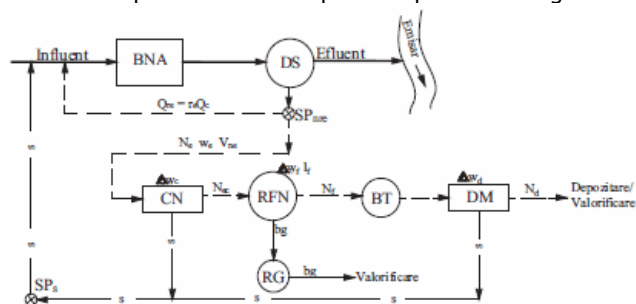


Figura 9.7. Schemă de prelucrare a nămolurilor din stații de epurare fără decantor primar.

Linia apei

BNA - bazin cu nămol activat

DS - decantor secundar

Q_{re} - debit de recirculare nămol

Linia nămolului

SP_{nre} - stație de pompare nămol de recirculare și în exces

RFN - rezervor de fermentare nămol

BT - bazin tampon

DM - deshidratare mecanică

CN - concentrator de nămol

Umiditate nămol

w_e - umiditatea nămolului în exces

Δw_c - reducerea de umiditate prin concentrare

Δw_f - creșterea de umiditate prin fermentare

Δw_d - reducerea de umiditate prin deshidratare

Cantități nămol

N_f - cantitatea de nămol fermentat

N_d - cantitatea de nămol deshidratat

V_{ne} - volumul nămolului în exces

N_e - cantitatea de nămol în exces

N_{ec} - cantitatea de nămol în exces după concentrare

Biogaz

RG - rezervor de gaz

bg - biogaz

Supernatant

s - supernatant

SP_s - stație de pompare supernatant

l_f - limita tehnică de fermentare

9.4.7. Bilanțul de substanță pe linia nămolului

Pentru fiecare obiect din filiera tehnologică de prelucrare a nămolului se va realiza bilanțul de substanță.

9.4.7.1. Bazinul de amestec și omogenizare

(1) Are rolul să amestece și să omogenizeze diverse tipuri de nămoluri ce rezultă din procesele de epurare pentru a obține un amestec uniform. În aceste bazine se realizează o egalizare a debitelor de nămol în vederea asigurării unui debit constant pentru procesele de prelucrare din aval.

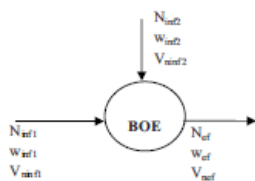


Figura 9.8. Schema unui bazin de omogenizare - egalizare (BOE).

Cantități și nămol:

N_{inf1} , N_{inf2} - cantități de nămol influente

N_{ef} - cantitatea de nămol efluent

V_{ninf1} , V_{ninf2} - volume de nămol influente

V_{nef} - volumul de nămol efluent

Caracteristici nămol:

w_{inf1} , w_{inf2} - umidități nămol influent

w_{ef} - umiditatea nămolului efluent

(2) Cantitatea de nămol efluentă (exprimată în substanță uscată) constituie suma celor două cantități de nămol influente:

(3) Cantitatea de nămol efluentă (exprimată în substanță uscată) constituie suma celor două cantități de nămol influente:

$$N_{ef} = N_{inf1} + N_{inf2} \text{ (kg s.u./zi)} \quad (9.6)$$

unde:

N_{ef} - cantitatea de nămol efluentă, (kg s.u./zi);

N_{inf1} , N_{inf2} - cantitățile de nămol influente, (kg s.u./zi);

(4) Volumele de nămol influente în bazinul de omogenizare - egalizare:

$$V_{ninf1} = \frac{N_{inf1}}{\gamma_{ninf1}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{inf1})} \text{ (m}^3 \text{/zi)} \quad (9.7)$$

$$V_{ninf2} = \frac{N_{inf2}}{\gamma_{ninf2}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{inf2})} \text{ (m}^3 \text{/zi)} \quad (9.8)$$

unde:

V_{ninf1} , V_{ninf2} - volumele zilnice de nămol influente, (m³/zi);

N_{inf1} , N_{inf2} - cantitățile de nămol influente, (kg s.u./zi);

w_{inf1} , w_{inf2} - umiditățile nămolurilor influente, (%);

γ_{ninf1} , γ_{ninf2} - greutatea specifică ale nămolurilor influente, (kg/ m³);

(5) Umiditatea nămolului efluent:

$$w_{ef} = \frac{(V_{ninf1} \cdot w_{inf1} + V_{ninf2} \cdot w_{inf2})}{(V_{ninf1} + V_{ninf2})} \text{ (%) } \quad (9.9)$$

unde:

w_{ef} - umiditatea nămolului efluent, (%);

w_{inf1} , w_{inf2} - umiditățile nămolurilor influente, (%);

V_{ninf1} , V_{ninf2} - volumele zilnice de nămol influente, (m³/zi);

(6) Volumul nămolului efluent:

$$V_{nef} = \frac{N_{ef}}{\gamma_{nef}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{ef})} (\text{m}^3/\text{zi}) \quad (9.10)$$

unde:

V_{nef} - volumul zilnic de nămol efluent, (m^3/zi);

N_{ef} - cantitatea zilnică de nămol efluent, (kg s.u./zi);

γ_{nef} - greutatea specifică a nămolului efluent, (kgf/m^3);

w_{ef} - umiditatea nămolului efluent, (%);

Notă: Nămolurile influente în bazinul de omogenizare - egalizare poate fi: nămol primar, nămol în exces, nămol biologic.

9.4.7.2. Concentratoare de nămol

(1) Se reduce umiditatea nămolului (volumele de nămol) prin procese fizice de sedimentare, flotație sau centrifugare, cu producere de supernatant. Reducerea volumelor de nămol este necesară în procesele de prelucrare din aval care se vor dimensiona la volume mai mici de nămol.

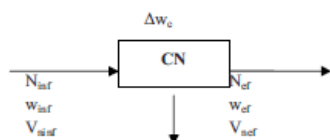


Figura 9.9. Schema unui concentrator de nămol (CN).

Cantități nămol:

N_{inf} - cantitatea de nămol influentă

N_{ef} - cantitatea de nămol efluent

V_{ninf} - volumul de nămol influent

V_{nef} - volumul de nămol efluent

Caracteristici nămol:

w_{inf} - umiditatea nămolului influent

w_{ef} - umiditatea nămolului efluent

Δw_c - reducerea de umiditate prin concentrare

(2) Cantitatea de nămol efluentă:

$$N_{inf} \cong N_{ef} (\text{kg s.u./zi}) \quad (9.11)$$

unde:

N_{inf} - cantitatea zilnică de nămol influent, (kg s.u./zi);

N_{ef} - cantitatea zilnică de nămol efluent, (kg s.u./zi);

(3) Volumul de nămol influent în concentrator:

$$V_{ninf} = \frac{N_{inf}}{\gamma_{ninf}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{inf})} (\text{m}^3/\text{zi}) \quad (9.12)$$

unde:

V_{ninf} - volumul zilnic de nămol influent, (m^3/zi);

N_{inf} - cantitatea de nămol influentă, (kg s.u./zi);

w_{inf} - umiditatea nămolului influent, (%);

γ_{ninf} - greutatea specifică a nămolului influent, (kgf/m^3);

(4) Umiditatea nămolului efluent:

$$w_{ef} = w_{inf} - \Delta w_c (\%) \quad (9.13)$$

unde:

w_{ef} - umiditatea nămolului efluent, (%);

w_{inf} - umiditatea nămolului influent, (%);

Δw_c - reducerea de umiditate prin concentrare, (1 - 5%); reducerea de umiditate poate atinge valori de până la 10 % în cazul condiționării chimice a nămolurilor;

(5) Volumul nămolului efluent:

$$V_{nef} = \frac{N_{ef}}{\gamma_{nef}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{ef})} (\text{m}^3/\text{zi}) \quad (9.14)$$

unde:

V_{nef} - volumul zilnic de nămol efluent, (m^3/zi);

N_{ef} - cantitatea zilnică de nămol efluent, (kg s.u./zi);

γ_{nef} - greutatea specifică a nămolului efluent, (kgf/m^3);

w_{ef} - umiditatea nămolului efluent, (%);

(6) Volumul de supernatant:

$$V_s = V_{ninf} - V_{nef} (\text{m}^3/\text{zi}) \quad (9.15)$$

unde:

V_{ninf} , V_{nef} - definite anterior;

Notă: Nămolul influent la concentrare poate fi: nămol primar, nămol în exces, nămol primar în amestec cu cel în exces, nămol biologic, nămol primar în amestec cu cel biologic.

9.4.7.3. Fermentarea anaerobă a nămolului într-o singură treaptă

(1) Fermentarea anaerobă a nămolului într-o singură treaptă realizează reducerea substanței organice din nămol în absența oxigenului molecular (condiții anaerobe); de regulă aceasta se utilizează la stabilizarea nămolurilor concentrate ținându-se seama de faptul că în urma concentrării rezultă volume mult mai reduse, deci un necesar de capacitate de stabilizare mai redus.

(2) În urma procesului de fermentare, o parte din substanța organică este transformată în substanță minerală, biogaz și apă. Procentul de substanță organică transformată constituie limita tehnică de fermentare (l_f) a procesului considerată la calculul cantității zilnice de nămol efluent (fermentat), exprimată în substanță uscată. Cum fermentarea anaerobă are loc fără evacuare de supernatant, în urma procesului rezultă o creștere a umidității (Δw_f).

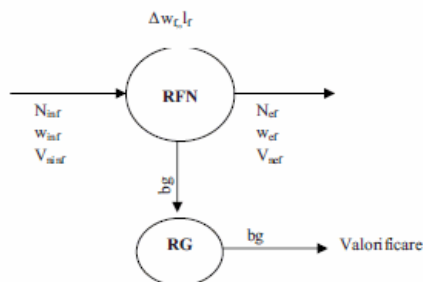


Figura 9.10. Schema unui rezervor de fermentare nămol (RFN) cu rezervor de gaz (RG).

Cantități nămol:

N_{inf} - cantitatea de nămol influentă

N_{ef} - cantitatea de nămol efluent

V_{ninf} - volumul de nămol influent

V_{nef} - volumul de nămol efluent

Caracteristici nămol:

w_{inf} - umiditatea nămolului influent

w_{ef} - umiditatea nămolului efluent

Δw_f - creșterea umidității prin fermentare

l_f - limita tehnică de fermentare

bg - biogaz

(3) Cantitatea de nămol influentă:

$$N_{inf} = N_m + N_o \text{ (kg s.u./zi)} \quad (9.16)$$

unde:

$N_m = (1 - \epsilon) \times N_{inf}$ (kg s.u./zi) - cantitatea zilnică de substanță minerală;

$N_o = \epsilon \times N_{inf}$ (kg s.u./zi) - cantitatea zilnică de substanță organică;

ϵ = procentul de substanță organică (volatilă) din nămolul influent (60 - 75 %);

(4) Volumul de nămol influent:

$$V_{ninf} = \frac{N_{inf}}{\gamma_{ninf}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{inf})} \text{ (m}^3 \text{ /zi)} \quad (9.17)$$

unde:

V_{ninf} - volumul zilnic de nămol influent, (m³/zi);

N_{inf} - cantitatea de nămol influentă, (kg s.u./zi);

w_{inf} - umiditatea nămolului influent, (%);

γ_{ninf} - greutatea specifică a nămolului influent, (kgf/ m³);

(5) Cantitatea de nămol efluent:

$$N_{ef} = N_m + (1 - l_f) \times N_o \text{ (kg s.u./zi)} \quad (9.18)$$

unde:

N_{ef} - cantitatea de nămol efluentă, (kg s.u./zi);

N_m, N_o - definiți anterior;

l_f - limita tehnică de fermentare, (40 - 55 %);

(6) Umiditatea nămolului efluent

$$w_{ef} = w_{inf} + \Delta w_f \text{ (%) } \quad (9.19)$$

unde:

w_{ef} - umiditatea nămolului efluent, (%);

w_{inf} - umiditatea nămolului influent, (%);

Δw_f - creșterea de umiditate prin fermentare, (1 - 2%);

(7) Volumul de nămol efluent:

$$V_{nef} = \frac{N_{ef}}{\gamma_{nef}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{ef})} \text{ (m}^3 \text{ /zi)} \quad (9.20)$$

unde:

V_{nef} - volumul zilnic de nămol efluent, (m³/zi);

N_{ef} - cantitatea zilnică de nămol efluent, (kg s.u./zi);

γ_{nef} - greutatea specifică a nămolului efluent, (kgf/m³);

w_{ef} - umiditatea nămolului efluent, (%);

Notă: Nămolul influent la fermentarea anaerobă poate fi: nămol primar, nămol primar concentrat, nămol în exces concentrat, nămol primar în amestec cu nămol în exces concentrat, nămol biologic concentrat, nămol primar în amestec cu nămol biologic concentrat.

9.4.7.4. Fermentarea anaerobă a nămolului în două trepte

(1) Fermentarea anaerobă în două trepte realizează reducerea substanței organice în prima treaptă, fără eliminare de supernatant și cu producție de biogaz și o concentrare a nămolului în treapta a doua.

Mecanismul reducerii substanței organice din treapta I de fermentare este identic cu cel prezentat la § 9.4.7.3; în treapta a II-a, fără amestec și recirculare internă a nămolului, are loc o concentrare gravitațională a nămolului fermentat în prima treaptă cu eliminare de supernatant și producere de biogaz.

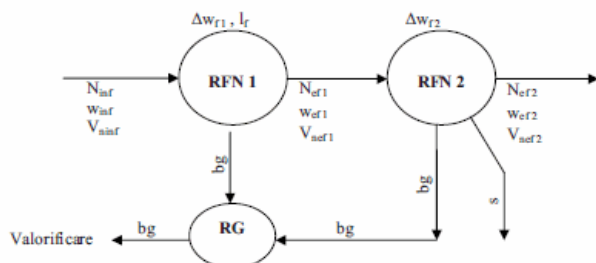


Figura 9.11. Schema unui rezervor de fermentare nămol (RFN) în 2 trepte cu rezervor de gaz (RG).

Cantități nămol:

N_{inf} - cantitatea de nămol influentă

N_{ef1}, N_{ef2} - cantitatea de nămol efluentă din treapta 1/2

V_{ninf} - volumul de nămol influent

V_{nef1}, V_{nef2} - volumul de nămol efluent din treapta 1/2

Caracteristici nămol:

w_{inf} - umiditatea nămolului influent

w_{ef1}, w_{ef2} - umiditatea nămolului efluent din treapta 1/2

$\Delta w_{f1}, \Delta w_{f2}$ - creșterea/ reducerea umidității prin fermentare

l_f - limita tehnică de fermentare

bg - biogaz

s - supernatant

(2) Cantitatea de nămol influentă:

$$N_{inf} = N_m + N_o \text{ (kg s.u./zi)} \quad (9.21)$$

unde:

$N_m = (1 - \varepsilon) \times N_{inf}$ (kg s.u./zi) - cantitatea zilnică de substanță minerală;

$N_o = \varepsilon \times N_{inf}$ (kg s.u./zi) - cantitatea zilnică de substanță organică;

ε - procentul de substanță organică (volatilă) din nămolul influent (60 - 75 %);

(3) Volumul de nămol influent:

$$V_{ninf} = \frac{N_{inf}}{\gamma_{ninf}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{inf})} \text{ (m}^3 \text{ /zi)} \quad (9.22)$$

unde:

V_{ninf} - volumul zilnic de nămol influent, (m³/zi);

N_{inf} - cantitatea de nămol influentă, (kg s.u./zi);

w_{inf} - umiditatea nămolului influent, (%);

γ_{ninf} - greutatea specifică a nămolului influent, (kgf/ m³);

(4) Cantitatea de nămol efluentă din prima treaptă de fermentare:

$$N_{ef1} = N_m + (1 - l_f) \times N_o \text{ (kg s.u./zi)} \quad (9.23)$$

unde:

N_{ef1} - cantitatea de nămol efluentă din prima treaptă de fermentare, (kg s.u./zi);

N_m, N_o - definiți anterior;

l_f - limita tehnică de fermentare, (40 - 55 %);

(5) Umiditatea nămolului efluent din prima treaptă de fermentare:

$$w_{ef1} = w_{inf} + \Delta w_{f1} \text{ (%) } \quad (9.24)$$

unde:

w_{ef1} = umiditatea nămolului efluent din prima treaptă de fermentare, (%);

w_{inf} - umiditatea nămolului influent, (%);

Δw_{f1} - creșterea de umiditate prin fermentare în treapta 1, (1 - 2%);

(6) Volumul de nămol efluent:

$$V_{nef1} = \frac{N_{ef1}}{\gamma_{nef1}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{ef1})} \text{ (m}^3 \text{ /zi)} \quad (9.25)$$

unde:

V_{nef1} - volumul zilnic de nămol efluent din prima treaptă de fermentare, (m³/zi);

N_{ef1} - cantitatea zilnică de nămol efluent din treapta I de fermentare, (kg s.u./zi);

γ_{nef1} - greutatea specifică a nămolului efluent din treapta 1 de fermentare, (kgf/m³);

w_{ef1} - umiditatea nămolului efluent din treapta 1 de fermentare, (%);

(7) Cantitatea de nămol influentă în treapta secundară de fermentare:

$$N_{ef2} \cong N_{ef1} (\text{kg s.u./zi}) \quad (9.26)$$

unde:

N_{ef1} - cantitatea de nămol efluentă din prima treaptă de fermentare, (kg s.u./zi);

N_{ef2} - cantitatea de nămol efluentă din treapta a doua de fermentare, (kg s.u./zi);

(8) Umiditatea nămolului efluent din treapta a doua de fermentare:

$$w_{ef2} = w_{ef1} - \Delta w_{f2} \quad (\%) \quad (9.27)$$

unde:

w_{ef1} - umiditatea nămolului efluent din treapta 1 de fermentare, (%);

w_{ef2} - umiditatea nămolului efluent din a doua treaptă de fermentare, (%);

Δw_{f2} - reducerea umidității din treapta secundară de fermentare, (1 - 2%);

(9) Volumul nămolului efluent din treapta a doua de fermentare

$$V_{nef2} = \frac{N_{ef2}}{\gamma_{nef2}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{ef2})} (\text{m}^3/\text{zi}) \quad (9.28)$$

unde:

V_{nef2} - volumul zilnic de nămol efluent din treapta II de fermentare, (m³/zi);

N_{ef2} - cantitatea zilnică de nămol efluent din treapta II de fermentare, (kg s.u./zi);

γ_{nef2} - greutatea specifică a nămolului efluent din treapta II de fermentare, (kgf/m³);

w_{ef2} - umiditatea nămolului efluent din treapta secundară de fermentare, (%);

(10) Volumul de supernatant:

$$V_s = V_{nef1} - V_{nef2} (\text{m}^3/\text{zi}) \quad (9.29)$$

unde:

V_{nef1} , V_{nef2} - definite anterior;

Notă: Nămolul influent la fermentarea anaerobă poate fi: nămol primar, nămol primar concentrat, nămol în exces concentrat, nămol primar în amestec cu nămol în exces concentrat, nămol biologic concentrat, nămol primar în amestec cu cel biologic concentrat.

9.4.7.5. Stabilizarea nămolului

(1) Stabilizarea aerobă a nămolului realizează mineralizarea substanței organice volatile prin procese biologice similare procesului de epurare biologică a apelor uzate cu nămol activat. Nămolul introdus în stabilizatorul de nămol este aerat în vederea accelerării proceselor metabolice ale bacteriilor aerobe; în vederea reducerii substanței organice. În aceste condiții, substanța organică (ϵ) este mineralizată într-un anumit procent, numit limită tehnică de stabilizare (l_s). Procesul are loc cu o reducere a umidității, astfel încât volumele de nămol efluente vor fi mai reduse.

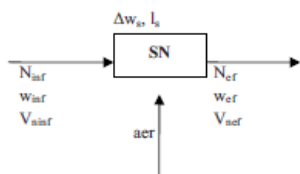


Figura 9.12. Schema unui stabilizator de nămol (SN).

Cantități nămol:

N_{inf} - cantitatea de nămol influentă

N_{ef} - cantitatea de nămol efluent

V_{ninf} - volumul de nămol influent

V_{nef} - volumul de nămol efluent

Caracteristici nămol:

w_{inf} - umiditatea nămolului influent

w_{ef} - umiditatea nămolului efluent

Δw_s - reducerea de umiditate prin stabilizare

l_s - limita tehnică de stabilizare

(2) Cantitatea de nămol influentă:

$$N_{inf} = N_m + N_o (\text{kg s.u./zi}) \quad (9.30)$$

unde:

$N_m = (1 - \epsilon) \times N_{inf}$ (kg s.u./zi) - cantitatea zilnică de substanță minerală;

$N_o = \epsilon \times N_{inf}$ (kg s.u./zi) - cantitatea zilnică de substanță organică;

ϵ - procentul de substanță organică (volatilă) din nămolul influent (60 - 75 %);

(3) Volumul de nămol influent:

$$V_{ninf} = \frac{N_{inf}}{\gamma_{ninf}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{ninf})} (\text{m}^3/\text{zi}) \quad (9.31)$$

unde:

V_{ninf} - volumul zilnic de nămol influent, (m³/zi);

N_{inf} - cantitatea de nămol influentă, (kg s.u./zi);

w_{inf} - umiditatea nămolului influent, (%);

γ_{ninf} - greutatea specifică a nămolului influent, (kgf/ m³);

(4) Cantitatea de nămol efluent:

$$N_{ef} = N_m + (1 - I_s) \times N_o \text{ (kg s.u./zi) (9.32)}$$

unde:

N_{ef} - cantitatea de nămol efluentă, (kg s.u./zi);

N_m, N_o - definiți anterior;

I_s - limita tehnică de stabilizare, (35 - 50%);

(5) Umiditatea nămolului efluent

$$w_{ef} = w_{inf} - \Delta w_s \text{ (%) (9.33)}$$

unde:

w_{ef} - umiditatea nămolului efluent, (%);

w_{inf} - umiditatea nămolului influent, (%);

Δw_s - reducerea umidității prin stabilizare aerobă, (1 - 2%);

(6) Volumul de nămol efluent:

$$V_{nef} = \frac{N_{ef}}{\gamma_{nef}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{ef})} \text{ (m}^3 \text{/zi)} \quad (9.34)$$

unde:

V_{nef} - volumul zilnic de nămol efluent, (m³/zi);

N_{ef} - cantitatea zilnică de nămol efluent, (kg s.u./zi);

γ_{nef} - greutatea specifică a nămolului efluent, (kgf/m³);

w_{ef} - umiditatea nămolului efluent, (%);

Notă: Nămolul influent la stabilizarea aerobă poate fi: nămol primar, nămol primar concentrat, nămol în exces concentrat, nămol primar în amestec cu nămol în exces concentrat, nămol biologic concentrat, nămol primar în amestec cu cel biologic concentrat.

9.4.7.6. Deshidratarea nămolului

(1) Deshidratarea este procesul prin care nămolului i se reduce umiditatea prin procedee fizice de separare a fracțiunii solide de cea lichidă (supernatant); în aceste condiții, cantitatea de substanță uscată influentă va fi egală cu cea efluentă, reducerea de volum rezultă din separarea și eliminarea unei cantități importante de supernatant.

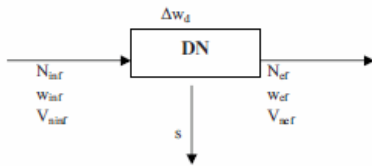


Figura 9.13. Schema deshidratare nămol (DN).

Cantități nămol:

N_{inf} - cantitatea de nămol influentă

N_{ef} - cantitatea de nămol efluent

V_{nef} - volumul de nămol efluent

Caracteristici nămol:

w_{inf} - umiditatea nămolului influent

w_{ef} - umiditatea nămolului efluent

Δw_d - reducerea de umiditate prin deshidratare

(2) Cantitatea de nămol influentă:

$$N_{inf} \cong N_{ef} \text{ (kg s.u./zi) (9.35)}$$

unde:

N_{inf} - cantitatea zilnică de nămol influent, (kg s.u./zi);

N_{ef} - cantitatea zilnică de nămol efluent, (kg s.u./zi);

(3) Volumul de nămol influent:

$$V_{ninf} = \frac{N_{inf}}{\gamma_{ninf}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{inf})} \text{ (m}^3 \text{/zi)} \quad (9.36)$$

unde:

V_{ninf} - volumul zilnic de nămol influent, (m³/zi);

N_{inf} - cantitatea de nămol influentă, (kg s.u./zi);

w_{inf} - umiditatea nămolului influent, (%);

γ_{ninf} - greutatea specifică a nămolului influent, (kgf/m³);

(4) Umiditatea nămolului efluent

$$w_{ef} = w_{inf} - \Delta w_d \text{ (%) (9.37)}$$

unde:

w_{ef} - umiditatea nămolului efluent, (%);

w_{inf} - umiditatea nămolului influent, (%);

Δw_d - reducerea de umiditate prin deshidratare, (%);

(5) Volumul de nămol efluent:

$$V_{nef} = \frac{N_{ef}}{Y_{nef}} \cdot \frac{100}{(100 - w_{ef})} (m^3/zi) \quad (9.38)$$

unde:

 V_{nef} - volumul zilnic de nămol efluent, (m^3/zi); N_{ef} - cantitatea zilnică de nămol efluent, (kg s.u./zi); Y_{nef} - greutatea specifică a nămolului efluent, (kgf/m^3); w_{ef} - umiditatea nămolului efluent, (%);**(6) Volumul de supernatant:**

$$V_s = V_{ninf} - V_{nef} (m^3/zi) \quad (9.39)$$

Notă: Nămolul influent la deshidratare poate fi: nămol fermentat anaerob, nămol stabilizat aerob fie în treapta biologică fie în stabilizatorul de nămol; orice alt tip de nămol stabilizat din punct de vedere biologic.

9.5. Prelucrarea preliminară a nămolurilor**9.5.1. Sitarea nămolurilor**

(1) Sitarea unui nămol este procesul prin care se rețin din acesta particulele de dimensiuni mai mari și de diverse compoziții (plastic, lemn, metal, materiale textile, cauciuc, hârtie, particule discrete) care pot afecta procesele de prelucrare ulterioară.

