

Acest dosar este prezentat exclusiv pentru informare.

Stimate cititor!

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

Copiind si pastrind dosarul in cauza,

DVS va asumați toata responsabilitatea in conformitate cu legislația in vigoare.

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

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

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

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

CURS
STATII DE EPURARE

CUPRINS

Capitolul I – Considerații generale.....	5
1.1 Generalități	5
1.2 Clasificarea poluanților din apele uzate.....	6
1.3 Caracteristicile apelor uzate	8
1.3.1 Caracteristici fizice.....	8
1.3.2 Caracteristici chimice.....	9
1.3.3 Caracteristici biologice.....	14
1.4 Calculul concentrațiilor de poluanți la intrarea în stația de tratare.....	14
1.5 Numărul echivalent de locuitori (Ne).....	16
1.6 Debitele de calcul ale stațiilor de tratare.....	16
Capitolul II – Determinarea gradelor de epurare	22
2.1 Condiții de calitate și de deversare.....	22
2.2 Gradul de epurare necesar	31
2.2.1 Relații generale.....	31
2.2.2 Determinarea gradului de epurare.....	33
2.2.2.1 Considerații teoretice privind determinarea gradelor de epurare	33
2.2.2.2 Programe de calcul pentru determinarea gradelor de epurare.....	42
Capitolul III – Procedee de tratare a apelor uzate. Scheme tehnologice.....	54
3.1 Procese și procedee de tratare a apelor uzate	54
3.1.1 Procedee de tratare fizico-mecanică	55
3.1.2 Procedee de tratare fizico-chimică	57
3.1.3 Procedee de tratare biologică.....	57
3.2 Scheme clasice de tratare a apelor uzate.....	60
Capitolul IV – Construcții și instalații pentru compensarea debitelor.....	86

Capitolul I

Considerații generale

1.1. Generalități

Apele uzate sunt ape naturale care și-au modificat caracteristicile chimice și biologice în urma activităților umane, ape ce sunt colectate în sisteme de canalizare. Apele naturale sunt poluate cu impurități, devenind ape uzate prin utilizarea lor de către om, în cele mai diverse scopuri practice, prin contactul apelor meteorice (ploaie, zăpadă) cu produse poluante ce se găsesc în aer (oxizi de sulf, azot, amoniac, pulberi ce conțin acizi metalici, gudroane ș.a.) și sol (deșeuri menajere, industriale, îngrășăminte, pesticide, ș.a.).

Apele uzate pot fi:

- ape uzate menajere, rezultate din satisfacerea nevoilor gospodărești ale centrelor poluate, precum și ale nevoilor gospodărești, igienico – sanitare, și social administrative ale diferitelor feluri de unități publice, industriale, agrozootehnice, ș.a.
- ape uzate industriale rezultate de la industria locală și de industria republicană de orice natură, precum și alte activități asemănătoare, construcții, transporturi, ș.a.;
- ape uzate de la unități agrozootehnice;
- ape uzate meteorice;
- ape uzate subterane provenite din construcții pentru drenare, cu scop de coborâre a nivelului apelor subterane.

Apele uzate pot fi colectate și transportate prin sisteme de canalizare unitare, separate sau mixte spre stațiile de tratare a apelor uzate (stații de

epurare).

Amestecul apelor uzate în sistemele de canalizare a centrelor populate poartă denumirea simbolică de ape uzate orășenești.

Stațiile de tratare sunt concepute și realizate cu scop de depoluare a apelor uzate, astfel încât la evacuarea acestora în mediul înconjurător să nu aducă modificări ale acestuia.

Apele uzate epurate pot fi evacuate în receptori de tipul cursurilor de apă (emisari), depresiuni, soluri permeabile ș.a.

1.2. Clasificarea poluanților din apele uzate

Datorită complexității poluanților din apele uzate aceștia pot fi clasificați după starea fizică și proveniență conform schemei din figura nr. 1.1.

Procesele de tratare a apelor uzate sunt influențate în mod direct atât de proveniență cât și de starea fizică a poluanților motiv pentru care trebuie ținut cont în conceperea stațiilor de tratare de prezentarea de mai jos.

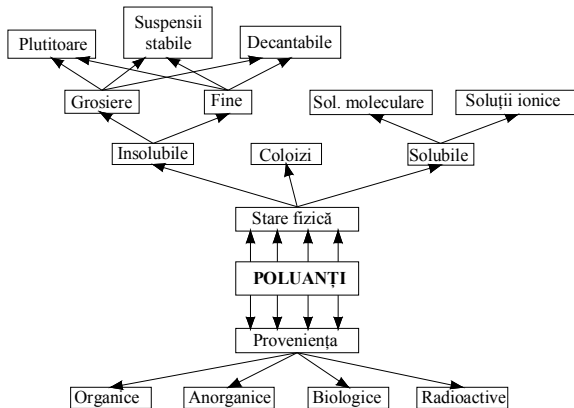


Figura 1.1. Clasificarea poluanților din apele uzate

Din punct de vedere al stării fizice apele uzate conțin substanțe poluante insolubile, coloidale și solubile.

Substanțele insolubile din apă după mărime pot fi grosiere și fine.

Substanțele insolubile pot fi eliminate din apa uzată în cea mai mare proporție prin procedee fizice cu ponderea maximă în treapta mecanică a stației de tratare. În cadrul treptei mecanice impuritățile grosiere sunt reținute și eliminate în grătare, site, separatoare de grăsimi, iar cele fine în denisipatoare și decantoare. Cu ajutorul obiectelor prezentate putem elimina din apele uzate atât substanțele plutitoare ca și pe cele decantabile în proporție de 50%.

Pentru a elimina **suspensiile stabile și coloizii** din apele uzate se impune folosirea procedurii de coagulare prin introducerea de reactivi, sau prin aerare și folosirea nămolului activ în exces. Procesul de coagulare poate avea loc în decantoarele treptei mecanice sau în obiectele separate de tipul preaeratoarelor. Substanțele insolubile nereținute în treapta mecanică, **colizii și substanțele solubile** de proveniență organică biodegradabile sunt eliminate în treapta biologică. Substanțele solubile de natură organică nebiodegradabile sunt eliminate prin procedee de finisaj în treapta finală terțiară.

Din punct de vedere al provenienței poluanților aceștia pot fi de natură organică, anorganică și radioactivă.

Substanțele organice pot fi de proveniență vegetală (resturi de plante, fructe ș.a.) sau animală (materii fecaloide , resturi de carne ș.a.). Din gama substanțelor organice ne interesează în mod special carbonul organic ce poate fi reținut în treapta biologică prin reducerea consumului biochimic de oxigen (CBO) și azotul organic ce poate fi redus în faza de nitrificare.

Substanțele anorganice pot fi insolubile (nisip, zgură, cărbune ș.a.) și solubile (hidrocarburi, sulfuri, acizi și uleiuri minerale, alcoolii ș.a.). Substanțele anorganice insolubile se pot separa cu ajutorul denisipatoarelor și a separatoarelor de ulei, iar cele solubile nu sunt urmărite din punct de vedere al tratării în stațiile orășenești ele constituind obiectul tratării în stațiile de preepurare industriale atunci când este cazul.

Poluarea biologică a apelor uzate este caracterizată de prezența

bacteriilor, virusuri și fagi ce pot provoca răspândirea bolilor contagioase, motiv pentru care se impune dezinfectarea apelor înainte de evacuarea în emisar.

Poluarea radioactivă a apelor uzate poate avea loc datorită materiilor provenite din industria extractivă din laboratoare care utilizează aceste substanțe, sau din practica industrială și agricolă. Datorită faptului că apele uzate orășenești conțin cantități nesemnificative de materii radioactive, tratarea apelor din punct de vedere a radioactivității nu are loc în cadrul stațiilor de epurare orășenești.

După **acțiunea nocivă** asupra mediului înconjurător aceleași substanțe poluante prezentate anterior pot fi grupate în substanțe toxice (ionii metalelor grele, fenoli ș.a.), substanțe explozibile (gaze de fermentare, vapori de produse petroliere, ș.a.) și substanțe agresive (hidrogen sulfurat, sulfuri, cloruri, bicarbonați, ș.a.).

1.3. Caracteristicile apelor uzate

Caracterizarea compoziției apelor uzate din punct de vedere a depoluării acestora se face în baza analizelor de laborator ce urmăresc o serie de caracteristici fizice, chimice și biologice.

1.3.1. Caracteristici fizice

Principalele caracteristici fizice ce sunt urmărite în cadrul stațiilor de tratare a apelor uzate sunt: turbiditatea, culoarea, mirosul și temperatura.

Turbiditatea apei uzate indică numai în linii mari conținutul de materii în suspensii. Poate fi măsurată în grade pe scara silicei, mg/l - metoda cu caolin, cm col H₂O prin care este văzut un text standard. Această analiză se poate efectua foarte repede motiv pentru care personalul poate sesiza cu ușurință schimbarea bruscă a compoziției apelor.

Culoarea apelor uzate proaspete este gri deschis. Prin fermentarea

substanțelor organice din apă, culoarea apelor uzate devine mai închisă. Apele uzate care au culori diferite de cele mai sus indicate, arată evacuarea în rețeaua publică a unor cantități importante de ape uzate industriale, care pot da culori diferite în conformitate cu proveniența și natura poluanților.

Mirosul. Apele uzate proaspete au un miros specific greu perceptibil. Cu cât timpul de transport în sistemul de canalizare este mai mare există posibilitatea ca în apa uzată să apară procese de fermentare anaerobă, proces caracterizat de un miros specific ce seamănă cu mirosul de ouă clocite. În cazul în care apele uzate conțin diferiți poluanți peste limitele admise în rețeaua de canalizare publică, aceștia pot produce diferite mirosuri de cele mai multe ori neplăcute.

Cu ajutorul acestor trei analize, turbiditate, culoare, miros, se pot ușor detecta deversări cu poluanți peste limitele admisibile, ceea ce permite personalului de exploatare să ia urgent măsurile de rigoare pentru a preveni deteriorarea proceselor de tratare a apelor uzate.

Temperatura apelor uzate orășenești este de obicei cu 2...3°C mai ridicată față de apele din rețeaua de alimentare ea fiind dependentă de prezența apelor uzate industriale. Temperatura este un factor ce influențează procesele de tratare. Astfel ea poate modifica în mai mică măsură procesul de coagulare și decantare, dar modifică pregnant procesele de epurare biologică (prin modificări asupra reacțiilor biochimice și a celor de dizolvare).

1.3.2. Caracteristicile chimice

Concentrația de ioni de hidrogen (pH) este un indicator care influențează procesele de tratare biologice și chimice, în stația de tratare a apelor uzate valoarea pH-ului trebuind să fie cuprinsă între 6-8,5.

Potențialul de reducere prin oxidare (potențial Redox, rH). Potențialul de oxidoreducere furnizează informații asupra puterii de oxidare sau reducere a apei sau nămolului. În scara Redox, notația rH exprimă

inversul logaritmului presiunii de oxigen. Rezultatele stabilite în milivoltji pot fi puse sub formă logaritmică cu ajutorul notației rH. Scara de măsură a potențialului Redox are ca valori extreme 0 și 42. Valori sub 15 înseamnă că proba se găsește în faza de reducere, corespunzătoare fermentării anaerobe; valori peste 25 caracterizează o probă în faza de oxidare anaerobă, de exemplu nămolul activ. Testul cu albastru de metilen are valori ale rH = 13,5...15,0.

Oxigenul dizolvat (O_2) este unul din elementele chimice care caracterizează cel mai bine starea de poluare a unei ape. Oxigenul se găsește în cantități mici în apele uzate (1-2 mg/l), însă numai când sunt proaspete și după epurarea biologică. Oxigenul dizolvat reprezintă un parametru ce caracterizează funcționarea corectă a epurării biologice aerobe. Determinarea oxigenului dizolvat poate fi realizată prin metoda Winckler sau prin metode electro-chimice.

Materii în suspensii (M.S.), reprezintă substanțele insolubile din apă, care se pot separa prin filtrare, centrifugare sau sedimentare. În funcție de greutatea specifică materiile în suspensie pot fi sedimentabile, nesusimentabile și plutitoare.

Separarea materiilor în suspensie se face prin filtrare sau centrifugare urmată de uscare la 105° și cântărirea reziduului. Rezultatul se exprimă în mg/l. Materiile în suspensie sedimentabile se determină prin metoda volumetrică cu ajutorul conurilor Imhoff sau a cilindrilor gradați, măsurându-se în ml/l. O altă posibilitate este determinarea gravimetrică folosindu-se conuri Imhoff și metoda de determinare a materiilor în suspensie, măsurându-se în mg/l. Materiile în suspensie sedimentabile raportate procentual față de materiile în suspensie totale ne indică randamentul procesului de decantare. Determinările materiilor în suspensie plutitoare se face după metode folosite la cele sedimentabile, cu modificarea că se urmăresc materiile în suspensie ridicate la suprafață.

Pentru a determina raportul dintre substanțele minerale și cele organice din materiile în suspensie, se recurge la calcinarea acestora la 600-800°C. Pierderea prin calcinare reprezintă substanțele organice, iar rezidul rezultat la calcinare reprezintă substanțe minerale.

Materii solide totale reprezintă suma materiilor solide în suspensie și a materiilor solide dizolvate. Pentru determinarea materiilor solide totale se recurge la evaporarea probei de apă naturală, rezidul reprezentând conținutul total de materii solide. Pentru determinarea materiilor solide dizolvate se procedează la fel ca mai sus, cu apa rezultată în urma filtrării, la stabilirea materiilor în suspensie. Prin preluarea de probe după diferite trepte de tratare putem aprecia randamentul epurării apelor uzate, cunoscând materiile solide totale (minerale și organice).

Substanțele organice ca prezență în apele uzate reprezintă un indicator foarte important pentru că acestea constituie un factor de poluare predominant, care urmează a fi eliminat în treapta biologică. Tehnologiile de tratare a apelor uzate sunt concepute cu scopul de a elimina conținutul global de substanțe organice.

Concentrația substanțelor organice din apele uzate se poate determina prin consumul de oxigen necesar pentru descompunerea lor. S-a adoptat ca echivalent al substanței organice consumul de oxigen deoarece la evacuarea apelor uzate în emisar se produce o diminuare a oxigenului dizolvat existent în acestea ca urmare a descompunerii lor ceea ce poate provoca distrugerea fondului piscicol și în general a tuturor organismelor acvatice. Pe de altă parte oxigenul este necesar proceselor anaerobe de epurare sau de autoepurare, folosindu-se consumul de oxigen la dimensionarea treptei biologice. Consumul chimic de oxigen (CCO-Cr) măsoară conținutul de carbon din toate felurile de materii organice prin stabilirea oxigenului consumat din bicarbonatul de potasiu în soluție acidă.

Determinarea nu oferă posibilitatea de a diferenția materia organică

biodegradabilă și nebiodegradabilă din apa uzată. Din această cauză este folosit un alt indicator, consumul biochimic de oxigen (CBO) care reprezintă cantitatea de oxigen necesară pentru descompunerea sub influența microorganismelor, a substanțelor organice. Consumul biochimic de oxigen caracterizează partea biodegradabilă din materiile organice exprimate în CCO, CBO măsoară direct consumul de oxigen cerut de organismele care produc descompunerea și indirect cantitatea de materii organice ce se pot descompune.

Deci CBO poate fi mai mic sau egal cu CCO. Valoarea CBO/CCO ne dă informații privind eficiența treptei biologice în reducerea de substanțe organice. Când raportul CBO/CCO este mai mic sau egal cu 0,5 se recomandă folosirea treptei biologice. Cu cât descompunerea substanțelor organice sub influența microorganismelor este mai mare cu atât raportul CBO/CCO este mai mic.

Azotul total reprezintă suma amoniacului liber, azotului organic, nitriților și a nitraților. Azotul organic și amoniacul liber sunt luați ca indicatori ai substanțelor organice azotoase prezente în apa uzată, iar amoniacul proteic drept indicator al azotului organic care se descompune. Amoniacul liber este rezultatul descompunerii bacteriene a materiilor organice și se regăsește în cantități de 15-50 mg/l în apa uzată brută (la intrarea în stația de epurare).

Apele uzate proaspete au un conținut relativ mare de azot organic și scăzut de amoniac proaspăt, iar cele mai puțin proaspete au un conținut mare de amoniac liber și scăzut de azot organic. Amoniacul constituie o formă intermediară în ciclul complex al azotului. În stadiul său inițial amoniacul este un gaz solubil, dar în anumite condiții ale pH-ului el se transformă fie într-un compus necombinat, fie sub formă ionizată, formă denumită azot amoniacal, ce este asimilabilă de către bacterii și folosită la generarea celulelor noi.

Se recomandă pentru funcționarea în bune condiții a treptei biologice ca proporțiile între concentrația de materii organice exprimate în CBO și azot

să fie CBO/N=100/5.

Nitriții reprezintă faza intermediară între amoniac și nitrați iar prezența lor se datorează oxidării bacteriene a amoniacului. Nitrații reprezintă stadiul final de oxidare a azotului organic și amoniacal. Prezența nitraților indică o epurare biologică completă a apelor uzate și caracterizează o apă stabilă în ce privește transformările ce pot avea loc.

Fosforul ca prezență în apele uzate ne interesează sub formă de fosfați, aceștia fiind compuși biogeni. Pentru desfășurarea corectă a proceselor biologice de epurare este necesar ca acești compuși biogeni ai fosforului și cei ai azotului să fie prezenți în apele uzate în raport CBO5/N/P=100/5/1.

Clorurile și sulfurile nu aduc modificări esențiale proceselor de epurare, însă ele trebuie cunoscute deoarece clorurile într-o cantitate mai mare de 200 mg/l trebuie luate în considerare la stabilirea CCO-ului și eliminate din calcul, iar sulfații în condiții anaerobe sunt reduși la sulfuri. Acestea din urmă prezintă agresivitate față de materialele din care este executată stația de tratare.

Substanțele extractibile din apele uzate pot fi grăsimile (animale și vegetale), hidrocarburile (uleiuri minerale, hidrocarburi grele, ș.a.), acizi grași, unele insecticide, săpunuri, grăsimi, gudroane, ș.a. Substanțele extractibile cu eter de petrol se determină sub două forme: substanțe total extractibile și săpunuri și esteri complecși.

Detergenții sunt de trei categorii: anionici, cationici și neionici. Detergenții anionici evacuați din gospodărie și industrie sunt cei mai dăunători în procesele de epurare. Cele mai importante prejudicii produse de detergenți sunt: coboară tensiunea apei la suprafață sau a interfețelor și în acest fel mărește umiditatea substanțelor cu care intră în contact, emulsionează grăsimile și uleiurile, dispersează sau defloculează materii coloidale, plutesc și înspumează, distrug bacterii sau alte organisme necesare epurării

biologice.

Cu toate că acest consum biochimic de oxigen al detergenților sintetici este mai mic decât al săpunurilor, emulsionarea uleiurilor și deflocularea substanțelor coloidale produc prejudicii grave în sedimentarea materiilor solide în suspensie, lăsând să treacă mai departe numai unele dintre acestea. Se produce astfel o creștere a încărcării organice în instalația biologică, scăzând randamentul acestora precum și producția de gaz în metantancuri.

În bazinele de nămol activ procesul de oxigenare este redus datorită prezenței la suprafața apei a spumei produse de detergenți.

Substanțele toxice din apa uzată sunt caracteristice pentru apele uzate industriale, ele având o limită admisibilă în cazul deversării în rețeaua de canalizare. Principalele substanțe toxice urmărite în analizele de laborator ale apelor uzate sunt: crom total (Cr), cupru (Cu), cadmiu (Cd), nichel (Ni), zinc (Zn), plumb (Pb), cu concentrația maximă admisibilă de 1 mg/l.

1.3.3. Caracteristici biologice

Din gama caracteristicilor biologice ne interesează indicatorii bacteriologici care cuprind numărul total de bacterii care se dezvoltă pe agar și numărul de bacili coli. În mod suplimentar conform situației și posibilităților existente se mai pot efectua determinări de streptococ fecal, salmonella, bacteriofagi, euterici, enterovirusuri, ouă de paraziți, leptospire, ș.a.

1.4. Calculul concentrațiilor de poluanți la intrarea în stația de tratare

În cazul când trebuie făcută proiectarea pentru o rețea de canalizare și o stație de tratare neexistente ne folosim de o serie de date empirice pornind de la cantitățile specifice de poluanți și normele de consum pentru nevoi gospodărești folosite pentru canalizări.

$$C_{pol} = \frac{a \cdot 1000}{q_i} \quad [mg / l] \quad (1.1)$$

unde: C_{pol} – concentrația de poluanți (mg/l);
 a – cantitatea specifică de poluant ce revine pe cap de locuitor pe zi (g S.U./zi om);
 q_i – debit mediu specific pe om și zi pe categorii de confort edilitar (l/om zi).

Tabelul 1.1. Cantități specifice de poluanți ce revin pe cap de locuitor pe zi

Nr. crt.	Indicatori	Cantitatea specifică de poluanți (g S.U./om zi)
1	materii în suspensie (m.s.)	65
2	CBO total al probei nesedimentabile	75
3	azot amoniacal (NH4)	8
4	fosfați (P2O5)	3,3
5	cloruri (Cl-)	9
6	detergenți	2,5

Notă: În cazul în care există locuitori ce sunt racordați la rețeaua de alimentare cu apă potabilă și nu sunt racordați la rețeaua de canalizare se consideră că aceștia dispun de fose septice.

Curățirea foselor septice prin vidanjanre influențează concentrațiile în poluanți la intrarea în stațiile de epurare în proporție de 33% față de concentrațiile cantităților specifice prezentate în tabelul 1.1. Debitul mediu specific pe om și zi în acest caz se consideră 25 l/om zi.

Relația de calcul este prezentată mai jos:

$$C'_{pol} = \frac{0,33 \cdot a \cdot 1000}{25} \quad [mg / l] \quad (1.2)$$

Concentrațiile provenite de la apele uzate industriale se preiau prin similitudine cu industrii de aceeași profil sau sunt prezentate de tehnologii de specialitate din ramura respectivă.

Amestecul concentrațiilor în apele uzate influențate în stația de tratare C_{pol}^{med} se calculează cu următoarea relație:

$$C_{pol}^{med} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{pol} \cdot Q_{uz.zi.med}^{men.} + \sum_{j=1}^m C_{pol}^{ind} \cdot Q_{uz.zi.med}^{ind.}}{\sum_{i=1}^n Q_{uz.zi.med}^{men.} + \sum_{j=1}^m Q_{uz.zi.med}^{ind.}} \quad (1.3)$$

unde: $i = 1 \dots n$ – grade de confort edilitar;
 $Q_{uz.zimed}^{men}$ – debitul uzat zilnic în mediu menajer (mc/zi);

$j = 1 \dots m$ – numărul de industrii;
 C_{pol}^{ind} – concentrația în poluanți industriali (mg/l);
 $Q_{uz.zimed}^{ind}$ – debitul uzat zilnic mediu industrial (mc/zi).

1.5. Numărul echivalent de locuitori (Ne)

Aportul de concentrații cu care apele uzate industriale intervin în rețeaua de canalizare și stația de epurare poate fi stabilit și ca număr echivalent de locuitori.

$$Ne = \frac{\sum_{j=1}^m C_{pol}^{ind} \cdot Q_{uz.zi.med}^{ind}}{a} \quad [loc] \quad (1.4)$$

Acest număr echivalent de locuitori intră în calculele de dimensionare a obiectelor din stațiile de tratare prin însumarea cu numărul de locuitori de perspectivă.

1.6. Debiturile de calcul ale stațiilor de tratare

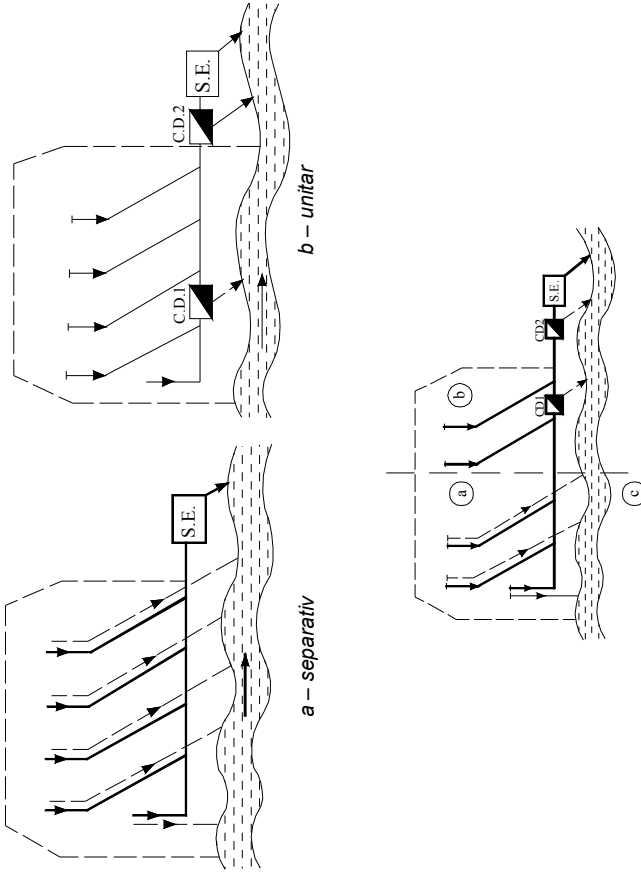
Debiturile influente în stațiile de tratare depind de tipul sistemelor de canalizare, respectiv sistemul unitar sau sistemul separativ sau sistemul mixt, conform figurii 1.2

În cazul sistemului de canalizare unitar debiturile ce caracterizează dimensionarea stației de tratare sunt:

- debitul uzat orar maxim ($Q_{uz.or.max.}$);
- debitul uzat zilnic maxim ($Q_{uz.zi.max.}$);
- debitul meteoric ce ajunge în stația de tratare (Q_{pj}).

La dimensionarea stațiilor de tratare ce prelucrează debiturile provenite dintr-un sistem de canalizare separativ se consideră numai $Q_{or.max.}$ și $Q_{uz.zi.max.}$ ca debite inițiale.

Verificarea dimensionărilor hidraulice se face la debitul uzat orar minim ($Q_{or.min.}$).



c - mixt
Figura 1.2. Sisteme de canalizare
S.E. – stații de epurare (tratare); CD – camere deversoare

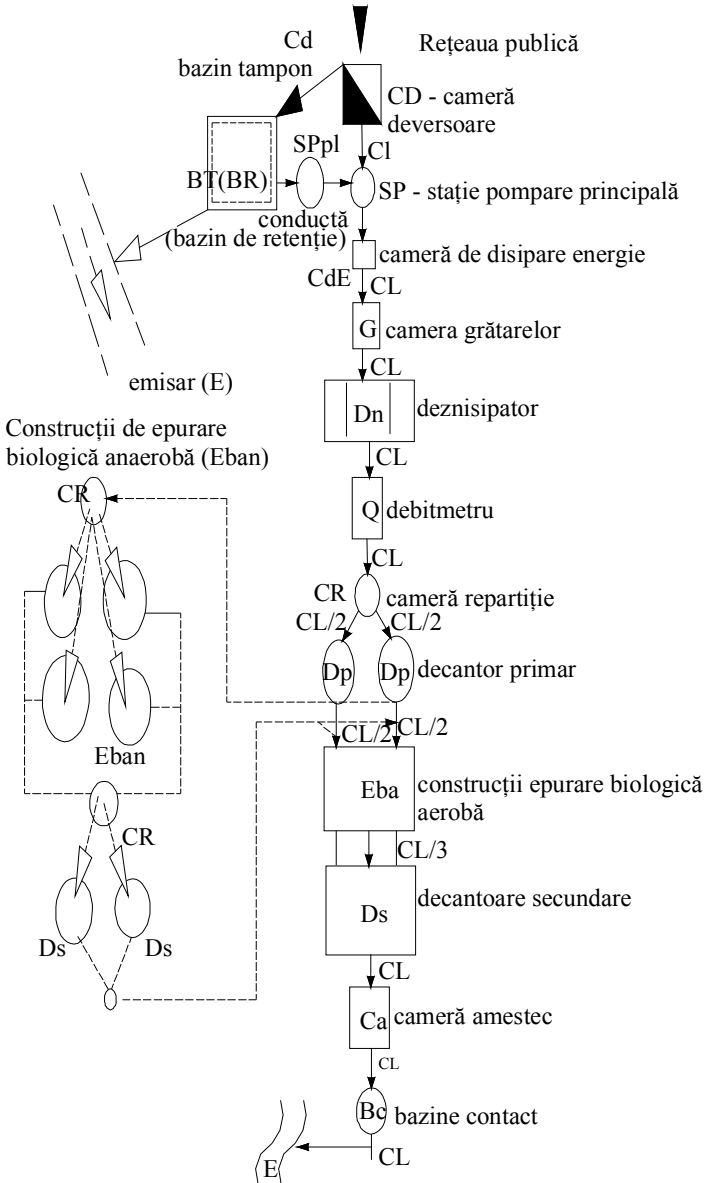


Figura 1.3. Obiectele stației de tratare (circuit apă uzată) variante

Tabelul 1.2. Debite pentru dimensionarea și verificarea obiectelor stațiilor de tratare

Nr. crt.	Obiectele stației de tratare		Sisteme de canalizare					
	Denumire	Simb.	separativ		cu bazin tampon pentru debite meteorice		fără bazin tampon pentru debite meteorice	
			debit de					
			dim.	verif.	dim.	verif.	dim.	verif.
1	Camera deversoare	CD			Q _c		Q _c	
2	Canal deversor	Cd			Q=Q _{uz.or.max.}	Q _{pl}	Q _c - Q _{uz.or.max.}	
3	Bazin tampon (retenție)	BT (BR)			Q _{pl}		Q _c - 2Q _{uz.or.max.} - Q _{adm}	
4	Stație pompare ape meteorice	SP _{p1}			Q _{uz.or.max.} - Q _{uz.or.min.}	Q _{pl} /24		
5	Canal de legătură între CD și SPpl	C1			Q _{uz.or.max.}	Q _{uz.or.min.}		
6	Stație de pompare (SP) principală	SP	Q _{uz.or.max.}	Q _{uz.or.min.}	Q _{uz.or.max.}	Q _{uz.or.min.}	2 Q _{uz.or.max.}	Q _{uz.or.min.}
7	Camera de disipare a energiei	CdE	Q _{uz.or.max.}	Q _{uz.or.min.}	Q _{uz.or.max.}	Q _{uz.or.min.}	2 O	Q _{uz.or.min.}
8	Canal de legătură între obiectele stației	CL	1/4 Q _{uz.or.max.}	Q _{uz.or.min.}	1,4 Q _{uz.or.max.}	Q _{uz.or.min.}	2,8 Q _{uz.or.max.}	Q _{uz.or.min.}
9	Camera grătarelor	G	Q _{uz.or.max.}	Q _{uz.or.min.}	Q _{uz.or.max.}	Q _{uz.or.min.}	2 Q _{uz.or.max.}	Q _{uz.or.min.}
10	Desnisipator	Dn	Q _{uz.or.max.}	Q _{uz.or.min.}	Q _{uz.or.max.}	Q _{uz.or.min.}	2 Q _{uz.or.max.}	Q _{uz.or.min.}
11	Debitmetru	Q	Q _{uz.or.max.}	Q _{uz.or.min.}	Q _{uz.or.max.}	Q _{uz.or.min.}	2 Q _{uz.or.max.}	Q _{uz.or.min.}
12	Camera repartiție	CR	Q _{uz.or.max.}	Q _{uz.or.min.}	Q _{uz.or.max.}	Q _{uz.or.min.}	2 Q _{uz.or.max.}	Q _{uz.or.min.}
13	Decantoare primare	Dp	Q _{uz.or.max.}	Q _{uz.or.min.}	Q _{uz.or.max.}	Q _{uz.or.min.}	Q _{uz.or.max.}	Q _{uz.or.min.}
14	Constr. epurare biologică anaerobă	Eban	Q _{uz.or.max.}		Q _{uz.or.max.}		2 Q _{uz.or.max.}	
15	Constr. epurare biologică aerobă, filtre	Eba	Q _{uz.or.max.}		Q _{uz.or.max.}		2 Q _{uz.or.max.}	
16	Constr. epurare biologică aerobă, bazin de aerare	Eba	Q _{uz.or.max.}		Q _{uz.or.max.}		2 Q _{uz.or.max.}	
17	Decantoare secundare	Ds	Q _{uz.or.max.}		Q _{uz.or.max.}		2 Q _{uz.or.max.}	
18	Camera de amestec	Ca	Q _{uz.or.max.}	Q _{uz.or.min.}	Q _{uz.or.max.}	Q _{uz.or.max.}	2 Q _{uz.or.max.}	Q _{uz.or.min.}
19	Bazin de contact	Bc	Q _{uz.or.max.}		Q _{uz.or.max.}		2 Q _{uz.or.max.}	

Atât la dimensionare cât și la verificare, indiferent de sistemul de canalizare, trebuie cunoscută cronograma de debite. Acesta reprezintă variația orară a debitelor (sumate) la intrarea în stația de tratare.

Obiectele stațiilor de tratare prezentare în fig. 1.3 vor fi dimensionate și verificate conform debitelor prezentate în tabelul 1.2.

La începutul procesului tehnologic de tratare a apelor uzate în cazul sistemului de canalizare unitar datorită debitului meteoric ce intervine

accidental și cu variații mari cantitative pentru a nu supradimensiona obiectele stației din dorința de a realiza un proces tehnologic corect se impun următoarele variante:

1 – amplasarea unei camere deversoare ce permite ca fluxul tehnologic să fie dimensionat la $Q_{uz.or.max.}$. Apele suplimentare pe timp de ploaie sunt transportate prin canalul deversor la un bazin tampon dimensionat la $Q_{pl.}$. Aceste ape sunt preluate de o stație de pompare ape meteorice și reintegrate în circuitul apei atunci când debitele influente în stația de tratare sunt mai mici decât $Q_{uz.or.max.}$. Stația de pompare este verificată la posibilitatea de a evacua apele din bazinul tampon în maxim 24 de ore. Pentru disiparea energiei apei pompate este preferabil ca descărcarea apelor din conducta de refulare să aibă loc în bazinul de compensație a stației de pompare principală.

2 – amplasarea unei camere deversoare ce permite ca fluxul tehnologic să fie dimensionat la $2 Q_{uz.or.max.}$. În acest caz apa suplimentară pe timp de ploaie evacuată în camera deversoare este transportată prin canalul deversor la un bazin de retenție. Acest bazin este dimensionat la $Q_c - 2 Q_{uz.or.max.} - Q_{adm}$, unde Q_c este debitul de calcul influent în stația de tratare pe timp de ploaie, Q_{adm} este debitul amestecului de ape meteorice și uzate ce poate fi evacuat neepurat în emisar, ținându-se seama de condițiile de calitate impuse de normele de deversare a apelor în emisar.

Considerăm varianta 1 ca variantă optimă de dimensionare față de varianta 2, deoarece prezintă următoarele avantaje: micșorarea dimensiunilor obiectelor stației de tratare cu 50% și reducerea valorii de investiție; tratarea totală a amestecului de ape uzate și meteorice influente în stație; uniformizarea ca debite, ca tehnologii de tratare în stație.

Canalele de legătură între obiectele stației de epurare se dimensionează cu un spor de debite de 40% pentru ca acestea să poată prelua surplusul de debit la o eventuală extindere.

Dimensionarea obiectelor la care timpul de retenție hidraulic nu depășește două ore se face la $Q_{uz.or.max}$. Singurele obiecte ce vor fi dimensionate la debitul uzat zilnic maxim ($Q_{uz.zi.max}$) sunt construcțiile de epurare biologică anaerobă.

Bazinele de aerare, din cadrul treptei de epurare biologică aerobă, se vor dimensiona la debitul uzat mediu preluat din cronograma de debite orare maxime a orelor de vârf consecutive egale cu timpul de aerare ($Q_{uz.or.max}^{men} med$).

Capitolul II

Determinarea gradelor de epurare

Procedeele de tratare a apelor uzate și schemele tehnologice ce determină alegerea obiectelor din cadrul unei stații de tratare a apelor uzate sunt condiționate de caracteristicile apei uzate influente și de parametrii impuși efluentului la deversarea în emisar. Schemele tehnologice ale stațiilor de tratare sunt condiționate de gradul de epurare necesar, definit prin procentul de reducere a unor părți din elementele fizice, chimice și biologice în procesele de tratare a apelor uzate, în așa fel încât efluentul să îndeplinească condițiile normate privind deversarea apelor uzate în mediul înconjurător.

2.1. Condiții de calitate și de deversare

Apele uzate la intrarea în stația de tratare sunt caracterizate din punct de vedere fizic, chimic și biologic de apele ce provin de la diferiți consumatori (menajeri și industriali). Pentru rețeaua de canalizare publică există o serie de normative ce reglementează condițiile de descărcare a apelor uzate, prezentate în tabelul 2.1 (NTPA 002/2002).

Unitățile industriale la care gradul de încărcare cu substanțe poluante este mai mare decât valorile maxime admisibile, prezentate în tabelul 2.1, sunt obligate să dispună de stații de preepurare a apelor uzate care să satisfacă condițiile impuse, iar unitățile medicale să dispună de instalații de dezinfectare a acesteia.

Evacuarea apelor uzate în emisari nu trebuie să prejudicieze folosințele din aval și de aceea este necesar ca apa emisarului după

amestecul cu apă uzată să îndeplinească condițiile de calitate normate. Există trei categorii de calitate a apei emisarilor sau a unor tronsoane de pe aceștia în funcție de folosința în aval de secțiunea de evacuare a apelor uzate, categorii prezente în tabelul 2.2.

Tabel 2.1. Valori maxime admisibile la evacuarea în rețeaua de canalizare publică

Nr. crt.	Indicator de calitate	U.M.	Val. max.	Metoda de analiză
1.	Temperatura	°C	40	-
2.	pH	unități pH	6,5-8,5	SR ISO 10523-97
3.	Materii în suspensie	mg/dmc	350	STAS 6953-81
4.	CBO ₅	mg O ₂ /dmc	300	STAS 6560-82
5.	CCO(Cr)	mg O ₂ /dmc	500	SR ISO 6060/96
6.	Azot amoniacal [NH ₄ ⁺]	mg/dmc	30	STAS 8683-70
7.	Fosfor total (P)	mg/dmc	5,0	STAS 10064-75
8.	Cianuri totale (CN)	mg/dmc	1,0	SR ISO 6703/1-98
9.	Sulfuri și hidrogen sulfurat (S ₂ ⁻)	mg/dmc	1,0	SR ISO 10530-97
10.	Sulfizi (SO ₃) ²⁻	mg/dmc	2	STAS 7661-89
11.	Sulfazi (SO ₄) ²⁻	mg/dmc	600	STAS 8601-70
12.	Fenoli antrenabili cu vapori de apă	mg/dmc	30	STAS 7167-92
13.	Substanțe extractibile cu solv.org.	mg/dmc	30	SR 7587-96
14.	Detergenți sintetici biodegradabili	mg/dmc	25	SR ISO 7875/1,2-96
15.	Plumb (Pb ²⁺)	mg/dmc	0,5	STAS 8637-79
16.	Cadmium (Cd ²⁺)	mg/dmc	0,3	SR ISO 5961/93
17.	Crom total (Cr ³⁺)+(Cr ⁶⁺)	mg/dmc	1,5	SR ISO 9174-98
18.	Crom hexavalent (Cr ⁶⁺)	mg/dmc	0,2	STAS 7884-91
19.	Cupru (Cu ²⁺)	mg/dmc	0,2	STAS 7795-80
20.	Nichel (Ni ²⁺)	mg/dmc	1,0	STAS 7987-67
21.	Zinc	mg/dmc	1,0	STAS 8314-87
22.	Mangan total (Mn)	mg/dmc	2,0	SR ISO 6333-96
23.	Clor rezidual liber (Cl ₂)	mg/dmc	0,5	STAS 6364-78

Observații:

1) Valoarea concentrației CCO(Cr) este condiționată de respectarea raportului CBO(5)/CCO mai mare sau egal cu 0,4. Pentru verificarea acestei condiții vor putea fi utilizate și rezultatele determinării consumului chimic de oxigen, prin metoda cu permanganat de potasiu, urmărindu-se cunoașterea raportului CCO(Mn)/CCO(Cr) caracteristic apei uzate.

2) Pentru localități în care apa potabilă din rețeaua de distribuție conține zinc în concentrație mai mare de 1 mg/dmc se va accepta aceeași valoare și la racordare, dar nu mai mare de 5 mg/l.

3) Metoda de analiza va fi cea corespunzătoare standardului în vigoare.

Dacă pe colectorul rețelei de canalizare a localității, în punctul de racord al sursei de ape uzate, curge în permanență un debit care asigură diluarea corespunzătoare a acestora, operatorul de servicii publice care exploatează și administrează rețeaua de canalizare poate stabili condițiile de evacuare, ținând seama de diluția realizată. În aceste situații utilizatorii de apă care se racordează la rețeaua de canalizare din localitate sunt obligați să amenajeze căminul de racord corespunzător necesităților de protejare a construcției și cu respectarea condițiilor de salubritate și a igienei mediului.

În cazul în care în apa uzată se găsesc mai multe metale grele din categoria: Cu, Cr, Ni, Mn, suma concentrațiilor lor nu trebuie să depășească valoarea de 5,0 mg/dmc; dacă se găsesc doar metale grele, precum Zn și/sau Mn, suma concentrațiilor acestora nu poate depăși valoarea de 6,0 mg/dmc.

Enumerarea din tabel nu este limitativă; operatorul de servicii publice care exploatează și administrează rețeaua de canalizare și stația de epurare, împreună cu proiectantul care deține răspunderea realizării parametrilor proiectați și, după caz, prin implicarea unității de cercetare tehnologică, care a fundamentat soluția de proiectare pentru rețeaua de canalizare și/sau pentru stația de epurare, pot stabili, în funcție de profilul activității desfășurate de abonat, limite și pentru alți indicatori, ținând seama de prescripțiile generale de evacuare și, atunci când este cazul, și de efectul cumulat al unor agenți corosivi și/sau toxici asupra rețelei de canalizare și instalațiilor de epurare.

Tabelul 2.2. Categoriile de calitate a apei emisarilor

Categoria I	Apele de suprafață care se utilizează pentru: <ul style="list-style-type: none">- alimentarea centralizată cu apă potabilă;- alimentarea cu apă a acelor întreprinderi din industria alimentară, din alte ramuri industriale, precum și a unităților agrozootehnice, dacă anumite procese tehnologice sau folosințe importante necesită o apă de calitate celei potabile;- Reproducerea și dezvoltarea salmonidelor în anumite zone ale cursurilor de apă, precum și alimentarea cu apă a amenajărilor piscicole;- ștranduri organizate.
Categoria II	Apele de suprafață care se utilizează pentru: <ul style="list-style-type: none">- piscicultură (în afară de salmonicultură) în anumite zone ale cursurilor de apă, precum și pentru alimentarea cu apă a amenajărilor piscicole în afara celor salmonicale;- scopuri urbanistice și de agrement.
Categoria III	Apele de suprafață care se utilizează pentru: <ul style="list-style-type: none">- alimentarea cu apă a sistemelor de irigație;- alimentarea cu apă a industriilor pentru necesități tehnologice;- satisfacerea altor folosințe nenumărate în categoriile de calitate I și II

Condițiile de calitate care trebuie realizate pe cursurile de apă, pentru categoriile I și II se referă la secțiunile de control situate la 1 km amonte de punctul sau zona de folosință.

Pentru apele stătătoare, aceste condiții trebuie să fie îndeplinite în limita unei zone în jurul punctului de folosință (de captare), cu raza de 0,5 km.

Condițiile de calitate pe care trebuie să le îndeplinească apele uzate industriale și orășenești la evacuarea în receptori naturali sunt prezentate în tabelul 2.3 (NTPA 001/2002).