(2) În funcționarea proceselor de prelucrare a nămolurilor datorate conținutului acestora pot apare:

a) blocarea și uzura rotoarelor pompelor care vehiculează nămol;

b) blocarea șneclului centrifugelor, în cazul concentrării și/sau deshidratării;

c) dificultăți în realizarea amestecului în RFN;

d) blocarea sistemului de distribuție a nămolului, a rotelor de ghidare a benzii, precum și uzura acestora în cazul concentrării și/sau deshidratării cu filtre bandă;

e) blocarea armăturilor și pieselor speciale montate pe conductele ce transportă nămol.

(3) Se vor prevedea instalații de sitare curățite automat, cu dimensiunea deschiderilor cuprinsă între 3 și 6 mm. Instalații de sitare utilizate: sitele pășitoare, instalații montate pe conductele de transport a nămolului prevăzute cu sistem de presare a reținerilor.

9.5.2. Mărunțirea nămolurilor

Mărunțirea nămolurilor este un proces în care o cantitate mare de material fibros (vâscos) conținut de nămol este tăiat sau împărțit în particule mici astfel încât să se prevină colmatarea sau înfășurarea în jurul echipamentelor în mișcare. Procesele ce trebuie precedate de tocătoare și scopurile mărunțirii sunt prezentate în tabelul 9.7.

Tabelul 9.7. Procese precedate de tocătoare.

| Nr. crt. | Procesul | Scopul mărunțirii |
|----------|--------------------------------|---|
| 0 | 1 | 2 |
| 1 | Pompare | Previne colmatarea și uzura |
| 2 | Centrifugare | Previne colmatarea. Centrifuga poate reține multe materii solide de mari dimensiuni și poate să nu necesite mărunțirea nămolului. |
| 3 | Deshidratare cu presă cu bandă | Previne colmatarea sistemului de distribuție a nămolului, previne înfășurarea cilindrilor, reduce uzura benzilor și asigură o deshidratare mult mai uniformă. |

9.5.3. Condiționarea chimică a nămolurilor**9.5.3.1. Reactivi minerali**

(1) Reactivii minerali sunt aplicabili la condiționarea nămolurilor pentru că produc flocularea nămolului. Există o varietate mare de electroliți cationici polivalenți care pot fi utilizați dar pe baza raportului cost - eficiență; se aleg săruri de aluminiu sau fier: clorura ferică, clorosulfat feric, săruri de aluminiu.

(2) Fe^{3+} este cel mai eficient și cel mai utilizat reactiv pentru stabilizarea chimică a nămolului organic; alegerea variantei de condiționare cu $FeCl_3$ sau cu $FeSO_4Cl$ este strict financiară.

(3) Injectarea soluției de var după condiționarea cu electrolit ($pH > 10$) va îmbunătăți capacitatea de filtrare prin:

a) reducerea cantității de supernatant;

b) îmbunătățirea filtrării prin precipitarea sărurilor de calciu (organice sau minerale);

c) injectarea unei încărcări minerale (mărirea permeabilității turtei de nămol);

(4) Injectarea de săruri de aluminiu și de var este necesară în cazul condiționării nămolului de natură organică; în cazul unui nămol hidrofil injectarea de var este suficientă pentru îmbunătățirea capacității de filtrare.

(5) Cantitatea de reactivi minerali utilizați depinde de natura nămolului ce trebuie condiționat și de gradul de eficiență impus. Tabelul următor prezintă orientativ cantitățile de reactivi.

Tabelul 9.8. Cantități de reactivi utilizați la deshidratarea cu filtre - presă.

| Nr. crt. | Tip de nămol | $FeCl_3$ (%)* | $Ca(OH)_2$ (%)* |
|----------|--|---------------|-----------------|
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Nămol primar | 2 - 3 | 10 - 15 |
| 2 | Amestec de nămol primar + în exces | 4 - 6 | 18 - 25 |
| 3 | Nămol provenit din bazinele de aerare prelungită | 6 - 8 | 30 - 35 |
| 4 | Nămol condiționat cu hidroxizi de Al | - | 30 - 50 |
| 5 | Nămol condiționat cu hidroxizi de Fe | - | 25 - 40 |
| 6 | Nămol provenit din epurarea convențională | - | 15 - 25 |

*procent exprimat față de materiile totale solide din nămol (S.U).

(6) Se recomandă realizarea testelor de laborator pentru determinarea tipului și dozelor optime de reactivi.

(7) Dacă nămolul conține material mineral dens sau fibre, acesta va necesita cantități mici de reactivi. Un procent mare de materie organică în nămol va avea efectul opus. Adăugarea de reactivi va mări cantitatea de materie ce trebuie filtrată deoarece o cantitate mare de reactivi chimici vor rămâne în formă solidă în nămolul deshidratat ca rezultat al precipitării cu săruri metalice. Acest lucru trebuie luat în considerație la dimensionarea unităților de deshidratare:

- a)** 60 - 90 % din masa de FeCl_3 injectată va rămâne în turta de nămol;
- b)** 80 - 90 % din masa de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ injectată va apărea în formă solidă;
- (8)** Stabilirea dozelor de reactivi minerali-Scopul reactivilor minerali este de a atinge un amestec optim nămol/reactiv. Adăugând apă pentru diluție (pentru soluția concentrată de FeCl_3) și utilizarea a 50 - 80 g/l lapte de var va realiza o difuzie mai ușoară a reactivilor în masa de nămol.
- (9)** Nămolul este floclat în bazine succesive de amestec (mai întâi sarea metalică și apoi laptele de var). Timpul de reacție este de 5 - 10 minute suficient pentru dezvoltarea flocoanelor. Gradientul hidraulic recomandat este de 1.500 - 3.000 W/m^3 .
- (10)** Un timp de reacție suplimentar se obține cu o putere disipată de creștere a flocoanelor este benefică procesului dar un amestec prea puternic al nămolului condiționat îi poate micșora capacitatea de filtrare.
- (11)** Pentru evitarea destabilizării nămolului floclat (distrugerea flocoanelor) se va evita folosirea pompelor centrifugale; în cazul nămolurilor abrazive se vor utiliza pompe cu piston.

Unitatea de condiționare a nămolurilor poate fi complet automatizată.

9.5.3.2. Polielectroliti sintetici

(1) Stabilirea tipului și cantităților - Reactivii eficienți pentru condiționarea nămolurilor sunt polielectroliti sintetici (cu catenă lungă) ce formează flocoane voluminoase (de ordinul milimetrilor). Polielectroliti:

- a)** realizează floclarea prin formarea de legături între particule datorită structurii de catenă lungă; floclarea este completată de coagulare în cazul polimerilor cationici;
- b)** micșorează semnificativ rezistența specifică a nămolului, supernatantul fiind eliminat rapid; nămolul floclat va avea un coeficient de compresibilitate mare.

(2) Pentru alegerea tipului de polielectrolit adecvat sunt necesare teste de floclare, drenaj și presare; acestea constau în:

- a)** evaluarea rezistenței la rupere a floconului (centrifugare);
- b)** evaluarea performanței de drenaj a nămolului floclat;
- c)** evaluarea compresiunii flocoanelor;
- d)** aprecierea dacă floconul poate "aluneca" din zona de presare;
- e)** evaluarea adeziunii presării flocoanelor prin filtrele - bandă; luând acestea în considerație, se alege polimerul eficient și din considerente economice.

(3) Polielectroliti cationici sunt eficienți în cazuri particulare, când se tratează nămolul cu un conținut de ridicat materie organică. Pentru unele aplicații (deshidratarea cu filtre presă), polielectrolitul poate fi utilizat combinat cu o sare metalică: sare ferică pentru coagularea preliminară, urmată de polielectrolit pentru a produce mai puține flocoane hidrofile.

(4) Polielectroliti ce au o masă molară medie sunt adecvați pentru utilizare în cazul filtrelor bandă; cei care au o masă molară mare generează flocoane mari, dense recomandați unei deshidratări prin centrifugare.

Tabelul 9.9. Consumul mediu de polielectroliti în cazul filtrelor bandă/ centrifugare.

| Nr. crt. | Tip de nămol | Polielectrolit cationic (kg s.o/t substanțe solide) | |
|----------|--|--|------------|
| | | Filtru - bandă | Centrifugă |
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Nămol primar | 2 - 3 | 4 - 5 |
| 2 | Nămol primar + nămol în exces | 3 - 5 | 6 - 9 |
| 3 | Nămol primar + nămol în exces fermentat | 4 - 5 | 6 - 9 |
| 4 | Nămol provenit de la bazinele de aerare prelungită | 4 - 6 | 7 - 11 |

(5) Polielectroliti anionici sunt utilizați pentru condiționarea nămolurilor cu un conținut de materii minerale predominant (nămol hidrofob); cantitățile de polimer utilizate în aceste cazuri sunt reduse: 0,3 - 2 kg/t substanțe solide.

Când nămolul organic este amestecat cu cel mineral, ionicitatea polielectrolitului poate varia în funcție de raportul substanță organică/ substanță minerală.

(6) Stabilirea dozelor de polielectroliti - Polielectroliti utilizați în treapta de tratare a nămolurilor sunt furnizați ca pudră sau emulsie stabilă.

a) Polielectroliti - pudră sunt preparați la concentrații maxime de 2 - 4 g/l; această soluție trebuie lăsată să se matureze 1 h, apoi poate fi utilizată; soluțiile de polielectrolit preparate din pudră rămân eficiente 2 - 3 zile.

b) Polielectroliti - emulsie se prepară în 2 etape:

- agitarea puternică a soluției pentru diluarea concentratului, 6 - 10 ml de emulsie/ l de apă;
- soluția este lăsată să se matureze 20 de minute, fiind ușor agitată.

În general emulsiile conțin materie activă de 40 - 50 % pentru o densitate apropiată de 1.

(7) Soluția adăugată (2 - 5 g polimer/l) este diluată sau nu înainte de a fi injectată în nămol: depinde de vâscozitățile nămolului și soluției de polielectrolit; floclarea are loc aproape instantaneu:

a) într-o centrifugă, polielectrolitul este injectat direct în conducta de nămol, fără utilizarea unui floclator fiind generată suficientă energie pentru amestec;

b) într-un filtru - bandă polielectrolitul este injectat într-un bazin de amestec amplasat în amonte de zona de drenare a supernatantului; floclarea are loc în mai puțin de 1 minut;

c) metodele de injectare devin complexe la filtrele presă;

9.6. Concentrarea nămolurilor

(1) Procesul de concentrare a nămolurilor constă în reducerea umidității acestora în vederea prelucrării ulterioare. Se aplică nămolurilor care rezultă în urma epurării apelor uzate.

(2) Funcție de proprietățile nămolului ce urmează a fi concentrat se pot aplica scheme cu sau fără condiționare chimică sau termică a acestuia.

(3) Cele mai utilizate procedee de concentrare a nămolurilor provenite dintr-o stație de epurare sunt:

- a)** concentrarea gravitațională;
- b)** concentrarea mecanică ce poate fi realizată prin instalații;

- i. filtru cu vacuum;
- ii. filtru presă;
- iii. filtru bandă;
- iv. centrifugă;
- v. instalație de concentrare cu șnec.

9.6.1. Concentrarea gravitațională a nămolurilor

(1) Este procesul de reducere a umidității nămolului prin fenomenul de separare prin decantare fazelor lichidă și solidă din componența acestuia. Se realizează bazine de sedimentare de unde: evacuează supernatant și nămol concentrat.

(2) Concentratoarele gravitaționale de nămol sunt construcții concepute sub forma unor bazine circulare (fig. 9.14) folosite pentru prelucrarea următoarelor tipuri de nămoluri:

- a) primar condiționat sau nu cu var;
- b) biologic de la filtrele percolatoare;
- c) fermentat anaerob.

(3) Eficiența de reducere a umidității nămolului variază funcție de caracteristicile acestuia și de prezența/absența condiționării chimice. Acest parametru este evidențiat în tabelul 9.10.

Tabelul 9.10. Eficiența de reducere a umidității nămolurilor.

| Nr. crt. | Tipul de nămol | Umiditatea nămolului influent la concentrare (%) | Umiditatea nămolului concentrat (%) | Reducerea de umiditate la concentrare (%) |
|---|--|--|-------------------------------------|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. Nămol: | | | | |
| 1.1 | primar | 94 - 98 | 90 - 95 | 3 |
| 1.2 | biologic rezultat de la filtrele percolatoare | 96 - 99 | 94 - 97 | 2 |
| 1.3 | biologic rezultat de la filtrele cu discuri | 96,5 - 99 | 95 - 98 | 1 - 1,5 |
| 1.4 | în exces de la bazinele de aerare | 99,5 - 98,5 | 97 - 98 | 1,5 |
| 1.5 | în exces din procedee de epurare biologică ce utilizează oxigen pur | 99,5 - 98,5 | 97 - 98 | 1,5 |
| 1.6 | în exces din procedeele de epurare biologică cu aerare prelungită | 99,8 - 99 | 97 - 98 | 1,8 - 2 |
| 1.7 | primar fermentat, provenit din treapta primară de fermentare | 92 | 88 | 4 |
| 2. Amestec de nămoluri: | | | | |
| 2.1 | primar + biologic rezultat de la filtrele percolatoare | 94 - 98 | 91 - 95 | 3 |
| 2.2 | primar + biologic rezultat de la filtrele biologice cu discuri | 94 - 98 | 92 - 95 | 2 - 3 |
| 2.3 | primar + în exces de la BNA | 98,5 - 99,5 96 - 97,5 | 94 - 96 93 - 96 | 3,5 - 4,5 1,5 - 3 |
| 2.4 | Amestec fermentat | 96 | 92 | 4 |
| 3. Nămol condiționat chimic: | | | | |
| 3.1 | primar cu săruri de Fe | 98 | 96 | 2 |
| 3.2 | primar + var (doze mici) | 95 | 93 | 2 |
| 3.3 | primar + var (doze mari) | 92,5 | 88 | 4,5 |
| 3.4 | primar + în exces cu săruri de Fe | 98,5 | 97 | 1,5 |
| 3.5 | primar + în exces cu săruri de Al | 99,6 - 99,8 | 93,5 - 95,5 | 4,3 - 6,1 |
| 3.6 | primar cu săruri de Fe + biologic de la filtrele percolatoare | 99,4 - 99,6 | 91,5 - 93,5 | 6,1 - 7,9 |
| 3.7 | primar cu săruri de Fe+ în exces | 98,2 | 96,4 | 1,8 |
| 3.8 | Amestec fermentat de nămol primar + nămol în exces condiționat cu Fe | 96 | 94 | 2 |
| 4. Nămol rezultat din epurarea terțiară: | | | | |
| 4.1 | cu var în doze mari | 95,5 - 97 | 85 - 88 | 9 - 10,5 |
| 4.2 | cu var în doze mici | 95,5 - 97 | 88 - 90 | 7 - 7,5 |
| 4.3 | cu săruri de Fe | 98,5 - 99,5 | 96 - 97 | 2,5 |

(4) La proiectarea concentratoarelor de nămol se va ține seama de criteriile:

- a) numărul minim de unități $n = 2$;
- b) încărcarea cu substanță uscată nu va depăși limita maxim admisă.

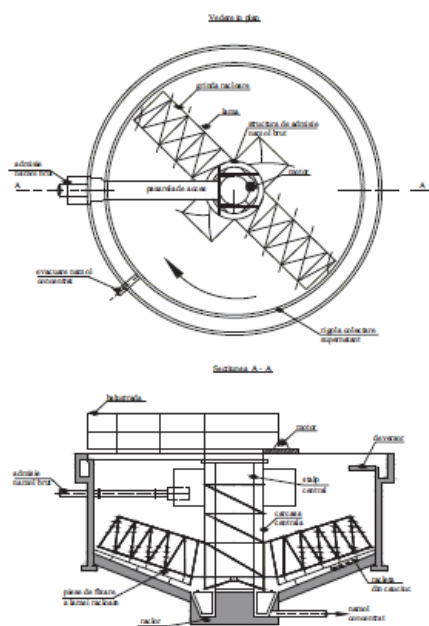


Figura 9.14. Concentrator gravitațional de nămol.

9.6.1.1. Parametrii de proiectare ai concentratoarelor gravitaționale de nămol

(1) Debitul de calcul al concentratorului gravitațional de nămol:

$$Q_c = V_{ninf} \text{ (m}^3\text{/zi)} \quad (9.40)$$

unde: V_{ninf} - definit de relația (9.12);

(2) Încărcarea superficială cu substanță uscată:

$$I_{SU} = \frac{N_{ninf}}{A_o^{CN}} \text{ (kg s.u./m}^2\text{, zi)} \quad (9.41)$$

unde:

N_{ninf} - cantitatea de nămol influentă în concentrator, (kg s.u./zi);

A_o^{CN} - aria orizontală utilă a concentratorului gravitațional, (m²);

Valorile recomandate la dimensionare pentru încărcarea superficială, depind de tipul nămolului și sunt indicate în tabelul 9.11.

Tabelul 9.11. Valori recomandate pentru I_{SU} .

| Nr. crt. | Tipul de nămol | Încărcarea superficială cu substanță uscată (kg s.u./ m ² ,zi) |
|--|--|---|
| 0 | 1 | 2 |
| 1. Nămol: | | |
| 1.1 | primar | 100 - 150 |
| 1.2 | biologic rezultat de la filtrele percolatoare | 40 - 50 |
| 1.3 | biologic rezultat de la filtrele cu discuri | 35 - 50 |
| 1.4 | în exces de la bazinele de aerare și DS | 20 - 40 |
| 1.5 | în exces din procedee de epurare biologică cu aerare prelungită | 25 - 40 |
| 1.6 | primar fermentat | 120 |
| 2. Amestec de nămoluri | | |
| 2.1 | primar + biologic rezultat de la filtrele percolatoare | 60 - 100 |
| 2.2 | primar + biologic rezultat de la filtrele biologice cu discuri | 50 - 90 |
| 2.3 | primar + în exces de la BNA | 25 - 70 40 - 80 |
| 2.4 | Amestec fermentat | 70 |
| 3. Nămol condiționat chimic | | |
| 3.1 | primar cu săruri de Fe | 30 |
| 3.2 | primar + var (doze mici) | 100 |
| 3.3 | primar + var (doze mari) | 120 |
| 3.4 | primar + în exces cu săruri de Fe | 30 |
| 3.5 | primar + în exces cu săruri de Al | 60 - 80 |
| 3.6 | primar cu săruri de Fe + biologic de la filtrele percolatoare | 70 - 100 |
| 3.7 | primar cu săruri de Fe+ în exces | 30 |
| 3.7 | amestec fermentat de nămol primar + nămol în exces condiționat cu săruri de Fe | 70 |
| 4. Nămol rezultat din epurarea terțiară | | |
| 4.1 | cu var în doze mari | 120 - 300 |
| 4.2 | cu var în doze mici | 50 - 150 |
| 4.3 | cu săruri de Fe | 8 - 50 |

(3) Încărcarea hidraulică superficială cu nămol:

$$I_h = \frac{V_{ninf}}{A_o^{CN}} \text{ (m}^3\text{ nămol/m}^2\text{, zi)} \quad (9.42)$$

unde:

V_{ninf} - definit de relația (9.12);

A_{o}^{CN} - aria orizontală utilă a concentratorului gravitațional, (m^2);

Tabelul 9.12. Valori maxim recomandate pentru I_h .

| Nr. crt. | Tipul nămolului | Încărcarea hidraulică cu nămol (m^3 nămol/ m^2 , zi) |
|----------|---|---|
| 0 | 1 | 2 |
| 1 | Nămol primar | 15,5 - 31 |
| 2 | Nămol în exces | 4 - 8 |
| 3 | Amestec de nămol primar cu nămol în exces | 6 - 12 |

Valori mai mari ale acestui parametru pot conduce la evacuarea unui supernatant cu conținut ridicat de materii solide; valorile mici conduc la realizarea condițiilor septice, mirosuri neplăcute, precum și apariția nămolului plutitor.

(4) Timpul de concentrare al nămolului (t_c) este definit ca durata de staționare a nămolului în concentratorul gravitațional și este parametrul care permite determinarea volumului necesar al acestuia:

$$t_c = V_{CN} / V_{ninf} (h) \quad (9.43)$$

unde:

V_{CN} - volumul concentratorului de nămol, (m^3);

V_{ninf} - definit de relația (9.12);

Din relația (9.43) se poate determina volumul necesar al concentratorului, pentru valori:

$$t_c = 8 \dots 24 \text{ h.}$$

9.6.2. Concentrarea nămolurilor prin procedeul de flotație cu aer dizolvat

Flotația cu aer dizolvat separă faza solidă de cea lichidă prin mișcarea ascensională a microbulelor de aer introduse în nămolul influent sau în supernatantul recirculat într-un recipient de presurare. În schemele din figurile 9.15 și 9.16 se prezintă elementele componente pentru cazul presurizării integrale a debitului de nămol sau presurizarea parțială a supernatantului.

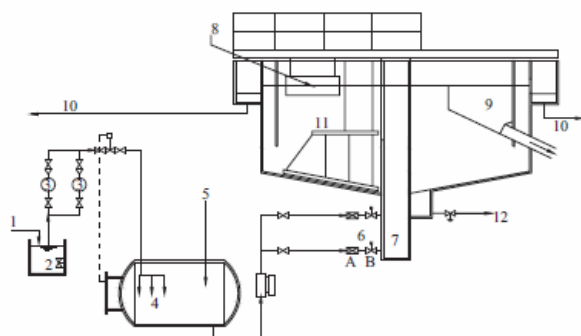


Figura 9.15. Schema procedeu flotație cu presurizare totală.

- 1-Nămol influent
- 2-Bazin amestec, compensare
- 3-Stație de pompare
- 4-Recipient saturare (4-5 bar)
- 5-Alimentare aer comprimat
- 6-Sistem dublu de reducere presiune
- A,B-sistem de reducere presiune și creare bule 50 - 100 μ m
- 7-Cameră de expansiune
- 8-Colector de suprafață
- 9-Canal colector nămol
- 10-Supernatant
- 11 -Raclor
- 12-evacuare nămol sedimentat

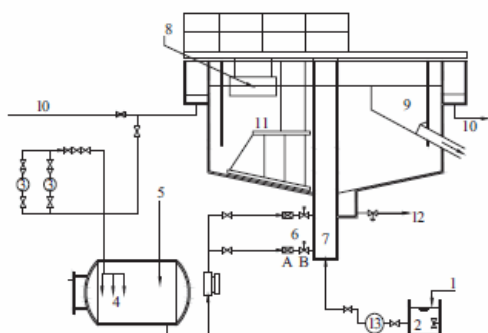


Figura 9.16. Schema flotație cu presurizare supernatant.

- 1-Nămol influent
- 2-Bazin amestec, compensare
- 3-Stație de pompare
- 4-Recipient saturare (4-5 bar)
- 5-Alimentare aer comprimat
- 6-Sistem dublu de reducere presiune
- A,B-sistem de reducere presiune și creare bule 50 - 100 μ m

- 7-Cameră de expansiune
- 8-Colector de suprafață
- 9-Canal colector nămol
- 10-Supernatant
- 11-Raclor
- 12-evacuare nămol sedimentat
- 13-stație pompare nămol influent

9.6.2.1. Proiectarea sistemelor de flotație cu aer dizolvat**(1)** Parametrii de proiectare depind de:**a)** procesul din care provine nămolul: nămol în exces din treapta biologică, nămol din bazine cu nămol activ cu aerare prelungită, nămol mixat (în exces cu nămol primar);**b)** utilizarea reactivilor chimici: coagulanți și polimeri.**(2)** Se prevăd următoarele:**a)** FAD cu presurizare totală:

- fără reactivi chimici;
- nămol din BNA cu aerare prelungită;

Încărcări: 4 - 6 kg SS/m², h.

Eficiența:

| | |
|-----------------|-------------------|
| IVN < 150 | w = 94,5 - 95,5 % |
| IVN = 150 - 250 | w = 95,5 - 96 % |
| IVN > 250 | w = 96 - 96,5 % |

b) Pentru nămol biologic (inclusiv nămol din decantoare primare):Încărcări: 3,5 - 4,5 kg SS/m², h.

Eficiența:

| | |
|-----------------|-----------------|
| IVN < 100 | w = 95,5 - 96 % |
| IVN = 100 - 200 | w = 96 - 96,5 % |
| IVN = 200 - 300 | w = 96,5 - 97 % |
| IVN > 300 | w < 97 % |

Încărcarea hidraulică: $i_H < = 2 \text{ m}^3/\text{h, m}^2$.

Cantitățile de aer utilizate: 1 - 2 % din suspensii solide.

Energia specifică consumată 60 - 120 kWh/ t SS.

c) FAD cu presurizare parțială a supernatantului

Se aplică pentru nămoluri diluate, ușor filtrabile.

În practică se utilizează polimer 2 - 4 kg/t SS.

Procentele de recirculare: 20 - 30 %.

Avantajele sunt date de obținerea unui supernatant puțin încărcat (80 - 100 mg/l).

Eficiența concentrării prin FAD: 96 - 97 % umiditate.