Tabelul 2.3. Valori maxime admisibile la evacuarea în receptori naturali

Nr. crt.	Indicator de calitate	U.M.	Val. max.	Metoda de analiză
1.	Temperatura	⁰ C	35	-
2.	pH	unități pH	6,5-8,5	SR ISO 10523-97
3.	Materii in suspensie	mg/dmc	35,0(60)	STAS 6953-81
4.	CBO ₅	mg O ₂ /dmc	20(25)	STAS 6560-82
5.	CCO(Cr)	mg O ₂ /dmc	70(125)	SR ISO 6060/96
6.	Azot amoniacal [NH ₄ ⁺]	mg/dmc	2,0(3,0)	STAS 8683-70
7.	Azot total (N)	mg/dmc	10,0(15,0)	STAS 7312-83
8.	Azotați [NO ₃]	mg/dmc	25,0(27,0)	STAS 8900/1-71
9.	Azotiți [NO ₂]	mg/dmc	1,0(2,0)	STAS 8900/2-71
10.	Sulfuri si hidrogen sulfurat	mg/dmc	0,5	SR ISO 10530-97
11.	Sulfiti [SO ₃ ²⁻]	mg/dmc	1,0	STAS 7661-89
12.	Sulfati [SO ₄ ²⁻]	mg/dmc	600,0	STAS 8601-70
13.	Fenoli antrenabili cu vapori de apă	mg/dmc	0,3	STAS R 7167-92
14.	Substanțe extractibile cu solv. org.	mg/dmc	20,0	SR 7587-96
15.	Produse petroliere	mg/dmc	5,0	SR 7277/1-95
16.	Fosfor total (P)	mg/dmc	1,0(2,0)	SR EN 1189-99
17.	Detergenți sintetici	mg/dmc	0,5	SR ISO 7825/1-1996
18.	Cianuri totale (CN)	mg/dmc	0,1	SR ISO 6703/1-98
19.	Clor rezidual liber [Cl ₂]	mg/dmc	0,2	STAS 6364-78
20.	Cloruri (Cl ⁻)	mg/dmc	500	STAS 8663-70
21.	Fluoruri (F ⁻)	mg/dmc	5,0	STAS 8910-71
22.	Reziduu filtrat la 105 ⁰ C	mg/dmc	2000,0	STAS 9187-84
23.	Arsen (As ⁺)	mg/dmc	0,1	SR ISO 6595-97
24.	Aluminiu Al ³⁺)	mg/dmc	5,0	STAS 9411-83
25.	Calciu Ca ²⁺	mg/dmc	300	STAS 3662-90
26.	Plumb (Pb ²⁺)	mg/dmc	0,2	STAS 8637-79
27.	Cadmium (Cd ²⁺)	mg/dmc	0,2	STAS 7852-80
28.	Crom total (Cr ³⁺) + (Cr ⁶⁺)	mg/dmc	1,0	STAS 7884-91
29.	Crom hexavalent (Cr ⁶⁺)	mg/dmc	0,1	STAS 7884-91

30.	Fier total ionic (Fe^{2+} , Fe^{3+})	mg/dmc	5,0	SR ISO 6332-96
31.	Cupru (Cu^{2+})	mg/dmc	0,1	STAS 7795-80
32.	Nichel (Ni^{2+})	mg/dmc	0,5	STAS 7987-67
33.	Zinc (Zn^{2+})	mg/dmc	0,5	STAS 8314-87
34.	Mercur (Hg^{2+})	mg/dmc	0,05	STAS 8045-79
35.	Argint (Ag^+)	mg/dmc	0,1	STAS 8190-68
36.	Molibden (Mo^{2+})	mg/dmc	0,1	STAS 11422-84
37.	Seleniu (Se^{2+})	mg/dmc	0,1	STAS 12663-88
38.	Mangan total (Mn)	mg/dmc	1,0	STAS 8662/1-96
39.	Magneziu (Mg^{2+})	mg/dmc	100,0	STAS 6674-77
40.	Cobalt (Co^{2+})	mg/dmc	1,0	STAS 8288-69

Observații:

- Valorile de 20 mg O(2)/l pentru CBO(5) si 70 mg O(2)/l pentru CCO(Cr) se aplică în cazul stațiilor de epurare existente sau in curs de realizare. Pentru stațiile de epurare noi, extinderi sau retehnologizări, preconizate sa fie proiectate după intrarea în vigoare a prezentei hotărâri, se vor aplica valorile mai mari, respectiv 25 mg O(2)/l pentru CBO(5) si 125 mg O(2)/l pentru CCO(Cr).

- Suma ionilor metalelor grele nu trebuie sa depășească concentrația de 2 mg/dmc, valorile individuale fiind cele prevăzute in tabel. În situația in care resursa de apă/sursă de alimentare cu apa conține zinc în concentrație mai mare decât 0,5 mg/dmc, aceasta valoare se va accepta si la evacuarea apelor uzate în resursa de apă, dar nu mai mult de 5 mg/dmc.

În tabelul 2.3' sunt prezentate valorile limită pentru fiecare clasă de calitate a apelor de suprafață

A. Determinări fizico-chimice la apă

Valori limită pe clase	Unitate de măsură	Clasa de calitate				
		I	II	III	IV	V
A.1 Indicatori fizici						
Temperatură	°C	Nu se normează				
pH		6,5 – 8,5				
A.2 Regimul oxigenului						
Oxigen dizolvat	mg/l O ₂	7	6	5	4	< 4

CBO ₅	mg/l O ₂	3	5	10	25	> 25
CCO-Mn	mg/l O ₂	5	10	20	50	> 50
CCO-Cr	mg/l O ₂	10	25	50	125	> 125
A.3 Nutrienti						
Amoniu N-NH ₄ ⁺	mg N/l	0,2	0,3	0,6	1,5	> 1,5
Azotiti N-NO ₂ ⁻	mg N/l	0,01	0,06	0,12	0,3	> 0,3
Azotati N-NO ₃ ⁻	mg N/l	1	3	6	15	> 15
Azot total – N	mg N/l	1,5	4	8	20	> 20
Ortofosfati P – PO ₄ ³⁻	mg P/l	0,05	0,1	0,2	0,5	> 0,5
Fosfor total – P	mg P/l	0,1	0,2	0,4	1	> 1
Clorofilă „a”	µg/l	25	50	100	250	> 250
A.4 Ioni generali, salinitate						
Reziduu filtrabil uscat la 105°C	mg/l	fond	500	1000	1300	> 1300
Sodiu (Na ⁺)	mg/l	fond	50	100	200	> 300
Calciu (Ca ²⁺)	mg/l	75	150	200	300	> 300
Magneziu (Mg ²⁺)	mg/l	fond	25	50	100	> 100
Fier total	mg/l	fond	0,1	0,3	1,0	> 1,0
Mangan total	mg/l	fond	0,05	0,1	0,3	> 0,3
Cloruri (Cl)	mg/l	fond	100	250	300	> 300
Sulfati (SO ₄ ²⁻)	mg/l	80	150	250	300	> 300
A.5. Metale						
A.5.1. Frațiune dizolvată						
Zinc (Zn ²⁺)	µg/l	fond	5	10	25	> 25
Cupru (Cu ²⁺)	µg/l	fond	2	4	8	> 8
Crom total (Cr ³⁺ + Cr ⁶⁺)	µg/l	fond	2	4	10	> 10
Plumb (Pb ²⁺)	µg/l	fond	1	2	5	> 5
Cadmium (Cd ²⁺)	µg/l	fond	0,1	0,2	0,5	> 0,5
Mercur (Hg ²⁺)	µg/l	fond	0,1	0,15	0,3	> 0,3
Nichel (Ni ²⁺)	µg/l	fond	1,0	2,0	5,0	> 5,0
Arsen (As ²⁺)	µg/l	fond	1,0	2,0	5,0	> 5,0
A.5.2 Concentrație totală						
Zinc (Zn ²⁺)	µg/l	fond	100	200	500	> 500
Cupru (Cu ²⁺)	µg/l	fond	20	40	100	> 100
Crom total (Cr ³⁺ + Cr ⁶⁺)	µg/l	fond	50	100	250	> 250
Plumb (Pb ²⁺)	µg/l	fond	5	10	25	> 25
Cadmium (Cd ²⁺)	µg/l	fond	1	2	5	> 5
Mercur (Hg ²⁺)	µg/l	fond	0,1	0,2	0,5	> 0,5
Nichel (Ni ²⁺)	µg/l	fond	50	100	250	> 250
Arsen (As ²⁺)	µg/l	fond	5	10	25	> 25
A.6. Substanțe toxice						
Fenoli (index fenolic)	µg/l	fond	1	20	50	> 50
Detergenți anionici activi	µg/l	fond	500	750	1000	> 1000
AOX	µg/l	10	50	100	250	> 250
Hidrocarburi petroliere	µg/l	fond	100	200	500	> 500
PAH-uri (sumă de 6)	µg/l	-	-	-	-	-
PCB-uri (sumă de 7)	µg/l	-	-	-	-	-
Lindan ((gama) -HCH)	µg/l	0,05	0,1	0,2	0,5	> 0,5
pp'DDT	µg/l	0,001	0,01	0,02	0,05	> 0,05
Atrazin	µg/l	0,02	0,1	0,2	0,5	> 0,5
Triclor metan	µg/l	0,02	0,6	1,2	1,8	> 1,8

Tetraclormetan	µg/l	0,02	1	2	5	> 5
Triclorețan	µg/l	0,02	1	2	5	> 5
Tetraclorretan	µg/l	0,02	1	2	5	> 5

B. Determinări fizico-chimice la sedimente (fracțiune < 63 µm)

Component	U.M.	Concentrație limită
Arsen	mg/kg	17
Cadmium	mg/kg	3,5
Crom	mg/kg	90
Cupru	mg/kg	200
Plumb	mg/kg	90
Mercur	mg/kg	0,5
Zinc	mg/kg	300
Benz (a) piren	mg/kg	750
Lindan	mg/kg	1,4
PCB-uri	mg/kg	280

C. Analize biologice

Indicator	Cl. I-a	Cl. II-a	Cl. III-a	Cl. IV-a	Cl. V-a
Index saprobic MZB	≤ 1,8	1,81 – 2,3	2,31 – 2,7	2,71 – 3,2	> 3,2

D. Analize microbiologice

Indicator*	Cl. I-a	Cl. II-a	Cl. III-a	Cl. IV-a	Cl. V-a
Coliformi totali	500	10000	-	-	-
Coliformi fecali	100	2000	-	-	-

* număr probabil de colonii/100 ml

E. Indicatori pentru procesul de eutrofizare – lacuri naturale și de acumulare

E.1. Valori pentru nutrienți

Stadiul trofic	P total, mgP/l	N mineral total, mgN/l
Ultraoligotrof	Până la 0,005	0,200
Oligotrof	0,005 – 0,01	0,200 – 0,400
Mezotrof	0,01 – 0,03	0,400 – 0,650
Eutrof	0,03 – 0,1	0,650 – 1,500
Hipertrof	Peste 0,1	1,500

E.2. Valorile pentru biomasa fitoplanctonică

Stadiul trofic	Biomasa maximă a fitoplanctonului în zona fotică (mg/l)
Ultraoligotrof	0 - 1
Oligotrof	1 - 3
Mezotrof	3 - 5
Eutrof	5 - 10
Hipertrof	Peste 10

E.3. Valori pentru clorofila „a”

Stadiul trofic	MEDIE	MAXIMA
	Medie anuală în zona fotică (mg. m ⁻³)	Media maximă anuală în zona fotică (mg. m ⁻³)
Ultraoligotrof	< 1	< 2,5
Oligotrof	< 2,5	< 8
Mezotrof	2,5 - 8	8 – 25
Eutrof	8 – 25	25 – 75
Hipertrof	25 - 75	> 75

E.4. Valori ale saturației de oxigen dizolvat

Stadiul trofic	Saturația minimă de oxigen (%)
Ultraoligotrof și oligotrof	Peste 70
Mezotrof	10 - 70
Eutrof și hipertrof	Sub 10

Valorile limită ale principalelor substanțe poluante și caracteristicile admisibile ale apelor uzate înainte de evacuarea în Marea Neagră, pentru păstrarea echilibrului biologic și menținerea vieții în mediul marin și din punct de vedere a respectării normelor igienico-sanitare în zonele de îmbăiere sunt prezentate în tabelul 2.4.

Tabelul 2.4. Valori limită admise înainte de evacuarea în Marea Neagră

Nr. crt.	Substanțe poluante	U.M.	Evacuare pentru echilibru biologic	Evacuare în zone de îmbăiere
1	pH		5 – 9,5	5 – 9,5
2	Temperatura	°C	max +35	max +35
3	Materii în suspensii	mg/l	25	50
4	Consum biochimic de oxigen(CBO ₅)	mg/l	40	40
5	Plumb (Pb)	mg/l	0,5	0,5
6	Arsen (As)	mg/l	0,5	0,5
7	Zinc (Zn)	mg/l	0,3	3,0
8	Cupru (Cu)	mg/l	2,0	2,0
9	Crom (Cr)	mg/l	0,5	2,0
10	Pesticide organofosfatice	mg/l	1,0	
11	Detergenți anionici	mg/l	2,0	2,0
12	Petrol și produse petroliere	mg/l	5,0	5,0
13	Fenoli	mg/l	0,2	0,2
14	Cianuri simple (CN)	mg/l	1,0	1,0
15	Ortofosfați (PO ₄)	mg/l	100	100
16	B. Coliforme (tota)	mg/l	500000	3000000
17	B. Coliforme fecale	mg/l	50000	120000

2.2. Gradul de epurare necesar

2.2.1. Relații generale

Prin grad de epurare necesar, definit și ca eficiență necesară realizată în stația de tratare a apelor uzate, se înțelege procentul de reducere, ca urmare a tratării unor părți din anumite substanțe conținute în apa uzată, astfel încât părțile ce au mai rămas din aceste substanțe în apa epurată, după amestecul acestora cu apa emisarului, să se încadreze sub valoarea limită indicată de normativele în vigoare. În stabilirea gradului de epurare se ține seama de calitatea corespunzătoare folosințelor din avalul punctului de deversare.

La deversarea apelor uzate tratate într-un emisar se stabilesc secțiunile de control indicate în figura 2.1

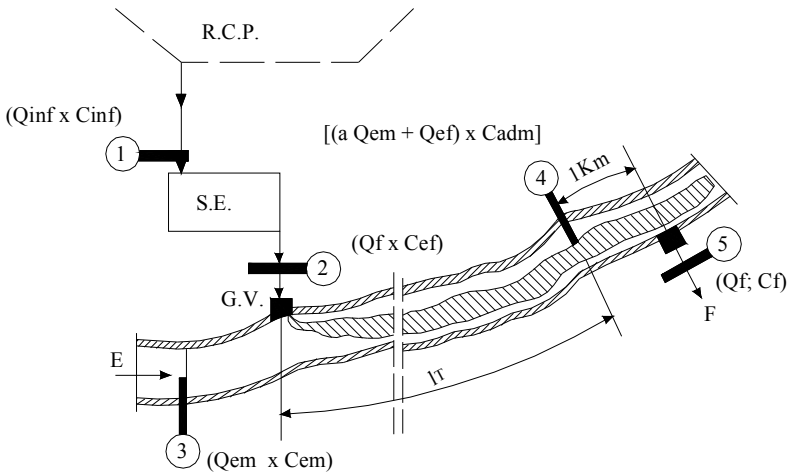


Figura 2.1. Secțiuni caracteristice pentru calculul gradului de epurare necesar
R.C.P. – rețea de canalizare publică; S.E. – stație de epurare (stație de tratare a apelor uzate); G.V. – gaură de vărsare; E – emisar; l_T – lungimea cursului de apă măsurată pe talveg; F – folosința apei din emisar; 1, 2, 3, 4, 5 – secțiuni de control calitativ

În general, gradul de epurare conform definiției de mai sus rezultă din ecuația:

$$E(\%) = \frac{(C_{inf} - C_{ef})}{C_{inf}} \cdot 100 \quad (2.1)$$

unde: C_{inf} – concentrația inițială a substanței pentru care se determină gradul de epurare, din apele influente în stația de tratare (mg/l; g/mc);

C_{ef} – concentrația aceleiași substanțe din efluent, după tratarea apei uzate, stabilită astfel încât după amestecul cu apa emisarului valoarea concentrației în emisar să rămână sub cea limită prevăzută pentru categoria de calitate sanitară (mg/l; g/mc).

Valoarea concentrației C_{ef} poate fi stabilită cu ajutorul ecuației de bilanț a cantității de masă poluantă, alcătuită conform schemei din figura 2.1, corespunzător secțiunii de calcul (control) „4”.

Cantitățile de poluanți din secțiunile 1 – 6 care influențează stabilirea gradului de epurare sunt prezentate astfel:

- secțiunea 1 – cantitatea de poluanți efluentă în stația de tratare (G_{inf}):

$$G_{inf} = Q_{inf} \cdot C_{inf} \text{ (kg/zi)} \quad (2.2)$$

- secțiunea 2 – cantitatea de poluanți efluentă din stația de tratare (G_{ef}):

$$G_{ef} = Q_{ef} \cdot C_{ef} \text{ (kg/zi)} \quad (2.3)$$

- secțiunea 3 – cantitatea de poluanți din emisar în amonte de punctul de vărsare a apelor uzate tratate (G_{em}):

$$G_{em} = Q_{em} \cdot C_{em} \text{ (kg/zi)} \quad (2.4)$$

- secțiunea 4 – cantitatea de poluanți în secțiunea de control și de calcul admisibilă în emisar cu 1 km în amonte de secțiunea de folosință (G_{adm}):

$$G_{adm} = (a \cdot Q_{em} + Q_{ef}) \cdot C_{adm} \text{ (kg/zi)} \quad (2.5)$$

unde: a – coeficientul de amestec.

- secțiunea 5 – secțiunea de folosire a apei emisarului.

Având în vedere cele menționate mai sus putem scrie ecuația bilanțului de materii poluante astfel:

$$a \cdot G_{em} + G_{ef} \leq G_{adm} \quad (2.6)$$

deci:

$$a \cdot Q_{em} \cdot C_{em} + Q_{ef} \cdot C_{ef} \leq (a \cdot Q_{em} + Q_{ef}) \cdot C_{ef} \quad (2.7)$$

Sub această formă ecuația 2.7 prezintă o legătură între condițiile de calitate sanitară a apelor emisarului în secțiunea de calcul (C_{adm}) și gradul de epurare (C_{ef}). În baza ecuației 2.7 putem exprima concentrația în poluanți a apelor uzate tratate (C_{ef}) astfel:

$$C_{ef} \leq a \cdot Q_{em} \cdot (C_{adm} - C_{em}) / Q_{ef} + C_{adm} \quad (2.8)$$

Concentrația în poluanți a apelor efluentului variază în funcție de diluția reală ($a \cdot Q_{em} / Q_{ef}$) și de capacitatea de autoepurare a emisarului. Din poluanții evacuați în emisar se disting două grupe diferite în funcție de transformările fizice, chimice și biologice ce le pot suporta în apa emisarului:

- poluanți netransformabili (materii în suspensie, substanțe toxice, substanțe radioactive, ș.a.);
- poluanți transformabili (substanțe organice exprimate prin CBO, pH, ș.a.).

În cazul poluanților netransformabili ecuația 2.8 poate fi folosită direct pentru calculul gradului de epurare necesar, dar pentru poluanții transformabili ecuația poate sau nu să se modifice dacă luăm sau nu în considerare capacitatea de autoepurare a emisarului.

2.2.2. Determinarea gradului de epurare

Determinarea gradelor de epurare în funcție de poluantul urmărit se poate face conform prezentării din cartea „Managementul tratării apelor uzate” editura Tehnopress Iași 2004.

Pentru proiectarea rapidă a gradelor de epurare s-au alcătuit programe de calcul care rezolvă toate variantele de calcul a gradelor de epurare. Prezentarea teoretică rezumativă a modului de calcul a gradelor de epurare a prezentăm în cele ce urmează.

2.2.2.1 Considerații teoretice privind determinarea gradelor de epurare

1. Calitatea apei tratate din punct de vedere a materiilor organice (CBO)

$$E_{1.1\%} = \frac{L_{inf} - L_{ef}}{L_{inf}} \cdot 100 \quad (2.9)$$

L_{inf} = este CBO a apelor uzate influente în stația de tratare;

L_{ef} = este CBO a apelor tratate efluente din stația de tratare (necunoscut)

Determinarea valorii L_{ef}

1.1 Calculul fără considerarea autoepurării:

$$L_{ef} = \frac{a \cdot Q_{em}}{Q_{ef}} \cdot (L_{adm} - L_{em}) + L_{adm}, \text{ (mg/l)} \quad (2.10)$$

Q_{em} = debitul emisarului (receptorului)

Q_{ef} = debitul apelor uzate tratate

L_{adm} = CBO₅ (la cinci zile) admisibil în apele de suprafață conform

STAS – tabelul 2.3

L_{adm} = 2 mg/l pentru categoria I de calitate sanitară

L_{adm} = 4 mg/l pentru categoria a II a de calitate sanitară

L_{adm} = 10 mg/l pentru categoria a III a de calitate sanitară

Categoria de calitate sanitară a apei de suprafață ce reprezintă emisarul (receptorul) este dată conform datelor de la R.A.A.R.

L_{em} = CBO₅ a emisarului (receptorului) în amonte de secțiunea de deversare a apelor uzate tratate, (mg/l)

a = coeficientul de amestec (I.D. Rodziller)

$$a = \frac{1 - e^{-\alpha^3 \sqrt{l_T}}}{1 + \frac{Q_{em}}{Q_{ef}} \cdot e^{-\alpha^3 \sqrt{l_T}}} \quad (2.11)$$

l_T = distanța între secțiunea de evacuare a apelor uzate și secțiunea de calcul (cu 1 km amonte de punctul de folosință), măsurat în (m)

α = coeficientul ce se ia în considerare condițiile hidraulice de amestec (V.A. Frolov)

$$\alpha = \zeta \cdot \sqrt[3]{\frac{D_T}{Q_{ef}}} \quad (2.12)$$

ζ = coeficientul ce depinde de tipul instalației sau construcției de deversare a apelor uzate tratate în emisar și de poziția acesteia

$\zeta = 1,0$ pentru evacuări concentrate în mal

$\zeta = 1,5$ pentru evacuări concentrate în zona de viteză maximă, în talveg

$\zeta = 3,0$ pentru evacuări prevăzute în instalații și construcții de dispersie (conducte orizontale cu orificii, sau altele)

φ = coeficientul de sinuozitate a râului

$$\varphi = \frac{l_T}{l_D} \quad (2.13)$$

l_D = distanța în linie dreaptă între punctul de vărsare a apelor uzate tratate în emisar și secțiunea de control (un km de punctul de folosință), (m)

D_T = coeficientul difuziei turbulente

$$D_T = \frac{v_{med} \cdot H_{med} \cdot g}{2 \cdot m \cdot C} \quad (2.14)$$

unde:

v_{med} = viteza medie a cursului de apă între secțiunile considerate

H_{med} = adâncimea medie a cursului de apă între secțiunile considerate

g = accelerația gravitațională

C = coeficientul lui Chezy

$$C = \frac{1}{n} \cdot \sqrt[6]{H_{med}} \quad (2.15)$$

unde: n = coeficientul de rugozitate a râului (tabelul 2.5)

sau cu relația:

$$C = \frac{v_{med}}{\sqrt{H_{med} \cdot i_{med}}} \quad (2.16)$$

unde: i_{med} = panta medie a cursului de apă

Atunci când se obține din calcule $a = 0,8 - 1$ se adoptă ca valori de

proiectare $a = 0,7 - 0,8$, valoare care depinde de :

- determinarea distanței de amestec (l_{am}):

$$l_{am} \left[2.3 \cdot \frac{1}{\alpha} \cdot \lg \frac{a \cdot Q_{em} + Q_{ef}}{(1-a) \cdot Q_{ef}} \right]^3 \quad (2.17)$$

dacă:

- 1). $l_{am} < l_T$ trebuie mărit coeficientul de amestec și deci rezultă mișcarea gradului de epurare necesar
- 2). $l_{am} > l_T$ trebuie să micșorăm coeficientul de amestec și să mărim gradul de epurare
- 3). soluția corectă $l_T = l_{am}$

1.2 Calculul ce ține seama de autoepurare (mineralizarea substanțelor organice)

1.

$$L_{ef} = \frac{a \cdot Q_{em}}{Q_{ef} \cdot 10^{-k_1 \cdot t}} \cdot (L_{adm} - L_{em} \cdot 10^{-k_1 \cdot t}) + \frac{L_{adm}}{10^{-k_1 \cdot t}}, \text{ (mg/l)} \quad (2.18)$$

unde: $t = \frac{l_T}{v_{med} \cdot 86400}$, (zile) (2.19)

$k_1 =$ viteza consumului de oxigen, (zile⁻¹) la diferite temperaturi $a = T^\circ\text{C}$

$$k_1 = k_1^{20^\circ} \cdot 1.047^{(T-20)}, \text{ (zile}^{-1}\text{)} \quad (2.20)$$

unde $k_1^{20^\circ} =$ viteza consumului de oxigen la 20°C , respectiv $k_1^{20^\circ} = 0.1$ (zile⁻¹)

$T =$ temperatura medie a cursului de apă după amestecul cu apele uzate ($^\circ\text{C}$)

Astfel tabelul 2.5 – Valorile constantei de consum a oxigenului în funcție de temperatură

Temperatura T(°C)	0	5	10	15	20	25	30
k_1	0,04	0,05	0,063	0,08	0,1	0,126	0,158

Dacă $k_1 = 0,1$ pentru temperatura de 20°C tot aceeași valoare o are

pentru receptori cu debite și adâncimi mari (tabelul 2.9)

Astfel (tabelul 2.6) – Valorile vitezei de consum a oxigenului pentru diferiți receptori

Felul receptorului	k_1 (zile ⁻¹)
cu debite cu adâncimi mari, $Q_{em} > 200$ mc/s	0,1 $Q_{em} > 100$
cu debite mari și impurificare puternică, $Q_{em} = 100 - 200$ mc/s	0,15 $Q_{em} > 50$
cu debite medii, $Q_{em} = 40 - 100$ mc/s	0,2 – 0,25 $Q_{em} < 50$
cu debite mici, $Q_{em} = 10 - 40$ mc/s	0,3 $Q_{em} < 1$ mc/s; $v_{med} < 2$ m/s
cu debite mici și viteze mari, $Q_{em} < 10$ mc/s	0,6 $Q_{em} < 1$ mc/s; $v_{med} > 2$ m/s

În concluzie valoarea k_1 se stabilește parcurgând următoarele etape:

- se alege k_1 în funcție de tipul receptorului;
- se mărește sau se micșorează valoarea în funcție de temperatură;
- se alege valoarea rezultată cu valoarea corectă k_1 .

2. Calitatea apei epurate din punct de vedere a oxigenului dizolvat în apa emisarului

$$E_{2,1}\% = \frac{L_{inf} - L_{ef}}{L_{inf}} \cdot 100 \quad (2.21)$$

L_{inf} = este CBO a apelor uzate influente în stația de tratare (prin analiza de laborator)

L_{ef} = este CBO a apelor tratate efluente din stația de tratare (necunoscut)

2.1 Varianta I – Calculul fără considerarea reeaării

$$L_{ef} = \frac{a \cdot Q_{em}}{0.4 \cdot Q_{ef}} \cdot (Q_{em} - 0.4 \cdot L_{em20} - Q_{min}) - \frac{Q_{min}}{0.4}, \text{ (mg/l)} \quad (2.22)$$

unde:

Q_{em} = cantitatea de oxigen dizolvat în apa emisarului în amonte de secțiunea

de deversare, (mg/l)

Q_{\min} = valoarea minimă admisibilă a oxigenului dizolvat în apa emisarului conform STAS (tabelul 2.3) – categoria de calitate sanitară a cursului de suprafață

$Q_{\min} = 7$ mg/l pentru categoria I de calitate sanitară;

$Q_{\min} = 6$ mg/l pentru categoria II de calitate sanitară;

$Q_{\min} = 5$ mg/l pentru categoria a III a de calitate sanitară;

$Q_{\min} = 4$ mg/l pentru categoria a IV a de calitate sanitară.

$Q_{\min} < 4$ mg/l pentru categoria a V a de calitate sanitară;

L_{em20} = CBO₂₀ al apei emisarului în amonte de secțiunea de deversare

$L_{em20} = 1,45 \cdot L_{em}$

0,4 = coeficient de transformare a CBO₂₀ în CBO₂₅

Q_{em} = debitul emisarului (receptorului)

Q_{ef} = debitul apelor uzate tratate

2.2 Varianta II – Calculul ce ține seama de reaerare

$$E\% = \frac{L_{inf} - L_{ef}}{L_{inf}} \cdot 100 \quad (2.23)$$

L_{inf} = este CBO a apelor uzate influente în stația de tratare (prin analiza de laborator)

L_{ef} = este CBO a apelor tratate efluente din stația de tratare (necunoscut)

L_{ef} = calculat cu relația 2.18 este introdus în relația

$$L_{am} = \frac{Q_{ef} \cdot L_{ef} + a \cdot Q_{em} \cdot L_{em}}{Q_{ef} + a \cdot Q_{em}}, \text{ (mg/l)} \quad (2.24)$$

unde:

L_{am} = CBO al amestecului dintre emisar și apa uzată în secțiunea de evacuare a apelor uzate. L_{am} este introdus în relația "t_{cr}":

$$t_{cr} = \frac{\lg \left\{ \frac{k_2}{k_1} \cdot \left[1 - \frac{D_0 \cdot (k_2 - k_1)}{k_1 \cdot L_{am}} \right] \right\}}{k_2 - k_1}, \text{ (zile)} \quad (2.25)$$

unde k_2 = constanta vitezei de dizolvare a oxigenului în procesul de reaerare.
 k_2 este stabilit funcție de temperatură și de caracteristicile cursului de apă

$$k_{2T} = k_2^{20^\circ} \cdot 1.024^{(T-20)}, \text{ (zile}^{-1}\text{)} \quad (2.26)$$

k_{2T} = constanta vitezei de dizolvare a oxigenului la temperatura T (valorile în tabelul 2.12), unde $k_2^{20^\circ}$ este constanta vitezei de dizolvare a oxigenului la T = 20°C

$$k_2 = 4,96 \cdot v_{med}^{0,97} \cdot H_{med}^{-1,67} \text{ (zile}^{-1}\text{)} \quad (2.27)$$

Se adoptă pentru k_2 o valoare de interpolare

D_0 = deficitul inițial

$$D_0 = O_s - O_{em} \text{ (mg/l)} \quad (2.28)$$

unde O_s = cantitatea de oxigen la saturație (mg/l) în funcție de temperatura amestecului dintre apa emisarului și apa uzată tratată (tabelul 2.7)

Tabelul 2.7. Valorile oxigenului la saturație

T°C	1	3	5	7	10	12
O ₂ (mg/dm ³)	14,23	13,48	12,80	12,17	11,33	10,83
T°C	15	18	20	22	25	30
O ₂ (mg/dm ³)	10,15	9,64	9,17	8,83	8,38	7,63

O_{em} = cantitatea de oxigen din apa emisarului înainte de punctul de vărsare ape uzate (mg/l)

k_1 = viteza consumului de oxigen (zile⁻¹) (se calculează ca relația lui k_1 de mai sus)

Cu valoarea "t_{cr}" obținută calculăm "D_{cr}" astfel:

$$D_{cr} = \frac{k_1 \cdot L_{am}}{k_2 - k_1} \cdot \left(10^{-k_1 \cdot t_{cr}} - 10^{-k_2 \cdot t_{cr}} \right) + D_0 \cdot 10^{-k_2 \cdot t_{cr}}, \text{ (mg/l)} \quad (2.29)$$

D_{cr} = deficitul critic

Pentru a verifica dacă L_{ef} adoptat la calculul gradului de epurare este

corectă atunci comentăm relația:

$$O_{em}^I = O_s - D_{cr} , \text{ (mg/l)} \quad (2.30)$$

astfel:

- dacă O_{em}^I este mai mare sau egal cu valoarea O_{min} în funcție de categoria de calitate sanitară, calculul este terminat, iar în calculul gradului de epurare considerăm L_{ef} cu valoarea anterior adoptată;

- dacă O_{em}^I este mai mic ca valoarea O_{min} în funcție de categoria de calitate sanitară, valoarea L_{ef} adoptată anterior conduce la un conținut de oxigen dizolvat în apa emisarului mai mic decât valoarea minimă admisibilă pentru categoria respectivă. În acest caz se stabilește o nouă valoare pentru L_{ef} plecând de la relația deficitului critic admisibil (D_{cr}^{max}):

$$D_{cr}^{max} = O_s - O_{min} , \text{ (mg/l)} \quad (2.31)$$

O_{min} = valoarea minimă din tabelul 2.3, pentru categoria respectivă a emisarului

Valoarea D_{cr}^{max} se introduce în relația 2.29, obținând prin încercări o nouă valoare L_{am} :

$$L_{am} = \frac{(k_2 - k_1) \cdot (D_{cr}^{max} - D_0 \cdot 10^{-k_2 \cdot t_{cr}})}{k_1 \cdot (10^{-k_1 \cdot t_{cr}} - 10^{-k_2 \cdot t_{cr}})} , \text{ (mg/l)} \quad (2.32)$$

t_{cr} introdus se stabilește prin încercări.

Se consideră că valoarea finală a lui L_{am} este acea valoare care verifică t_{cr} , introdus în calculul lui L_{am} . Acest L_{am} astfel obținut concură la stabilirea lui L_{ef} cu relația:

$$L_{ef} = \frac{L_{am} \cdot (Q_{ef} + a \cdot Q_{em}) - a \cdot Q_{em} \cdot L_{am}}{Q_{ef}} , \text{ (mg/l)} \quad (2.33)$$

3. Calitatea apei epurate din punct de vedere a materiilor în suspensie (M.T.)

$$E\% = \frac{MS_{inf} - MS_{ef}}{MS_{inf}} \cdot 100 \quad (2.34)$$

MS_{inf} = materiile în suspensie influente, (mg/l)

MS_{ef} = materiile în suspensie efluente (necunoscut)

$$MS_{ef} = \frac{a \cdot Q_{em}}{Q_{ef}} \cdot (MS_{adm} - MS_{em}) + MS_{adm}, \text{ (mg/l)} \quad (2.35)$$

unde:

MS_{em} = materiile în suspensie a emisarului în secțiunea din amonte de cea de vărsare a apelor uzate tratate;

MS_{adm} = cantitatea de materii în suspensii admisibile în apa emisarului în funcție de categoria de calitate sanitară (conform tabelului 2.3).

4. Calitatea apei din punct de vedere al substanțelor toxice

$$E\% = \frac{C_{inf}^{tox} - C_{ef}^{tox}}{C_{inf}^{tox}} \cdot 100 \quad (2.36)$$

unde:

C_{inf}^{tox} = concentrația de substanță toxică influentă în stația de tratare

C_{ef}^{tox} = concentrația de substanță toxică efluentă din stația de tratare (necunoscută)

$$C_{ef}^{tox} = \frac{a \cdot Q_{em}}{Q_{ef}} \cdot (C_{adm}^{tox} - C_{em}^{tox}) + C_{adm}^{tox}, \text{ (mg/l)} \quad (2.37)$$

unde:

C_{em}^{tox} = concentrația de substanță toxică din apa receptorului (emisarului) înainte de evacuarea apelor uzate, (mg/l);

C_{adm}^{tox} = concentrația de substanță toxică admisă în secțiunea de control a receptorului, (mg/l), (conform tabelului 2.3)

Concentrația de substanță toxică poate fi practic orice substanță cuprinsă în tabelul 2.3. Pentru orice substanță trebuie dacă ne interesează să facem calculele de la punctul numărul 4.

2.2.2.2 Programe de calcul pentru determinarea gradelor de epurare

```
#include<math.h>
#include<stdio.h>
#include<conio.h>

/* globvar.c */

float C,vmed,Lef,Hmed,Ladm,Lem,Qef,Qem,imed;
float hi,h,DT,lD,lT,csr,alfa,r,dq,r1,expa,ea,a;
float lam,l,l1,l2,l3=3,E,Linf,T,k1,k2,T1,T2,t;
float zk1,n,c,c1,Oem,Omin,Lam,tcr;
float MSinf;
float MSeF;
float MSem;
float MSadm;
float Cinf;
float CeF;
float Cem;
float Cadm;
float Os;
float D0;
float Dcr;
float Oeml;
float Dcrmax;
float g=9.81,m=24,ci=1,expo=0.333,expo1=0.166;
float expo2=0.97,expo3=-1.67,k2a,k2b;

/* cbo5.c */

/* VARIANTA NR. 1.1 */

void epur_v11(void)
{
textbackground(BLUE);
textcolor(LIGHTGREEN);
window(1,1,80,3);
gotoxy(3,2);
cputs("      d      VARIANTA 1 -Calculul fara considerarea autoepurarii      d ");
getch();
window(1,1,80,25);
clrscr();

printf("Introduceti viteza medie a cursului de\n");
printf("apa intre sectiunile considerate: vmed=");
scanf("%f",&vmed);
printf("Introduceti adincimea medie a cursului\n");
printf("de apa intre sectiunile considerate: Hmed=");
scanf("%f",&Hmed);
clrscr();
printf("Cunoasteti panta medie a cursului de apa ? ");
scanf("%c",&c);
if((c=getchar())=='d') {
printf("\nIntroduceti panta medie a cursului de apa : imed= ");
scanf("%f",&imed);
hi=Hmed*imed;
h=sqrt(hi);
C=vmed*h;
}
else {
```

```
printf(" Atunci introduceti coeficientul de rugozitate a albiei:");
printf("\n\nTabel cu coeficienti de rugozitate a albiilor deschise:\n\n");
printf("\n1.Albii curate,drepte,cu pat neted: 0.025");
printf("\n2.Albii de cimpie, riuri mari si medii, curgere
favorabila:0.03");
printf("\n3.Albii relativ curate, de cimpie, sinusoidale, cu pat
neregulat: 0.04 ");
printf("\n4.Albii de riuri mari si medii murdare, sinusoidale, cu fund ");
printf("\n de piatra, ierburi, tufari: 0.05 ");
printf("\n5.Albii neregulate, cu vegetatie, riu de munte cu
praguri:0.067");
printf("\n6.Albii cu curgere lenta si vegetatie multa sau de munte cu");
printf("\n pietre mari: 0.08 ");
printf("\n7.Albii de munte cu cascade sinusoidale: 0.01 ");
printf("\n8.Albii tip balta: 0.133");
printf("\n\nCoeficientul de rugozitate al riului, n = ");
scanf("%f",&n);
C=(1/n)*pow(Hmed,expo1);
}
clrscr();
printf("Introduceti distanta in linie dreapta intre punctul lD :");
scanf("%f",&lD);
printf("Introduceti lT :");
scanf("%f",&lT);
printf("Introduceti Qef:");
scanf("%f",&Qef);
printf("Intro. Qem:");
scanf("%f",&Qem);
printf("Intro. Linf:");
scanf("%f",&Linf);
printf("Intro. Ladm care poate lua una din valorile:\n");
printf("Ladm=5[mg/l] pt. cat.I de calitate sanitara.\n");
printf("Ladm=7[mg/l] pt. cat. II de calitate sanitara.\n");
printf("Ladm=12[mg/l] pt. cat. III de calitate sanitara. :");
scanf("%f",&Ladm);
printf("\nIntroduceti Lem :");
scanf("%f",&Lem);
csr=lT/lD;
DT=(vmed*Hmed*g)/(2*m*C);
dq=DT/Qef;
r=pow(dq,expo);
alfa=(ci*csr)*r;
printf("Coef. lui Chezy %.3f\n",C);
printf("Coef. dif. turb: %.3f\n",DT);
printf("alfa %.3f ",alfa);
rl=pow(lT,expo);
expa=(-1)*(alfa*rl);
ea=exp(expa);
a=(1-ea)/(1+(Qem/Qef)*ea);
printf("\nCoef. de amestec a=%.3f",a);
if(a>0.8) a=0.8;
l=(a*Qem+Qef)/((1-a)*Qef);
ll=log10(l);
l2=2.3*(1/alfa)*ll;
lam=pow(l2,l3);
printf("\nlam=%.3f",lam);
Lef=((a*Qem)/Qef)*(Ladm-Lem)+Ladm;
E=((Linf-Lef)/Linf)*100;
printf("\nGradul de epurare E1.l=%.2f%",E);
printf("\n CBO al apelor tratate efluente din statia de tratare Lef=%.3f",
Lef);
getch();
clrscr(); }
```



```

printf(" -- 0 ... 20 mg/dm3, max.          20..40  25..60  30..100\n");
printf(" -- 20 ... 50 mg/dm3, max.          40..100 60..150 100..250\n");
printf(" -- 50 ...150 mg/dm3, max.          100..300 150..450 250..750\n");
printf(" -- 150 ...500 mg/dm3, max.          300..1000 450..1500 750..2500\n");
printf("10. Cresterea temperaturii fata de temperatura          \n");
printf(" maxima medie naturala, C max.          3          5          5\n");
getch();
clrscr();
printf("11. Culoarea apelor uzate diluate cu ape de suprafata intr-un \n);
printf("raport corespunzator dilutiei ce se obtine la debitul minim \n);
printf("al emisarului cu asigurarea de 95 % \n"
printf("nu trebuie sa fie perceptibila in coloana cu inaltimea de:
printf("          20cm  10cm  5cm \n");
printf("12. Mirosul apelor uzate cu apa distilata, intr-un          \n");
printf(" raport corespunzator dilutiei ce se obtine la de-          \n");
printf(" bitul minim al emisarului.          fara miros          \n");
printf("13. Bacili coli/dm3, max.          100 nu se normeaza\n");
printf("14. pH          6.5..8.5  6.5..8.5  6.6..9\n");
printf("15. Acizi naftenici, mg/dm3, max.          0.3  0.3  0.3\n");
printf("16. Acid pieric, mg/dm3, max.          0.5  0.5  0.5\n");
printf("17. Alaua de potasiu, mg/dm3, max.          50  50  50\n");
printf("18. Anilina , mg/dm3, max.          20  20  20\n");
printf("19. Amoniac liber, mg/dm3, max.          0.1  0.3  0.5\n");
printf("20. Argint (Ag), mg/dm3, max.          0.01  0.01  0.01\n");
printf("21. Arsen (As), mg/dm3, max.          0.05  0.2  0.5\n");
printf("22. Benzaldehida, mg/dm3, max.          17  17  17\n");
printf("23. Benzen, mg/dm3, max.          0.5  0.5  0.5\n");
printf("24. Bioxid de sulf, mg/dm3, max.          20  20  20\n");
printf("25. Bioxid de carbon liber, mg/dm3, max.          50  50  50\n");
printf("26. Cadmiu (Cd), mg/dm3, max.          0.005  0.03  0.2\n");
printf("27. Chinolina, mg/dm3, max.          10  10  10\n");
printf("28. Cianuri simple, mg/dm3, max.          0.01  0.02  0.05\n");
printf("29. Cloramina, mg/dm3, max.          0.02  0.02  0.02\n");
getch();
clrscr();
printf("30. Clor liber, mg/dm3, max.          lipsa lipsa lipsa\n");
printf("31. Clorbenzen, mg/dm3, max.          0.1  0.1  0.1\n");
printf("32. Cloroform, mg/dm3, max.          40  40  40\n");
printf("33. Cobalt, mg/dm3, max.          1  5  5\n");
printf("34. Crom trivalent, mg/dm3, max.          0.5  0.5  0.5\n");
printf("35. Crom hexavalent, mg/dm3, max.          0.1  0.1  3\n");
printf("36. Cupru (Cu), mg/dm3, max.          0.1(2)  0.1(2)  3\n");
printf("37. Detergenti anionici, mg/dm3, max.          1  2  3\n");
printf("38. Detoxan, mg/dm3, max.          0.02  0.02  0.02\n");
printf("39. Dinitrobenzen, mg/dm3, max.          0.5  0.5  0.5\n");
printf("40. Dinitroclorbenzen, mg/dm3, max.          0.5  0.5  0.5\n");
printf("41. Dinitrofenol, mg/dm3, max.          0.5  0.5  0.5\n");
printf("42. Dinitronaftalina, mg/dm3, max.          0.1  0.1  0.1\n");
printf("43. Dinitrotoluen, mg/dm3, max.          0.5  0.5  0.5\n");
printf("44. Fier total ionic (Fe), mg/dm3, max.          0.3  1  1\n");
printf("45. Fenoli antrenabili cu vapori de apa          \n");
printf(" (monofenoli), mg/dm3, max.          0.001  0.02(3)  0.2\n");
printf("46. Fluor, mg/dm3, max.          0.5  1  1\n");
printf("47. Furfurol, mg/dm3, max.          5  5  5\n");
printf("48. Hexalcorciclohexan, mgdm3, max.          0.02  0.02  0.02\n");
printf("49. Hidrazina, mg/dm3, max.          0.5  0.5  0.5\n");
printf("50. Hidrogen sulfurat si sulfuri (H2S), mg/dm3, max. lipsa lipsa lipsa\n");
getch();
clrscr();
printf("51. Mangan (Mn), mg/dm3, max.          0.1  0.3  0.8\n");
printf("52. Mercaptan, mg/dm3, max.          0.5  0.5  0.5\n");
printf("53. Mercur, mg/dm3, max.          0.005  0.01  0.02\n");