Adoptarea soluției concentrării nămolului prin FAD va fi luată în considerație:

- pentru instalații destinate localităților cu N > 100 000 LE;
- pe baza studiilor pe instalații pilot "in situ" care să proceseze nămolurile produse real în stația de epurare nominalizată;

(3) În lipsa studiilor pe stații pilot soluția FAD se va adopta pe baza unei alte tehnologii cu experiență în domeniu.**9.6.3.** Centrifugarea nămolurilor**(1)** Centrifugarea este un procedeu care se utilizează la îngroșarea și la deshidratarea nămolurilor provenite din epurarea fizico - chimică și biologică a apelor uzate.**(2)** Centrifugarea este procedeu prin care se accelerează separarea solid - lichid prin aplicarea forțelor centrifuge.**(3)** Utilajele de centrifugare se pot grupa în trei categorii, după cum urmează:**a)** centrifuge cu rotor unic, care produc o bună deshidratare și supernatant limpede, dar nu sunt adecvate pentru materii solide fine;**b)** centrifuge cu rotor cilindric, care produc supernatant limpede;**c)** centrifuge cu rotor cilindro - conic, care produc și turte bine deshidratate și supernatant limpede;**(4)** După destinația lor, centrifugele se clasifică în:**a)** filtrante - cu tambur perforat, folosite la epurarea materiilor în suspensie;**b)** centrifuge decantoare - cu tambur neperforat, folosite la separarea materiilor în suspensie care se filtrează greu;**c)** centrifuge de separare - cu tambur neperforat, folosite pentru emulsii.**(5)** Din punct de vedere al procesului tehnologic, centrifugele pot fi cu funcționare continuă sau periodică.**(6)** Formula de calcul a centrifugei arată că viteza de clarificare a fracțiunii lichide variază cu suprafața lichidului și nivelul forței centrifugale:

$$\Sigma = \frac{\pi b \omega^2}{2g} (3r_2^2 + r_1^2) \quad (9.44)$$

unde:

 Σ - factorul de capacitate al centrifugei Sigma, în m² (suprafața teoretică a bazinului de sedimentare gravitațional echivalent cu caracteristicile de sedimentare ale centrifugelor);

b - lungimea tamburului cilindric, (m);

 ω - viteza de rotație, (rot/min/secundă);r₂ - raza peretelui interior al tamburului, (m);r₁ - raza suprafeței lichidului reținut, (m);g - constanta gravitațională, (m/s²);**(7)** Utilajele de centrifugare utilizate, lucrează în intervalul de 1.000 - 6.000 ori forța gravitațională.**(8)** Performanțele centrifugelor depind de utilaje și de variabilele de proces, dintre care se menționează: debitul influent, natura solidelor, concentrația în solide a influentului, adjuvanți de coagulare și temperatura.**(9)** Cele mai utilizate în domeniul deshidratării nămolurilor sunt centrifugele care au o cuvă cilindro - conică cu un

transportor intern cu șnec. Nămolul intră în centrifugă prin cuva cilindrică printr-un transportor. Forța centrifugă compactează nămolul către pereții cuvei, iar transportorul intern, care se rotește mai încet decât cuva, conduce nămolul compact de-a lungul cuvei, către secțiunea conică fiind apoi evacuat.

(10) În cazul nămolurilor cu particule fine este necesară tratarea cu polimer pentru o recuperare bună a solidelor. Centrifugele moderne sunt caracterizate prin forțe centrifugale mai mari decât 3.000 x g; raportul între lungimea și diametrul centrifugei este de 2,5 - 3,5.

(11) Constructiv, centrifuga este alcătuită dintr-un cilindru lung, pozițional orizontal, în interiorul căruia se află montat concentric, un șnec care se rotește cu o viteză diferită de cea a cilindrului. Alimentarea cu nămol a instalației se realizează în mod continuu prin interiorul șnecului care are prevăzute orificii ce comunică cu zona interioară a cilindrului (figura 9.17). Datorită forțelor centrifuge generate de rotirea șnecului se produce o separare accelerată a celor două faze - solidă și lichidă - partea solidă fiind proiectată spre exterior iar supernatantul acumulându-se în centru.

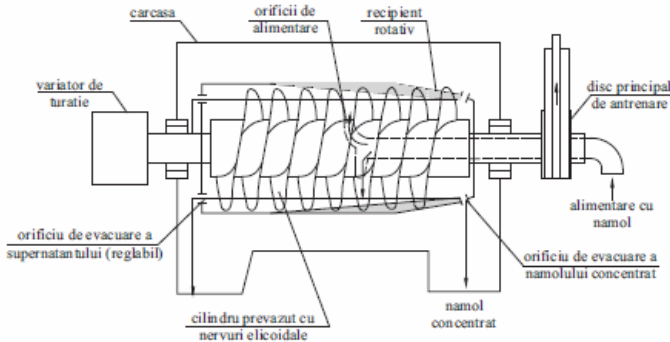


Figura 9.17. Centrifugă utilizată pentru concentrarea nămolurilor.

9.6.3.1. Date de bază pentru proiectare

(1) Elementul fundamental este factorul capacității: Σ (Sigma)

$$\Sigma = \frac{2k\pi\omega^2 L_c}{g} \left(\frac{3}{4}R^2 + \frac{1}{4}r^2 \right) \quad (9.45)$$

unde:

- Σ - factorul capacității, (m²);
- R - raza bazinului, (m);
- r - raza inelului, (m);
- ω - viteza de rotație, (rot/min/secundă);
- k - factor de extrapolare;

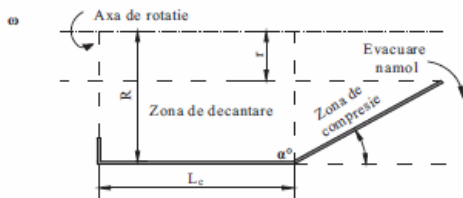


Figura 9.18. Determinarea factorului capacității "Σ".

(2) Cantitatea de solide îndepărtate prin centrifugare \equiv "recuperarea de solide".

$$RS = \frac{S_s(S_i - S_c)}{S_i(S_s - S_c)} \quad (9.46)$$

unde:

- RS - recuperarea solidelor (%);
- S_s - solide în nămolul evacuat (% în greutate);
- S_i - solide în influent (% în greutate);
- S_c - solide în supernatant (% în greutate).

(3) Alegerea tipului de centrifugă se realizează pe baza tipului de nămol referitor la proveniență și cerințele deshidratării.

(4) Se vor lua în considerație parametrii:

- a)** viteza cuvei determinată de forța G; recomandabil (1500 - 3000) x g; se va lua în considerație alegerea unei viteze optime stabilite pe baza corelației între umiditatea turtei (%) și recuperarea solidelor (%);
- b)** stabilirea tipului și dozelor de polimer optim pentru caracteristicile nămolului;
- c)** valoarea optimă a adâncimii bazinului; un bazin mai adânc produce o turtă mai umedă; adâncimea optimă a bazinului este adâncimea minimă la care stratul de lichid în mișcare nu interferă cu stratul solid care este împins de către șnec către punctul de evacuare; dacă adâncimea bazinului este prea mică solidele care au sedimentat pot reintra în stare de suspensie;
- d)** viteza optimă a transportorului (adică viteza diferențială între cuvă și șnecul transportorului) este cea mai mică viteză diferențială la care solidele decantate sunt îndepărtate din cuvă la fel de repede după cum au fost acumulate; o viteză mică a transportorului menține solidele sub influența forței centrifugale pentru o perioadă mai lungă și provoacă un minim efect de "amestec" al stratului de lichid în mișcare.

(5) Performanțele centrifugării nămolurilor din stația de epurare sunt date în tabelul următor:

Tabelul 9.13. Performanțe centrifugare nămol.

| Nr. crt. | Tip de nămol | Cantități de polimer (kg/t s.u.) | Conținut în substanțe solide (%) |
|----------|--|----------------------------------|----------------------------------|
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Nămol din procedeul cu aerare prelungită și eliminare fosfor | 9 - 11 | 9 - 22 |
| 2 | Nămol din procedeul de aerare prelungită cu nămol în exces | 10 - 12 | 19 - 20 |
| 3 | Nămol din procedeul cu aerare prelungită și fermentare | 9 - 11 | 20 - 22 |
| 4 | Nămol primar | 6 - 7 | 29 - 34 |
| 5 | Nămol primar și nămol provenit din epurarea avansată | 7 - 8 | 28 - 32 |
| 6 | Amestec proaspăt de nămoluri (P/bio = 50/50)* | 8 - 9 | 25 - 27 |
| 7 | Amestec proaspăt de nămoluri (P/bio = 65/35) | 7 - 9 | 26 - 29 |
| 8 | Amestec fermentat de nămoluri (P/bio = 50/50) | 8 - 9 | 25 - 28 |
| 9 | Nămol primar fermentat | 4 - 6 | 32 - 36 |

* P/bio = raportul nămol primar/ nămol biologic.

9.7. Stabilizarea nămolurilor din stațiile de epurare urbane/ rurale

Procesul de stabilizare a nămolului se poate realiza prin metodele: stabilizare anaerobă (fermentare), stabilizare aerobă și stabilizare alcalină.

a) Stabilizarea anaerobă (fermentarea) este metoda cu cele mai numeroase aplicații în stațiile de epurare a apelor uzate.

Produce:

- nămol stabil la costuri moderne;

- biogaz care poate fi folosit pentru încălzirea nămolului influent și a nămolului de recirculare la temperatura de proces;

b) Stabilizare aerobă se întâlnește în stațiile de epurare mici și medii; necesită cantități mari de energie (pentru transferul oxigenului) și costuri mai reduse pentru investiție. Stabilizarea aerobă este mai puțin complexă din punct de vedere funcțional și uneori nu are procese separate. Se realizează în bazine dedicate, ca stabilizatoare de nămol, în bazine de aerare (nitrificare cu stabilizare).

c) Stabilizare alcalină aplicabilă pentru amplasamente locale și având ca dezavantaj faptul că masa produsului se mărește prin adăugarea de material alcalin.

9.7.1. Stabilizarea (fermentarea) anaerobă

(1) Obiectivul fermentării anaerobe este reducerea agenților patogeni, a cantității de biomasă prin distrugerea parțială a materiilor volatile și producerea de biogaz.

(2) Fermentarea anaerobă se desfășoară pe bază de reacții chimice și biochimice complexe.

(3) În schema din figura 9.19 se indică procesele fermentării anaerobe.

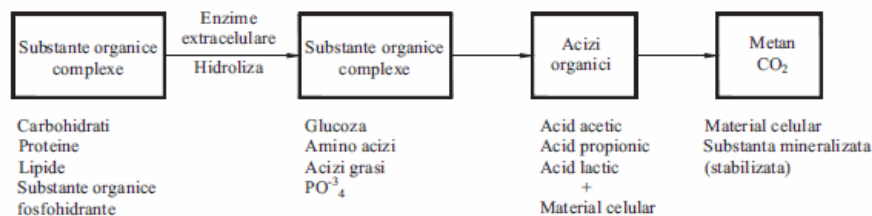


Figura 9.19. Schema proceselor în fermentarea anaerobă.

(4) Eficiența stabilizării prin fermentare anaerobă este determinată prin cantitatea de materii volatile (organice) reduse în proces. Deoarece fermentarea anaerobă este realizată biologic și depinde de dezvoltarea microorganismelor reducerea materiilor volatile se realizează în proporție de 40 - 50% (limita tehnică de fermentare). Eficiența scade în prezența substanțelor greu biodegradabile. Procente ridicate de descompunere a materiilor solide se obțin atunci când nămolul cuprinde materii ușor degradabile: carbohidranți simpli, carbohidranți compuși (celuloza), proteine și lipide.

9.7.1.1. Factorii ce influențează fermentarea anaerobă

9.7.1.1.1. Materiile solide și timpul de retenție hidraulic

(1) Fermentarea anaerobă se bazează pe prevederea unui timp de retenție hidraulic care să permită stabilizarea materiilor volatile (organice).

(2) Fiecare etapă de fermentare în parte: hidroliza, formarea de acizi și formarea de gaz metan are un timp de retenție a materiilor solide; procesul se degradează dacă bacteriile nu se pot dezvolta în condiții optime.

9.7.1.1.2. Temperatura

(1) Temperatura influențează gradul de fermentare, viteza reacției de hidroliză și formarea biogazului. Temperatura determină timpul minim de retenție al materiilor solide necesar obținerii unei distrugerii suficiente a materiilor volatile.

(2) Din punct de vedere al temperaturii sistemele de fermentare anaerobă pot fi:

a) sisteme criofile: $t^{\circ}\text{C} = 15 - 20^{\circ}\text{C}$; necesită volume mari, timp de retenție crescut și nu utilizează încălzirea nămolului;

b) sisteme mezofile: $t^{\circ}\text{C} = 30 - 37^{\circ}\text{C}$; cele mai numeroase aplicații;

c) sisteme termofile: $t^{\circ}\text{C} = 50 - 57^{\circ}\text{C}$; asigură procente mari de neutralizare a agenților patogeni; costuri de operare ridicate.

(3) Elementul tehnic cel mai important este menținerea unei temperaturi constante de funcționare datorită bacteriilor implicate în proces și sensibilității la variațiile de temperatură. Variația de temperatură, cu creșterea acesteia peste $1^{\circ}\text{C}/\text{zi}$ poate duce la eșuarea procesului. La proiectare se impune o creștere a temperaturii $< 0,5^{\circ}\text{C}/\text{zi}$ față de optim.

9.7.1.1.3. pH - ul

(1) Bacteriile anaerobe, în special cele metanogene, sunt sensibile la pH.

(2) Producția optimă de gaz metan are loc la un nivel al pH-ului cuprins între 6,8 și 7,2.

(3) Reducerea pH-ului în timpul proceselor fermentării inhibă formarea de biogaz putând conduce în final la eșuarea proceselor de fermentare. Procesele de amestec, încălzire și modurile de alimentare - evacuare a nămolului pot minimiza perturbările procesului de fermentare.

9.7.1.1.4. Substanțe toxice

(1) Substanțele de tip: amoniac, metale grele și sulfuri în concentrații mari pot crea condiții instabile în interiorul rezervoarelor de fermentare. Tabelul 9.14 prezintă concentrațiile unor substanțe toxice și inhibitoare.

Tabelul 9.14. Concentrațiile unor substanțe toxice și inhibitoare

| Nr. crt. | Substanțe | U.M. | Concentrații medii inhibitoare | Concentrații puternic inhibitoare |
|----------|----------------------------------|------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | Na ⁺ | mg/l | 3.500 - 5.500 | 8.000 |
| 2 | K ⁺ | | 2.500 - 4.500 | 12.000 |
| 3 | Ca ⁺⁺ | | 2.500 - 4.500 | 8.000 |
| 4 | Mg ⁺⁺ | | 1.000 - 1.500 | 3.000 |
| 5 | Azot amoniacal (dependent de pH) | | 1.500 - 3.000 | 3.000 |
| 6 | Sulfuri | | 200 | 200 |
| 7 | Cupru (Cu) | | - | 0,5 50 - 70 (total) |
| 8 | Crom VI (Cr) | | - | 3.0 (solubil) 200 - 250 (total) |
| 9 | Crom III | | - | 180 - 420 (total) |
| 10 | Nichel (Ni) | | - | (solubil) 30 (total) |
| 11 | Zinc (Zn) | | - | 1.0 (solubil) |

9.7.1.1.5. Aplicarea fermentării anaerobe

(1) Fermentarea anaerobă este utilă și aplicabilă pentru concentrația substanțelor volatile mai mare sau egală cu 40 - 50% și nu sunt prezente substanțele inhibitoare.

(2) Adoptarea soluției de fermentare anaerobe va avea la bază:

a) studii hidrochimice privind compoziția nămolurilor și efectele stabilizării acestuia asupra mediului; se vor lua în considerație elementele costurilor implicate și consumurile energetice pentru integrarea cantităților de nămol rezultate în mediu;

b) studii privind estimarea producției de biogaz în condițiile amprentei de calitate a apei uzate, calitățile nămolurilor; metoda fermentării anaerobe se va adopta în toate situațiile în care producția de biogaz și echivalentul acesteia în energie va acoperi minim 90% din consumurile energetice ale procesului: amestec, încălzire nămol, recirculare, pierderi termice în rezervorul de fermentare al nămolului;

9.7.1.1.6. Soluții pentru procesele de fermentare

(1) Configurațiile proceselor de fermentare anaerobă folosite actualmente: fermentarea de mare încărcare și fermentarea în două etape. Fermentarea anaerobă poate funcționa la două regimuri ale temperaturii: mezofilă (30 - 37°C) și termofilă (50 - 57°C).

a) Fermentarea anaerobă de mare încărcare, într-o singură treaptă

Rezervoarele de fermentare de mare încărcare sunt caracterizate prin amestecul și încălzirea nămolului, debit de alimentare uniform și concentrarea nămolului înainte de a fi fermentat (figura 9.20).

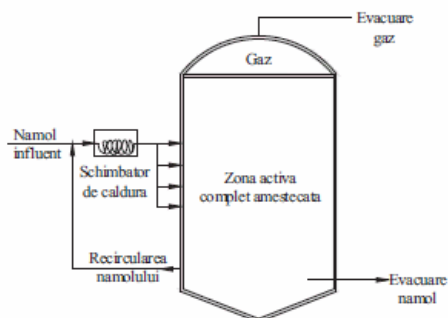


Figura 9.20. Fermentarea anaerobă de mare încărcare într-o singură treaptă.

b) Fermentarea anaerobă de mare încărcare în două trepte

Procesul cuprinde două etape fundamentale:

b.1) faza I: hidroliza substanței organice; timpul de retenție hidraulic: 2 zile; t°C = 55°C;

b.2) faza II: producția de biogaz; timpul de retenție hidraulic: 10 zile; t°C = 37 °C;

Figura 9.21 prezintă schema procesului fermentării în două etape.

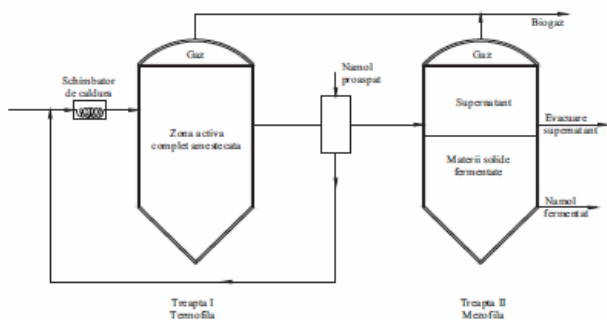


Figura 9.21. Fermentarea anaerobă în două etape.

(2)Avantajele fermentării în două faze (termofilă - mezofilă):

a)preluare în condiții mai bune a variațiilor de încărcare organică;

b)pe ansamblul procesului de fermentare reducerea volumelor construite cu $\cong 30\%$;

c)nămolul procesat în faza termofilă va fi procesat în condiții mai bune în faza mezofilă (vâscozitate mai redusă, fluiditate mai mare);

d)calitatea nămolului fermentat mai bună: se distrug bacteriile patogene;

(3)În tabelul următor se indică parametrii generali pentru dimensionarea proceselor de fermentare anaerobă conform datelor din literatura de specialitate.

Tabelul 9.15. Parametrii de dimensionare ai proceselor de fermentare anaerobă.

| Nr. crt. | Parametrii | U.M. | Tipul procesului de fermentare | | | |
|----------|------------------------------|-----------------------|---------------------------------|--------------------|------------------------|----------------------------------|
| | | | Mezofilă într-o singură treaptă | în două trepte | | Termofilă într-o singură treaptă |
| | | | Etapa I | Etapa I: Termofilă | Etapa a II a: Mezofilă | Etapa I |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Timpul de retenție hidraulic | zile | 16 - 25 | 1,5 - 3 | 8 - 12 | 8 - 12 |
| 2 | Încărcarea organică | kg/m ³ ,zi | 1,5 - 2,5* | 10 - 30* | 2 - 4* | 2,5 - 5* |

*doar pentru perioade cu încărcări de vârf.

9.7.1.2. Dimensionarea tehnologică a rezervoarelor de fermentare a nămolului

(1) Dimensionarea tehnologică constă în:

a) determinarea volumului, a cantității, umidității și caracteristicile nămolului;

b) determinarea volumului rezervorului de fermentare a nămolului;

c) condiționări tehnice privind: alegerea pompelor; alegerea schimbătorilor de căldură; determinarea diametrelor conductelor de nămol, a conductelor de agent termic, de gaz; determinarea volumului de gaz de fermentare, de agent termic, de supernatant; izolația termică a RFN dispusă pe pereții exteriori ai cuvei trebuie corect aleasă, în special din punct de vedere a calității și bine executată în scopul păstrării acesteia în stare uscată.

(2) Etapele de dimensionare prezentate mai sus, pot fi detaliate astfel:

a) Determinarea volumului, a cantității, umidității și caracteristicile nămolului se face pe baza bilanțului de substanțe pe linia nămolului (conform § 9.4.7.3 și § 9.4.7.4);

b) Volumul rezervorului de fermentare a nămolului se determină pe baza următorilor parametrii tehnologici de dimensionare:

c) Încărcarea organică a rezervorului:

$$I_{ORFN} = \frac{N_o}{V_{RFN}} = 1,5 \dots 3 \text{ (kg s.o./m}^3 \text{ RFN, zi)} \quad (9.47)$$

d) Cantitatea de nămol fermentat:

$$N_f = (1 - I_f) \times N_o + N_m \text{ (kg s.u./zi)} \quad (9.48)$$

unde:

I_{orfn} - încărcarea organică a rezervorului de fermentare a nămolului, (kg s.o./m³ RFN, zi);

$I_f = 40 - 55\%$ - limita tehnică de fermentare;

N_f - cantitatea zilnică de nămol fermentat, exprimată în substanță uscată, (kg s.u./zi);

$N_o = (\varepsilon) \times N_{inf}$ - cantitatea zilnică de substanță organică conținută în nămolul influent în rezervorul de fermentare, exprimată în substanță uscată, (kg/zi);

ε - coeficient de reducere, (%);

$N_m = (1 - \varepsilon) \times N_{inf}$ - cantitatea zilnică de substanță minerală conținută în nămolul influent în rezervorul de fermentare, exprimată în substanță uscată, (kg/zi);

N_{inf} - cantitatea zilnică de nămol influent în rezervorul de fermentare, exprimată în substanță uscată, (kg s.u./zi);

e) Timpul de fermentare:

e.1) $T_f = 90 \dots 150$ zile - pentru fermentarea crioofilă;

e.2) $T_f = 20$ zile - pentru fermentarea mezofilă;

e.3) $T_f = 10$ zile - pentru fermentarea termofilă;

f) Volumul rezervorului de fermentare:

$$V_{RFN} = T_f \times V_{n\ inf} \text{ (m}^3 \text{/zi)} \quad (9.49)$$

unde:

T_f - definit anterior;

$V_{n\ inf}$ - volumul de nămol influent calculat la bilanțul de substanțe pe linia nămolului (conform § 9.4.7.3 și § 9.4.7.4), (m³/zi);

g) Pompele pentru recircularea nămolului se aleg astfel încât întregul volum de fermentare să fie recirculat în 5...8 h.

g.1) Debitul de recirculare:

$$Q_R = \frac{V_{RFN}}{5 \dots 8} \text{ (m}^3 \text{/h)} \quad (9.50)$$

g.2) Înălțimea de pompare:

$$H = H_g + \sum h_r \text{ (m)} \quad (9.51)$$

unde:

H_g - înălțimea geodezică de pompare;

$\sum h_r$ - suma pierderilor de sarcină locale și distribuite.

h) Schimbătoarele de căldură trebuie să asigure căldura necesară încălzirii nămolului proaspăt, căldura necesară

acoperirii pierderilor prin cupolă, pereți și radiator:

$$C_T = C_1 + C_2 \text{ (kcal/zi)} \text{ (9.52)}$$

$$C_1 = V_{n \text{ inf}} \times C_n \times (\theta - \theta_1) \text{ (kcal/zi)} \text{ (9.53)}$$

unde:

C_1 - căldura necesară încălzirii nămolului proaspăt, (kcal/zi);

C_2 - căldura necesară acoperirii pierderilor prin cupolă, pereți și radiator, (kcal/zi);

$V_{n \text{ inf}}$ - volumul zilnic de nămol influent în rezervorul de fermentare, (m^3 /zi);

$C_n = 1000 \text{ kcal}/m^3, \text{ grad}$ - căldura specifică (cantitatea de căldură necesară creșterii temperaturii cu $1^\circ C$);

θ - temperatura nămolului din interiorul rezervorului (mezofil, termofil), ($^\circ C$);

$\theta_1 = \theta \text{ iarnă}$ - temperatura nămolului proaspăt introdus în rezervor, ($^\circ C$);

$$C_2 = C_{2 \text{ cupolă}} + C_{2 \text{ pereți}} + C_{2 \text{ radiator}} \text{ (9.54)}$$

$$C_2 = K \times A \times (\theta - \theta_2) \text{ (9.55)}$$

unde:

K - coeficient de transfer al căldurii (natura materialului), ($\text{kcal}/^\circ C \times m^2 \times \text{zi}$);

$C_{2 \text{ cupolă}}$ - căldura necesară acoperirii pierderilor prin cupolă, (kcal/zi);

$C_{2 \text{ pereți}}$ - căldura necesară acoperirii pierderilor prin pereți, (kcal/zi);

$C_{2 \text{ radiator}}$ - căldura necesară acoperirii pierderilor prin radiator, (kcal/zi);

A - suprafața cupolei, pereților și radiatorului, (m^2);

θ - temperatura nămolului din interiorul rezervorului (mezofil, termofil), ($^\circ C$);

θ_2 - temperatura nămolului proaspăt introdus în rezervor, ($^\circ C$);

i) Dimensionarea conductelor va asigura:

i.1) viteza nămolului în conducte trebuie să fie minim $1,2 \text{ m/s}$ iar diametrul nominal trebuie să fie minim 200 mm ;

i.2) viteza minimă a apei trebuie să fie de $0,7 \text{ m/s}$, iar diametrul nominal să fie de 100 mm ;

i.3) viteza biogazului rezultat în urma fermentării trebuie să fie cuprinsă între $5 - 15 \text{ m/s}$;

j) Volumul teoretic zilnic de biogaz se determină considerând o producție specifică q_{bg} în $dm^3 \text{ biogaz}/kg \text{ s.o.red}$.

$$Q_G = \frac{q_{bg} \cdot N_{o \text{ red}}}{1000} \text{ (m}^3/\text{zi)} \text{ (9.56)}$$

$$Q_{G \text{ ef}} = (0,8 \dots 0,85) \times Q_G \text{ (m}^3/\text{zi)} \text{ (9.57)}$$

unde:

Q_G - volumul teoretic zilnic de biogaz, (m^3/zi);

$Q_{G \text{ ef}}$ - volumul efectiv zilnic de biogaz, (m^3/zi);

q_{bg} - se va estima pe baza unor calități de nămol similare și prin studii "in situ";

$q_{bg}^{\text{orientativ}} = 300 - 600 \text{ dm}^3 \text{ biogaz}/kg \text{ s.o. red}$

(3) Când nu se cunoaște grafic de consum al biogazului, volumul rezervorului se consideră egal cu producția de biogaz în 8 ore:

$$V_{RG} = Q_{G \text{ ef}}/3 \text{ (m}^3) \text{ (9.58)}$$

9.7.1.2.1. Colectarea și stocarea biogazului

(1) Biogazul produs prin fermentarea anaerobă a nămolului este colectat pentru a fi valorificat sau eliminat prin ardere.