```

```

printf("54. Mononitrobenzen, mg/dm3, max. 0.5 0.5 0.5\n");
printf("55. Mononitrotoluen, mg/dm3, max. 0.5 0.5 0.5\n");
printf("56. Naftalina, mg/dm3, max. 1 1 1\n");
printf("57. Naftilamina, mg/dm3, max. 6 6 6\n");
printf("58. Naftol, mg/dm3, max. 2 2 2\n");
printf("59. Nichel (Ni), mg/dm3, max. 0.1 0.1 0.1\n");
printf("60. Nitroclorbenzen, mg/dm3, max. 0.5 0.5 0.5\n");
printf("61. Nicotina, mg/dm3, max. 1 1 1\n");
printf("62. Nitrati (NO3), mg/dm3, max. 13 30 -\n");
printf("63. Plumb (Pb), mg/dm3, max. 0.1 0.1 0.1\n");
printf("64. Sulfura de carbon,mg/dm3, max. 1 1 1\n");
printf("65. Tanin, mg/dm3, max. 10 10 10\n");
printf("66. Tetraetil de plumb,mg/dm3, max. lipsa lipsa lipsa\n");
printf("67. Toluen, mg/dm3, max. 0.5 0.5 0.5\n");
printf("68. Terebentina, mg/dm3, max. 0.2 0.2 0.2\n");
printf("69. Tetranitrometan, mg/dm3, max. 0.5 0.5 0.5\n");
printf("70. Tetraclorura de carbon, mg/dm3, max. 5 5 5\n");
printf("71. Trinitrotoluen, mg/dm3, max. 0.5 0.5 0.5\n");
printf("72. Titei si produse petroliere, mg/dm3, max. 0.1 0.1 0.1\n");
printf("73. Zinc (Zn), mg/dm3, max. 0.01 0.1(4) 0.1\n");
getch();
clrscr();
printf("-----\n");
printf(" Observatii : \n");
printf("1. Pentru strandurile organizate , aceste limite pot fi depasite , pina
la limitele categoriei II.\n");
printf("2. Pentru folosinte piscicole, continutul maxim admis este 0.01 mg/dm3,
cu luarea in considerare a conditiilor tehnico-economice avantajoase \n");
printf("pentru economie \n");
printf("3. Pentru folosinte piscicole, continutul maxim admis este 0.01 mg/dm3,
cu luarea in considerare a conditiilor tehnico-economice avantajoase \n");
printf("pentru economie \n");
printf("4. Pentru folosinte piscicole, continutul maxim admis este 0.01 mg/dm3,
cu luarea in considerare a conditiilor tehnico-economice avantajoase \n");
printf("pentru economie \n");
printf("-----\n");
printf("\n\n\nAti ales valorile interesate ? (d/n):");
getch();
if((cl=getchar())!='d') goto again;
clrscr();
printf("\nIntroduceti valoarea minima admisibila a oxigenului dizolvat");
printf("\nin apa emisarului conform tabelului de mai sus [mg/l] Omin : ");
scanf("%f",&Omin);
Lef=0;
Lef=((a*Qem)/(0.4*Qef))*(Oem-0.4*(Lem*1.45)-Omin)-Omin/0.4;
printf("\n a=%.3f",a);
printf("\n Lem =%.3f",Lem);
printf("\n Lef =%.3f",Lef);
printf("\n Linf=%.3f",Linf);
E=0;
E=((Linf-Lef)/Linf)*100;
printf("\n E2.1=%.3f%",E);
getch();
clrscr();
}

/* VARIANTA NR. 2.2 */

void epur_v22(void)
{
printf("\n Varianta nr. 2.2 ce tine seama de reerare\n\n\n");
Lam=(Qef*Lef+a*(Qem*Lem))/(Qef+a*Qem);
printf("Lam = CBO al amestecului dintre emisar si apa\n");
}

```

```
printf("uzata in sectiunea de evacuare a apelor uzate.\n");
printf("Lam =%.3f\n",Lam);
k2b=4.96*pow(vmed,expo2)*pow(Hmed,expo3);
printf("\nk2b=%.3f",k2b);
if(vmed<=0.05) {
    if(T==10) k2a=0.100;
    if(T==11) k2a=0.102;
    if(T==12) k2a=0.104;
    if(T==13) k2a=0.106;
    if(T==14) k2a=0.108;
    if(T==15) k2a=0.110;
    if(T==16) k2a=0.118;
    if(T==17) k2a=0.126;
    if(T==18) k2a=0.134;
    if(T==19) k2a=0.142;
    if(T==20) k2a=0.150;
    if(T==21) k2a=0.158;
    if(T==22) k2a=0.166;
    if(T==23) k2a=0.174;
    if(T==24) k2a=0.182;
    if(T==25) k2a=0.190;
}
if(vmed>0.05 || vmed<=0.5) {
    if(T==10) k2a=0.170;
    if(T==11) k2a=0.173;
    if(T==12) k2a=0.176;
    if(T==13) k2a=0.179;
    if(T==14) k2a=0.182;
    if(T==15) k2a=0.185;
    if(T==16) k2a=0.188;
    if(T==17) k2a=0.191;
    if(T==18) k2a=0.194;
    if(T==19) k2a=0.197;
    if(T==20) k2a=0.120;
    if(T==21) k2a=0.123;
    if(T==22) k2a=0.126;
    if(T==23) k2a=0.129;
    if(T==24) k2a=0.112;
    if(T==25) k2a=0.115;
}
if(vmed>0.5 || vmed<=1.5) {
    if(T==10) k2a=0.425;
    if(T==11) k2a=0.432;
    if(T==12) k2a=0.439;
    if(T==13) k2a=0.446;
    if(T==14) k2a=0.453;
    if(T==15) k2a=0.460;
    if(T==16) k2a=0.468;
    if(T==17) k2a=0.476;
    if(T==18) k2a=0.484;
    if(T==19) k2a=0.492;
    if(T==20) k2a=0.500;
    if(T==21) k2a=0.508;
    if(T==22) k2a=0.516;
    if(T==23) k2a=0.524;
    if(T==24) k2a=0.532;
    if(T==25) k2a=0.540;
}
if(vmed>1.5) {
    if(T==10) k2a=0.684;
    if(T==11) k2a=0.695;
    if(T==12) k2a=0.706;
    if(T==13) k2a=0.717;
```

```

        if(T==14) k2a=0.728;
        if(T==15) k2a=0.740;
        if(T==16) k2a=0.752;
        if(T==17) k2a=0.764;
        if(T==18) k2a=0.776;
        if(T==19) k2a=0.788;
        if(T==20) k2a=0.800;
        if(T==21) k2a=0.813;
        if(T==22) k2a=0.826;
        if(T==23) k2a=0.839;
        if(T==24) k2a=0.852;
        if(T==25) k2a=0.865;
    }
    k2=(k2a+k2b)/2;
    if(T==10) Os=11.33;
    if(T==11) Os=11.08;
    if(T==12) Os=10.83;
    if(T==13) Os=10.60;
    if(T==14) Os=10.37;
    if(T==15) Os=10.15;
    if(T==16) Os=9.98;
    if(T==17) Os=9.81;
    if(T==18) Os=9.64;
    if(T==19) Os=9.40;
    if(T==20) Os=9.17;
    if(T==21) Os=9.00;
    if(T==22) Os=8.83;
    if(T==23) Os=8.68;
    if(T==24) Os=8.53;
    if(T==25) Os=8.38;
    if(T==26) Os=8.23;
    if(T==27) Os=8.08;
    if(T==28) Os=7.93;
    if(T==29) Os=7.78;
    if(T==30) Os=7.63;
    printf("\nOs=% .3f",Os);
    printf("\nk2=% .3f",k2);
    Dcr=Os-Oem;
    Dcr=log10((k2/k1)*(1-(D0*(k2-k1))/(k1*Lam)))/(k2-k1);
    Dcr=((k1*Lam)/(k2-k1))*(pow(10,(-1)*k1*tcr)-pow(10,(-1)*k2*tcr))+D0*pow(10,(-1)*k2*tcr);
    printf("\nDeficitul critic Dcr=% .3f",Dcr);
    Oeml=Os-Dcr;
    printf("\nOeml=% .3f",Oeml);
    printf("\nOmin=% .3f",Oem);
    if(Oeml<Omin) {
        Dcrmax=Os-Omin;
        Lam=((k2-k1)*(Dcrmax-D0*pow(10,(-1)*k2*tcr)))/(k1*(pow(10,(-1)*k1*tcr)-pow(10,(-1)*k2*tcr)));
        Lef=(Lam*(Qef+a*Qem)-a*Qem*Lem)/Qef; }
    E=((Linf-Lef)/Linf)*100;
    printf("\n E2.2=% .3f%",E);
    getch();
}

/* VARIANTA NR. 2.3 */

void epur_v23(void)
{
    clrscr();
    printf("\n          Varianta nr. 2.3      \n\n");
    printf("\n          Calitatea apei epurate din punct de vedere");
    printf("\n          a materiilor in suspensie ( M.S.)\n\n");

```

```
printf("\nIntroduceti cantitatea materiilor in suspensie influente MSinf:");
scanf("%f",&MSinf);
printf("\nIntroduceti MSem :");
scanf("%f",&MSem);
printf("\nIntroduceti MSadm :");
scanf("%f",&MSadm);
MSeff=((a*Qem)/Qef)*(MSadm-MSem)+MSadm;
printf(" MSeff=%3f",MSeff);
E=((MSinf-MSeff)/MSinf)*100;
printf("\n E2.3=%3f",E);
getch();
}

/* VARIANTA NR. 2.4 */

void epur_v24(void)
{
clrscr();
printf(" Varianta nr. 2.4 \n\n");
printf(" Calitatea apei din punct de vedere al substantelor toxice\n");
printf("Introduceti Cinf:");
scanf("%f",&Cinf);
printf("\nIntroduceti Cem :");
scanf("%f",&Cem);
printf("\nIntroduceti Cadm:");
scanf("%f",&Cadm);
Ceff=((a*Qem)/Qef)*(Cadm-Cem)+Cadm;
printf("\n Ceff=%3f",Ceff);
E=((Cinf-Ceff)/Cinf)*100;
printf("\n E2.4=%3f",E);
getch();
}

void main(void)
{
clrscr();
epur_v11();
epur_v12();
epur_v21();
epur_v22();
epur_v23();
epur_v24();
}
```


Capitolul III

Procedee de tratare a apelor uzate.

Scheme tehnologice

3.1. Procese și procedee de tratare a apelor uzate

Tratarea apelor uzate (epurarea) reprezintă ansamblul de măsuri și procedee prin care impuritățile de natură chimică (minerală și organică) sau bacteriologică conținute în apele uzate sunt reduse sub anumite limite, astfel încât aceste ape să nu dăuneze receptorului în care se evacuează și să nu pericliteze folosirea apelor acestuia.

Procesele de epurare sunt, în mare măsură, asemănătoare cu cele care au loc în timpul autoepurării apelor de suprafață, numai că sunt dirijate de către om și se desfășoară cu o viteză mult mai mare. Instalațiile de tratare a apelor uzate sunt realizate în scopul intensificării și favorizării proceselor care se desfășoară în decursul autoepurării.

Procesele de epurare sunt de natură fizico-mecanică, chimică și biologică. În urma aplicării acestor procese rezultă că principalele produse: apele epurate (efluentul tratat) care sunt evacuate în receptor sau pot fi valorificate în irigații sau alte folosințe și respectiv nămolurile, care sunt tratate și de asemenea valorificate.

Epurarea apelor uzate cuprinde deci următoarele două mari grupe de operații succesive:

- reținerea și / sau transformarea substanțelor nocive în produși nenocivi;

- prelucrarea substanțelor rezultate sub diverse forme (nămoluri, emulsii, spume, ș. a.) rezultate din prima operație.

Procesele de epurare sunt realizate în cadrul stațiilor de tratare a apelor uzate prin utilizarea procedeelor precum și a instalațiilor și construcțiilor adaptate în funcție de tipul și proprietățile poluanților.

3.1.1. Procede de tratare fizico-mecanică

Ele au la baza lor procesele fizice și mecanice și sunt utilizate în treapta mecanică (sau primară) pentru eliminarea substanțelor insolubile din apele uzate. În funcție de mărimea și greutatea acestor substanțe sunt eliminate din apele uzate prin sitare, sedimentare, flotare sau în câmp inercial.

Sitarea constă în reținerea și eliminarea din apele uzate a corpurilor grosiere, realizată prin trecerea apei în site cu dimensiunea orificiilor (ochiuri sau găuri) diferită sau printre bare pozate la distanțe diferite (grătare).

Sedimentarea este un proces de separare a particulelor solide din suspensie (apa uzată), prin acțiunea forțelor de gravitație, astfel ca amestecul lichid – solid este separat în lichid limpezit la partea superioară și suspensii concentrate la partea inferioară.

Sedimentarea se realizează în două trepte, respectiv în denisipatoare, cu scop de reținere a substanțelor minerale și în decantoare unde sunt reținute substanțele organice decantabile.

Flotația este un procedeu unitar de separare din apă sub acțiunea câmpului gravitațional terestru, a particulelor cu densitate medie mai mică decât a apei. Flotația este de două tipuri: naturală și artificială. În primul caz particulele de materiale mai ușoare decât apa (uleiuri, grăsimi etc.) tind să se ridice la suprafața lichidului stagnant sau aflat într-o curgere liniștită (fără

turbulență).

Flotația artificială cu agent de flotare aerul accelerează procesul de flotație a particulelor cu densitatea mai mică ca a aerului, separând într-un timp mult redus până la cinci minute uleiurile și grăsimile din apa uzată.

Particulele separate în partea superioară sunt colectate în cămine separate. Flotația poate avea loc în separatoare de grăsimi, separator de grăsimi cuplat cu denisipator sau separator de grăsimi cuplat cu decantor și în decantor.

Separatoarele în câmp inerțial realizează separarea din apele uzate a particulelor la care se mărește forța de sedimentare prin accesul suplimentar al forței de inerție atunci când apa capătă o mișcare de rotație în obiecte ca: site rotative, centrifugi, denisipatoare și decantoare tangențiale, hidrocicloane.

Depunerile (nămolurile) din aceste construcții și instalații sunt eliminate din circuitul apei și depozitate (nămolul din denisipatoare) sau prelucrate prin stabilizarea materiei organice și deshidratare pentru a le modifica mirosul, aspectul, umiditatea și gradul de nocivitate.

Pentru stabilizarea nămolurilor se pot folosi procedee aerobe și anaerobe realizate în construcții și instalații de tipul fose septice, iazuri de nămol, stații de compostare, decantoare cu etaj, bazine deschise, rezervoare ermetice de fermentare metanică (metantancuri).

Deshidratarea nămolurilor se poate realiza atât pe cale naturală în bazine de îngroșare, pe platforme de uscare sau în iazuri de nămol, cât și pe cale artificială prin procedee mecanice (filtre–vacuum, filtre–prese, centrifuge, filtre–sită) sau termice (tambure uscătoare, stații de incinerare). Nămolul deshidratat poate fi folosit în agricultură ca îngrășământ.

3.1.2. Procedee de tratare fizico–chimică

Aceste procedee de bazează îndeosebi pe acțiunea substanțelor chimice asupra materiilor solide în suspensie greu separabile prin decantare simplă a bacteriilor, ș. a. și au ca scop: - coagularea materiilor solide în suspensie și decantarea acestora cu o eficiență mai ridicată decât în epurarea fizico-mecanică: oxidarea substanțelor organice și celulelor bacteriene, realizată prin clorurarea apelor uzate.

Pentru epurarea mecano-chimică se prevăd următoarele construcții și instalații: gospodăria de reactivi, camere de amestec, camere de reacție și decantoare. Nămolurile ce provin din această tratare a apelor uzate au un volum mai mare decât cel obținut prin decantare simplă și sunt mai greu de tratat deoarece conțin și substanțe chimice (coagulanți) introduse.

Clorarea apelor uzate se realizează în instalații de clorare și bazine de contact, având ca rezultat final dezinfecția (lichidarea bacteriilor patogene). Acest procedeu se aplică în stadiul final de tratare a apelor uzate.

Ansamblul de procedee ce conduce la eliminarea materiilor solide în suspensie separate prin decantare cu sau fără ajutorul substanțelor de coagulare, prin flotare, sitare și separare prin câmp inerțial constituie tratarea primară sau mecanică.

3.1.3. Procedee de tratare biologică

Aceste procedee se bazează pe folosirea capacității microorganismelor, îndeosebi a bacteriilor, de a asimila și mineraliza substanțele organice dizolvate în apele uzate care au suportat de obicei prima treaptă de tratare – tratare primară.

În funcție de bacteriile participante la tratarea biologică a apei se

deosebesc procese aerobe, care se realizează în prezența oxigenului, folosit de bacteriile aerobe pentru oxidarea substanțelor organice cu producere de CO_2 și H_2O și procese anaerobe, care se desfășoară în absența oxigenului și au la baza lor reducerea substanțelor organice cu eliminarea de produși intermediari (acizi) și gaze (CH_4 , H_2S , H_2 , N_2 , CO_2).

Tratarea biologică poate avea loc în condiții apropiate de cele naturale sau în condiții create artificial. Epurarea biologică în condiții naturale se poate realiza în câmpuri de irigare sau infiltrare și iazuri biologice. Epurarea biologică în condiții artificiale se realizează în filtre biologice aerobe sau anaerobe și bazine de aerare sau de epurare anaerobă cu nămol activ.

Atunci când apele uzate au concentrații relativ mici de substanță organică se prevede treapta biologică cu procese aerobe, iar când concentrațiile sunt mari se prevede treapta biologică cu procedee combinate (tratare cu procedee anaerobe urmată de procedee aerobe).

Tratarea biologică a apelor uzate mai este cunoscută sub numele de epurare secundară. Ea mai poate fi urmată și de o epurare terțiară atunci când condițiile de evacuare a apelor tratate în emisari impun un grad de epurare mai avansat decât cel posibil la o epurare mecano-biologică clasică sau atunci când se impune și eliminarea compușilor de azot și fosfor. Atunci este nevoie de o finisare.

În ce privește eficiența – randamentul – diferitelor instalații, el este de obicei exprimat prin posibilitatea acestora de a reduce materiile organice (exprimate prin CBO), materiile în suspensie separabile prin decantare și bacteriile.

În tabelul 3.1 sunt prezentate performanțele medii care pot fi obținute la tratarea unor ape uzate orășenești cu un conținut maxim de 30% ape industriale, care nu conțin substanțe toxice și caracterizate printr-un conținut

de materii în suspensie de 250mg/l, CBO₅ =250mg/l, CCO=500 mg/l, azot total (Keldall) = 50mg/l, fosfor 10mg/l și conținut total de materii solide 1200 mg/l.

Tabelul 3.1. Performanțe medii obținute la tratarea unor ape uzate orășenești

Instalații și procedee aplicate	MS		CBO ₅		CCO		NTK		P	
	Randament %	Concentra mg/l	Randament %	Concentra mg/l	Randament %	Concentra mg/l	Randament %	Concentra mg/l	Randament %	Concentra mg/l
Grătare, site	5-20	-	5-10	-	-	-	-	-	-	-
Decantare primară	40-60	-	20-35	-	20-35	-	5-10	-	ns	-
Tratare fizico-chimică	80-95	20	40-65	100	40-65	150	10-15	50	80-90	1
Aerare prelungită	90	30	95-98	20	80	90	90 ¹⁾	5	ns ²⁾	-
Bazine cu nămol activ de încărcare medie	90	30	90-95	30	80	90	15	50	ns ³⁾	-
Decantare primară + bazine cu nămol activ de încărcare medie	90	30	90-95	30	80	90	15	50	ns	-
Decantare primară + bazine cu nămol activ de mică încărcare (cu nitrificare)	90	30	5	20	80	90	90 ¹⁾	5	ns ²⁾	-
Decantare primară + filtre biologice de mare încărcare	85	45	80	60	75	120	10-15	55	ns	-
Decantare primară + filtrare biologică de mică încărcare	90	25	90	25	80	90	15	50	ns	-
Tratarea fizico-chimică + filtre granulare pentru poluanți carbonici	95	15	90	30	80	90	15	50	80-90	1
Tratarea fizico-chimică + filtre granulare pentru poluanți carbonici și azotați	95	10	95	10	90	50	85	10	80-90	1
Decantare primară + bazine cu nămol activ de încărcare medie + filtre cu nisip	95	10	95	10	90	50	15	50	ns ³⁾	-
Decantare primară + bazine cu nămol activ de încărcare medie + filtre granulare pentru poluanți azotați	95	10	95	10	90	50	90	5	ns ³⁾	-
Decantare primară + bazine cu nămol activ de mică încărcare + defosfatare simultană + filtrare	95	< 5	95	< 5	90	50	90	5	95	1 ⁴⁾
Decantare primară + bazine cu nămol activ de mică încărcare + filtre cu nisip și CAG + clorare		≈1		≈1		10	95	5	95	1
Idem + membrane ⁵⁾		< 1		< 1		< 10	99	< 0,5	99	< 0,1

3.2. Scheme clasice de tratare a apelor uzate

Schema unei stații de tratare este reprezentată de succesiunea în plan a obiectelor principale ale acesteia cu arătarea pozițiilor relative între ele precum și cu indicații asupra fluxului tehnologic al apei, nămolului, ș. a. Schema stației de tratare nu trebuie să fie confundată cu planul de situație al acesteia, în care obiectele, elementele de legătură, instalațiile ș.a. sunt prezentate cu cote de nivel, dimensiuni, distanțe între obiecte ș.a.m.d.

Schemele stațiilor de tratare se aleg funcție de:

1). debitul și componența apelor uzate. Debitul influențează alegerea instalațiilor, al căror domeniu de utilizare este diferit. Componența apelor uzate depinde de proporția apelor uzate industriale, acestea din urmă influențând și tratabilitatea amestecului de ape prin metodele mecanice și biologice în componența clasică a instalațiilor.

2). gradul de epurare necesar, rezultat în urma calculelor arătate anterior. Valoarea minimă a CBO al efluentului tratat fizico-biologic atât cu folosirea bazinelor de aerare cu nămol activ, precum și a filtrelor biologice, este de ordinul 15 – 25 mg/l. Dacă prin calculul gradului de epurare necesar este impusă o valoare inferioară celor indicate, schema trebuie să includă o tratare terțiară (o finisare). În cazul obținerii unor valori de CBO 15 – 25 mg/l al efluentului tratat se mai obișnuiește a se folosi termenul de tratare biologică completă (totală). O tratare biologică incompletă (parțială) are o valoare a CBO – ului efluentului tratat superioară celei de 25 – 30 mg/l.

În funcție de gradul de epurare necesar pot fi utilizate atât procedee separate (din cele enumerate mai sus) cât și combinații diferite din ele. Unele recomandări din acest punct de vedere sunt date în tabelul 3.2.

Tabelul 3.2. Recomandări în vederea alegerii procedeele de tratare a apelor uzate în funcție de gradul de epurare necesar

Gradul de epurare necesar		Procedeele de epurare recomandate
MS, mg/l	CBO ₂₀ mg/l	
≥ 80	-	fizico-mecanică (primară)
20-25	≥ 100	fizico-mecanică (primară)
25-80	25-80	fizico-mecanică + biologică parțială (primară + secundară)
15-25	15-25	fizico-mecanică + biologică completă (primară + secundară)
< 15	< 15	fizico-mecanică + biologică completă + finisare (primară + secundară + terțiară)

3). condițiile locale (climaterice, geotehnice, spațiul disponibil pentru construcția stației, precum și terenuri pentru irigații cu ape uzate și valorificarea nămolurilor, ș. a. m. d.). Dacă există posibilitatea unei irigații a terenurilor agricole, ele pot fi folosite pentru treapta terțiară de tratare a efluentului tratat mecano-biologic. Posibilitatea valorificării nămolului provenit de la tratarea apelor uzate ca îngrășământ poate permite o tratare mai simplă a acestuia.

4). modul de tratare a nămolului, impune alegerea schemei de tratare a nămolurilor în interdependență cu schema instalațiilor de tratare a apelor uzate și ținând cont de reîntoarcerea în circuit a apelor provenite din tratarea nămolurilor.

5). felul construcțiilor, instalațiilor și utilajelor care urmează a fi folosite în stația de tratare, se regăsesc și în tabelul 3.3 (treapta primară) și tabelul 3.4 (treapta secundară).

6). perspectivele de dezvoltare a obiectivului canalizat, etapele de construcție a stației, ș. a.

Tabelul 3.3. Construcții, instalații și utilaje folosite în stația de tratare

Construcții și instalații	Domeniul de utilizare la Q_{inf} , mii mc/zi	Performanțe de limpezire, %	Reducere CBO_{20} %	Concentrație maximă admisă în influent, mase ms MS/L
Grătare cu bare	nelimitat	-	-	-
Grătare tăietoare (cominutoare)	idem	-	-	-
Site	idem	-	-	-
Denisipatoare orizontale cu mișcare circulară	< 10	-	-	-
Denisipatoare orizontale longitudinale	< 70	-	-	-
Denisipatoare tangențiale	< 500	-	-	-
Denisipatoare aerate	> 20	-	-	-
Decantoare verticale	< 20	10-15	10-15	300
Decantoare orizontale longitudinale	> 15	≤ 50	10-15	300
Decantoare radiale (orizontale)	> 20	≤ 50	10-15	300
Decantoare cu etaj (tip Imhoff)	< 10	≤ 50	10-15	300
Limpezitoare cu aerare naturală	≤ 30	≤ 70	15-20	500
Biocoagulatoare	≤ 50	70-75	35-40	500
Decantoare orizontale longitudinale și radiale prevăzute după o preaerare	> 15	70-75	35-40	500

Tabelul 3.4. Recomandări în vederea alegerii tipurilor de bazine de aerare cu nămol activ și filtre biologice

CBO ₂₀ al influentului în stația de tratare, (mg/l)	Instalații de tratare biologice recomandate în funcție de gradul de biodegradabilitate al amestecului de ape uzate menajere și industriale	
	substanțe ușor biodegradabile	substanțe greu biodegradabile
100-150	BANAP, BANAA, FB	BANAP, FB
150-250 (300)	BANAR, BANAAR, FB	BANAR, DBANAA, DFB, FBA
250 (300) - 500	BANAA, DANAR, FBR	BANAR, DBANAA, DFB, FBR
> 500	BANAA, BANAR	DBANAA

unde: **BANAP** – bazine aerate cu nămol activ tip piston; **BANAA** – idem, tip amestecare totală; **BANAR** – idem, cu regeneratoare; **BANAAR** – bazine de aerare cu nămol activ tip amestecare totală și cu regeneratoare; **DBANAA** – bazine de aerare cu nămol activ tip amestecare totală, două trepte; **FB** – filtre biologice; **DFB** – filtre biologice două trepte; **FBA** – filtre biologice cu aerare artificială; **FBR** – filtre biologice cu recircularea apei tratate.

În genere, schemele stațiilor de tratare a apelor uzate pot fi pentru epurarea fizică, fizico-chimică, fizico-biologică sau fizico-biologică-terțiară.

Schemele de epurare fizică sau fizico-chimică sunt adaptate, de obicei, la vărsarea apelor tratate într-un emisar foarte mare, având o capacitate înaltă de asimilare a poluanților remanenti. În etapa actuală nu se poate vorbi decât despre o astfel de tratare la deversarea apelor uzate în mare, emisarii din interiorul continentului nemaifiind în stare să accepte o poluare ridicată.

În cele ce urmează prezentăm diferite variante de scheme de stații de tratare fizico-biologică completă (aceste cazuri fiind cele mai des întâlnite).

Pentru alegerea unei scheme de stație de epurare trebuie ca obiectele funcționale să ocupe o suprafață cât mai mică, transportul apei uzate și a nămolului să se facă pe distanțe cât mai scurte și să evite încrucișări repetate ale conductelor și canalelor.

În același timp, pentru o exploatare optimă trebuie prevăzute canale de ocolire (by-pass) atât pentru întreaga stație, cât și pentru treptele de epurare (chiar și pentru obiectele principale ale stației de epurare.)

În figura 3.1 este dată o schemă de tratare fizico-biologică în condiții naturale pentru debite mai mici de $10000 \text{ m}^3/\text{zi}$, prezentându-se 3 variante: câmpuri de irigare sau filtrare și iazuri biologice. În cazul folosirii unor câmpuri de irigare lipsește o deversare în emisar. Câmpurile de filtrare sunt dotate cu conducte de drenaj, apa epurată fiind evacuată în emisar, sau pe relief, iar în cazul unor iazuri biologice este prevăzută și o treaptă de dezinfecție prin clorinare, înglobând o cameră de amestec și bazine de contact, numai după aceea urmând o evacuare în emisar.

Treapta fizică este prezentată prin grătare sau site pentru înlăturarea materiilor grosiere. Există două posibilități de lichidare a deșeurilor reținute de grătare: în prima variantă materiile grosiere sunt dezintegrate în utilaje speciale, diluate cu apă și evacuate în canalul de aducțiune a apelor uzate, în

amonte de grătare, iar în a doua variantă ele ar putea fi stocate în containere și apoi transportate la depozitele de gunoi ale orașului.

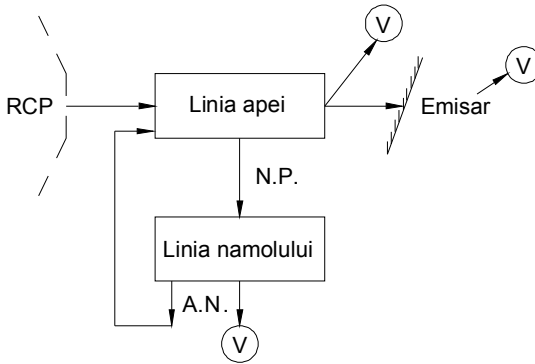


Figura 3.1.a) Schemă cu liniile tehnologice de tratare R.C.P. - rețea de canalizare publică, V - valorificare, NP - nămol primar, AN - apă de nămol

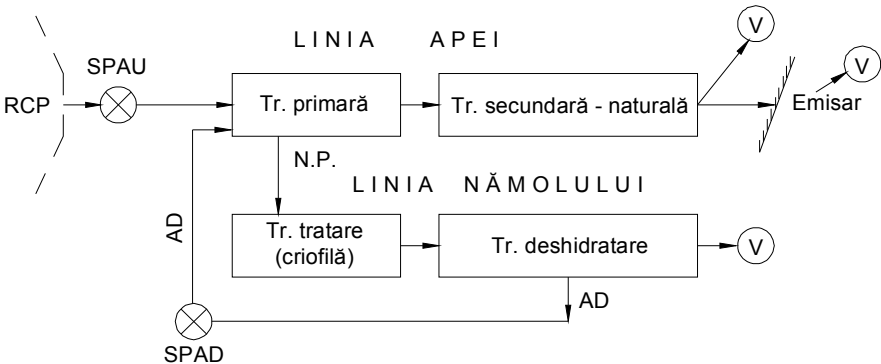


Figura 3.1.b) Schemă cu treptele de tratare R.C.P. - rețea de canalizare publică, V - valorificare, NP - nămol primar, AN - apă de nămol

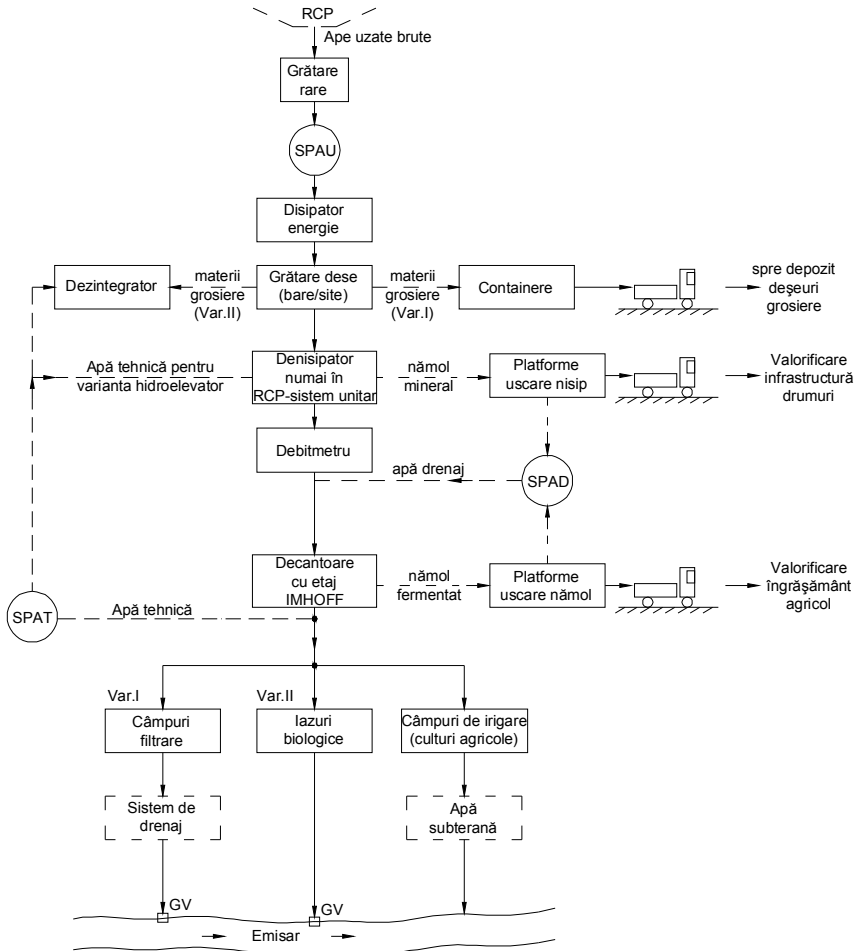


Figura 3.1.c) Schema pe obiecte a unei instalații de tratare cu epurare fizico-biologică în condiții naturale (recomandată) pentru debite de până la 10000 mc/zi

Materiile în suspensie minerale sunt separate în denisipatoare, iar cele organice în mod special în decantoare cu etaj (tip Imhoff), acestea din urmă reprezentând o construcție combinată dintr-un decantor propriu-zis, destinat sedimentării materiilor în suspensie, și o fosă septică, unde are loc fermentarea anaerobă a nămolului rezultat din decantor. Nămolul, atât cel din denisipatoare cât și cel fermentat este supus unei deshidratări naturale pe platforme de uscare, dotate cu conducte de drenaj. Apele de drenaj sunt

refulate în canalul apelor uzate în aval de decantare. Pentru folosințe tehnice (diluție de materii dezintegrate, evacuarea nisipului din denisipator, pregătirea soluției de clor ș.a.m.d.) se folosește apa epurată fizic, motiv pentru care este prevăzută o stație de pompare și rețeaua respectivă de conducte.

La debite mai mari de 10000 m³/zi se prevăd decantare verticale, orizontale, radiale, în locul decantoarelor cu etaj, iar pentru fermentarea nămolului din decantare, înainte ca acesta să fie evacuat pe platformele de uscare se folosesc rezervoare separate de fermentare metanică. În acest caz este nevoie de o pompare a nămolului.

În figura 3.2 este reprezentată o schemă de tratare fizico-biologică pentru stații cu debite mai mici de 50000 m³/zi. Pentru epurarea biologică sunt prevăzute filtre biologice deoarece condițiile locale nu permit folosirea epurării biologice în condiții naturale.

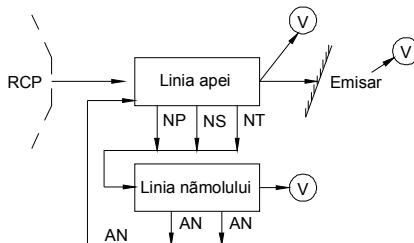


Figura 3.2.a) Schemă cu liniile tehnologice

R.C.P - rețea de canalizare publică, V - valorificare, NP - nămol primar, NS - nămol secundar, NT - nămol terțiar, AN - apă de nămol

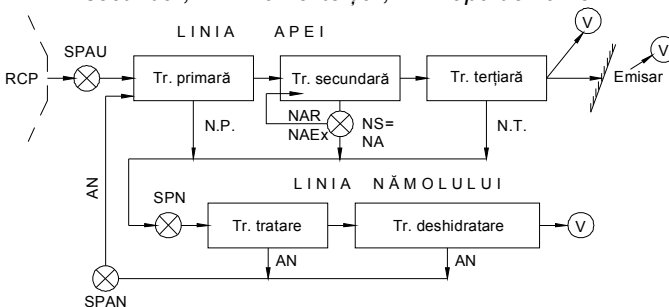


Figura 3.2.b) Schemă cu treptele de tratare

SPAU - stație de pompare ape uzate, SPAN - stație de pompare apă nămol, NAEx - nămol activ în exces, NAR - nămol activ de recirculare

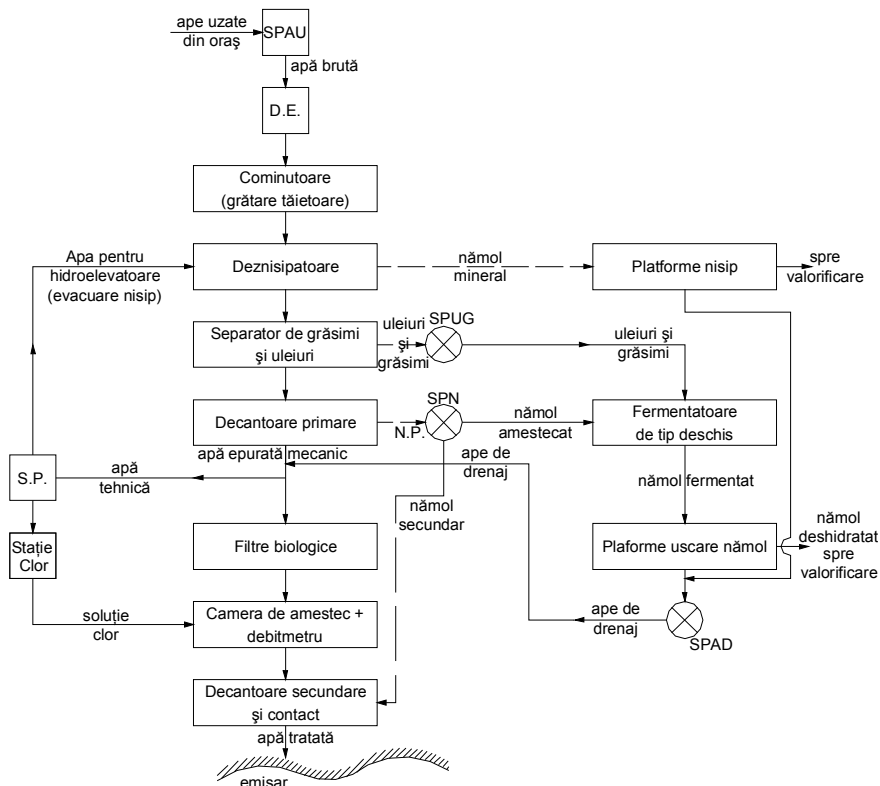


Figura 3.2.c) Schema cu obiectele unei stații de tratare cu procese fizico-biologice a apelor uzate cu filtre biologice (recomandată pentru debite de până la 50000 mc/zi)

Decantoarele secundare sunt folosite și ca bazine de contact pentru treapta de dezinfecție, iar camera de amestec poate fi și debitmetru, folosind în acest scop un debitmetru de tip Parschall. În această schemă pentru o preepurare grosieră în locul grătarelor cu bare sau sitelor sunt prevăzute niște cominutoare care nu necesită utilaje pentru înlăturarea și dezintegrarea materiilor grosiere – ele fiind tocate și antrenate de curentul de ape uzate în aval de aceste utilaje. În rest schema este similară cu cea precedentă.

În figura 3.3 este dată schema clasică de tratare fizico-biologică cu

bazine de aerare. Treapta primară din această schemă se deosebește de cele precedente prin prezența unui denisipator aerat cuplat cu un separator de grăsimi și uleiuri (S.G.U.) pentru eliminarea grăsimilor și uleiurilor în suspensie, după care urmează un bazin de preaerare, care are menirea de a intensifica procesul de limpezire a apelor uzate în decantoarele primare. Această necesitate apare la o concentrație de materii în suspensie la intrarea în stația de tratare a apelor uzate care depășesc 300 mg/l. În acest scop nămolul activ în exces este refulat în bazinele de preaerare, jucând rolul unui coagulant natural.

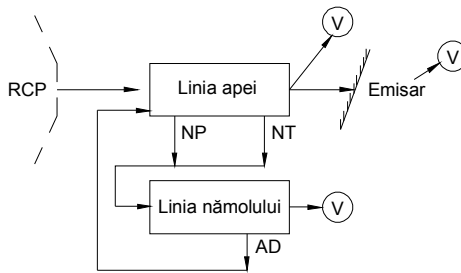


Figura 3.3.a) Schema cu liniile tehnologice de tratare
R.C.P - rețea de canalizare publică, V - valorificare, NP - nămol primar, NT - nămol terțiar, AD - apă decantată

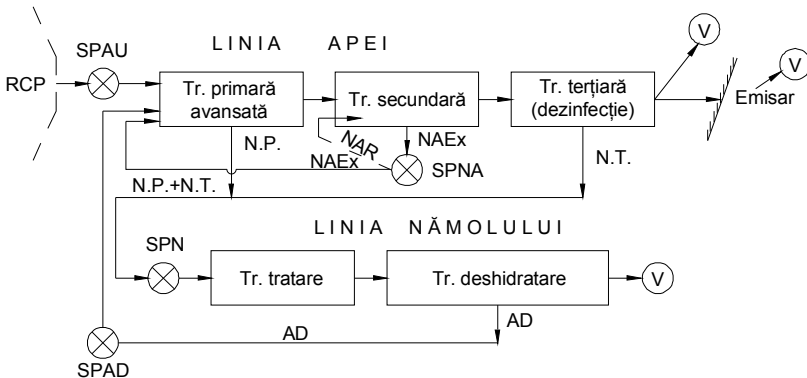


Figura 3.3.b) Schemă cu treptele de tratare
SPAU - stație de pompare ape uzate, SPAN - stație de pompare apă nămol, SPNA - stație de pompare nămol activ NAEx - nămol activ în exces, NAR - nămol activ de recirculare

Pentru funcționarea corectă a bazinelor de aerare, nămolul activ este refulat după o separare de apele uzate epurate în decantoarele secundare din nou în bazinele de aerare (nămol recirculat). Nămolul activ în exces este reținut împreună cu nămolul primar în decantoarele primare, iar acest amestec de nămoluri este refulat în fermentatoare metanice în scopul stabilizării anaerobe a substanței organice conținută în nămoluri. Din fermentarea anaerobă a nămolurilor (în metantancuri) rezultă biogazul, care este folosit drept carburant. Pentru compensarea volumelor de biogaz sunt prevăzute gazometrele. Prin folosirea biogazului drept carburant în centrala termică se obține agentul termic necesar pentru menținerea regimului termic al fermentării anaerobe, transferul de căldură realizându-se prin schimbătoare de căldură. Surplusul de biogaz poate fi folosit și pentru alte necesități ale stației de tratare.

Pentru asigurarea oxigenului necesar microflorei aerobe din bazinele de aerare este necesară o stație de suflante care alimentează cu aer comprimat atât bazinele de aerare din treapta biologică cât și desnisipatoarele aerate ale treptei fizice. De obicei în bazinele de contact se depune o anumită cantitate de nămol, care este refulat și el la instalațiile de tratare a nămolului, ceea ce în schemele precedente a fost omis scopul simplificării.

Treapta secundară alcătuită din bazine de aerare cu nămol activ, decantoare secundare și SPNA - stație de pompare nămol activ poate fi transformată în **treaptă secundar avansată** prin compartimentarea BANA în două zone, una cu procese anoxe (de denitrificare) și una cu procese biologice aerobe (de nitrificare). În această situație se poate elimina azotul și fosforul organic existent în apele uzate. Schema este prezentată în figura 3.3d.

În figura 3.4 este prezentată o schemă similară cu cea precedentă, diferența fiind modul de tratare a nămolurilor. Nămolul primar din decantoarele

primare este supus fermentării anaerobe (separat de cel secundar), iar utilizarea biogazului are loc la fel ca în schema precedentă. Nămolul activ în exces este stabilizat aerob, îngroșat și apoi deshidratat pe platforme de uscare. Apa rezultată de la îngroșarea nămolului este evacuată împreună cu apele de drenaj în amonte de decantoarele primare.