(2) Biogazul rezultat în urma fermentării anaerobe conține aproximativ $65 - 70\% \text{ CH}_4$, $25 - 30\% \text{ CO}_2$ și cantități mici de N_2 , H_2 , H_2S , vapori de apă și alte gaze. Biogazul de fermentare are o greutate specifică de aproximativ $0,86$ din greutatea specifică a aerului. Biogazul de fermentare conține $\cong 65\%$ metan și puterea calorică a gazului de fermentare este de $21.000 - 22.400 \text{ kJ}/m^3$.

(3) Producția de biogaz realizată este dependentă de cantitatea de substanțe volatile mineralizate și condițiile asigurate fermentării și este exprimată ca volumul de biogaz pe unitatea de masă a materiilor volatile distruse. Acest indice specific al producției de biogaz este diferit pentru fiecare substanță organică din rezervorul de fermentare. Tabelul 9.16 indică producția de gaz a câtorva materii organice. Un rezervor de fermentare anaerob obișnuit alimentat cu nămol primar și nămol activ în exces poate produce aproximativ $0,5 - 0,8 \text{ m}^3 \text{ biogaz}/kg$ de substanțe volatile reduse.

Tabelul 9.16. Producția specifică de gaz a diferitelor materii organice.

| Material | Producția specifică de gaz pe unitatea de masă redusă | |
|----------|---|-----------------------|
| | m^3/kg | Conținut de metan (%) |
| 0 | 1 | 2 |
| Grăsimi | 1,2 - 1,6 | 62 - 72 |
| Spumă | 0,9 - 1,0 | 70 - 75 |
| Fibre | 0,8 | 45 - 50 |
| Proteine | 0,7 | 73 |

(4) Biogazul rezultat la fermentare are o putere calorică cuprinsă între $20 - 25 \text{ MJ}/m^3$. O valoare medie de $22,5 \text{ MJ}/m^3$ este de folosit pentru proiectare.

(5) Colectarea biogazului și sistemul de distribuție trebuie menținut la o presiune pozitivă pentru a evita explozia în cazul în care gazul se amestecă cu aerul atmosferic. Amestecul de aer cu biogaz de fermentare conține metan în proporție mai mică de 5% care poate fi exploziv. Din acest motiv toate echipamentele mecanice și constructive trebuie să fie etanșe, iar echipamentele electrice trebuie să fie protejate împotriva exploziei.

(6) Sunt folosite două tipuri de rezervoare de depozitare a gazului: rezervoare cu capac ce flotează pe gazul înmagazinat și rezervoare sub presiune.

a) Rezervoarele cu capac flotant sunt rezervoare cu presiune constantă și volum variabil.

b) Rezervoarele sub presiune, au de obicei formă sferică și mențin o presiune cu valori medii cuprinse între $140 - 350 \text{ kN}/m$.

9.7.1.2.2. Necesarul de reactivi chimici

Sistemele de alimentare cu reactivi chimici devin necesare datorită schimbărilor calitative și cantitative ale influentului. Schimbările de alcalinitate, pH, sulfuri sau a concentrației metalelor grele face necesară adăugarea de reactivi chimici în proces. Sunt necesare prevederi pentru stocarea, prepararea și dozarea reactivilor chimici: bicarbonat de sodiu, clorură ferică, sulfat feric, var.

9.7.1.2.3. Construcția rezervoarelor de fermentare

(1)Elementele fundamentale în alegerea configurației construcției sunt:

- raport aria laterală RF la volum RF minim; construcțiile care realizează acest raport minim sunt: sfere, forme ovoidale;
 - realizarea unei forme care să favorizeze amestecul nămolului și evitarea depunerilor în partea inferioară;
 - realizarea cuvei RF din beton armat precomprimat pe ambele direcții pentru închiderea fisurilor și protecția armăturilor la efectul coroziv al biogazului;
 - realizarea izolației termice care să asigure pierderi reduse (max. 20% din energia necesară procesului);
 - construcție metalică (pentru $V_{RF} < 1000 \text{ m}^3$) executate din virole preuzinate de oțel aliat izolate termic;
- (2)În figura 9.22 se prezintă schema unui rezervor de fermentare de formă ovoidală.

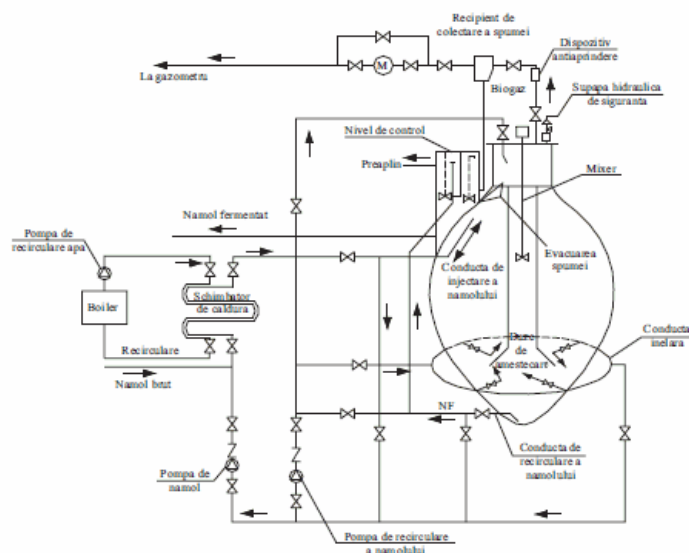


Figura 9.22. Rezervor de fermentare anaerob de formă ovoidală.

9.7.1.2.4. Alte elemente tehnologice ale rezervoarelor de fermentare anaerobe

(1)Proiectele pentru rezervoarele de fermentare anaerobe a nămolului pentru stații de epurare peste 100.000 L.E. vor lua în considerație adoptarea unor soluții tehnologice cu experiență pentru:

- soluția cu RF în două faze: termofilă - mezofilă;
- soluția recirculării biogazului pentru asigurarea unui amestec eficient al volumului rezervorului;
- soluția construcției RF cuplate cu rezervor de stocare biogaz la partea superioară;

(2)Analizele opționale trebuie să se bazeze pe:

- costuri de investiție: lei/kg s.u. redusă;
- volumine minime de nămol evacuate din stația de epurare: kg s.u./LE an;
- consumuri energetice minime pentru ansamblul procesării nămolurilor în stația de epurare: kWh/kg s.u.an;

9.7.2. Stabilizarea aerobă

(1) Stabilizarea aerobă reprezintă tehnologia de oxidare a substanțelor organice biodegradabile și reducerea organismelor patogene prin procese biologice, aerobe. Procesul de stabilizare aerobă este un proces de epurare biologică cu peliculă în suspensie.

(2) Obiectivele proceselor de stabilizare aerobă:

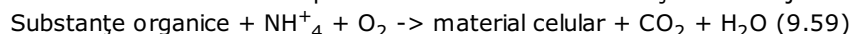
- producerea de nămol stabil prin oxidarea substanțelor organice biodegradabile;
- reducerea masei și a volumului;
- reducerea organismelor patogene și condiționarea pentru prelucrarea ulterioară.

(3) Procesul de stabilizare aerobă implică costuri mari pentru energie asociate cu energia necesară pentru transferul oxigenului.

(4) Dezavantaje: eficiența redusă a proceselor în timpul perioadelor reci, incapacitatea de a produce un produs secundar folositor - biogaz.

(5) În timpul proceselor de stabilizare, țesutul celular este oxidat aerob în dioxid de carbon, apă și amoniac sau nitrați. Deoarece procesele de oxidare aerobă sunt exoterme, în timpul reacțiilor are loc o eliberare de căldură. Deși procesele de stabilizare teoretic ar trebui realizate în totalitate, de fapt doar 75 - 80% din țesutul celular este oxidat. Ce rămâne, în proporție de 20 - 25%, este compus din componente inerte și componente organice ce nu sunt biodegradabile.

(6) Procesul de stabilizare aerob, implică două etape: oxidarea directă a materiei biodegradabile și oxidarea materialului celular. Aceste procese sunt descrise de ecuațiile de mai jos:



Reacția din cea de a doua ecuație este un proces de respirație endogenă și este reacția predominantă ce are loc în sistemul de stabilizare aerob.

(7) Datorită necesității menținerii procesului în faza de respirație endogenă, nămolul activ în exces se stabilizează. Includerea nămolurilor primare în proces poate influența reacția totală, deoarece ele conțin puțin material celular. Majoritatea materialului organic din nămolul primar constituie o sursă de hrană externă pentru biomasa activă conținută în nămolul biologic. Este necesar un timp de retenție mare pentru a se acomoda metabolismul și dezvoltarea

celulară ce trebuie să se petreacă înainte de atingerea condițiilor de respirație endogenă.

9.7.2.1. Dimensionarea tehnologică

(1) Determinarea volumului, calității, umidității și caracteristicilor nămolului se face pe baza bilanțului de substanțe pe linia nămolului (§9.4.7.5).

(2) Reducerea substanțelor volatile (organice) variază între 35 - 50% (procent numit limita tehnică de stabilizare) din cantitatea materiilor solide în suspensie ce sunt obținute în timpul procesului de stabilizare aerobă.

(3) Temperatura de funcționare a sistemului de stabilizare aerobă este un parametru critic din cadrul procesului. Un dezavantaj frecvent al procesului aerob este variația în eficiența procesului rezultată din schimbările temperaturii de funcționare. Schimbările temperaturii de funcționare sunt apropiate de temperatura mediului ambiant, deoarece majoritatea sistemelor de stabilizare aerobă folosesc rezervoare deschise.

(4) Reacțiile biologice ce au loc în timpul procesului de stabilizare aerobă necesită oxigen pentru respirația materialului celular din biomasa activă iar în cazul amestecului cu nămol primar, oxigenul necesar transformării materialului organic în material celular. În plus, funcționarea corespunzătoare a sistemului necesită un amestec adecvat al conținutului pentru a asigura un contact corespunzător al oxigenului, materialul celular și materialul organic ce constituie sursa de hrană

(5) Volumul necesar sistemului de stabilizare aerobă este determinat de timpul de retenție necesar pentru reducerea dorită a substanțelor volatile (organice). Timpul de retenție necesar pentru a reduce 35 - 50% din substanțele volatile (organice), variază între 10 și 12 zile la o temperatură de funcționare de aproximativ 20°C. Timpul de retenție total necesar este dependent de temperatură și de biodegradabilitatea nămolului: crește la 15 - 16 zile când temperatura scade sub 20°C.

(6) Volumul stabilizatorului de nămol se determină pe baza următorilor parametri tehnologici de dimensionare:

a) Încărcarea organică a bazinului:

$$I_{oSN} = \frac{N_o}{V_{SN}} = 1,5 \dots 3 \text{ (kg s.o./m}^3 \text{ SN, zi)} \quad (9.61)$$

b) Cantitatea de nămol stabilizat:

$$N_s = (1 - I_s) \times N_o + N_m \text{ (kg/zi)} \quad (9.62)$$

unde:

I_{oSN} - încărcarea organică a stabilizatorului de nămol, (kg s.o./m³ SN, zi);

I_s = 35 - 50% - limita tehnică de stabilizare;

N_s - cantitatea zilnică de nămol stabilizat, exprimată în substanță uscată, (kg s.u./zi);

N_o = (ϵ) \times N_{inf} - cantitatea zilnică de substanță organică conținută în nămolul influent în stabilizatorul de nămol, exprimată în substanță uscată, (kg/zi);

ϵ - coeficient de reducere, (%);

N_m = (1 - ϵ) \times N_{inf} - cantitatea zilnică de substanță minerală conținută în nămolul influent în stabilizatorul de nămol, exprimată în substanță uscată, (kg/zi);

N_{inf} - cantitatea zilnică de nămol influent în stabilizatorul de nămol, exprimată în substanță uscată, (kg s.u./zi);

c) Timpul de stabilizare:

$$T_s = \frac{V_{SN}}{V_{n \text{ inf}}} = 6 \dots 16 \text{ (zile)} \quad (9.63)$$

d) Volumul stabilizatorului de nămol:

$$V_{SN} = T_s \times V_{n \text{ inf}} \text{ (m}^3 \text{/zi)} \quad (9.64)$$

unde:

$V_{n \text{ inf}}$ - volumul de nămol influent în stabilizatorul de nămol calculat în bilanțul de substanțe pe linia nămolului (§9.4.7.5), (m³/zi);

e) Cantitatea de oxigen necesară procesului de stabilizare aerobă din formula:

$$O_n = i_{O_n} \times N_o \text{ (kgO}_2 \text{/zi)} \quad (9.65)$$

$$i_{O_n} = (0,15 \dots 0,3) \text{ (kgO}_2 \text{/kg s.o.)} \quad (9.66)$$

unde:

N_o - definit anterior;

i_{O_n} - consumul de oxigen în faza endogenă, în (kg O₂/kg s.o.).

f) Capacitatea de oxigen necesară:

$$\overline{CO}_{nec} = 2 \cdot O_n \text{ (kg O}_2 \text{/zi)} \quad (9.67)$$

$$Q_{Naer}^{nec} = \frac{\overline{CO}_{nec} \cdot 10^3}{24 \cdot c'_o \cdot H_i} \text{ (Nm}^3 \text{ aer/h)} \quad (9.68)$$

unde:

c'_o - capacitatea specifică de oxigenare, (gO₂/N m³ aer, m adâncime insuflare);

Q_{Naer}^{nec} - debitul de aer necesar în condiții standard, (N m³ aer/h);

(7) Suflantele necesare procesului se aleg în funcție de debitul necesar de aer în condiții normale și înălțimea de insuflare, ținându-se cont de pierderile de sarcină:

$$H_t = H_i + \sum h_{ri} \text{ (m)} \quad (9.69)$$

unde:

H_i - adâncimea de insuflare, (m);

$\sum h_{ri}$ - suma pierderilor de sarcină liniare și locale, (m);

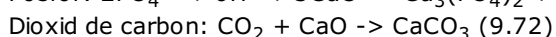
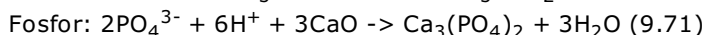
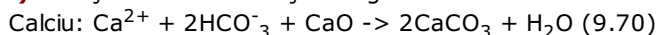
9.7.2.2. Stabilizarea cu var

(1) Stabilizarea cu var se asigură prin menținerea unui pH la un nivel ridicat pentru o perioadă suficientă de timp pentru inactivarea populației de microorganisme a nămolului. Procesul poate face ca virusurile, bacteriile și alte microorganisme să devină inactice.

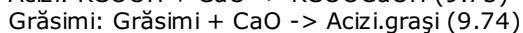
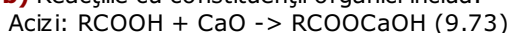
(2) Procesul de stabilizare cu var implică o gamă largă de reacții chimice ce transformă compoziția chimică a

nămolului. Următoarele ecuații indică tipurile de reacții care au loc:

a) Reacțiile cu constituenții anorganici includ:



b) Reacțiile cu constituenții organici includ:



(3) Adăugarea de var crește pH-ul nămolului. Dacă este adăugat prea puțin var, pH-ul scade și reacțiile nu au loc. Este necesar var în exces.

(4) Activitatea biologică produce compuși ca dioxidul de carbon și acizi organici care reacționează cu varul. Dacă activitatea biologică din nămolul ce urmează a fi stabilizat nu este inhibată suficient, vor fi produse aceste componente, reducând pH-ul și rezultând o stabilizare inadecvată.

(5) Adăugarea varului la nămol, în reacțiile inițiale cu apa se formează varul hidratat. Această reacție este exotermă și eliberează aproximativ 15.300 cal/g,mol. Reacția dintre varul stins și dioxidul de carbon este, de asemenea, exotermă, eliberând aproximativ 43.300 cal/g,mol.

(6) Aceste reacții pot avea ca rezultat o creștere substanțială a temperaturii, în special la turtele de nămol cu un amestec scăzut al conținutului; aceste temperaturi pot fi suficiente pentru a contribui la reducerea agenților patogeni din timpul stabilizării cu var; se impune efectuarea de teste "in situ" pentru stabilirea dozelor de var.

9.8. Deshidratarea nămolurilor

(1) Deshidratarea este procedeu prin care nămolul își reduce umiditatea și corespunzător volumul astfel încât să poată fi manipulat cu ușurință și valorificat sau reintrodus în mediu.

(2) În practică se utilizează două tipuri de procedee de deshidratare:

a) naturale;

b) mecanice.

9.8.1. Deshidratarea naturală

(1) Materiile solide conținute în nămol sunt separate de faza lichidă (supernatant) prin procedee fizice: filtrarea (drenarea) și evaporatia. Deshidratarea naturală se realizează, de regulă pe platforme (paturi) de uscare.

(2) Constructiv platformele de uscare se clasifică în:

a) platforme de uscare convenționale, cu pat de nisip;

b) platforme de uscare cu radier pavat;

c) platforme de uscare cu radier din materiale artificiale;

d) platforme de uscare cu vacuumare;

e) platforme de uscare cu energie solară;

(3) Parametrii de dimensionare ai platformelor de uscare:

a) Încărcarea cu substanță uscată a platformelor de uscare (I_{SU}), reprezintă cantitatea de materii solide din nămol care încarcă o suprafață de 1 m de platformă, în timp de un an conform relației:

$$I_{SU} = \frac{N_{inf} \cdot 365}{A_o^{PU}} \text{ (kg s.u./m}^2\text{,an)} \quad (9.75)$$

unde:

b) N_{inf} - cantitatea zilnică de nămol influent deshidratat, exprimat în substanță uscată, (kg s.u./zi);

c) A_o^{PU} - aria orizontală a platformelor de uscare, (m^2).

(4) Valorile I_{SU} sunt date în funcție de tipul nămolului ce trebuie deshidratat în tabelul 9.17.

Tabelul 9.17. Valori ale I_{SU} .

| Nr. crt. | Tip de nămol | Suprafața (m^2/LE) | Încărcarea anulă cu substanță uscată ($\text{kg s.u./m}^2\text{,an}$) |
|----------|---|--------------------------------------|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Nămol primar fermentat | 0,1 | 120 - 150 |
| 2 | Nămol fermentat din nămol primar cu nămol biologic de la filtrele percolatoare | 0,12 - 0,16 | 90 - 120 |
| 3 | Nămol fermentat din nămol primar cu nămol în exces | 0,16 - 0,23 | 60 - 100 |
| 4 | Nămol fermentat din nămol primar cu nămol rezultat în urma precipitării chimice | 0,19 - 0,23 | 100 - 160 |

9.8.2. Deshidratarea mecanică

La deshidratarea mecanică se folosesc utilaje proiectate pentru a separa partea solidă de partea lichidă a nămolului. Procesele fizice prin deshidratarea mecanică sunt: filtrarea, stoarcerea, acțiunea capilară, separarea prin centrifugare și compactarea. Utilajele folosite sunt: centrifugele, filtrele cu bandă, filtrele presă, filtrele cu vacuum, filtru presă cu șnech (șurub).

9.8.2.1. Deshidratarea prin centrifugare

(1) O prezentare mai detaliată a centrifugelor a fost făcută la § 9.6.3.

(2) În centrifuge, forțele aplicate pot fi de la 500 până la 3.000 de ori forța gravitațională. Rezultatele separării prin forțele centrifuge conduc la migrarea materiilor solide în suspensie prin lichid spre sau în afara axei de rotație a centrifugei, migrare ce depinde de diferența de densitate dintre faza lichidă și cea solidă.

(3) Eficiențele de îndepărtare a materiilor solide pentru diferite tipuri de nămol la centrifugele folosite în procesul de deshidratare sunt prezentate în tabelul 9.18.

Tabelul 9.18. Eficiența de îndepărtare a materiilor solide.

| Tip de nămol | Materii solide din turta de nămol (%) | Eficiența de îndepărtare a materiilor solide (%) |
|--------------|---------------------------------------|--|
| | | |

| 0 | 1 | Fără reactivi chimici | Cu reactivi chimici |
|--|---------|-----------------------|---------------------|
| | | 2 | 3 |
| NETRATAT | | | |
| Primar | 25 - 35 | 75 - 90 | 85 - 90 |
| Primar și biologic rezultat de la filtrele percolatoare | 20 - 25 | 60 - 80 | 85 - 90 |
| Primar și activ | 12 - 20 | 55 - 65 | 75 - 90 |
| NĂMOL ÎN EXCES | | | |
| Rezultat de la filtrele de precolatoare | 10 - 20 | 60 - 80 | 80 - 90 |
| Rezultat din procese biologice cu nămol active ce utilizează aer | 5 - 15 | 60 - 80 | 70 - 90 |
| FERMENTAT PE CALE ANAEROBĂ | | | |
| Primar | 25 - 35 | 65 - 80 | 80 - 90 |
| Primar și biologic rezultat de la filtrele percolatoare | 18 - 25 | 60 - 75 | 80 - 90 |
| Primar și activ | 15 - 20 | 50 - 65 | 80 - 90 |
| STABILIZAT PE CALE AEROBĂ | | | |
| În exces | 8 - 10 | 60 - 75 | 80 - 90 |

9.8.2.2. Deshidratarea cu filtre bandă

(1) Nămolul este deshidratat în etape urmărind trei faze de funcționare: condiționarea chimică, drenarea gravitațională până la atingerea unei consistențe determinate și compactarea în zona de presare. Figura 9.23 prezintă schema unui filtru cu bandă.

(2) Condiționarea chimică cu polimeri organici este des utilizată, pentru deshidratarea gravitațională și deshidratarea sub presiune de către filtrele cu bandă. Polimerul este adăugat într-un bazin separat, localizat în amonte de presă sau este injectat direct în conducta de alimentare. Amestecarea corespunzătoare a nămolului influent cu polimerul este esențială în funcționarea filtrelor cu bandă.

(3) Exercițarea forțelor de presiune și comprimare se realizează între două benzi filtrante.

(4) Variabila care influențează eficiența filtrelor cu bandă: caracteristici nămol, metoda și tipul condiționării chimice, presiunea aplicată, configurația utilajelor, sistemele de drenare gravitaționale și viteza benzilor.

(5) Eficiențele presării cu filtre cu bandă indică variații semnificative în capacitatea de deshidratare a diferitelor tipuri de nămoluri, presarea, în mod normal, este capabilă să producă deshidratarea turtelor la un conținut al materiilor solide de 18 - 25% pentru amestecul de nămol primar cu cel biologic. În tabelul 9.19 sunt indicate performanțele unui filtru cu bandă.

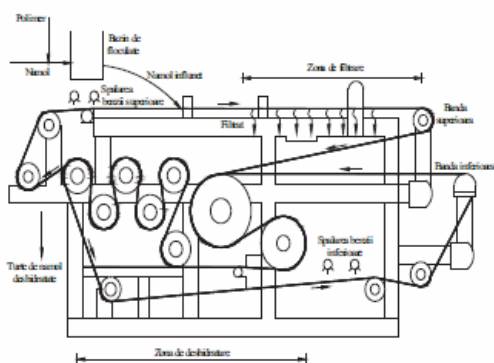


Figura 9.23. Filtru bandă.

Tabelul 9.19. Încărcări, eficiențe filtre bandă.

| Tip de nămol | Materii solide (%) | Încărcarea pe m de lățime de bandă (%) | | Doze polimer la materii solide din nămol (g/kg) | Materii solide (%) | |
|--|--------------------|--|-----------|---|--------------------|----------------------|
| | | dm ³ /s,m | kg/h,m | | Uzual | Domeniul de variație |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Primar brut | 3 - 7 | 1,8 - 3,2 | 360 - 550 | 1 - 4 | 28 | 26 - 32 |
| Activat în exces | 1 - 4 | 0,7 - 2,5 | 45 - 180 | 3 - 10 | 15 | 12 - 20 |
| Primar + Activ în exces (50: 50) | 3 - 6 | 1,3 - 3,2 | 180 - 320 | 2 - 8 | 23 | 20 - 28 |
| Primar + în exces (40:60) | 3 - 6 | 1,3 - 3,2 | 180 - 320 | 2 - 10 | 20 | 18 - 25 |
| Primar + nămol de la filtrele precolatoare | 3 - 6 | 1,3 - 3,2 | 180 - 320 | 2 - 8 | 25 | 23 - 30 |
| Fermentat anaerob | | | | | | |
| Primar | 3 - 7 | 1,3 - 3,2 | 360 - 550 | 2 - 5 | 28 | 24 - 30 |
| Activat în exces | 3 - 4 | 0,7 - 2,5 | 45 - 135 | 4 - 10 | 15 | 12 - 20 |
| Primar + Activ în exces | 3 - 6 | 1,3 - 3,2 | 180 - 320 | 3 - 8 | 22 | 20 - 25 |
| Fermentat aerob | | | | | | |
| Primar + Activ în exces, neconcentrat | 1 - 2 | 0,7 - 3,2 | 135 - 225 | 2 - 8 | 16 | 12 - 20 |
| Primar + Activ în exces, concentrat | 4 - 8 | 0,7 - 3,2 | 135 - 225 | 2 - 8 | 18 | 12 - 25 |
| Nămol active în exces cu insuflare de oxigen | 1 - 3 | 0,7 - 2,5 | 90 - 180 | 4 - 10 | 18 | 15 - 23 |

(6) Evaluarea corectă a eficienței filtrului cu bandă la un tip de nămol se efectuează pe o unitate pilot. Datele din testele pilot, includ încărcarea hidraulică și încărcarea cu materii solide, tipul polimerului și dozele, procentul de materii solide și reținerea materiilor solide.

(7) Dozarea polimerului și regimul de alimentare al mașinii trebuie să fie optimizate cu mașina. Testele rezistenței specifice și a timpului de sucțiune capilară pot fi folosite pentru a compara caracteristicile filtrării a diferitelor tipuri de nămol și pentru a determina optimul necesar în coagulare.

(8) Evaluarea performanțelor filtrelor cu bandă se realizează luând în considerare cantitatea și calitatea filtratului și a apei de filtrare și efectele lor asupra sistemului de epurare a apelor uzate.

9.8.2.3. Deshidratarea cu filtre presă

(1) Sistemul de filtre presă produce turte care sunt mult mai bine deshidratate până la 65% umiditate. Filtrele presă se pot adapta la caracteristicile variabile ale materiilor solide, au o fiabilitate bună, necesar de energie comparabil cu alte tipuri de sisteme.

(2) Dezavantajele filtrelor presă sunt costurile de investiție ridicate, aderența turtelor pe filtru, necesitatea îndepărtării manual și costuri relativ ridicate de funcționare și întreținere.