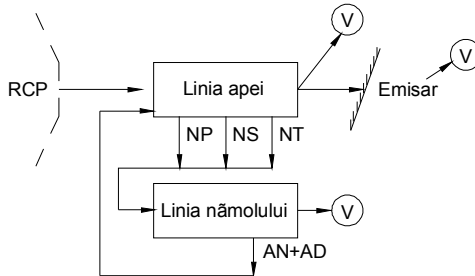


Figura 3.4.a) Schema cu liniile tehnologice de tratare
 R.C.P - rețea de canalizare publică, V - valorificare, NP - nămol primar,
 NS - nămol secundar, NT - nămol terțiar, AN - apă de nămol, AD - apă decantată

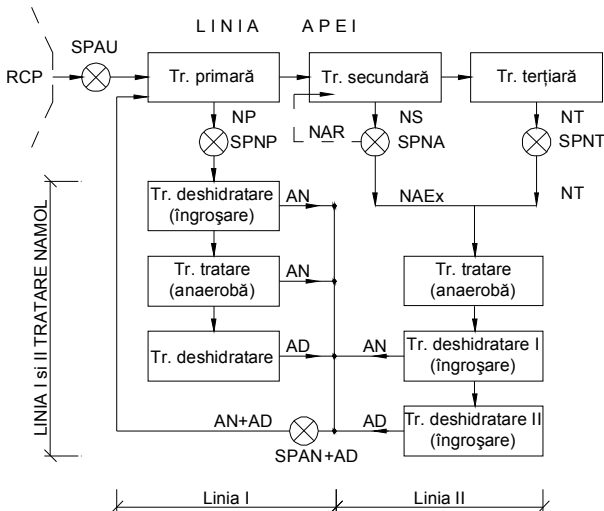


Figura 3.4.b) Schemă cu treptele de tratare
 SPAU - stație de pompare ape uzate, SPAN - stație de pompare apă nămol, SPNA - stație de pompare nămol activ
 NAEx - nămol activ în exces, NAR - nămol activ de recirculare

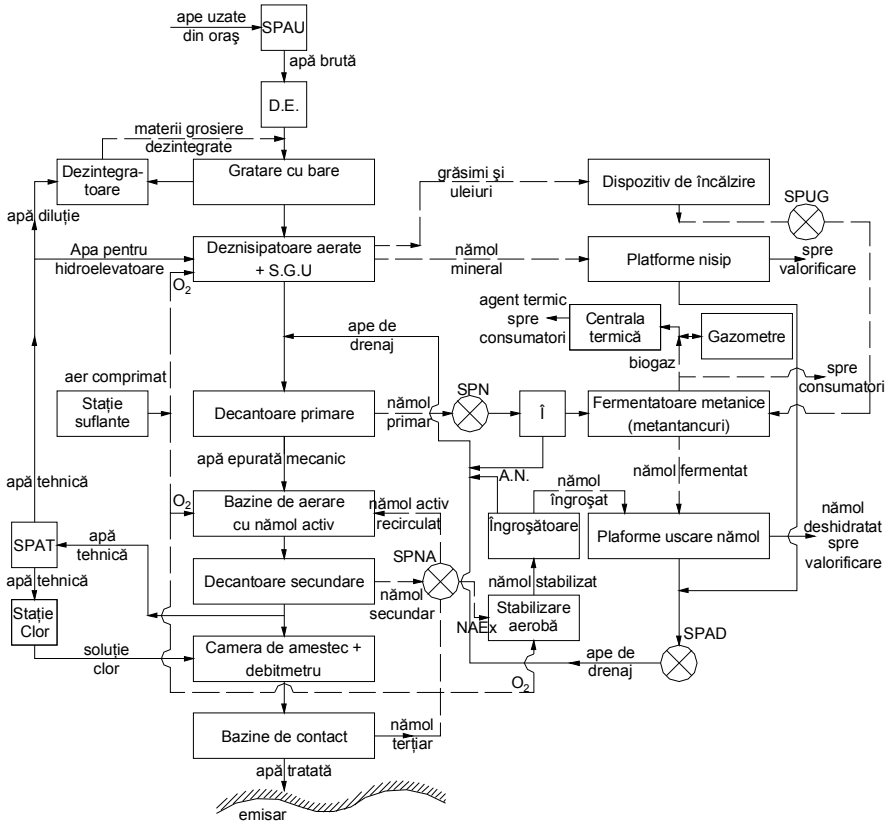


Figura 3.4.c) Schema unei stații de tratare cu procese fizico-biologice cu bazine de aerare și stabilizare aerobă a nămolului activ în exces

În figura 3.5 este prezentată o schemă de tratare fizico-biologică cu filtre biologice de mare încărcare (cu aerare artificială), care diferă de schema din figura 3.2, aceasta fiind prevăzută cu recircularea apei epurate în scopul diluării apei uzate (diminuării valorii CBO). Acest lucru se face în cazul unor CBO ridicate, de obicei mai mari de 300 mg/l, pentru a obține valori „ L_{ef} ” de ordinul 15 – 20 mg/l. În acest caz decantoarele secundare nu mai pot servi drept bazine de contact, deoarece apa clorată ar deteriora procesele biologice de epurare, și treapta de dezinfecție este clasică – cu camera de amestec

după decantoarele secundare și prevăzută apoi cu bazine de contact.

Pentru alimentarea cu oxigen a filtrelor biologice de mare încărcare este necesară stația de ventilatoare. Și în această variantă BANA se poate împărți în zonă ANOX și zonă AEROBĂ și putem să transformăm treapta secundară în treaptă secundară avansată.

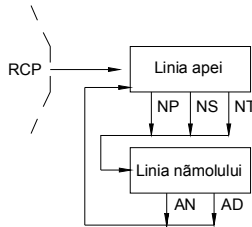


Figura 3.5.a) Schema cu liniile tehnologice de tratare

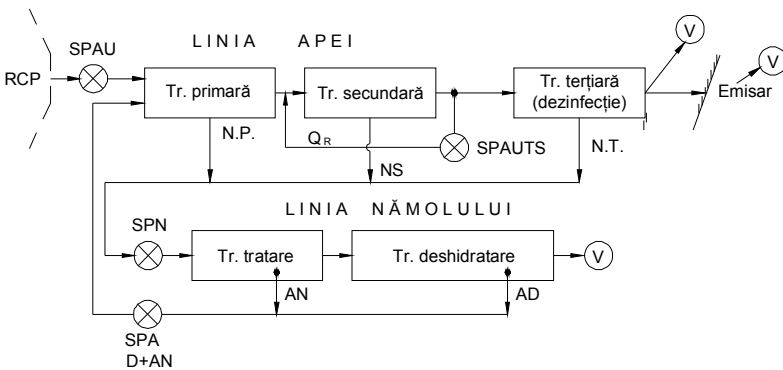


Figura 3.5.b) Schema cu treptele de tratare

SPAUTS - stație de pompare apă uzată tratată secundar, Q_R - debit de apă uzată recirculată

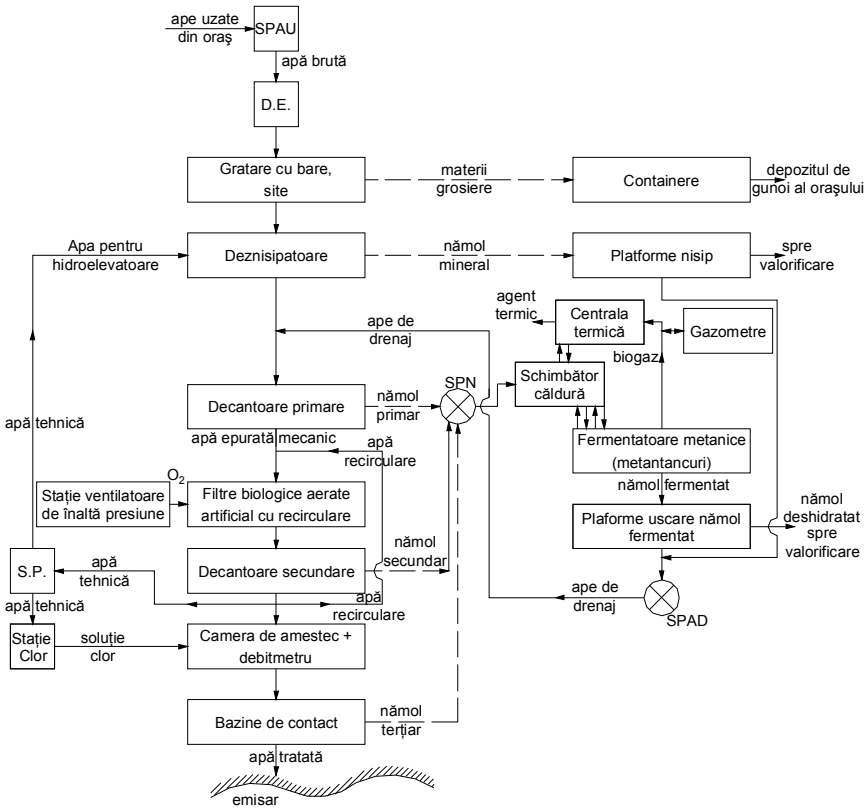


Figura 3.5.c) Schema pe obiecte a unei stații de tratare cu procese fizico-biologice cu filtre biologice cu recircularea apei și fermentatoare metanice anaerobe

Schema din figura 3.6 diferă de cele precedente cu bazine de aerare prin prezența unor regeneratoare ale nămolului activ recirculat. Nămolul activ în exces, după o îngroșare prealabilă este amestecat cu nămolul primar și supus fermentării anaerobe cu toate accesoriile acesteia. În rest schema diferă prin tratarea nămolului fermentat. În locul unei deshidratări naturale pe platforme de uscare este adoptată o deshidratare mecanică, care prevede o elutriere a nămolului fermentat, îngroșarea lui, condiționarea chimică cu coagulanți în scopul unei mai eficiente deshidratări, și în final deshidratarea mecanică. pentru efectuarea acestei deshidratări sunt prevăzute bazinele de

elutriere a nămolului cu alimentare cu apă, îngroșătoare, instalații de condiționare (dozare, reactive, amestec) și instalații mecanice de deshidratare. Filtratul rezultat de la deshidratarea mecanică împreună cu apele de drenaj sunt reintroduse în circuitul apei în amonte de decantoarele primare sau poate fi folosit pentru elutrierea nămolului fermentat.

Ca și la schemele anterioare BANA - treapta secundară poate fi transformată în treaptă secundară avansată, iar dacă NAE_x este trimis în treapta primară ea poate fi transformată în treaptă primară avansată.

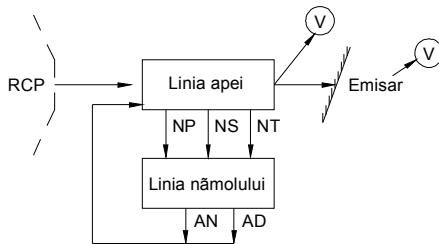


Figura 3.6.a) Schema cu liniile tehnologice de tratare

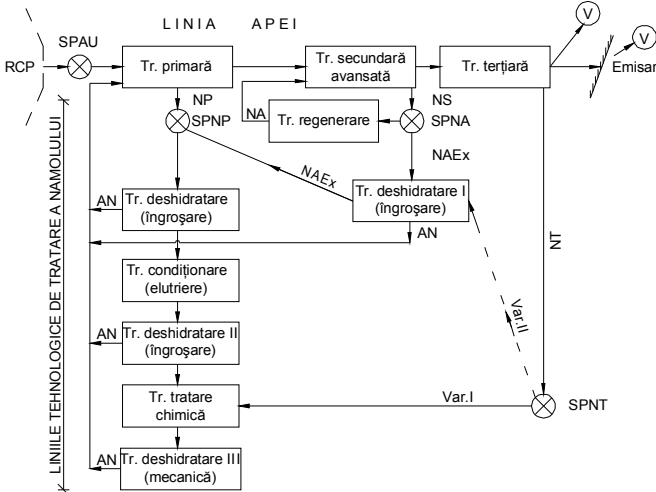


Figura 3.6.b) Schema cu treptele de tratare

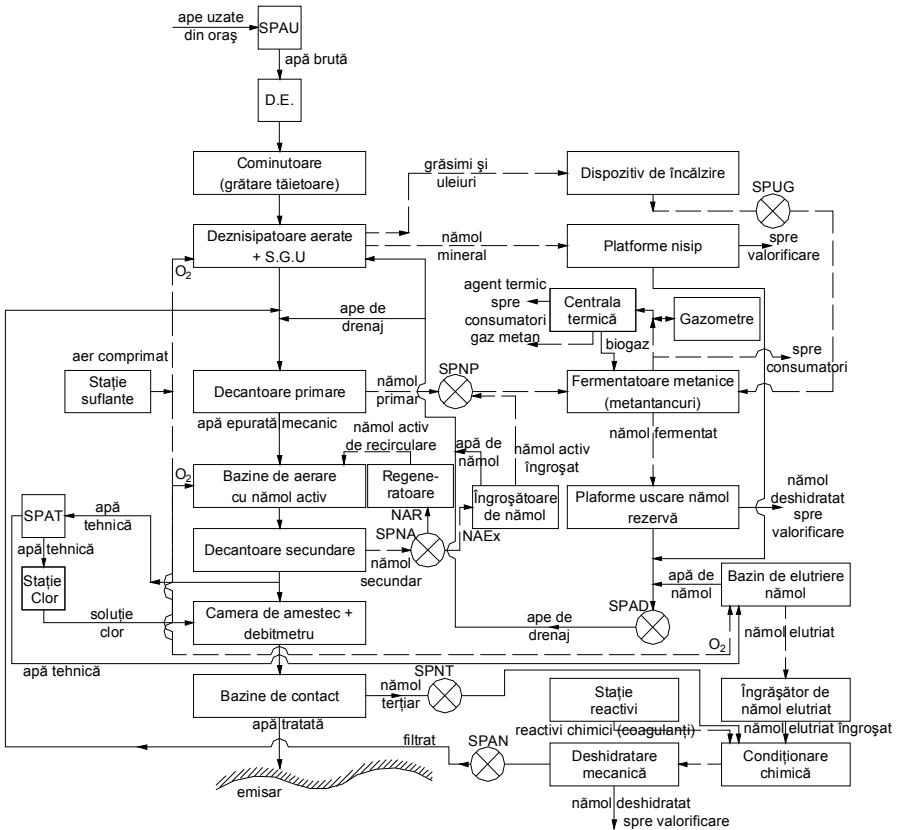


Figura 3.6.c) Schema unei stații de tratare cu procese fizico-biologice cu bazine de aerare și deshidratare mecanică a nămolului fermentat

În figura 3.7 este prezentată o schemă de tratare în exclusivitate fizico-chimică a apelor uzate cu conținut preponderent de substanțe greu sau chiar nedegradabile biologic. Este cazul unor orașe industriale. O astfel de schemă a fost realizată în orașul Radvilischis din Lituania.

La treapta de preepurare reprezentată prin cominutoare și denisipatoare întâlnite și în celelalte scheme este adoptată o nouă soluție de deshidratare a nămolului de origine minerală rezultat din denisipatoare.

Amestecul apă și nisip, refulat din denisipatoare cu ajutorul unor

hidroelevatoare este trecut printr-un hidrociclon pentru separarea materiilor solide, care sunt descărcate într-un buncăr unde are loc o deshidratare suplimentară și apoi încărcate într-un mijloc de transport pentru valorificare.

Deci în acest caz lipsesc platformele de nisip cu toate dezavantajele lor (terenuri ocupate, drenaje, conducte de evacuare, curățire de platforme, ș.a.m.d.).

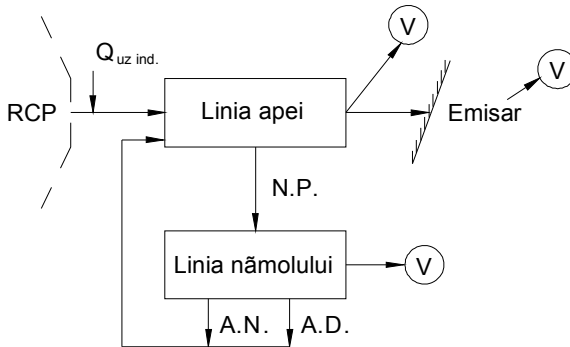


Figura 3.7.a) Schema cu liniile tehnologice de tratare

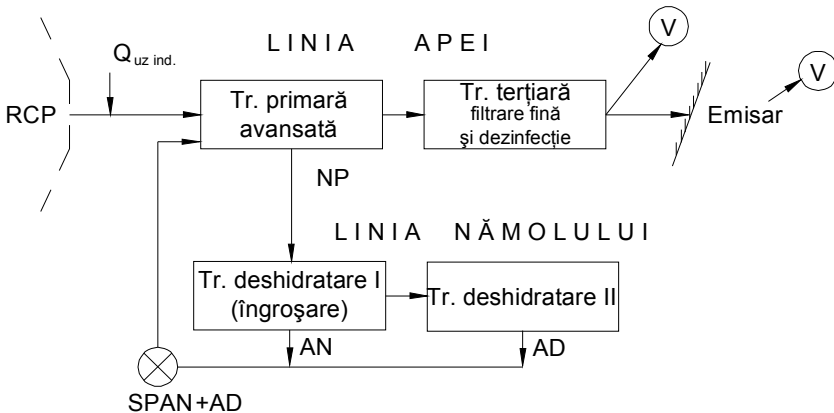


Figura 3.7.b) Schema cu treptele de tratare

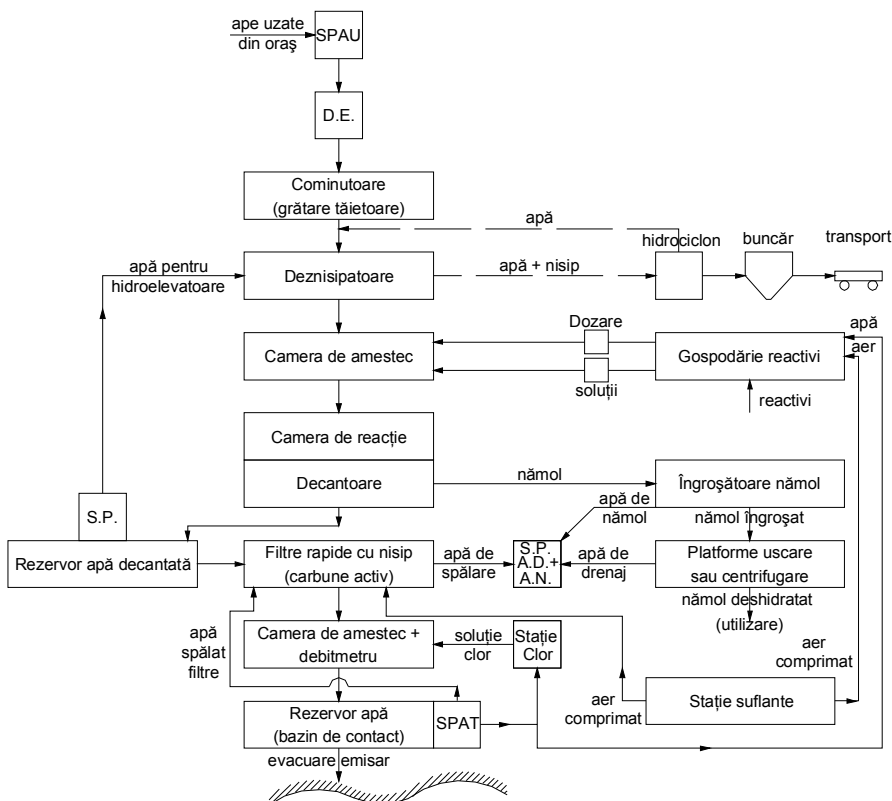


Figura 3.7.c) Schema unei stații de tratare cu procese fizico-chimice a apelor uzate cu conținut de substanțe organice greu sau nedegradabile biologic, specifică pentru debite industriale

Tehnologia de tratare constă în decantarea și filtrarea apei uzate după un amestec cu reactivi chimici – coagulanți în combinație cu floclanți în vederea eliminării maxime de poluanți atât nedizolvați cât și coloidal. În acest scop sunt prevăzute: gospodărie de reactivi pentru pregătirea și dozarea soluțiilor respective de coagulanți și floclanți, sau alți reactivi cum ar fi laptele de var, etc. urmată de camera de amestec (reacție), decantoare, filtre rapide cu strat de nisip cuarțos cu posibilitatea impunerii și a unui strat de cărbune activ în vederea adsorbirii substanțelor nocive dizolvate în apa tratată și în

final treapta de dezinfecție obișnuită (prin clorinare). În cazul folosirii filtrelor rapide cu nisip intervine necesitatea unei spălări periodice a filtrelor în vederea decolmatării lor, lucru realizat cu ajutorul unor rezervoare și a stației de pompare a apei de spălat, circuit cu recircularea în cazul apelor murdare rezultate de la spălarea filtrelor. Pentru o spălare mai eficace a stratului filtrant se folosește și aerul comprimat obținut cu ajutorul stației de suflante. Această tehnologie de tratare este similară celei de tratare a apelor de suprafață în scopuri potabile. Nămolul rezultat din decantoare este îngroșat și apoi deshidratat prin metode naturale – pe platforme de uscare cu drenaj întâlnite în schemele precedente sau fizice – cu precădere prin centrifugare.

În figura 3.8 este prezentată o schemă de tratare fizico-chimică în prima treaptă și biologică cu folosirea unei noi tehnologii în treapta a doua., iar treapta finală fiind cea cunoscută de acum și prezentată în permanență – ca dezinfecție.

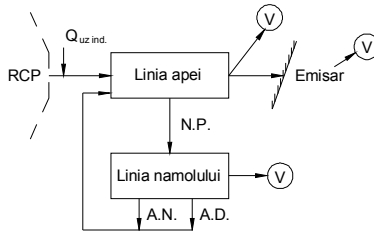


Figura 3.8.a) Schema cu liniile tehnologice de tratare

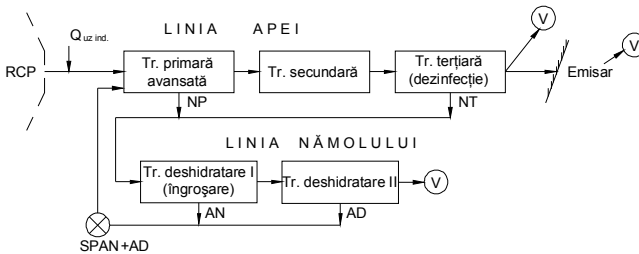


Figura 3.8.b) Schema cu treptele de tratare

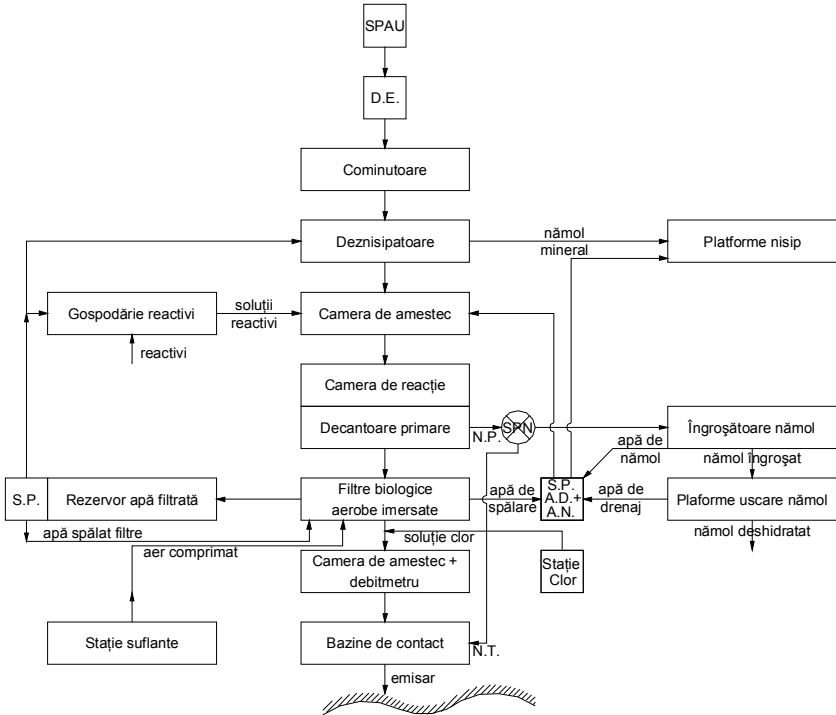


Figura 3.8.c) Schema unei stații de tratare fizico-chimică + biologică cu filtre biologice aerobe imersate

Cominutoarele și denisipatoarele au fost prezente și în scheme anterioare, treapta de tratare fizico-chimică are la bază procese de coagulare urmate de o decantare ulterioară. Ele sunt condiționate de un conținut ridicat de materii în suspensie greu decantabile, prezența lor în apă influența în treapta biologică nefiind dorită. Treapta biologică este alcătuită din filtre biologice aerobe imersate, care necesită o aerare artificială realizată prin dispunerea unei stații de suflante. Spălarea periodică este similară filtrelor rapide, iar în acest scop sunt prevăzute în gospodăria respectivă: rezervor de apă filtrată și stație de pompare, apa de spălare fiind refulată în amonte de camera de spălare, etc. Ca și în schema precedentă nămolul din decantare este îngroșat și apoi supus unei deshidratări naturale (sau mecanice).