(3) Filtrele presă sunt eficiente din punct de vedere al costurilor când turtele trebuie incinerate. Conținutul ridicat de substanțe uscate al turtelor rezultate de la filtrele presă sunt combustibile la incinerare și se reduce necesarul de combustibil.

(4) Filtrul presă conține un număr de panouri fixate pe un cadru ce asigură aliniamentul; aceste sunt presate între capătul fix și cel mobil (fig. 9.24). Un dispozitiv presează și menține închise panourile, în timp ce influentul este pompat în interiorul preseii printr-un orificiu de admisie la o presiune cuprinsă între 7 bar și 15 bari.

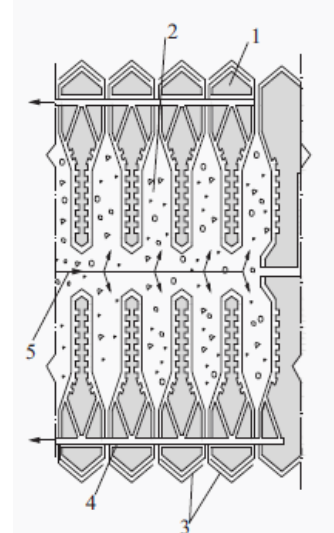


Figura 9.24. Schema filtrului presă.

1 - plăci încadrate; 2 - cameră de filtru; 3 - filtru de pânză; 4 - conducte interne de evacuare nămol; 5 - orificii.

(5) Etapele filtrării - Filtrul presă lucrează utilizând mai multe tipuri de procedee de presare. Fiecare procedeu cuprinde etapele:

a) închiderea preseii: atunci când filtrul este gol, capătul mobil acționat de un cilindru, fixează plăcile una peste alta; presiunea de închidere este ajustată automat pe durata perioadei de presare pentru asigurarea încălțării plăcilor;

b) Admisia nămolului: este o etapă scurtă (max 10 minute); o pompă dozatoare umple camerele de filtrare cu nămol; timpul de admisie selectat depinde de filtrabilitatea nămolului (dacă acesta este ușor filtrabil timpul de admisie va fi mai scurt);

c) Filtrarea: o dată ce au fost umplute camerele cu nămol, debitul de nămol influent (ce continuă să alimenteze filtrul) impune o creștere a presiunii datorată formării unui strat de nămol pe plăcile filtrului; presiunea maximă de filtrare este atinsă într-o perioadă de 30 - 45 minute; procesul de filtrare poate dura între 1 - 5 ore depinde de înălțimea camerei și de filtrabilitatea nămolului; Când este oprită pompa, aerul comprimat este utilizat pentru drenarea supernatantului; Etapa de filtrare este oprită de un cronometru (programat pentru perioada de presiune maximă) și atunci când filtratul îndeplinește o încărcare pe suprafața de filtrare după cum urmează:

c.1) Condiționat cu polimer: 5 - 10 l/m²,h;

c.2) Condiționat cu reactivi minerali: 10 - 20 l/m₂,h;

d) Deschiderea ramei: capătul mobil este retras astfel ca prima cameră de filtrare să se deschidă; turta de nămol alunecă sub greutate proprie; un sistem mecanizat va trage fiecare turtă individual; pentru un filtru cu 100 de camere, perioada de descărcare a turtelor de nămol va fi între 15 - 45 minute; această etapă trebuie supravegheată deoarece, datorită condiționării chimice a nămolurilor, turtele de nămol pot fi lipicioase și greu de îndepărtat de pe plăcile filtrului;

e) Etapa de curățare: curățarea plăcilor filtrului; această spălare se face la fiecare 10 - 15 cicluri de filtrare în cazul nămolurilor condiționate cu polimeri și la fiecare 30 - 40 de cicluri în cazul condiționării cu reactivi minerali; instalațiile de spălare pot funcționa nesupravegheate în cazul unităților de deshidratare de capacitate mare; perioada de spălare este de 2 - 3 ore; în cazul utilizării unei cantități mari de var pentru condiționare, plăcile filtrului trebuie curățate la fiecare 500 de cicluri cu soluție HCl 5 - 7 %.

(6) Consumul energetic al unui filtru - presă este redus: 25 - 35 kWh/t s.u.

(7) În tabelul următor se indică eficiența filtrelor presă.

Tabelul 9.20. Eficiența filtrelor presă.

| Nr. crt. | Tipul de nămol | Concentrația (% s.u.) | Raportul FeCl ₃ /s.u. (%) | Polimer (kg/t s.u.) | Conținutul de s.u (%) | Durata ciclului* (h) |
|----------|---|-----------------------|--------------------------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Nămol de la stabilizare aerobă | 4 - 5 | 2 - 5 | 5 - 7 | 25 - 29 | 3 - 4 |
| 2 | Nămol proaspăt de la SE cu raportul np/nb = 70/30 | 4,5 - 6 | 2 - 3 | 3 - 4 | 33 - 36 | 2 - 3 |

| | | | | | | |
|---|--|-------|-------|-------|---------|-----------|
| 3 | Nămol proaspăt de la SE cu raportul np/nb = 50/50 | 4 - 5 | 3 - 4 | 5 - 6 | 30 - 34 | 2,5 - 3,5 |
| 4 | Nămol fermentat de la SE cu raportul np/nb = 50/50 | 3 - 4 | 4 - 5 | 3 - 4 | 30 - 34 | 3 - 4 |

*Pentru o turtă de 30 mm grosime;

np - nămol primar;

nb - nămol biologic;

(8) Dimensionarea filtrelor presă

Date de bază:

a) cantitatea de suspensii solide (nămol și reactivi de condiționare): $M = \text{kg s.u./zi}$;

b) ciclul de funcționare (T) necesar pentru a decide numărul de cicluri K care să pot fi utilizate zilnic;

c) substanțe uscate medii în conținutul turtei; S_F (% s.u.).

d) Capacitatea totală a camerelor de filtrare:

$$V_T = \frac{M}{K \cdot S_F \cdot \rho_d} (\text{dm}^3) \quad (9.76)$$

unde:

M , S_F , K - definite anterior;

ρ_d - densitatea turtei, (kg/dm^3);

(9) Schema tehnologică pentru deshidratarea cu filtre presă se prezintă în figura 9.25.

(10) Tehnologia deshidratării nămolului din stația de epurare cu filtre presă se va adopta:

a) în condițiile impuse pentru umiditatea nămolului livrat de stația de epurare la $w = 65 - 70\%$;

b) cantități de nămol care să permită obținerea unor indicatori economici/energetici favorabili; 25 -35 kWh/ t ss.

(11) În operarea filtrelor presă se impune asigurarea spălării la 10 - 15 cicluri în cazul condiționării cu polimer, 30 - 40 cicluri în cazul condiționării cu substanțe minerale. Durata unei spălări 3 - 4 h.

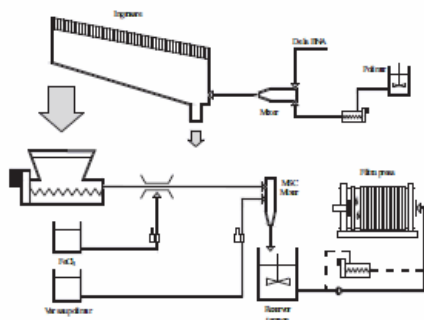


Figura 9.25. Tehnologia deshidratării cu filtre presă.

9.9. Tehnologii de prelucrare avansată a nămolurilor

9.9.1. Compostarea nămolurilor

(1) Compostarea este o metoda biochimică de stabilizare a nămolurilor din apele uzate pentru a putea fi folosite ca produse de îmbunătățire a calității solurilor. Este un proces autoterm ($50 - 70^\circ\text{C}$), ce reduce agenții patogeni și produce material similar cu pământul natural. Un produs bine stabilizat prin compostare poate fi depozitat și are un miros aproape insesizabil. Compostarea este recomandată pentru utilizarea finală a produsului. Se poate folosi în agricultură, pentru controlul eroziunii solului, pentru îmbunătățirea proprietăților pământului și pentru recultivarea pământului și aceste obiective sunt atinse doar după ce se realizează reducerea agenților patogeni, maturarea și uscarea materialului compostat. Aproximativ 20-30 % din materiile volatile sunt transformate în dioxid de carbon și apă.

(2) Procesul de compostare se poate desfășura în medii aerate sau în medii neaerate. Compostarea aerobă accelerează descompunerea materialului având ca rezultat creșterea temperaturii necesare distrugerii agenților patogeni și reduce cantitatea de gaze mirositoare ce rezultă în timpul procesului.

(3) Pot fi compostate nămoluri brute, fermentate sau stabilizate pe cale chimică. Nămolurile stabilizate prin fermentarea aerobă sau anaerobă înainte de a fi compostate, pot duce la reducerea suprafeței de compostare cu 40%.

(4) Factorii care stabilesc alegerea procesului de compostare sunt:

a) producția zilnică de nămol;

b) suprafața necesară desfășurării procesului;

c) proprietățile nămolului, tipul proceselor și echipamentelor de prelucrare a nămolului utilizate în amonte;

9.9.1.1. Etapele procesului

(1) Etapele procesului de compostare:

a) Amestecul nămolului cu materialul de umplutură;

b) Descompunerea, aerarea amestecului prin mijloace mecanice, prin insuflare de aer sau ambele;

c) Maturarea și depozitarea care permite desfășurarea fenomenului de stabilizare a nămolului și răcirea compostului;

d) Post-procesarea (sitarea pentru îndepărtarea materialului nebiodegradabil și mărunțirea acestuia);

e) Valorificarea.

(2) O parte din produsul final este recirculat pentru o condiționare mai bună a amestecului format din nămol și material de umplutură.

9.9.1.2. Desfășurarea procesului

(1) Procesul de compostare implică distrugerea complexă a substanțelor organice cu formarea de acid humic și

compost.

(2) Microorganismele implicate în procesul de compostare sunt bacteriile, actinomyces și ciupercile. Bacteriile sunt responsabile pentru distrugerea unei părți semnificative de material organic. Inițial, la temperaturi mezofile ($< 40^{\circ}\text{C}$), ele metabolizează carbohidrații, zaharurile și proteinele. La temperaturi termofile (mai mari de 40°C), bacteriile descompun proteinele, lipidele, și fracțiunile de semiceluloză. Acestea sunt responsabile pentru energia produsă pentru încălzire.

(3) Ciupercile sunt prezente atât la temperatură mezofilă cât și la temperatură termofilă. Activitatea lor este asemănătoare cu cea a actinomyces. Ambele se găsesc pe părțile exterioare ale grămezilor compostate. În figura 9.26 se prezintă tipurile de bacterii și temperaturile corespunzătoare de acțiune.

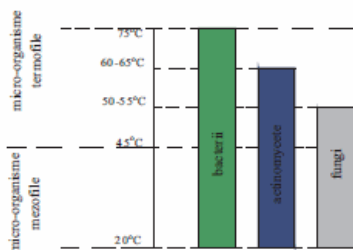


Figura 9.26. Microorganismele active în procesul de compostare.

(4) Procesul de compostare cuprinde 3 etape asociate cu temperatura: activitate la temperatură mezofilă, la temperatură termofilă și la temperatură scăzută (de răcire). În activitatea mezofilă, temperatura crește de la temperatura mediului ambiant până la 40°C , cu apariția de ciuperci și bacterii. În perioada termofilă temperatura crește până la 70°C , iar microorganismele existente sunt înlocuite cu bacterii termofile, actinomyces și ciuperci termofile. La temperatura termofilă are loc reducerea semnificativă a substanțelor organice. Etapa de răcire este caracterizată prin reducerea activității microorganismelor și înlocuirea organismelor termofile cu cele mezofile. În această etapă are loc evaporarea apei din materialul compostat, stabilizarea pH-ului și formarea acizilor humici.

9.9.1.3. Balanța energetică

(1) Căldura este generată de transformarea carbonului organic în dioxid de carbon și vapori de apă. Combustibilul provine din partea de substanțe volatile degradată rapid.

(2) Căldura este disipată în timpul aerării și mixării materialului de compostat. Temperatura procesului nu va crește dacă pierderile de căldură depășesc temperatura generată de proces. Dacă raportul dintre cantitatea de apă evaporată și cantitatea de substanțe volatile reduse este mai mic de 8 - 10, trebuie să fie disponibilă suficientă energie pentru încălzire și evaporare. Dacă raportul depășește 10, amestecul va rămâne rece și umed. Această generalizare se bazează pe căldura de evaporare și nu se ia în considerare efectul mediului ambiant asupra evaporării și a suprafeței de răcire.

9.9.1.4. Raportul carbon/azot

(1) Microorganismele folosesc carbon și azot în proporții fixate de către compoziția biomasei microbiene. Raportul ideal de carbon la azot variază între 25:1 și 35:1. Dacă raportul carbon/azot este mai mic de 25:1, excesul de azot va fi transformat în amoniac, având ca rezultat pierderea de nutrient și emisia de miros amoniacal. Dacă raportul depășește 35:1, materialul organic se va degrada din ce în ce mai încet și va rămâne activ în etapa de tratare.

(2) Materialul de umplură echilibrează conținutul de materii solide al amestecului, asigură o sursă suplimentară de carbon pentru a ajusta raportul carbon/azot și balanța energetică, și asigură integritatea structurală pentru a menține porozitatea amestecului. Materialul de umplură poate fi constituit din resturi vegetale din agricultură (tulpini de floarea soarelui, coceni de porumb, paie), deșeuri menajere orășenești, deșeuri animale, materiale rezultate de la prelucrarea lemnului.

(3) Procesul cu grămadă statică aerată și unele procese ce au loc în bazine special amenajate necesită amestecuri cu o porozitate mare, pentru a putea fi aerate de către suflante la presiune mică.

(4) Datorită materialului de umplură, volumul produsului compostat este egal sau mai mare decât volumul turtelor deshidratate. Pentru un volum dat de materii solide, volumul de material ce trebuie compostat crește odată cu descreșterea procentuală a materiilor solide datorită volumului mai mare de amestec.

9.9.1.5. Controlul temperaturii și aerarea

(1) Aerarea scade temperatura și vaporii de apă și aprovizionează cu oxigen microorganismele. În timp ce debitul de aer insuflat este crescut într-un sistem de aerare forțat, temperatura ce se acumulează scade și debitul de vapori de apă evacuați crește. Amestecare rapidă eliberează căldură și vapori de apă, și sporește de asemenea aerarea prin îmbunătățirea porozității. Fără o aerare suficientă, temperatura ce se acumulează poate depăși 70°C , ceea ce este în detrimentul activității microbiene.

(2) Temperatura optimă pentru degradarea substanțelor volatile variază între $40 - 50^{\circ}\text{C}$. Temperatura de $40 - 50^{\circ}\text{C}$ este optimă pentru îndepărtarea vaporilor de apă, deoarece debitul ridicat de aer insuflat este necesar pentru a menține temperaturi scăzute pentru un proces cu activitate ridicată. Pentru a asigura reducerea agenților patogeni, temperatura trebuie să fie mai mare de 55°C pentru un timp specificat (2 săptămâni), funcție de tipul procesului de compostare.

9.9.1.6. Reducerea agenților patogeni

(1) Organismele patogene ce se găsesc în apele uzate se împart în cinci grupe: bacteriile, virusii, protozoa cistic, viermii parazitari și ciupercile. Primele patru grupe sunt adesea denumite organisme patogene primare, deoarece ele pot îmbolnăvi persoanele sănătoase și pot genera diferite boli. Ultimul grup, ciupercile, sunt organisme patogene secundare deoarece ele doar infectează persoanele și pot crea probleme de respirație sau boli ale sistemului imunitar.

(2) Temperatura ridicată este una dintre metodele de distrugere a agenților patogeni. Temperatura din interiorul grămezii de compostat poate să nu fie uniformă datorită variațiilor pierderilor de căldură, caracteristicilor de mixare și a debitului de aer. Compostarea în cazul în care temperatura atinge pe cea termofilă, trebuie să elimine practic toate organismele patogene virale, bacteriene și parazitare. Unele ciuperci (*Aspergillus fumigatus*) sunt termo-tolerante și supraviețuiesc procesului de compostare.

9.9.1.7. Maturarea

(1) Termenul de maturare se referă la transformarea componentelor rapid biodegradabile, a materialului organic și a materialului de umplură în substanțe similare cu cele ale solului. Materialul compostat ce a fost insuficient maturat va genera miros în timpul depozitării și după umedire. Va împiedica germinarea prin generarea de acizi organici.

(2) Termenul de stabilizare în compostare se referă la raportul de degradare microbiană a componentelor biodegradabile din amestec.

9.9.1.8. Uscarea

(1) Vaporii de apă sunt îndepărtați în timpul compostării având loc o creștere a conținutului de materii solide din amestec de 40% - 55%. Uscarea este critică în procesele care includ sitarea deoarece sitele nu funcționează bine când materialul compostat are un conținut de materii solide mai mic de 50 - 55%. Uscarea are loc prin prevederea unei aerări suficiente și a unei agitări care să îndepărteze vaporii de

(2) Post - procesarea este adesea utilizată pentru a realiza materialul compostat comercial. Dimensiunile particulelor din produsul final variază între 6 și 25 mm.

9.9.1.9. Elemente de proiectare a sistemelor de compostare

(1) Următorii factori trebuie avuți în vedere:

- a) volumul total de material;
- b) greutatea totală a materiilor în stare umedă;
- c) conținutul de materii solide;
- d) conținutul de materii volatile din nămol;
- e) conținutul de materii volatile din materialul pentru compostat;
- f) umiditatea;
- g) cantitatea de material de umplură necesară amestecului;

(2) Procentul de materii solide din materialul pentru compostat trebuie să fie de aproximativ 40% pentru o compostare eficientă.

(3) Tabelul 9.21 prezintă regulile de proiectare pentru procesele de compostare aerobă.

Tabelul 9.21. Parametrii de proiectare pentru procesele de compostare aerobă.

| Nr. crt. | Parametri | Observații |
|----------|------------------------------|--|
| 0 | 1 | 2 |
| 1 | Tipul de nămol | Se compostează atât nămolurile neprelucrate cât și nămolurile fermentate; nămolurile neprelucrate emană gaze mirositoare; nămolul neprelucrat are o putere energetică mai mare, se degradează mult mai ușor și necesită mai mult oxigen. |
| 2 | Materialul de umplură | Caracteristicile materialului de umplură au efecte semnificative asupra procesului și asupra calității produsului rezultat. |
| 3 | Raportul carbon/azot | Raportul carbon/azot trebuie să varieze în intervalul 20:1 - 35:1. La raport scăzut are loc producerea de amoniac. Sursa de carbon trebuie verificată dacă este rapid biodegradabilă. |
| 4 | Substanțe volatile | Substanțele volatile ale amestecului pentru compostat trebuie să fie mai mare de 30% din conținutul total de materii solide. Nămolul deshidratat necesită de obicei adăugarea de material de umplură pentru reglarea conținutului de materii solide. |
| 5 | Necesarul de aer | Aerul ce conține cel puțin 50% oxigen rămas trebuie să fie difuzat în materialului compostat pentru obținerea unor rezultate optime, în special în cazul sistemelor mecanice. |
| 6 | Umiditatea | Umiditatea amestecului nu trebuie să fie mai mare de 60% pentru grămezile statice sau cele amestecate și mai mică de 65% pentru compostarea în bazine închise. |
| 7 | Controlul pH-ului | pH-ul trebuie să varieze între 6 și 9. Pentru o descompunere aerobă optimă pH-ul trebuie să aibă valori cuprinse între 7 și 7,5. |
| 8 | Temperatura | Temperatura trebuie să ia valori cuprinse între 50 și 55°C pentru primele zile și 55 - 60°C pe restul perioadei de compostare. Dacă temperatura crește peste 65°C pentru o perioadă mai mare de timp, activitatea biologică va fi redusă. |
| 9 | Controlul agenților patogeni | Dacă procesul se desfășoară corespunzător, pot fi distruși toți agenții patogeni. Pentru aceasta trebuie menținută o temperatură cuprinsă între 60 și 70°C pentru o perioadă de 24 h. |
| 10 | Amestecarea | Materialul de compostat trebuie amestecat după un program stabilit în prealabil. Frecvența de amestecare va depinde de tipul compostării. |
| 11 | Metalele grele | Trebuie monitorizat conținutul de metale grele atât din nămolul de compostat cât și din materialul compostat pentru a se aprecia modul final de aplicare a compostului. |
| 12 | Problema amplasamentului | Factorii ce trebuie analizați pentru alegerea amplasamentului includ disponibilitatea zonei, condițiile climatice, disponibilitatea zonelor de tranzitare. |

(4) Soluțiile pentru compostarea nămolului sunt: așezarea sub formă de grămezi statice aerate (fig. 9.27), așezarea în brazde (întoarse și aerate) și compostarea mecanică.

(5) Compostarea prin dispunerea sub formă de grămezi aerate statice se realizează prin așezarea amestecului format din nămol și material de umplură sub formă de grămezi de 2 - 2,5 m pe grătare alcătuite din conducte perforate. Un strat de material compostat și sitat cu rol de izolare, este adăugat peste movila cu material pentru compostare. Amestecul este compostat o perioadă de 21 - 28 zile, după care urmează maturarea timp de 30 zile.

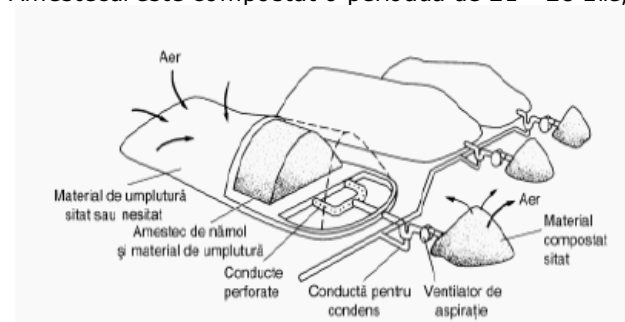


Figura 9.27. Dispunerea materialului pentru compostare sub formă de grămezi statice.

(6) Cea de-a doua metodă de compostare o constituie dispunerea materialului sub formă de brazde de 1-2 m înălțime

și o lățime la bază de 2-4,5 m. Brazdele sunt răsturnate și amestecate periodic în timpul procesului de compostare în vederea aerării mecanice. Se poate folosi aerarea mecanică. Perioada de compostare este de 21 - 28 zile, iar în această perioadă brazda cu materialul de compostare este răsturnată de cel puțin 5 ori ca temperatura să fie menținută la 55°C. În timpul compostării condițiile aerobe sunt greu de menținut. Activitatea microbiană poate fi aerobă, anaerobă sau combinată, depinzând de cât de des sunt răsturnate și amestecate grămezile. Răsturnările sunt însoțite de emanarea de mirosuri neplăcute datorită condițiilor anaerobe. Uneori acest tip de compostare se face în spații acoperite sau chiar închise.

(7) Compostarea mecanică în containere închise este însoțită de sisteme mecanice de control a mirosului, a temperaturii și a concentrației de oxigen. Aceste sisteme sunt eficiente, controlează mai bine mirosurile ce se degajă în timpul procesului de compostare, iar echipamentele necesită un spațiu mult mai redus.

(8) În figura 9.28. se indică un exemplu de termocompostare cu biocontainere pentru 12.000 L.E:

- a)** nămol deshidratat din BNA cu aerare prelungită (2.500 t/an);
- b)** conținut SV (substanțe volatile): 14 %;
- c)** volum maxim de nămol: 250 m³/lună;
- d)** biocontainere: 30 m³, 12 unități;
- e)** co-produse: resturi lemnoase, frunze, deșeuri verzi;
- f)** control mirosuri: biofiltru.

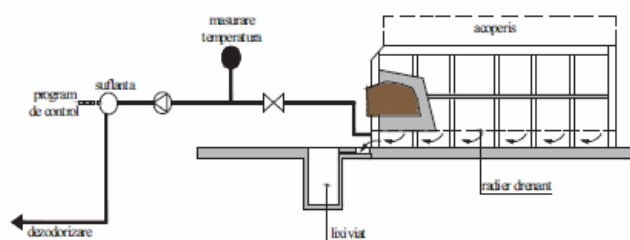


Figura 9.28. Schema compostare cu biocontainere.

9.9.2. Uscarea nămolurilor

(1) Uscarea nămolului se realizează prin evaporarea apei și reducerea umidității la un conținut de substanță uscată superior la 35 - 40 %. Prin uscarea nămolului se reduc costurile de transport și depozitare prin obținerea unor volume de nămol reduce și distrugerea agenților patogeni și extinderea ariei de utilizare.

(2) Turtele uscate de nămol pot fi utilizate ca material fertilizator sau pentru îmbunătățirea calității solului, pentru depozitarea prin împrăștierea pe pământ sau pentru incinerare.

(3) Tehnologia uscării realizează eliminarea prin evaporare a apei interstițiale prezentă în nămoluri.

(4) Uscarea poate fi:

- a)** parțială: 10-30% umiditate;
- b)** totală: conținut de apă 5-10%.

(5) Uscarea este aplicată nămolurilor deshidratate; deshidratarea fiind un proces mai puțin costisitor comparativ cu uscarea.

(6) Eliminarea apei interstițiale a unui nămol, într-o etuvă la $t^{\circ}\text{C} = \text{const.}$ prezintă două faze (fig. 9.29):

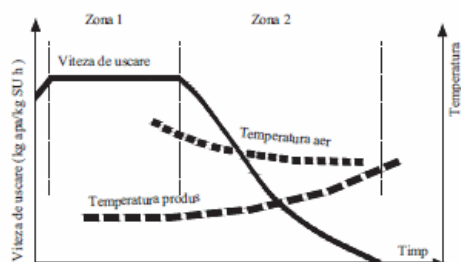


Figura 9.29. Fazele uscării nămolului.

(7) Diagrama pune în evidență:

a) faza de uscare rapidă la viteză constantă (zona 1) în timpul căreia presiunea parțială a lichidului care se evaporă la suprafața materialului este egală cu presiunea vaporilor la temperatura considerată; se produce o migrare a apei la suprafață și se evacuează toată apa capilară;

b) faza de uscare lentă (zona 2) care corespunde unei variații a presiunii vaporilor în profunzime provocată de gradientul de temperatură de la suprafață spre adâncime.

(8) În materialele higroscopice unde umiditatea este dată esențial de forțele de adsorbție sau osmotice, uscarea este caracterizată de zona 2. Nămolurile din SE predeshidratate se încadrează în această categorie.

(9) Uscarea poate fi:

- a)** directă; nămolul se află în contact cu gazul de combustie;
- b)** indirectă; aportul caloric se realizează prin suprafețe de schimb încălzite de vapori.

(10) Uscătoarele sunt dimensionate în funcție de cantitatea de apă de evaporat.

(11) Schema tehnologică a unei instalații de uscare se prezintă în figura 9.30.

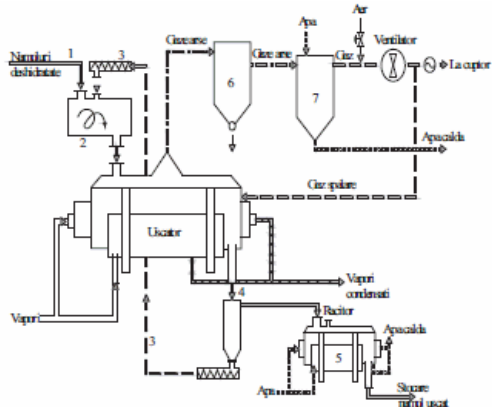


Figura 9.30. Schema instalație de uscare a nămolurilor. 1 - Nămol deshidratat influent; 2 - Sistem de amestec (șurub elicoidal); 3 - Nămol uscat recirculat pentru eliminare aderență; amestecul: 40-50% umiditate; 4 - Nămol uscat la 80-100 °C; 5 - Sistem de răcire cu apă; 6 - Cyclon de separare particule; 7 - Turn de condensare.

(2) Consumul de vapori: 1,3-1,5 kg/kg apă evaporat; 800-900 kcal/kg apă evaporat luând în considerație și pierderile; rata de evaporare/ m² de suprafață globală încălzită: 12-15kg apă/m² h.

9.9.2.1. Uscătoare rotative tubulare

(1) În figura 9.31 se prezintă schema tehnologică a uscării nămolului cu un uscător rotativ.

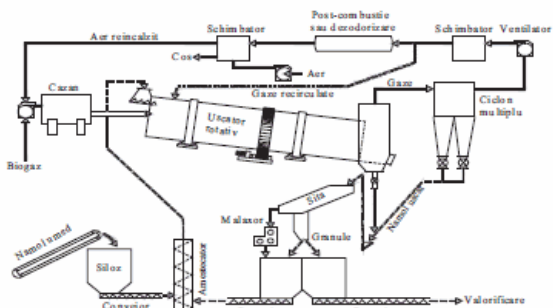


Figura 9.31. Schema tehnologică a uscării nămolului cu un cuptor rotativ co-curent.

(2) Aceste tipuri de uscătoare sunt cele mai utilizate în tehnica uscării nămolurilor din SE.

(3) Uscătoarele rotative sunt formate din:

a) cilindri rotativi (1- 2,5 m diametru L = 10 m) echipați cu sisteme care să asigure curgerea lentă a nămolului în timpul uscării;

b) alimentare cu gaze la 120 - 200 °C având praful eliminat în cicloane.

(4) Randamentul acestor utilaje asigură evaporarea a 4-5 t de apă pe oră la tamburi de 2-2,5 m diametru.

9.9.2.2. Bilanțul termic

(1) O instalație care consumă sau produce energie este reprezentată de un bilanț de căldură guvernat de legile termodinamicii; bilanțul exprimă relațiile între entalpiile influente și cele efluente. Bilanțul poate fi utilizat pentru calculul consumului de energie sau de emisii induse de către sistem precum și bilanțul de substanțe solide și volatile.

(2) Entalpiile se definesc astfel:

a) entalpii influente:

- a.1) reacții exoterme bazate pe oxidarea produșilor procesați (combustia materiilor organice din nămol);
- a.2) energiile recirculate din proces (în cazul incinerării, entalpia aerului încălzit);
- a.3) energia obținută prin arderea combustibilului (cantitatea de combustibil/ h x valoarea calorică a combustibilului);

b) entalpii efluente:

- b.1) reacții endoterme date de sistem: energia latentă eliminată prin evaporarea apei conținute în nămol;
- b.2) entalpie de la producția reacției de descompunere a materiei influente în sistem; în cazul nămolurilor se referă la energiile obținute prin supraîncălzirea apei evaporate și a produșilor rezultați din combustia incompletă a nămolului;
- b.3) entalpie de la producția reacției de ardere a combustibililor utilizați în proces;
- b.4) pierderile de energie ale sistemului; se utilizează ecuații clasice de transfer de căldură; pentru a simplifica lucrurile, aceste pierderi de energie (căldură) sunt acceptate la o valoare de 3% din suma entalpiilor efluente.

(3) Bilanțul se realizează printr-o serie de iterații admitând:

a) temperatura efluentă minimă a sistemului;

b) cantitatea de oxigen liber din gazele evacuate de sistem (aer în exces).

(4) Se aplică în cazul proceselor de incinerare sau piroliză când temperatura minimă admisă este 850°C și când concentrația de oxigen liber este de 6% în gazele uscate (echivalentul a 3 - 3,5 % în gazele umede).

(5) Compoziția medie a SO a nămolurilor urbane este dată în tabelul următor.

Tabelul 9.22. Compoziția nămolurilor urbane în substanțe organice.

| Tip nămol | C % | H% | O% | N% |
|---------------|-------|---------|---------|---------|
| N. proaspete | 56-62 | 7,9-8,7 | 26,5-29 | 3,5-6,8 |
| N. fermentate | 53-59 | 7,2-8,5 | 28-31 | 3-7 |

(6) Puterea calorică specifică a nămolurilor: 4.500 - 6.000 kcal/kg SV.

(7) Bilanțul termic reprezintă suma:

a) termenilor pozitivi - cantitatea de căldură degajată de produsele combustibile și aportul produselor de ardere;

b) termenilor negativi reprezentând cantitatea de căldură absorbită de produsele de combustie, evaporarea apei, cenuși și cuptor.

(8) Formula generală:

$$(P + F) + \gamma(PV_B + FV_F) \cdot C_A \cdot T_p = \quad (9.77)$$

$$= (PV_G + FV_C) \cdot C_F \cdot T_c + (\gamma - 1) \cdot (PV_B + FV_F) \cdot C_A \cdot T_c + \frac{1-S}{S} \Delta h_{H_2O} + 0,05 \cdot (P + F)$$

unde:

P - PCS - puterea calorică specifică a nămolurilor;

F - aportul caloric în combustibil;

 γ - coeficient de exces de aer (ardere stoichiometrică $\gamma = 1$); V_b - capacitatea de combustie a nămolurilor; V_f - capacitatea de combustie a combustibilului; C_A - căldură specifică aer; T_p - temperatura aerului de combustie; V_G - puterea fumigenă a nămolurilor; V_C - puterea fumigenă a combustibilului; C_F - căldura specifică a gazelor arse; T_C - temperatura gazelor arse la ieșirea din reactor;

S - gradul de uscare al nămolului;

 Δh_{H_2O} - diferența entalpiei apei între 20 °C și T_C .**(9)** Simplificat bilanțul energetic se poate sintetiza astfel:

(7) Căldura influentă:

$$CI = (M_{SV} \cdot PCS) + [(EXA + V_{BV}) \cdot x \cdot 0,242 \cdot x T_p] \quad (9.78)$$

(8) Căldura efluentă:

$$CE = [0,301 \cdot x T_c \cdot (M_{MS} + V_{BV} + M_{H_2O} + EXA)] + (M_{H_2O} \cdot x \cdot 586) \quad (9.79)$$

(9) Pierderile termice:

$$PT = 10^{[5 + (C_N/k)^{1/2}]} \quad (9.80)$$

Dacă:

CI < CE + PT - necesar aport de combustibil exterior (9.81)

Dacă:

CI > CE + PT - sistem autotermic (9.82)

unde:

 M_{SV} - masa substanței volatile de incinerat kg SV/h;

PCS - puterea calorică specifică a SV (kcal/kg SV);

 V_{BV} - capacitatea de combustie a SV în kg aer/h cf. expresiei:

$$V_{BV} = M_{SV} \cdot x \cdot \frac{PCS}{1000} \cdot x \cdot 1,405 \quad (9.83)$$

EXA - masa de aer în exces (kg aer/h)

$$EXA = \frac{(V_{GU} + 1,244 M_{H_2O}) \cdot T_{O_2}}{(0,209 - T_{O_2})} \cdot x \cdot 1,287 \quad (9.84)$$

 T_{O_2} - conținutul de oxigen în gazele umede (ex. 7%; $T_{O_2} = 0,07$) V_{GU} - volum gaze umede în N m³/h; $V_{GU} = V_{GV} \cdot x \cdot 0,76$ (9.85) V_{GV} - puterea fumigenă a SV în kg gaze arse/h; M_{ms} - masa SU de incinerat (kg SU/h); M_{H_2O} - masa de apă de evaporat (kg/h); C_N - sarcina nominală a cuptorului (kg/h);

k - coeficient (35 - pat fluidizat, 26 - piroliză, 29 - cuptoare etajate de piroliză).

(10) Se precizează în manualele de specialitate:**a)** Pentru diferite tipuri de unități de incinerare limita domeniului de evaporare se află între valorile 5.000 - 7.500 kJ/kg apă (1.200 - 1.800 kcal/kg).**b)** Legislația europeană impune pentru gazele arse temperaturi de 700 - 900 °C și un conținut minim de oxigen care să asigure oxidarea totală a materiilor organice.**(11)** Aceste exigențe degradează bilanțul termic al unui cuptor și analizele se extind asupra:**a)** deshidratării prealabile a nămolurilor;**b)** recuperării căldurii din gazele arse indiferent de încărcarea cu praf.**(12)** Elemente componente ale unei tehnologii de uscare/incinerare (fig. 9.32)**a)** Sistem alimentare cu nămol:

a.1) bazin de stocare, compensare pentru reglarea debitelor influente;

a.2) dotare opțională sistem de mărunțire, omogenizare.

Se utilizează: benzi rulante, conveiere cu șurub melcat, pompe de nămol.

b) Uscător/incinerator;**c)** Sistem de ventilație:

c.1) pentru gazul/aerul de uscare;

c.2) pentru gazul/aerul de combustie;

c.3) aer de fluidizare, de răcire;

c.4) funcționare subpresiune/depresiune.

d) Ansamblul de desprăfuire:

d.1) sistemul ciclon pentru gazele parțial răcite

- d.2) sistemul umed cu pulverizare, venturi;
- d.3) sistemul electrostatic.

e) Evacuare cenuși:

- e.1) sistemul uscat în containere închise;
- e.2) sistemul hidraulic prin pomparea suspensiei la concentrații sub 200-300 g/dm³;
- e.3) sistemul umidificat în containere deschise.

În figura 9.32 este prezentată schema tehnologiei de incinerare a nămolului.

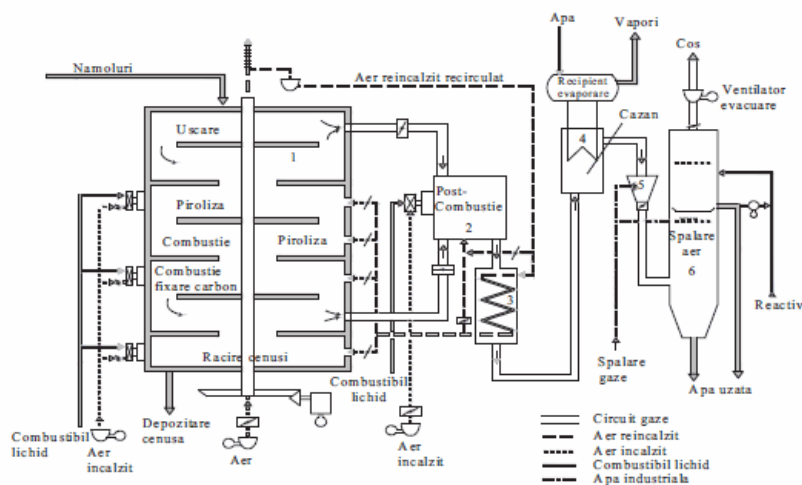


Figura 9.32. Schema tehnologiei de incinerare nămol.

1 - Cuptor etajat; 2 - Cameră postcombustie 750-900 °C; 3 - Schimbător termic gaze/aer; 4 - Cazan de recuperare-furnizează vapori la 15 bar și asigură reducerea temperaturii gazelor la sub 300 °C; 5, 6 - Ansamblu de spălare gaze.

9.9.2.3. Alegerea soluției de uscare/ incinerare a nămolurilor din stațiile de epurare

9.9.2.3.1. Elemente generale

(1) Pentru fiecare stație de epurare sau grupuri de stații de epurare din cadrul unui Operator Regional se va elabora o strategie pe termen mediu și lung privind procesarea și valorificarea nămolurilor rezultate din stație.

(2) Strategia de procesare și valorificare a nămolurilor va fi dezvoltată pe baza următoarelor criterii specifice:

- a) fiabilitate economică: costuri de investiție, energie încorporată;
- b) criteriile tehnice: adoptarea celor mai bune soluții;
- c) criteriile ecologice: influențe minime asupra mediului.

(3) Strategia managementului nămolului va lua în considerație:

a) Capacitatea de implementare; baza strategiei va fi dată de condițiile și resursele locale cu posibilitatea de adaptare la condițiile potențiale; se vor include utilizarea infrastructurii și resurselor existente pentru adoptarea uneia sau mai multor procese: utilizarea în agricultură direct sau prin producție de compost și/sau alte combinații cu agenții economici: fabrici de ciment, combinate petrochimice, centrale termo-electrice;

b) Fiabilitatea; se obține din combinarea unor opțiuni multiple: unele vor fi dezvoltate pe termen mediu, altele vor fi implementate pe termen lung; este necesară crearea condițiilor pentru reorientarea viitoare, pe baza tendințelor tehnologice și modificării (completării) exigențelor de mediu;

c) Impactul asupra mediului; nămolurile din SE vor fi considerate produse ale SEAU folosite ca materie primă în noi procese/produse;

d) Riscul asupra sănătății umane; este necesară conformarea la normele și standardele naționale și europene pentru toată perioada de existență a proiectului;

e) Costurile sociale: costurile de investiție și cele operaționale nu vor putea duce la creșterea semnificativă a tarifelor utilizatorilor sistemului de canalizare.

9.9.2.3.2. Mărimea SEAU

a) Pentru SE care deservesc $N < 10.000$ LE alegerea soluției de neutralizare a nămolurilor va lua în considerație utilizarea în agricultură direct sau prin biocompostare; se vor utiliza suprafețele, zonele apropiate amplasamentului astfel încât costurile de transport nu vor trebui să depășească 10% din costurile totale

b) Pentru SE care deservesc 200.000 LE - Se vor asigura nămoluri produse cu minim 35% SU. Opțiunile care vor fi luate în considerație sunt:

b.1) utilizarea depozitelor ecologice regionale din zona amplasamentului SE cu utilizarea depozitelor regionale din zona amplasamentului SE până la termenul de conformare al acestora cu cerințele ecologice (maxim anul 2020);

b.2) dezvoltarea/implementarea progresivă (de la 25% la 100%) a unei tehnologii de uscare care să asigure 70-75% SU; se va avea în vedere capacitatea de preluare a depozitelor ecologice;

b.3) implementarea într-o perioadă de 20-25 ani a unui sistem de incinerare combinat cu procesul de uscare și cu asigurarea unei producții de materiale de construcții cu utilizarea materialului inert produs prin incinerare.

c) Pentru SE care deservesc 50.000-150.000 LE

Soluția adoptată va avea la bază configurația situației locale:

c.1) existența unor condiții favorabile pentru utilizarea în agricultură și/sau producția de biocompost;

c.2) condiționări impuse de preluarea la depozitele de deșeuri ecologice;

c.3) situații favorizante: combinarea cu centrale termo-electrice, fabrici de prelucrare materiale lemnoase; acestea pot conduce la costuri de investiție și operaționale competitive. În tabelul 9.23 se prezintă în sinteză elementele care stau la baza alegerii scenariilor de valorificare a nămolurilor.

Tabelul 9.23. Scenarii de valorificare a nămolurilor provenite de la stațiile de epurare.

Ordinul 2901/2013 - forma sintetica pentru data 2024-03-18

| Nr. crt. | Scenariu | Aspecte operaționale | Costuri | Avantaje | Dezavantaje/Restricții | Costuri medii (euro/tonă SU) |
|----------|--|---|---|--|--|------------------------------|
| 1. | Agricultură/silvicultură direct sau biocompost | - transport - împrăștiere nămol - verificarea calității nămolului - verificarea calității solului - tehnologia de împrăștiere nămol - depozitare temporară | - transport - împrăștiere nămol - testare nămol-sol - investiții privind tehnologia de împrăștiere | - Investiții reduse - Depozitarea unor volume mari de nămol - Conduce la creșterea valorii terenurilor - Refacerea terenurilor degradate - Reducerea utilizării îngrășămintelor chimice - Soluție pe termen mediu | - Disponibilitatea terenului - Siguranța redusă - Restricții date de compoziția solurilor (nutrienți, metale) - Monitorizarea continuă a calității solurilor, nămolurilor și produselor obținute - Dependența sezonieră și climatică - Efecte pe termen lung asupra solului și apelor subterane - Dependența de tipul culturilor | ≈ 100,0 |
| 2. | Depozitarea nămolului de epurare la depozite ecologice | - transportul la unul sau mai multe depozite de deșeuri | - deshidratare > 35% SU - costuri operare instalație deshidratare - transport - depozitare | - Costuri de investiție scăzute - Depozitarea unor volume mari de nămol - Costuri relativ scăzute de operare Posibilitatea utilizării imediate | - Directive viitoare de depozitare a deșeurilor - Dependența de capacitatea de depozitare - Reevaluare anuală - Reduce durata de operare a depozitului | ≈ 25,0 |
| 3. | Uscare/incinerare | - utilaje complexe și sisteme de evitare risc poluare atmosferică - energie suplimentară | - cost instalație deshidratare/uscare - cost instalație de incinerare | - Soluție pe termen lung - Siguranța în proces - Reducerea cantităților de nămol - Recuperare energie - Reutilizarea cenușii - Se pot elimina procesele de fermentare Recomandat managementul integrat cu deșeuri urbane | - Costuri de investiție mari - Emisii în atmosferă: necesare tehnologii performante - Necesitate evaluare regională - Eficiența energetică depinde de calitatea nămolului | 70-100,0 |

9.9.2.3.3. Folosirea nămolurilor în agricultură

(1) Limitările aplicării procesului se datorează, uneori, compoziției neadequate a nămolului (existența metalelor grele), a dificultăților de a găsi un teren potrivit la o distanță nu prea mare de sursă.

(2) Dacă azotul din azotat este aplicat în cantități mai mari decât poate fi absorbit de plante, azotul în exces poate contamina apele subterane și/sau de suprafață.

(3) Căile de pătrundere a azotului în sol sunt diverse. Procesele care afectează formele de azot din sol sunt mineralizarea, nitrificarea, denitrificarea, fixarea, adsorbția, volatilizarea, schimbul de ioni, convecția, dispersia și preluarea de către plante.

(4) Mineralizarea (conversia azotului organic la amoniac) se produce la viteze variabile în funcție de condițiile de climă și sol și de natura materiei organice, iar nitrificarea (oxidarea amoniacului la azotat) se produce relativ repede în solurile acide când temperaturile sunt favorabile. Pe de altă parte denitrificarea (transformarea azotului din azotat în azot gazos) are loc în lipsa oxigenului și când există sursă de carbon favorabilă desfășurării activității biologice.

(5) Microorganismele utilizează o parte din azotul din sol pentru a sintetiza noi celule. Ionii de amoniu pot fi fixați de materia organică și de argilele cu silicați fiind protejate de atacul biologic. Volatilizarea amoniacului poate fi importantă la solurile cu pH ridicat.

9.9.2.3.3.1. Norme tehnice privind protecția mediului și în special a solurilor, când se utilizează nămoluri de epurare în agricultură

(1) Aceste norme stabilesc condițiile de valorificare a potențialului agrochimic al nămolurilor provenite din epurarea apelor uzate, prevenirea și micșorarea efectelor nocive asupra solurilor, apelor, vegetației, animalelor, astfel încât să se asigure utilizarea corectă a acestora.

a) Concentrația de metale grele în solurile pe care se aplică nămoluri, concentrațiile de metale grele din nămoluri și cantitățile maxime anuale ale acestor metale grele care pot fi introduse în solurile cu destinație agricolă sunt prezentate în tabelele 9.24, 9.25 și 9.26.

b) Utilizarea nămolurilor atunci când concentrația unuia sau mai multor metale grele din sol depășește valorile maxime stabilite în tabelul 9.24 este interzisă.

c) Pe terenurile agricole se pot împrăști numai nămolurile al căror conținut în elemente poluante nu depășesc valorile maxime prezentate în tabelul 9.25.

d) Cantitățile maxime admisibile de metale grele care pot fi aplicate pe sol pe unitatea de suprafață (ha) și an sunt prezentate în tabelul 9.26.

e) Respectarea reglementărilor menționate mai sus intră în atribuțiile autorităților competente la nivel teritorial, după cum urmează:

e.1) autoritatea teritorială de mediu;

e.2) autoritatea teritorială agricolă.

f) În atribuțiile acestora este întocmirea, anual, a unui raport de sinteză privind utilizarea nămolurilor în agricultură, cantitățile utilizate, pe tipuri și caracteristici ale nămolurilor, tipurile de sol și evoluția caracteristicilor acestora, dificultățile apărute.

Tabelul 9.24. Valorile maxime admisibile al concentrațiilor de metale grele în solurile pe care se aplică nămoluri (mg/kg SU într-o probă reprezentativă de sol cu un pH mai mare de 6,5)

| Indicatorul | Valoarea maximă (C.M.A.) (mg/kg s.u) |
|-------------|---|
| Calciu | 3 |
| Cupru | 100 |
| Nichel | 50 |
| Plumb | 50 |
| Zinc | 300 |
| Mercur | 1 |
| Crom | 100 |

Tabelul 9.25. Concentrațiile maxime admisibile de metale grele din nămolurile utilizate pentru fertilizare în agricultură (mg/kgSU).

| Indicatorul | Valoarea maximă (mg/kg s.u) |
|--|-----------------------------|
| Cadmium | 10 |
| Cupru | 500 |
| Nichel | 100 |
| Plumb | 300 |
| Zinc | 2.000 |
| Mercur | 5 |
| Crom | 500 |
| Cobalt | 50 |
| Arsen | 10 |
| AOX (suma compușilor halogenați) | 500 |
| HAP (hidrocarburi aromatice policiclice) - suma următoarelor substanțe: antracen, benzopiren, benzoantracen, benzofluorantren, benzoperilen, benzopiren, fluorantren, indeno (1,2,3) piren, naftalină, fenantren, piren | 5 |
| PCB (bifenoli policlorurați) - suma compușilor cu numerele 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180 conform Ordinului ministrului apelor pădurilor și protecției mediului nr. 756/1997 pentru aprobarea Reglementării privind evaluarea poluării mediului, cu modificările și completările ulterioare | 0,8 |

Tabelul 9.26. Valorile maxime pentru cantitățile anuale de metale grele care pot fi introduse în terenurile agricole pe baza unei medii de 10 ani (kg/ha, an)

| Indicatorul | Valoarea maximă (kg/ha,an) |
|-------------|----------------------------|
| Cadmium | 0,15 |
| Cupru | 12 |
| Nichel | 3 |
| Plumb | 15 |
| Zinc | 30 |
| Mercur | 0,1 |
| Crom | 12 |

(2) Legislația Uniunii Europene în domeniul utilizării agricole a nămolurilor poate fi sintetizată după cum urmează:

a) Directiva 91/271/EEC privind epurarea apelor uzate orășenești stabilește că "nămolul provenit din epurarea apelor uzate se va reutiliza ori de câte ori acest lucru este adecvat" și "traseele către locul de stocare a nămolului se vor reduce la maximum pentru a reduce efectele negative asupra solului".

b) Directiva 86/278/EEC pentru protecția mediului și în special a solurilor, în cazul utilizării agricole a nămolurilor. Aceasta stă la baza controlului calității nămolurilor și solurilor și limitează aceste utilizări la situațiile când se pot asigura avantaje economice pentru culturi.

c) Directiva 91/676/EEC privind protecția apelor împotriva poluării cu nitrați din surse agricole - stabilește controlul asupra răspândirii nămolurilor în zone cu tendințe de eutrofizare sau poluare cu azotați prin indicarea unor zone maxime de azot.-

d) Directiva cadru privind deșeurile nr. 2006/12/EEC - stabilește prioritatea acțiunilor întreprinse cu privire la reziduurile solide:

- d.1) evitarea și minimizarea generării de reziduuri;
- d.2) reciclarea reziduurilor;
- d.3) incinerarea reziduurilor (cu recuperarea de căldură);
- d.4) stocarea reziduurilor pe sol.

(3) Directiva stocării reziduurilor pe sol stabilește limitele maxime ale conținutului de materie organică ce se poate stoca pe soluri.

(4) Conform Directivei 86/278/EEC la utilizarea nămolurilor în agricultură se vor urmări:

a) nu se admite împrăștierea nămolului când pH-ul solului este sub valoarea 5; limitele pentru metale în soluri depind de pH-ul solului;

b) nămolul se utilizează numai pentru a satisface cerințele de nutrienți (N și P) ale culturilor;

c) nu se recomandă utilizarea nămolurilor pe câmp când există risc de poluare a apelor subterane;

d) pentru diversele metode de aplicare a nămolului sunt necesare metode adecvate de prelucrare a acestuia;

e) se precizează restricțiile în privința recoltării culturilor fertilizate cu nămol;

f) se specifică interdicții de utilizare a nămolului la anumite culturi.

(5) Limitele concentrațiilor pentru anumite substanțe chimice care se pot acumula în sol, în funcție de valoarea pH a solului sunt prezentate în tabelul 9.27.

Tabelul 9.27. Limitele concentrațiilor pentru anumite substanțe chimice care se pot acumula în sol conform Directivei 86/278/EEC.

| | Valori limită în nămol (mg/kg SU) | Valori limită în sol (86/278/EEC) |
|--|-----------------------------------|-----------------------------------|
|--|-----------------------------------|-----------------------------------|

| | Directiva 86/278/EEC | Sol (mg/kg) | Indice de aplicare (kg/ha.an) |
|----|----------------------|-------------|-------------------------------|
| Cd | 20 - 40 | 1 - 3 | 0,15 |
| Cu | 1000 - 1750 | 50 - 140 | 12 |
| Hg | 16 - 25 | 1 - 1,5 | 0,1 |
| Ni | 300 - 400 | 30 - 75 | 3 |
| Pb | 750 - 1200 | 50 - 300 | 15 |
| Zn | 2500 - 4000 | 150 - 300 | 30 |

(6) Prin utilizarea nutrienților din nămol principalul beneficiu este reducerea sau eliminarea consumului de îngrășăminte chimice.

(7) Nămolul prelucrat, transportat la amplasamentul destinat, trebuie încorporat în sol (arătură) imediat pentru a reduce la maximum efectele mirosurilor.

(9) Factorul limitativ al utilizării agricole a nămolului este aportul de azot.

Directiva nitrați 91/676/CEE prevede un conținut în azot în îngrășământ utilizat de până la 150 kg/ha/an, rezultă un indice de aplicare a nămolului de 5 t S.U./ha.

(10) Aplicarea anuală a acestui volum va conduce la o acumulare excesivă de azot și fosfor în sol; în consecință se prevede ca aplicarea de nămol să se facă o dată la patru ani. Pe această bază se poate calcula volumul de nămol posibil de absorbit prin valorificarea pe terenuri agricole.

SECȚIUNEA 1: B: EXECUȚIA SISTEMELOR DE CANALIZARE

1. Materiale utilizate în realizarea lucrărilor de canalizare

(1) Pentru fundamentarea alegerii materialelor utilizate, proiectantul sistemului de canalizare trebuie să prezinte o analiză tehnică-economică privind utilizarea a cel puțin două tipuri de materiale. Analiza tehnică-economică trebuie să se refere la următoarele aspecte: durabilitate, cheltuieli de investiție, cheltuieli de exploatare, siguranță în exploatare și numărul estimat de avarii în timp, durata de reparare a avariilor.

(2) Materialele utilizate în realizarea construcțiilor și instalațiilor unui sistem de canalizare vor trebui să îndeplinească anumite criterii generale, valabile, evident, funcție de rolul și importanța construcției sau instalației, de domeniul de utilizare, de caracterul temporar sau permanent al lucrării, etc.

(3) Deoarece utilizarea materialelor este legată în general de prezența apei uzate, ele trebuie să îndeplinească următoarele criterii:

a) să fie rezistente la acțiunea corozivă și hidratantă a apei;

b) să asigure o foarte bună etanșeitate a elementelor executate pentru evitarea exfiltrărilor și/sau a infiltrărilor;

c) să aibă rezistențele mecanice cerute de domeniul de utilizare;

d) să aibă rugozitate mică în scopul limitării pierderilor de sarcină distribuite;

e) să aibă o fiabilitate cât mai mare, care să depășească, de regulă, duratele de serviciu normate (în conformitate cu reglementările legale în vigoare privind amortizarea capitalului imobilizat în active corporale și necorporale, referitoare la aceste durate);

f) să fie rezistente la acțiunea diferiților factori externi funcție de domeniul lor de utilizare, (temperatura apei și a aerului, sarcini mecanice interioare și exterioare, acțiunea agresivă a pământului, curenți electrici vagabonzi, etc.) și să nu se deformeze permanent sub acțiunea acestora;

g) să nu se dizolve în contact cu apa uzată sau nămolul și să nu fie dăunătoare pentru microorganismele care realizează epurarea;

h) să nu prezinte pericol de orice natură pentru persoanele cu care vin în contact, care le manevrează și utilizează;

i) să aibă un cost redus;

j) să nu necesite cheltuieli de investiție și exploatare mari;

k) să fie ușor de pus în operă, depozitate și manevrate;

l) să permită montare și demontare ușoară (cazul conductelor, pieselor speciale, armăturilor, etc.);

m) să permită realizarea unor îmbinări etanșe (cazul conductelor, de exemplu);

n) să reziste alternanțelor de umiditate, de temperatură și de îngheț-dezghet, dacă lucrează în medii și domenii în care pot avea loc astfel de alternanțe;

o) să corespundă cerințelor beneficiarilor și caietelor de sarcini întocmite de către proiectanți și rețetelor de preparare indicate de proiectant și realizate de constructor (pentru betoane, mortare, tencuieli, etc.);

p) să aibă un volum, greutate și dimensiuni care să permită transportul lor pe drumurile publice;

q) să-și păstreze calitățile, caracteristicile și proprietățile în cazul depozitării corespunzătoare pe durata de garanție a fabricantului;

r) să fie disponibile persoane calificate pentru execuție și exploatare;

s) materialele/produsele pentru construcții să respecte legislația specifică, în vigoare, privind introducerea pe piață a produselor pentru construcții;

(4) (3) Gama de materiale necesare pentru realizarea sistemelor de canalizare este foarte diversificată, funcție de domeniile în care sunt utilizate. Astfel, diversele materiale de construcții și instalații pot fi utilizate pentru:

a) transportul lichidelor (ape uzate, nămoluri cu diferite umidități, soluții de reactivi, etc.) în conducte sub presiune sau în canale cu nivel liber;

b) instalații de pompare (conducte de aspirație, de refulare, piese speciale, armături, ș.a.);

c) realizarea construcțiilor din cărămidă, beton simplu, beton armat, beton precomprimat, etc.;

d) etanșări.

(5) (4) Dintre materialele utilizate curent în realizarea sistemelor de canalizare se evidențiază următoarele:

a) nisip, pietriș, ciment, apă și aditivi pentru prepararea mortarelor și betoanelor;

b) armături din oțel beton laminat la cald și panouri de plase sudate;

c) cauciuc, carton asfaltat, folii din material plastic, rășini epoxidice, ș.a. pentru etanșări și protecții;

d) oțel, fontă, polietilenă, polipropilenă, poliester armat cu fibră de sticlă (PAFS), tuburi din beton armat centrifugat (tuburi PREMO), PVC, oțel inoxidabil, ș.a., pentru conducte, canale, cămine de vizitare prefabricate, cuve pentru instalații mici de pompare și instalații compacte de epurare, etc.

(6) (5) Având în vedere lipsa datelor de exploatare privind comportamentul în timp al materialelor plastice utilizate la realizarea sistemelor de canalizare, se impune prezentarea de garanții privind calitatea acestor materiale plastice.

Astfel, furnizorul de conducte, canale, cămine de vizitare prefabricate, cuve, etc., executate din materiale plastice, va trebui să prezinte documente de încercări, potrivit legislației în vigoare.

(7) (6) De asemenea, ținând cont de experiențele negative referitoare la utilizarea tuburilor din beton armat precomprimat (toleranțe diferite de la producător la producător, calitate slabă, neîndeplinirea condițiilor de rezistență la acțiunea chimică a apelor uzate transportate), se impune încercarea la presiune a tuturor tuburilor, tub cu tub, pe standul fabricii producătoare și în prezența beneficiarului. Se evită în acest mod apariția cheltuielilor suplimentare care pot apărea pentru înlocuirea acelor tuburi care nu rezistă la proba de presiune efectuată pe șantier.

2. Execuția lucrărilor rețelei de canalizare

2.1. Considerații generale privind organizarea execuției lucrărilor de canalizare

(1) Organizarea execuției lucrărilor de canalizare cuprinde complexul de măsuri prin care se asigură realizarea acestora în conformitate cu proiectele respective, în limita valorilor și termenelor planificate.

(2) Principalele obiective urmărite de antreprenor pentru o organizare rațională a execuției lucrărilor sunt:

- a)** realizarea lucrărilor la termenele stabilite prin graficul de execuție;
- b)** îmbunătățirea calității lucrărilor executate;
- c)** nedepășirea costului de execuție a lucrărilor față de prevederile din devizul ofertă;
- d)** reducerea termenului de execuție;
- e)** ridicarea productivității muncii și a gradului de folosire a utilajelor;
- f)** adoptarea unor tehnologii de execuție caracterizate printr-un procent maxim de mecanizare.

2.2. Trasarea lucrărilor pe teren și pregătirea traseului

2.2.1. Trasarea canalului

Se execută ținând seama de:

- a)** prevederile documentației tehnice (proiectul de execuție);
- b)** nivelmentul reperelor permanente, efectuat cu precizia stabilită prin proiect;
- c)** prevederea de-a lungul traseului a unor reperi provizorii, pentru execuție, legate de reperele definitive;
- d)** materializarea axelor de trasare și a unghiurilor, fixate și legate de obiecte permanente, existente pe teren (clădiri, construcții etc.) sau de stâlpii montați pe traseu în acest scop;
- e)** intersecțiile traseului canalului cu traseele construcțiilor și rețelelor subterane existente, ce vor fi marcate la suprafața terenului, prin semne speciale.

2.2.2. Desfacerea pavajelor

(1) Pavajele se desfac pe o lățime suficientă pentru desfășurarea lucrărilor în conformitate cu prevederile proiectului. Materialele rezultate din desfacerea pavajelor se depozitează pe trotuare sau pe o parte a tranșeei, pe cealaltă parte păstrându-se loc pentru pământul din săpătură.

2.2.3. Execuția săpăturilor

(1) Lucrările de săpătură a tranșeelor și a gropilor de fundații se execută în conformitate cu prevederile proiectului. Lucrările se atacă întotdeauna din aval spre amonte. Metodele de execuție a săpăturilor sunt determinate de volumul lucrărilor, de caracteristicile solului, precum și de adâncimea și forma tranșeelor. Tranșeele pentru montarea canalelor se execută cu pereți verticali sau în taluz, în funcție de natura solului și de spațiul disponibil pentru execuția săpăturii.

(2) Pământul rezultat din săpătură se depozitează pe o singură parte, lăsându-se o banchetă de siguranță de 50 cm. Săpătura se adâncește în mod potrivit în dreptul îmbinărilor dintre tuburi pentru a permite execuția etanșeității îmbinării și a se evita rezemarea tubului numai pe mufe.

Pe toată durata execuției lucrărilor, excedentul de pământ se poate depozita lateral tranșeei, astfel încât să se asigure accesul autovehiculelor salvării, pompierilor, după caz.

(3) Pentru circulația pietonilor peste tranșee se prevăd la distanțe de 30...50 m podețe (pasarele) de acces dotate cu balustrade de protecție.

(4) Depozitarea pământului rezultat din săpătură în lungul tranșeei va avea în vedere și asigurarea scurgerii apelor din precipitații astfel încât să se evite inundarea săpăturilor sau terenurilor învecinate.

2.2.4. Sprijinirea tranșeelor

(1) Execuția săpăturilor tranșeelor cu pereți verticali se face cu sprijinirea pereților. Pentru adâncimi de săpătură mai mari de 5,0 m, sprijinirea traseului se va face pe baza unui proiect de sprijiniri.

(2) Sprijinirea malurilor se face cu ajutorul dulapilor și bilelor din lemn de brad sau al elementelor metalice pentru sprijinire, în așa fel încât să se obțină o siguranță suficientă pentru lucrările de montaj și o execuție ușoară a lucrărilor în interiorul tranșeei.

2.2.5. Epuizamente

(1) Problema epuizării apei subterane din săpătură poate constitui un factor determinant în alegerea metodei de execuție a lucrărilor de canalizare și a adoptării materialelor adecvate pentru asigurarea realizării unor lucrări corespunzătoare.

(2) Factorii principali care determină metodele și mijloacele de epuizare a apelor din săpături sunt:

- a)** mărimea debitelor infiltrate;
- b)** nivelul maxim al pânzei freactice față de fundul săpăturii.
- (3)** Metodele folosite pentru epuizarea apelor din săpături se stabilesc și în funcție de consistența și permeabilitatea terenurilor în care s-a executat săpătura.

În cazul în care apare pericolul de antrenare a materialelor fine se folosește metoda puțurilor forate filtrante sau a incintelor epuizate prin baterii de filtre aciculare.

(4) Puțurile filtrante se realizează, de obicei, prin introducerea unor coloane de foraj cu adâncimea de 7-20 m și Φ 300-600 mm, în interiorul cărora se amplasează o a doua coloană de Φ 100-150 mm. Înainte de a începe săpătura la tranșee, se execută, pe laturile ei, puțuri forate la o anumită distanță unul de altul, de obicei 3-7 m și așezate în plan în poziție de șah. La adâncimi mai mici decât 6-7 m ale nivelului hidrodinamic maxim, extragerea apei se poate face cu pompe cu ax orizontal, printr-un sorb, iar în cazul adâncimilor peste 6-7 m, extragerea apei se face cu pompe submersibile.

(5) Instalația de filtre aciculare se compune în principal din:

- a)** două pompe speciale autoamorsante care asigură pomparea concomitentă a apei și a aerului din porii pământului;
- b)** colectorul metalic la care se racordează filtrele aciculare prin intermediul unor manșoane flexibile de cauciuc;
- c)** filtrele aciculare propriu-zise sunt realizate din țevi metalice verticale de câte 1 m lungime și circa 50 mm diametru,

asamblate cu file pentru a forma țevi cu lungimea de înfigere necesară.

2.2.6. Pozarea tuburilor și execuția colectoarelor

(1) Metodele de montare a tuburilor prefabricate se aleg în funcție de dimensiunile și de greutatea tuburilor. Înainte de introducerea tuburilor în tranșee, se face o verificare și eventual se corectează fundul săpăturii. Coborârea tuburilor în tranșee se face manual pentru tuburile cu greutate redusă, iar atunci când greutatea lor este mai mare se folosesc trepiede cu macara diferențială sau macarale mobile, pe pneuri sau șenile.

(2) După coborârea tuburilor în tranșee se realizează îmbinarea lor unul după altul, precum și etanșarea corespunzătoare. Tuburile se montează pe pat de nisip pregătit conform prevederilor caietului de sarcini.

(3) La pozarea tuburilor, pentru diferite adâncimi, se vor respecta indicațiile proiectantului (pe baza calculelor statice efectuate) și ale producătorului materialului.

2.2.7. Execuția umpluturilor

(1) Umplerea tranșeelor se face cu pământul rezultat din săpătură, după un control de nivelment și verificarea calității execuției lucrării. Pe tuburi se așează numai pământ afânat, eventual cernut, eliminându-se bolovanii mari sau resturi din beton sau din alte materiale dure. Pământul afânat se așează în straturi care se compactează separat cu o deosebită îngrijire.

(2) Umpluturile se execută manual, în straturi de 10-15 cm pe primii 0,30 m deasupra tubului. Fiecare strat se compactează separat cu maiul de mână sau cu maiul "broască". Restul umpluturii se face în straturi de câte 20-30 cm grosime, de asemenea, bine compactate, până la suprafața terenului, urmărindu-se realizarea unui grad de compactare Proctor de minimum 97%, în conformitate cu prevederile tehnice legale în vigoare.

(3) Se interzice îngroparea în umplutură a lemnului provenit din cofraje, sprijiniri, etc.

3. Execuția lucrărilor stației de epurare

3.1. Lucrări de organizare

(1) Aceste lucrări sunt premergătoare execuției și au drept scop asigurarea condițiilor pentru realizarea eficientă și de calitate a lucrărilor. Elementele principale ale organizării sunt:

- a) amenajarea terenului;
- b) identificarea instalațiilor subterane existente;
- c) marcarea și delimitarea suprafeței ce va fi ocupată de șantier;
- d) asigurarea căilor de acces pentru utilajele și mijloacele necesare transportului;
- e) verificarea materialelor și echipamentelor de lucru;
- f) asigurarea cu dotări de protecția muncii și de prevenire a incendiilor;
- g) asigurarea cu rețelele de utilități necesare (apă, electricitate, etc.).

3.2. Amenajarea terenului pentru stația de epurare

(1) Înainte de introducerea utilajelor la frontul de lucru, este necesară o recunoaștere a terenului, în ceea ce privește:

- a) categoria terenului în care se va săpa;
- b) identificarea rețelelor subterane de apă, gaze, petrol, electricitate, telefoane, etc.;
- c) dimensiunile săpăturii de executat (adâncime, gabarit lateral de depozitare a pământului din săpătură);
- d) traseul de acces al utilajelor și mijloacelor de transport;
- e) condiții de scurgere a apelor de ploaie;
- f) doborârea arborilor și defrișarea arbuștilor;
- g) existența rețelelor aeriene de electricitate în ampriza săpăturii.

3.3. Trasarea poziției stației de epurare

(1) Materializarea poziției stației, se realizează prin operațiuni de trasare, care trebuie să fixeze poziția viitoarei stații și a racordurilor de intrare ape uzate menajere și de ieșire ape epurate, gaze, electricitate, apă potabilă, etc.).

3.4. Execuția lucrărilor de construcții pentru stația de epurare

(1) La execuția săpăturii pentru fundații trebuie să aibă în vedere următoarele:

- a) menținerea echilibrului natural al terenului în jurul gropii de fundație după începerea săpăturilor;
- b) în terenurile sensibile, la umezire, săpătura se va opri cu 20-30 cm mai sus decât cota finală, în cazul când turnarea betonului nu se face imediat.
- c) Necesitatea sprijinirilor săpăturilor este în funcție de:
- d) adâncimea săpăturii;
- e) natura, omogenitatea, stratificația, coeziunea terenului, prezența apei subterane, etc.

(2) În aceeași incintă, în faza inițială, se atacă lucrările fondate la adâncimea cea mai mare, pentru a nu afecta ulterior terenul de fundare al viitoarelor lucrări învecinate.

(3) Săpăturile cu lungimi mari vor avea fundul săpăturii înclinat spre unul sau mai multe puncte, pentru asigurarea colectării și evacuării apelor pluviale sau de infiltrație.

(4) Lucrările de epuismențe nu trebuie să producă afuieri sub construcțiile învecinate din zonă.

(5) Pentru evitarea adâncirii ulterioare a gropii, care ar conduce la modificarea cotelor de fundare, se recomandă turnarea imediată a unui strat de beton de egalizare la nivelul inferior al săpăturii.

3.4.1. Săpături deasupra nivelului apelor subterane

(1) Săpături cu pereți verticali nesprjiniți se pot executa până la adâncimi de:

- a) 0,75 m în cazul terenurilor necoezive sau/și slab coezive;
- b) 1,50 m în cazul terenurilor cu coeziune medie;
- c) 2,00 m în cazul terenurilor cu coeziune mare aflate deasupra nivelului apelor subterane.

(2) Săpături cu pereți verticali sprjiniți, se utilizează în următoarele cazuri:

- a) adâncimea săpăturii depășește valorile limită de la săpături cu pereți verticali nesprjiniți;
- b) nu este suficient spațiu lateral pentru realizarea săpăturii în taluz;
- c) când în urma unui calcul economic săpătura sprjinită este mai avantajoasă decât cea taluzată.

(3) Alegerea și dimensionarea sistemului de sprjiniere se face pe baza datelor din studiile geotehnice și hidrogeologice.

(4) Săpături cu pereți în taluz, se pot executa în orice teren, cu respectarea următoarelor condiții:

- a) pământul are o umiditate naturală între 12-18%;
- b) săpătura nu stă deschisă mult timp;
- c) nivelul maxim al apei subterane este sub cota de fundare;
- d) panta taluzului săpăturii să nu depășească valorile maxime din tabelul 3.1:

Tabelul 3.4.1.1. Panta taluzului săpăturii

| Natura terenului | Adâncimea săpăturii (h) | |
|------------------|---------------------------|----------|
| | până la 3m | peste 3m |
| | $\text{tg } \alpha = h/b$ | |
| Nisip pietros | 1:1,25 | 1:1,50 |
| Nisip argilos | 1:0,67 | 1:1 |
| Argilă nisipoasă | 1:0,67 | 1:0,75 |
| Loess | 1:0,50 | 1:0,67 |
| | 1:0,50 | 1:0,75 |

unde:

b - este proiecția pe orizontală a taluzului săpăturii;

h - este adâncimea săpăturii;

α - unghiul pe care îl face taluzul săpăturii cu orizontala.

3.4.2. Săpături sub nivelul apelor subterane

(1) În cazul săpăturilor adânci, care se execută sub nivelul apei subterane, îndepărtarea apei se poate face prin:

a) epuizamente directe, prin colectarea apei de infiltrație într-o bașă și evacuarea prin pompă a acesteia în exteriorul gropii de fundație;

b) epuizamente indirecte, prin utilizarea filtrelor aciculare sau a puțurilor forate dispuse perimetral, la distanțele rezultate din calcule.

(2) Sprijinirea pereților săpăturii se poate face cu: palplanșe metalice, ecrane impermeabile din pereți mulați din beton, turnați în teren.

(3) În cazul sprijinirii cu palplanșe, se vor lua următoarele măsuri:

a) ghidarea acestora în tot timpul înfigerii în teren;

b) lungimea palplanșei va fi egală cu adâncimea gropii plus fișa acesteia.

(4) Înfigerea palplanșelor se va face prin vibrare, în pământuri necoezive și batere, în pământuri coezive, sau prin combinarea celor două metode.

3.4.3. Epuizamente directe

(1) Pe măsură ce cota săpăturii coboară sub nivelul apei subterane, excavațiile se protejează prin intermediul unor rețele de șanțuri de drenaj, care captează apa și o dirijează spre puțurile (bașele) de colectare de unde este evacuată prin pompă.

(2) În bașa de aspirație a pompei, în jurul sorbului, se amenajează un filtru invers cu rolul de a limita influența aspirației asupra stabilității straturilor de pământ, micșorând viteza de mișcare a apei subterane spre bașă sub valoarea vitezei limită de antrenare a particulelor fine care alcătuiesc aceste straturi.

(3) Șanțurile se adâncesc pe măsura avansării săpăturii, ele având adâncimea între 0,4-0,8 m în funcție de caracteristicile pământului. Puțurile colectoare (bașele) vor avea adâncimea de cel puțin 1,0 m sub cota fundului săpăturii.

3.4.4. Epuizamente indirecte

(1) Se execută cu ajutorul puțurilor filtrante, sau al filtrelor aciculare. Acestea se așează în afara conturului excavației, pe unul sau mai multe rânduri. Ele pot coborî temporar, pe durata execuției, nivelul apei subterane cu 4-5 m. Dacă nivelul apelor subterane necesar a fi coborât este mai mare de 4-5 m, filtrele se așează etajat și decalat în plan pe două sau mai multe fronturi.

(2) Puțurile de epuizament se realizează în foraje cu diametrul de 200-600 mm, în care se lansează o coloană filtrantă metalică sau din plastic cu diametrul de 150-200 mm, prevăzută cu fante. Coloana filtrantă se dispune în adâncime pe toată grosimea stratului acvifer al cărui nivel trebuie coborât pentru execuția "la uscat" a construcției. Între coloana de lucru și coloana cu fante, se introduce material filtrant granular (după regula filtrului invers) cu nisip spre exterior și pietriș mărgăritar la contactul cu coloana șliuită.

(3) Filtrele aciculare sunt puțuri cu diametrul mic (Φ 7,5-10,0 cm), care se înfig de obicei cu jet de apă. Filtrele se racordează la stații de pompă cu vacuum. În condiții normale se pot realiza depresionări de 4-5 m, la o treaptă de filtrare, distanța între filtre fiind de 1-5 m.

3.4.5. Umpluturi

(1) Umpluturile se vor executa, de regulă, cu pământ rezultat din lucrările de săpătură. Se pot utiliza, pentru umpluturi, de asemenea, zguri, reziduuri din exploatarea miniere etc., cu condiția prealabilă de a fi studiată posibilitatea de compactare și acțiunea chimică asupra elementelor de construcție în contact cu umplutura.

3.4.6. Cofraje și susțineri

(1) Cofrajele și susținerile pentru aceste lucrări speciale, vor respecta prevederile normativului NE 012/2:

Asigurarea conformității cu proiectul în ceea ce privește poziția, forma și dimensiunile volumului cofrat, rezistența, stabilitatea și indeformabilitatea, precum și integritatea secțiunii din beton, se realizează prin:

a) utilizarea materialelor adecvate pentru cofraj;

b) realizarea corespunzătoare a susținerilor și legăturilor;

c) realizarea etanșeității;

d) aplicarea agenților de decofrare corespunzători;

e) stabilirea și aplicarea corespunzătoare a modalităților și a etapelor de decofrare.

(2) Materialele pentru confecționarea cofrajelor sunt, de regulă, lemn (cherestea), produse pe bază de lemn, metal sau produse pe bază de materiale sintetice.

(3) Agenții de decofrare sunt produse aplicate pe suprafața cofrajelor, care vin în contact cu betonul, pentru a reduce aderența între betonul întărit și cofraje, astfel ca la decofrare să nu se deterioreze suprafața betonului.

Agenții de decofrare trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

a) să nu păteze betonul și să nu împiedice aderența ulterioară a materialelor aplicate pe suprafața respectivă a betonului (tencuieli, adezivi pentru placaje etc.);

b) să nu afecteze negativ betonul, armătura și materialul din care este alcătuit cofrajul, dar nici mediul înconjurător;

c) să-si păstreze neschimbate proprietățile funcționale în condițiile climatice de executare a lucrărilor;

d) să se aplice ușor și să se poată verifica aplicarea lor corectă.

(4) Montarea cofrajelor cuprinde următoarele:

- a) executarea eșafodajelor, dacă este cazul;
- b) așezarea cofrajelor la poziție, conform trasării de detaliu;
- c) definitivarea poziției în plan și pe verticală, îmbinarea între panouri, dacă este cazul, și fixarea cofrajelor;
- d) verificarea și recepția cofrajelor.

3.4.7. Armături

Oțelurile trebuie să aibă ca referință cerințele și criteriile de performanță prevăzute în reglementările tehnice specifice din domeniul construcțiilor, aplicabile, în vigoare. Se utilizează ca armături de rezistență sau constructive, produse din oțel cu suprafața netedă, cu nervuri sau amprente, livrate ca produse finite sub formă de: bare, colaci (bobine) sau produse derulate din oțel beton laminat la cald și panouri de plase sudate fabricate în uzină, pe mașini; sârme laminate la rece.

3.4.8. Betoane

(1) În conformitate cu prevederile normativului NE 012/2, pentru lucrările de construcții cu caracter specific (construcții inginer ești-canale, rezervoare, etc.), se vor aplica și prevederile reglementărilor tehnice din domeniul respectiv, precum și prevederile caietelor de sarcini întocmite de proiectant, după caz.

(2) Betonul se prepară în stațiile de betoane, cu respectarea reglementărilor tehnice specifice, aplicabile, în vigoare.

(3) La turnarea betonului trebuie respectate următoarele reguli generale:

a) cofrajele din lemn, betonul vechi sau zidăriile - care sunt în contact cu betonul proaspăt - trebuie să fie udate cu apă atât cu 2... 3 ore înainte cât și imediat înainte de turnarea betonului, dar apa rămasă în denivelări trebuie să fie înlăturată;

b) descărcarea betonului din mijlocul de transport, se face în bene, pompe, benzi transportoare, jgheaburi sau direct în cofraj;

c) refuzarea betonului adus la locul de turnare și interzicerea punerii lui în operă, în condițiile în care nu se încadrează în limitele de consistență prevăzute sau prezintă segregări; se admite îmbunătățirea consistenței numai prin utilizarea unui aditiv superplastifiant cu respectarea prevederilor aplicabile din NE 012-1;

d) înălțimea de cădere liberă a betonului nu trebuie să fie mai mare de 3,0 m în cazul elementelor cu lățime de maximum 1,0 m și 1,5 m în celelalte cazuri, inclusiv elemente de suprafață (plăci, fundații etc.);

e) turnarea betonului în elemente cofrate pe înălțimi mai mari de 3,0 m se face prin ferestre laterale sau prin intermediul unui furtun sau tub (alcătuit din tronsoane de formă tronconică), având capătul inferior situat la maximum 1,5 m de zona care se betonează;

f) răspândirea uniformă a betonului în lungul elementului, urmărindu-se realizarea de straturi horizontale de maximum 50 cm înălțime și turnarea noului strat înainte de începerea prizei betonului turnat anterior (a se vedea și pct. 11.3.10.f din NE 012/2-2011);

g) corectarea poziției armăturilor în timpul turnării, în condițiile în care se produce deformarea sau deplasarea acestora față de poziția prevăzută în proiect (îndeosebi pentru armăturile dispuse la partea superioară a plăcilor în consolă);

h) urmărirea atentă a înglobării complete în beton a armăturii, cu respectarea grosimii acoperirii, în conformitate cu prevederile proiectului și ale reglementărilor tehnice în vigoare;

i) nu este permisă ciocănirea sau scuturarea armăturii în timpul betonării și nici așezarea pe armături a vibratorului;

j) urmărirea atentă a umplerii complete a secțiunii în zonele cu armături dese, prin îndesarea laterală a betonului cu ajutorul unor șipci sau vergele de oțel, concomitent cu vibrarea lui; în cazul în care aceste măsuri nu sunt eficiente, trebuie create posibilități de acces lateral, prin spații care să permit pătrunderea vibratorului în beton;

k) luarea de măsuri operative de remediere în cazul unor deplasări sau cedări ale poziției inițiale a cofrajelor și susținerilor acestora;

l) asigurarea desfășurării circulației lucrătorilor și mijloacelor de transport în timpul turnării pe podine astfel rezemate, încât să nu modifice poziția armăturii; este interzisă circulația directă pe armături sau pe zonele cu beton proaspăt;

m) turnarea se face continuu, până la rosturile de lucru prevăzute în proiect sau în procedura de executare;

n) durata maximă admisă a întreruperilor de turnare, pentru care nu este necesară luarea unor măsuri speciale la reluarea turnării, nu trebuie să depășească timpul de începere a prizei betonului; în lipsa unor determinări de laborator, aceasta se consideră de 2 ore de la prepararea betonului, în cazul cimenturilor cu adaosuri și 1,5 oră în cazul cimenturilor fără adaosuri;

4. Măsuri pentru asigurarea calității lucrărilor

(1) Asigurarea cerințelor de calitate, privind atât materialele utilizate, cât și sistemul de asigurare a calității lucrărilor executate se va face cu respectarea prevederilor privind calitatea în construcții.

(2) Pe parcursul desfășurării lucrărilor de execuție se verifică:

a) cotele de nivel și poziția săpăturilor, fundațiilor, gurilor, părților de construcție, montării echipamentelor și instalațiilor, toleranțele admise, dacă sunt cele indicate în proiecte;

b) respectarea prevederilor din caietul de sarcini;

c) dacă echipamentele și materialele folosite la execuția stațiilor de epurare au suferit degradări în timpul transportului și se caută modalitatea de remediere;

(3) Proba de etanșitate la bazinele din beton armat se va face înainte de realizarea hidroizolațiilor la interiorul și exteriorul bazinelor.

(4) Probele de etanșitate pentru conducte și bazine se vor realiza în conformitate cu prevederile reglementărilor tehnice specifice, aplicabile, în vigoare, astfel:

a) verificarea amănunțită a interiorului bazinelor, pentru a se constata corectitudinea execuției, a dimensiunilor interioare, lipsa corpurilor străine, a murdărilor;

b) la bazinele prefabricate, o deosebită atenție se va acorda modului în care sunt executate îmbinările;

c) înainte de punerea în funcțiune, toate conductele și bazinele trebuie curățate de resturile rămase de la execuție.

(5) Pentru asigurarea calității lucrărilor se mai urmăresc următoarele:

a) corespondența caracteristicilor terenului de fundație stabilite pe teren la deschiderea săpăturii, cu cele din studiul geologic;

b) poziția corectă a armăturilor, numărul, diametrul și forma din proiect a barelor, dimensiunile geometrice ale cofrajelor și poziția gurilor sau a pieselor de trecere prin pereți, cu toleranțele indicate;

c) calitatea betonului pus în operă, turnarea acestuia fără întreruperi între rosturile de turnare prevăzute în proiect, vibrarea și tratarea ulterioară a betoanelor pentru asigurarea etanșității și a rezistenței;

- d)** poziția corectă a conductelor față de elementele de construcție din beton.
- 5.** Proba de presiune a conductelor din rețele de canalizare
- (1)** Încercarea de etanșietate a rețelelor de canalizare se efectuează conform prevederilor STAS 3051.
- (2)** Încercarea de etanșietate se execută pe tronsoane, de maxim 500 m.
- (3)** Înainte de încercarea de etanșietate se efectuează:
- a)** umpluturile parțiale lăsându-se înbinările libere
- b)** închideri etanșe a tuturor orificiilor
- c)** blocarea extremităților și a punctelor susceptibile de deplasare în timpul probei.
- (4)** Rețelele de canalizare din beton se mențin pline cu apă cel puțin 24 ore înainte de efectuarea probei de presiune.
- (5)** Pierderile de apă admisibile la încercarea de etanșietate se prescriu în proiect avându-se în vedere și prevederile STAS 3051-91 Sisteme de canalizare. Canale ale rețelelor exterioare de canalizare. Prescripții fundamentale de proiectare.
- (6)** În cazul când proba nu reușește se iau măsuri de remediere și se reface proba.
- 6.** Verificări, încercări și probe în vederea punerii în funcțiune a conductelor din rețelele de canalizare
- I.**
- (1)** Verificările, încercările și probele punerii în funcțiune se fac la conductele noi și la înlocuire de conducte.
- a)** acestea se pot efectua la întreaga rețea prevăzută în documentațiile tehnice, sau pe tronsoane de conducte ce pot fi puse în funcțiune.
- (2)** Verificările, încercările, și probele se execută conform reglementărilor specifice aplicabile domeniilor în cauză, în vigoare, și legislației privind calitatea în construcții, precum și Regulamentului de recepție a lucrărilor de construcții și instalații aferente acestora, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 273/1994, cu completările ulterioare, precum și al Regulamentului de recepție a lucrărilor de montaj utilaje, echipamente, instalații tehnologice și apunerii în funcțiune a capacităților de producție, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 51/1996.
- (3)** Probele la punere în funcțiune conducte se execută conform STAS 3051-1991 Sisteme de canalizare. Canale ale rețelelor exterioare de canalizare. Prescripții fundamentale de proiectare, precum și caietelor de sarcini întocmite de proiectant în conformitate cu prevederile producătorului de materiale.
- II.** Verificări și probe după efectuarea probelor de etanșietate
- (4)** După efectuarea probei de etanșietate se vor efectua următoarele verificări și probe:
- a)** întocmirea procesului-verbal al probei de etanșietate
- c)** umplerea tranșeei
- d)** verificarea gradului de compactare conform prevederilor din proiect
- e)** refacerea părții carosabile a drumului conform prevederilor din proiect
- f)** refacerea trotuarelor
- g)** refacerea spațiilor verzi
- h)** executarea marcării și reparării rețelelor conform STAS 9570/1-89 Marcarea și reperarea rețelelor de conducte și cabluri, în localități.
- (5)** Înainte de execuția umpluturilor la cota finală se execută ridicarea topografică detaliată a conductei (plan și profil în lung) cu precizarea elementelor îngropate, căminelor, racordurilor, etc.
- a)** Releveele rețelelor se anexează Cărții Conduței și se introduc în Sistemul Geografic Informațional (dacă există), deținut de unitatea de exploatare a sistemului de canalizare a localității.
- 7.** Recepția lucrărilor de canalizare
- (1)** Recepția reprezintă acțiunea prin care beneficiarul acceptă și preia lucrarea de la antreprenor în conformitate cu documentația de execuție, certificându-se că executantul și-a îndeplinit obligațiile contractuale cu respectarea prevederilor proiectului. În urma recepției lucrării, aceasta trebuie să poată fi dată în exploatare.
- (2)** În vederea realizării recepției la terminarea lucrărilor, executantul va comunica investitorului data terminării lucrărilor prevăzute în contract, printr-un document confirmat de dirigintele de șantier. Comisiile de recepție vor fi numite de investitor și vor avea componența prevăzută de legislația specifică, în vigoare, privind regulamentul de recepție a lucrărilor de construcții și instalații aferente acestora, precum și regulamentul de recepție a lucrărilor de montaj utilaje, echipamente, instalații tehnologice și apunerii în funcțiune a capacităților de producție. Obligatoriu va fi prezent un reprezentant al investitorului și un reprezentant al administrației publice locale.
- (3)** Începerea recepției la terminarea lucrărilor va fi organizată de investitor în maximum 15 zile de la comunicarea terminării lucrărilor de către executant.
- (4)** În vederea recepției instalațiilor este obligatorie existența următoarelor acte legale:
- a)** procese verbale de lucrări ascunse;
- b)** procese verbale de probe tehnologice;
- c)** documente care atestă performanțele produselor;
- d)** dispoziții de șantier date de proiectant și verificate de verificatorul de proiect, pe parcursul execuției lucrărilor;
- e)** procese verbale întocmite la fazele determinante ale execuției, preliminar recepției.
- (5)** Comisia examinează:
- a)** execuția lucrărilor conform documentațiilor tehnice și a reglementărilor specifice, aplicabile domeniilor în cauză, în vigoare, cu respectarea cerințelor fundamentale aplicabile construcțiilor;
- b)** respectarea prevederilor din autorizația de construcție, din avize și a altor condiții de execuție;
- c)** terminarea tuturor lucrărilor de construcții autorizate conform contractului;
- d)** funcționarea sistemului realizat.
- (6)** Recepția finală se face la maxim 15 zile după expirarea perioadei de garanție și se organizează de beneficiar.
- (7)** Comisia de recepție examinează:
- a)** procesele verbale de recepție la terminarea lucrărilor;
- b)** finalizarea lucrărilor cerute la terminarea lucrărilor, acolo unde este cazul;
- c)** referatul investitorului privind comportarea instalațiilor în exploatare pe perioada de garanție;
- d)** analiza fiabilității acesteia, rezultată dintr-un studiu de specialitate.
- (8)** La terminarea recepției finale, comisia de recepție finală va consemna observațiile într-un proces verbal, conform actelor de reglementare specifice, aplicabile, în vigoare;
- (9)** Funcționarea în bune condiții a sistemului de canalizare, cu toate elementele componente, necesită luarea

următoarelor măsuri obligatorii:

- a) existența instrucțiunilor de exploatare și întreținere, cu respectarea legislației specifice, în vigoare;
- b) verificarea gradului de instruire a personalului de exploatare și însușirea de către acesta a prevederilor instrucțiunilor de exploatare și întreținere;
- c) asigurarea unui sistem corespunzător de informare și transmitere a datelor privind funcționarea acestora.

SECȚIUNEA 2: C: EXPLOATAREA SISTEMELOR DE CANALIZARE

1. Exploatarea lucrărilor de canalizare

1.1. Elaborarea Instrucțiunilor de Exploatare și Întreținere

(1) Exploatarea rețelei de canalizare și a stației de epurare cuprinde totalitatea operațiunilor și activităților efectuate de către personalul angajat în vederea funcționării corecte a sistemului de canalizare în scopul obținerii în final a unui efluent epurat care să respecte indicatorii de calitate impuși de actele normative specifice, aplicabile, în vigoare.

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

(3) Instrucțiunile de exploatare și întreținere vor fi elaborate prin grija beneficiarului (autorități locale, regie de gospodărie comunală, operatori economici, etc.) de operatorii de servicii conform legislației specifice, în vigoare, fie de către personalul propriu sau de entități de proiectare de specialitate, avându-se în vedere indicațiile din proiect, instrucțiunile de exploatare, avizele și recomandările organelor abilitate (companiile de gospodărirea apelor, inspectoratele sanitare și cele de protecția mediului), precum și prevederile legislative specifice, aplicabile, în vigoare.

(4) Instrucțiunile de exploatare și întreținere vor cuprinde în mod detaliat descrierea construcțiilor și instalațiilor sistemului de canalizare, releveele acestora, schema funcțională, modul în care sunt organizate activitățile de exploatare și întreținere, responsabilitățile pentru fiecare formație de lucru și loc de muncă, măsurile igienico - sanitare și de protecția muncii, de pază și de prevenire a incendiilor, sistemul informațional adoptat, evidențele ce trebuie ținute de către personalul de exploatare, modul de colaborare cu alți operatori economici, cu beneficiarul, etc.

(5) După definitivare, Instrucțiunile de exploatare și întreținere vor fi aprobate de către Consiliul de administrație al unității care exploatează sistemul de canalizare și de către autoritățile publice (primărie, consiliul local, consiliul județean, etc.).

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

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

1.2. Conținutul cadru al Instrucțiunilor de exploatare și întreținere

Instrucțiunile de exploatare și întreținere se vor întocmi având în vedere următoarele documentații principale:

- a) proiectul construcțiilor și instalațiilor sistemului de canalizare precum și toate documentațiile și actele modificatoare;
- b) releveele construcțiilor după terminarea lucrărilor de execuție, care țin seama de toate modificările efectuate pe parcursul execuției;
- c) planurile de situație, schemele funcționale, dispozițiile generale ale construcțiilor și instalațiilor;
- d) fișele de exploatare ale construcțiilor și instalațiilor elaborate de către proiectant;
- e) fișele tehnice ale utilajelor și echipamentelor montate în sistem;
- f) avizele organelor abilitate privind realizarea și exploatarea lucrărilor de investiție;
- g) documentația referitoare la recepția de la terminarea lucrărilor și de la recepția definitivă;
- h) cartea tehnică a construcțiilor;
- i) schema administrativă a personalului de exploatare.

2. Măsuri de protecția muncii și a sănătății populației

2.1. Măsuri de protecția și securitatea muncii la execuția, exploatarea și întreținerea sistemului de canalizare

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

(2) Accidentele și îmbolnăvirile pot fi cauzate în principal de:

- a) prăbușirea pereților tranșeelor sau excavațiilor realizate pentru montajul conductelor sau pentru fundații;
- b) căderea tuburilor sau a altor echipamente în timpul manipulării acestora;
- c) intoxicații sau asfrieri cu gazele toxice emanate (CO, CO₂, gaz metan, H₂S etc.);
- d) îmbolnăviri sau infecții la contactul cu mediul infectat (apa uzată);
- e) explozii datorate gazelor inflamabile;
- f) electrocutări datorită cablurilor electrice neizolate corespunzător din rețeaua electrică a stației;
- g) căderi în cămine sau în bazinul de aspirație al stației de pompare a apelor uzate menajere, etc.

(3) Pentru a preveni evenimentele de genul celor enumerate mai sus, se recomandă ca personalul care lucrează în rețeaua de canalizare să fie instruit.

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

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

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

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

(8) În unele cazuri există pericol de a se produce explozii datorită gazelor care se degajă din apele uzate, sau ca rezultat al unor procese de fermentare care se pot produce în rețelele de canalizare. În aceste situații, se respectă actele de reglementare specifice, aplicabile, în vigoare.

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

2.2. Măsuri de protecția și securitatea muncii pentru stațiile de pompare

(1) Pentru exploatarea stațiilor de pompare se vor respecta prevederile legislației specifice, aplicabile, în vigoare, privind regulile igienico-sanitare și de protecție a muncii. Dintre măsurile de bază, se prevăd următoarele:

a) se vor folosi salopete de protecție a personalului în timpul lucrului;

b) se va păstra curățenia în clădirea stației de pompare;

c) se va asigura întreținerea și folosirea corespunzătoare a instalațiilor de ventilație;

d) folosirea instalației de iluminat la tensiuni reduse (12-24 V), verificarea izolațiilor, a legăturilor la pământ precum și a măsurilor speciale de prevenire a accidentelor prin electrocutare la stațiile de pompare subterane unde frecvent se poate produce inundarea camerei pompelor;

e) folosirea servomotoarelor sau a mecanismelor de multiplicare a forței sau cuplului la acționarea vanelor în cazul automatizării funcționării stației de pompare;

f) la stațiile de pompare având piese în mișcare (rotori, cuplaje etc.), trebuie prevăzute cutii de protecție pentru a apăra personalul de exploatare în cazul unui accident produs la apariția unei defecțiuni mecanice.

g) pentru prevenirea leziunilor fizice, este necesar ca la efectuarea reparațiilor, piesele grele care se manipulează manual să fie ridicate cu ajutorul mușchilor de la picioare astfel încât să se evite fracturile și leziunile coloanei vertebrale;

h) pentru evitarea eforturilor fizice este rațional a se păstra în bune condiții de funcționare instalațiile mecanice de ridicat.

2.3. Măsuri de protecția și securitatea muncii pentru stațiile de epurare

(1) În exploatarea și întreținerea construcțiilor și instalațiilor din stația de epurare se vor respecta și aplica toate regulile de protecția muncii cuprinse în materialele cu caracter normativ ca și în actele care conțin prevederi ce au contingentă cu specificul lucrărilor și activităților care se desfășoară într-o stație de epurare.

(2) În cadrul instrucțiunilor de exploatare și întreținere se va insista în mod deosebit asupra regulilor și măsurilor privind:

a) accesul în diferite cămine și camere de inspecție a armăturilor sau aparaturii, în canale deschise, bazinele de aspirație a pompelor sau în bazinele obiectelor tehnologice etc., a personalului de exploatare din punct de vedere al coborârii, circulației în spațiile respective, manevrării capacelor și dispozitivelor respective, etc.;

b) circulația în lungul bazinelor deschise, pe platforma de manevră a robinetilor de introducere a reactivilor în bazine, etc.;

c) folosirea echipamentului de protecție și de lucru;

d) efectuarea unor operațiuni la lumină artificială, în medii cu un grad ridicat de umiditate;

e) marcarea cu panouri și plăcuțe avertizoare a locurilor periculoase (înaltă tensiune, pericol de cădere, acumulări de gaze inflamabile, etc.);

f) manevrarea panourilor de aerare, a electropompelor, vanelor, electrosuflantelor, mixerelor, etc.;

g) activitatea pe șantier ce se desfășoară cu ocazia remedierii avariilor (sprijinirea malurilor, coborârea în tranșee, folosirea utilajelor de intervenție ca motopompe, pickamere, electropompe, compresoare, macarale, aparate de sudură, etc.);

h) activitatea pe timp friguros care comportă măsuri deosebite privind echipele de lucru (în cazul instalațiilor în aer liber), circulația spre obiectele tehnologice și pe pasarele aferente unde accesul poate deveni periculos prin alunecare pe gheață, utilizarea sculelor și dispozitivelor pentru îndepărtarea gheții, ș.a.m.d.

i) asigurarea ventilării corespunzătoare a camerelor și a bazinelor înainte de accesul personalului de exploatare pentru prevenirea asfixierilor din lipsă de oxigen sau inhalării unor gaze letale;

j) folosirea echipamentului electric antiexploziv;

k) controlul periodic al atmosferei din spațiile închise pentru a determina prezența gazelor toxice și inflamabile;

l) interdicțiile privind utilizarea surselor de aprindere în apropierea instalațiilor, construcțiilor, canalelor și căminelor de vizitare unde s-ar putea produce și acumula gaze inflamabile;

m) circulația în jurul electropompelor, electrosuflantelor, a tablourilor electrice și a mixerelor din bazinul de epurare fizico-chimică și din stabilizatorul de nămol, nefiind admis ca în spațiile dintre agregate, dintre acestea și pereți, etc. să se depoziteze materiale, scule, piese ș.a. care să stingherească operațiunile de manevrare și control, de demontare-montare, revizii, etc.;

n) protejarea golurilor din planșee și pasarele cu parapete de protecție în cazul în care acestea nu au capace;

o) pasarelele de acces la diferitele părți ale instalațiilor să fie confecționate din tablă striată sau din panouri cu împletitură metalică și bordaj din cornier, în scopul reducerii pericolului de alunecare;

p) ungerea pieselor în mișcare să se facă numai după oprirea agregatelor respective;

q) manipularea agregatelor să se facă numai cu mijloace de ridicare adecvate, nefiind admisă folosirea de mijloace de ridicare improvizate;

r) asigurarea, în spațiile în care este necesar acest lucru, a microclimatului și a ventilației.

(3) La elaborarea Instrucțiunilor de exploatare și întreținere a stației de epurare, se va preciza modul în care se face instructajul personalului de specialitate, împropătarea periodică a cunoștințelor acestuia, afișarea la locurile de muncă a principalelor reguli de protecția muncii, acordarea primului ajutor în caz de accidentare, etc.

2.4. Protecția sanitară

(1) Instrucțiunile de exploatare și întreținere a rețelelor de canalizare și stațiilor de epurare vor cuprinde și prevederile legislative specifice, aplicabile, în vigoare, referitoare la aspectele igienico-sanitare.

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

(3) Privitor la protecția sanitară a stațiilor de epurare se va stabili (cu respectarea prevederilor legislației specifice, aplicabile, în vigoare), modul în care se reglementează, îndeosebi următoarele:

a) delimitarea și marcarea zonei de protecție (în cazul stațiilor de epurare izolate);

b) modul de utilizare a terenului care constituie zona de protecție;

c) execuția săpăturilor, depozitarea de materiale, realizarea de conducte, puțuri sau alte categorii de construcții în interiorul zonei de protecție.

(4) Operatorul economic care exploatează și întreține sistemul de canalizare este obligată să acorde îngrijirea necesară personalului de exploatare, în care scop:

a) va angaja personalul de exploatare numai după un examen clinic, de laborator și radiologic;

b) va asigura echipamentul necesar de lucru pentru personal (cizme, mănuși de cauciuc, ochelari de protecție, măști de gaze, centură de salvare cu frânghie, etc.) conform prevederilor legale în vigoare;

c) va face instructajul periodic de protecție sanitară (igienă) conform prevederilor legale în vigoare;

d) în stația de epurare va exista o trusă farmaceutică de prim ajutor, eventual un aparat de respirat oxigen cu accesoriile necesare pentru munca de salvare;

e) medicul care exploatează și întreține sistemul de canalizare este obligat să urmărească periodic (lunar) starea de sănătate a personalului de exploatare;

f) personalul stației de epurare se va supune vaccinării T.A.B. la intervalele prevăzute de actele normative specifice, aplicabile, în vigoare.

(5) funcție de mărimea și importanța stației de epurare, beneficiarul va lua măsurile de protecție și securitatea muncii, precum și de protecție sanitară care se impun pentru cazul respectiv.

2.5. Măsuri de protecție contra incendiului

(1) În general, în sistemele de canalizare (rețea, stație de epurare, gură de vărsare în emisar) pericolul de incendiu poate apare în locurile și în situațiile în care se pot produc gaze de fermentare sau degajări de vapori în canale datorate prezenței unor substanțe inflamabile (eter, dicloretan, benzină, etc.) în apa uzată provenită de la unele industrii sau societăți comerciale/operatori economici, care nu respectă la evacuarea în rețeaua de canalizare, prevederile tehnice legale, aplicabile, în vigoare.

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

(3) În toate spațiile cu risc mare de incendiu se vor respecta prevederile Normelor generale de apărare împotriva incendiilor, precum și prevederile specifice fiecărui domeniu de activitate.

(4) În toate aceste locuri se vor lua măsurile cerute de normele generale și specifice de pază și prevenire contra incendiilor, funcție de natura pericolului respectiv. De asemenea, se vor respecta prevederile legale specifice, aplicabile, în vigoare.

(5) Dintre măsurile suplimentare care trebuie luate, se menționează mai jos câteva, specifice construcțiilor și instalațiilor din sistemul de canalizare:

a) asigurarea ventilării corespunzătoare a camerelor și a bazinelor înainte de accesul personalului de exploatare pentru prevenirea asfixierilor din lipsă de oxigen, inhalării unor gaze letale sau aprinderii unor vapori inflamabili;

b) folosirea echipamentului electric antiexploziv;

c) controlul periodic al atmosferei din spațiile închise pentru a determina prezența gazelor toxice și inflamabile;

d) interdicțiile privind utilizarea surselor de aprindere în apropierea instalațiilor, rezervoarelor de fermentare a nămolului, construcțiilor, canalelor și căminelor de vizitare unde s-ar putea produce și acumula gaze inflamabile;

e) marcarea cu panouri și plăcuțe avertizoare a locurilor periculoase (înaltă tensiune, pericol de cădere, acumulări de gaze inflamabile, etc.);

(6) Dintre măsurile strict necesare se mai menționează prevederea de hidranți de incendiu exterior în locurile și la distanțele recomandate de Normele de pază și securitate contra incendiilor, iar în clădiri, magazii, depozite, a hidranților interiori necesari, a stingătoarelor de incendiu și chiar a unor rețele de sprinclere, dacă este cazul.

(7) Echiparea și dotarea spațiilor cu instalații de detectare, semnalizare, alarmare și stingere a incendiilor se va face ținând cont de prevederile Normelor generale de apărare împotriva incendiilor, precum și cele ale reglementărilor tehnice specifice, aplicabile, în vigoare.

Publicat în Monitorul Oficial cu numărul 660 bis din data de 28 octombrie 2013