Schema prezentată în figura 3.9 are un domeniu de utilizare mai restrâns, aplicabilă pentru ape uzate de mare încărcare provenind de la unități agrozootehnice sau din întreprinderi ale industriei alimentare.

Treapta primară este reprezentată prin desnisipatoare tip hidrociclon, site statice (eventual pot fi folosite și cele rotative) și decantoare primare.

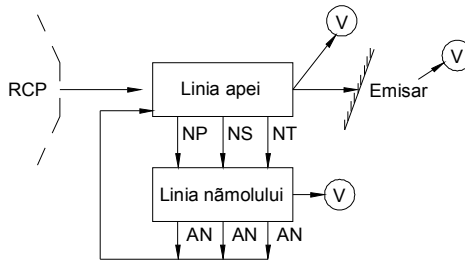


Figura 3.9.a) Schema cu liniile tehnologice de tratare
R.C.P. - rețea de canalizare publică, V - valorificare,
NP - nămol primar, NS - nămol secundar, NT - nămol terțiar, AN - apă de nămol

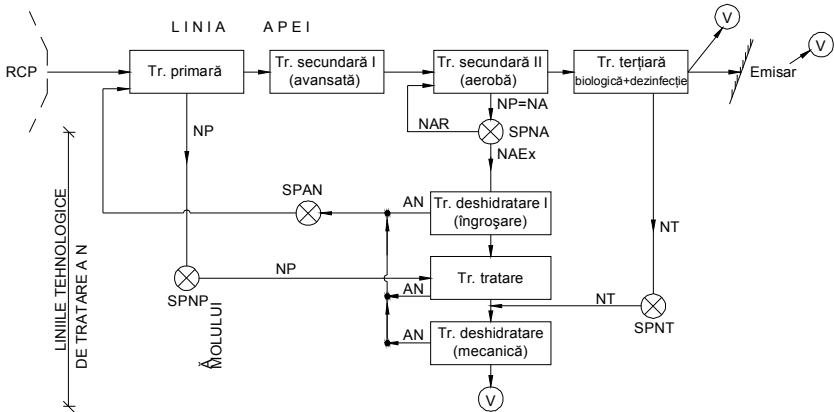


Figura 3.9.b) Schema cu treptele de tratare
R.C.P. - rețea de canalizare publică, V - valorificare, SPAN - stație de pompare apă nămol, SPNA - stație de pompare nămol activ, SPNP - stație de pompare nămol primar, NP - nămol primar, NAR - nămol activ de recirculare, AN - apă de nămol

lichefiere totală a solidelor, rezultând din fermentatoare nu un nămol fermentat ci un lichid cu un conținut de materii solide de ordinul 0,5%. Acest lichid fermentat este supus unei decantări în decantorul secundar al fazei anaerobe, comun pentru fluxul apelor uzate și acest lichid, urmând ca acest să urmeze în continuare fluxul apelor uzate.

În varianta a-II-a tratarea nămolurilor se face cu fermentare anaerobă clasică la care deshidratarea se face mecanic cu tratare (condiționare) chimică în amonte.

Figurile 3.10 caracterizează schemele tehnologice de tratare discontinuă a apelor uzate în tehnologia S.B.R.

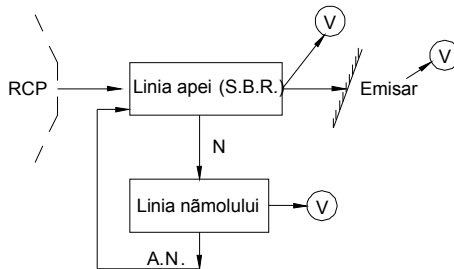


Figura 3.10.a) Schemă cu liniile tehnologice

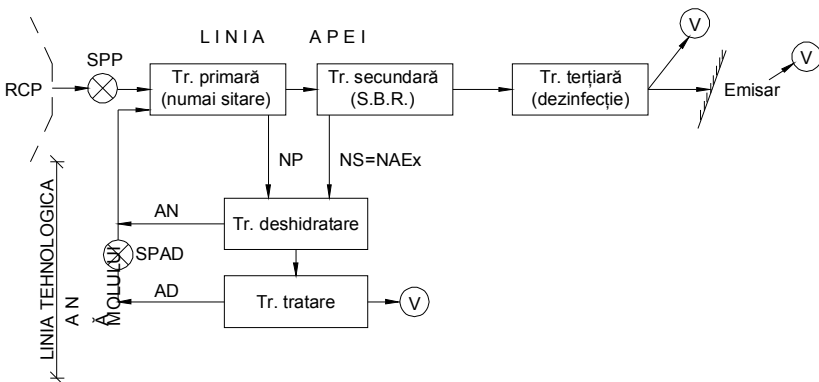


Figura 3.10.b) Schemă cu treptele tehnologice de tratare

Până are loc ridicarea la nivelul maxim stația de suflante furnizează O_2 în creștere prin mărirea debitului de aer. Când s-a ajuns la nivelul maxim cu apa s-a ajuns și cu debitul de aer la nivelul maxim. Apoi au loc cicluri de nitrificare, denitrificare (aerobe, anaerobe) în funcție de rețeta apelor uzate ca încărcări în substanțe organice dizolvate.

Numărul de cicluri și respectiv durata acestora este condiționat de cantitatea de substanță organică dizolvată influentă în bazin și respectiv de cea dorită a fi după tratare (cea efluentă).

În perioada anoxă se oprește alimentarea cu aer (O_2) și se pornesc agitatoarele mecanice care mențin apa din reactor omogenă.

Când s-a atins concentrația dorită la evacuare se oprește aerarea și începe sedimentarea nămolului activ. După un anumit timp de sedimentare dorit începe evacuarea apei din reactor cu ajutorul unei pompe pe plutitor ce culisează pe glisiere.

Golirea apei se face până la nivelul minim. Când nivelul se apropie de cel minim, începe evacuarea cu ajutorul pompelor de nămol a nămolului activ în exces pe linia nămolului.

Apa tratată ajunsă în treapta terțiară suportă dezinfecția și apoi intră în circuitul de valorificare (refolosire) sau este evacuată în emisar.

Nămolul reținut în treapta primară este deshidratat, iar nămolul activ în exces suportă un tratament chimic (de obicei cu polielectroliți anionici sau cationici) după care este deshidratat cu diferite tipuri de echipamente în funcție de debit și de umiditatea finală solicitată la terminarea operației de deshidratare. La stațiile mici se pot folosi filtre saci care permit evacuarea nămolului deshidratat ambalat în saci speciali. Acest nămol poate fi valorificat în această formă în agricultură, sau după ce suportă compostare în platforme special amenajate.

Apele de nămol și cele de drenaj sunt reintroduse în circuitul apei.

3.3. Tehnologiile de tratare a apelor uzate de tip MBBR

Toate tehnologiile anterior prezentate au particularitatea că procesele biologice indiferent de ținta lor C-CBO₅, N-CBO₅ sau P-CBO₅ se realizează cu ajutorul microorganismelor. Din microorganismele specifice tratării apelor uzate procesele biologice din reactoare sunt realizate în proporție de 95% bacterii și 5% protozoare.

Parametrul cel mai important care influențează semnificativ procesul de tratare, modificând semnificativ speciile de bacterii dominante este temperatura apei uzate în momentul tratamentului biologic.

S-au observat prin studii de laborator și la scări industriale că eliminarea de N-CBO₅ și P-CBO₅, din apele uzate nu mai are loc prin tehnologiile anterior prezentate atunci când apele uzate supuse tratării ajung la temperatura de 12°C, sau randamentele de tratare sunt nesemnificative.

Datorită modificărilor climatice și în mod special a celor sociale din România (apa caldă uzată ce ar trebui să încălzească apa rece uzată este din ce în ce mai redusă cantitativ), s-a realizat că apa uzată influențată într-o stație de tratare ape uzate, are temperatura în perioada octombrie-mai sub 12°C. În această situație relativ nouă tehnologia de tratare biologică solicită modificări de proces. Deoarece țările nordice s-au confruntat cu aceste probleme cu mult înaintea noastră, ele au pus la punct tehnologii de tratare a apelor uzate care să funcționeze cu randamentele maxime la temperaturi ale apei uzate până la 5°C. Tehnologiile biologice au la bază un raport invers față de tehnologiile anterioare, respectiv dispunem de 95% protozoare și 5% bacterii. Tehnologia poartă denumirea de M.B.B.R. (Moving Bed Biofilm Reactor), este tot o tehnologie cu membrană fixată pe suport, numai că suportii sunt în mișcare continuă în reactorul biologic. Suportii sunt realizați din materiale cu greutatea specifică apropiată de cea a apei și pot ocupa

până la 60% din volumul reactorului biologic. Membranele sunt astfel concepute încât permit trecerea oxigenului prin ele. Deoarece bulele de aer eliminate de sistemul de distribuție a aerului situat pe radierul reactorului se lovesc și se sparg în particule din ce în ce mai mici, transferul de O_2 este la fel de bun pentru distribuția cu bule mari, comparabilă cu distribuția cu bule fine la reactoarele biologice fără suportți.

Chiar dacă în prezent datorită prețului ridicat al membranelor nu se realizează micșorarea valorii de investiție pe linia apei, în schimb linia nămolului se reduce cu 60÷70% ca valoare de investiție față de soluția clasică, însemnând și reducerea cu 60÷70% a costurilor de tratare a nămolului.

Cele mai mari avantaje sunt generate de posibilitatea de tratare tot timpul anului la randamentele maxime indiferent de temperatura apei uzate influențate, iar al doilea lucru foarte important este scăderea prețului de cost al apei uzate tratate datorat reducerii considerabile a consumurilor energetice solicitate de reactoarele biologice.

Tehnologia de tratare biologică M.B.B.R. poate fi ușor aplicabilă pe oricare din schemele anterior prezentate, în soluția hidraulică de flux tip piston, continuă, de tratare a apelor uzate. Tehnologia S.B.R. propune tratament în regim hidraulic discontinuu, nu se pretează la înlocuirea masei biologice cu cea de la M.B.B.R.

* * *

În dimensionarea și conceperii treptei primare / primare avansate, trebuie ținut cont de următoarele elemente privind obiectele ce elimină MTS-ul din apele uzate supuse tratării:

A) – pentru fluxuri hidraulice continue:

- a) – în situația reactoarelor biologice cu masă biologică omogenizată continuu eficiența eliminării în amonte a M.T.S.-ului este $\mu \approx 50\%$.

- b) – în situația reactoarelor biologice cu masă biologică fixată pe un suport fix tip M.B.R. eficiența eliminării M.T.S.-ului în treapta din amonte trebuie să fie $\mu \approx 70\%$.
- c) – în situația reactoarelor biologice cu masă biologică fixată pe suporturi mobile de tip M.B.B.R. eficiența eliminării M.T.S.-ului în treapta din amonte trebuie să fie $\mu \approx 90\%$.

B) – pentru fluxuri hidraulice discontinue;

– în situația reactoarelor biologice de tip S.B.R. eficiența eliminării M.T.S.-ului treapta din amonte trebuie să fie $\mu \approx 35\%$.

Aceste randamente diferite se pot realiza cu utilaje de gratare și sitare de diferite performanțe și cu sedimentatoare minerale (denisipatoare) sau organice (decantoare primare) de diferite tipuri și de diferite concepte tehnologice.

* * *

Capitolul IV

Construcții și instalații pentru compensarea debitelor

Una din problemele cele mai dificile este variația de debite de la debitul orar minim la debitul orar maxim în 24 de ore, care suprapus pe variația de concentrații pot crea valori minime și maxime de poluanți care nu pot fi tratați în tehnologiile de tratare reale.

Stațiile de tratare a apelor uzate nu pot fi dimensionate numai după debite sau numai după concentrații, ci după produsul debite x concentrații = cantități de poluanți.

Cantități de poluanți influente corelate cu gradul de epurare dorit pentru fiecare poluant în parte crează ansamblul tehnologici real de depoluare a apelor uzate.

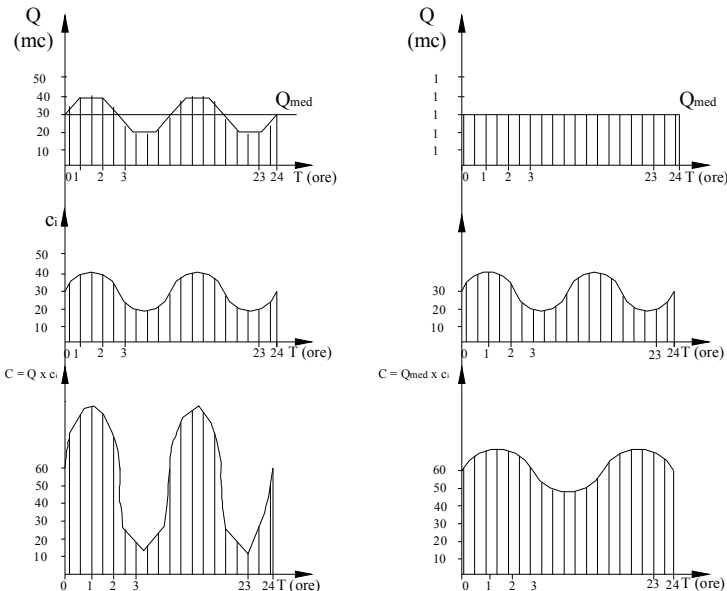


Figura nr. 4.1

Transformarea rețelei de canalizare publice (R.C.P.) din rețea ramificată în rețea nodală se face în baza unui studiu de debite (și dacă se poate pe calități a apei canalizate) pe tronsoanele rețelei ramificate.

Rețeaua ramificată are la bază principul că într-un nod poate primi apă din „n” direcții dar pleacă obligatoriu pe o singură direcție din nod.

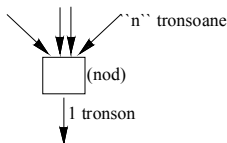


Figura nr.4.2 - Nodul unei rețele ramificate

Rețeaua nodală are la bază principiul că într-un nod pot intra ape de pe „n” tronsoane și pot pleca ape tot pe „n” tronsoane.

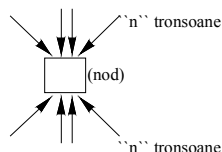


Figura nr.4.3 - Nodul unei rețele nodale

Din rețeaua ramificată se nominalizează un număr de „i” noduri ce urmează a modifica rețeaua în rețea nodală (gravitațională). În această situație se echipează nodul cu aparate de măsură a debitelor influente și echipamente și utilaje de reglare a debitelor pe intrările din aval (electrostavile și electrovane).

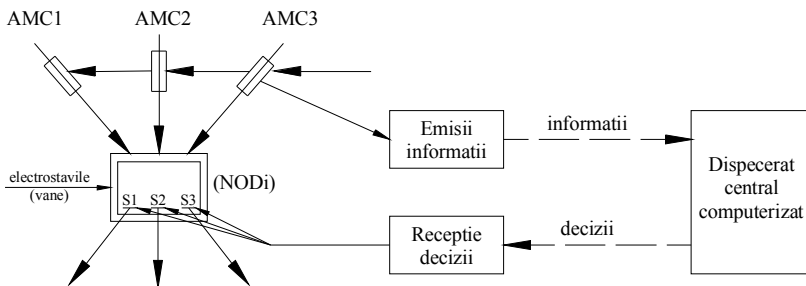


Figura nr.4.4 -

Se observă din figura de mai sus ce avantaj important în funcționarea stației de tratare este uniformizarea debitului influent, și ce avantaje foarte mari se obțin prin reducerea considerabilă a nămolului obiectelor necesare și respectiv în reducerea echipamentelor tehnologice.

În această situație este strict necesar să rezolvăm acest deziderat, lucru posibil următoarelor variante:

- varianta I: - compensarea debitelor canalizate în rețeaua de canalizare publică;
- varianta a II a: - compensarea debitelor canalizate în construcții și instalații specifice situate în amonte de stația de tratare ape uzate.

Varianta I – Compensarea debitelor canalizate în rețeaua de canalizare publică

Compensarea de debite în rețeaua de canalizare se poate realiza astfel:

I.A Compensarea cu menținerea rețelei de canalizare gravitaționale ramificată

În această situație compensarea se realizează numai în situația când rețeaua dispune de stații de pompare amplasate în diferite locuri (din condiții geotopografice și de trasarea rețelei), stații de pompare care pot fi echipate suplimentar cu bazine de compensare gândite astfel încât la debite maxime (uzate sau pluviale), rezervele (tancuri sau poldere) să stocheze debite, iar la debite minime în rețele, stațiile de pompare să pompeze din bazinele de compensare diferențele de debite care sunt necesare. Astfel la intrarea în stația de tratare se pot obține debite constante. Atunci când există mai multe stații de pompare se impune crearea unui dispecerat care să cumuleze informațiile din rețeaua de canalizare publică și din bazinele tampon a stațiilor de pompe care apoi prelucrate să poată lua decizii prin automatizare și transmitere la distanță asupra modului de exploatare a sistemului.

I.B Compensarea cu transformarea rețelei de canalizare ramificată gravitațională în rețea nodală gravitațională

Această variantă propune compensarea de debite în rețeaua de canalizare publică prin mărirea sau micșorarea traseului parcurs de apă de la producător la stația de tratare. De asemenea în această situație se pot urmări și condițiile hidraulice ale curgerii prin colectoare.

Varianta aceasta este extrem de eficientă la aplicarea la rețelele existente deoarece:

- majoritatea au fost proiectate înainte de 1989, când pe baza programelor cincinale s-a făcut o supradimensionare;
- după 1989 datorită apometriei debitelor de apă consumată au scăzut de cel puțin 3 ori;
- există volume foarte mari de rezervă în situația când au fost proiectate în sistem unitar;
- decât apa să circule pe „2 ... n” tronsoane cu viteză mai mică decât viteza de autocurățire se preferă circulația pe un colector, cumulând debitele și mărirind viteza peste 0,7 m/s;
- necesită o investiție minimă;
- există programe de calcul pentru conducerea automată a sistemului de canalizare.

Varianta a II a – Compensarea debitelor canalizate în construcții și instalații specifice situate în amonte de stațiile de tratare ape uzate

II.1 Generalități

În această situație compensarea se poate realiza având minim obiectele din figurile de mai jos.

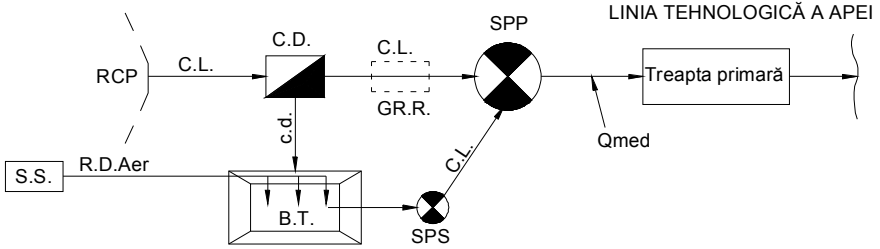


Figura nr.4.5 - Construcții și instalații pentru compensare debite
 R.C.P. – rețea de canalizare publică; C.L. – canal legătură; C.D. – cameră deversoare; c.d. – canal deversor; B.T. – bazin tampon; S.S. – stație suflante; R.D. aer – rețea distribuție aer; S.P.S. – stație de pompare secundară; GR.R. – grătar rar; S.P.P. – stație de pompare principală; Q_{med} – debitul mediu influent.

Ținând cont de variația de debite în rețeaua de canalizare publică hidraulic ne putem situa în exploatare în următoarele ipoteze:

- ipoteza 1: $Q_{or.max.} > Q_{uz}^{med}$

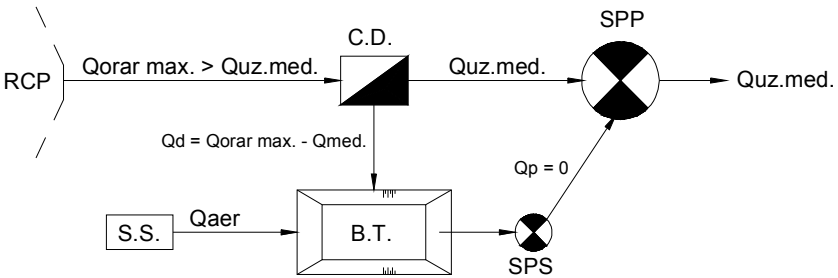


Figura nr.4.60 - Ipoteza 1 de exploatare $Q_{or.max.} > Q_{uz}^{med}$

- ipoteza 2: $Q_{or.uz.} \equiv Q_{uz}^{med}$

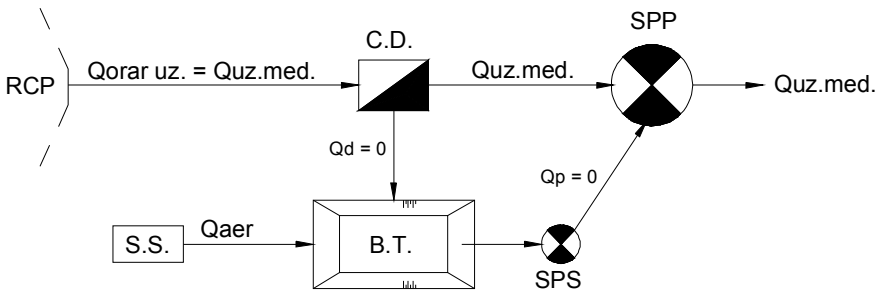


Figura nr.4.7 - Ipoteza 2 de exploatare $Q_{or.uz.} \equiv Q_{uz}^{med}$

Q_{inf} – debitul influent în stația de tratare ape uzate, (mc/s)

$$Q_{inf} = Q_{zi\ max} = K_{zi} \cdot Q_{zi\ med}$$

$Q_{zi\ max}$ = debitul uzat zilnic maxim stabilit conform STAS 1343/1 – 1991

$Q_{zi\ med}$ = debitul uzat zilnic mediu, (mc/s)

$$Q_{zimed} = 0.8 \cdot \frac{K_s \cdot K_p}{86400} \cdot \left[\frac{1}{1000} \cdot \sum_{z=1}^n U_z \cdot (n_{spi} + N_s + N_{im}) \right], \text{ (mc/s)}$$

unde:

K_s – coeficient ce ține seama de nevoile tehnologice ale sistemului de alimentare cu apă;

$K_s = 1,02$ pentru sursă potabilă subterană fără stații de tratare;

$1,10 \geq K_s > 1,07$ pentru stații de tratare ce pot deservi:

$$U_a = \sum U_{ai} < 100000 \text{ loc.}$$

U_a = populația totală actuală;

U_{ai} = populația pe zone de confort edilitar (stabilită și flotantă);

z = zona de confort edilitar;

$K_s \leq 1,07$ pentru stații de tratare ce pot deservi;

$$U = \sum U_i > 100000 \text{ loc}$$

$$U = U_a (1 + 0,01 p)^{na} \text{ (loc.)}$$

U = populația de perspectivă;

p = procentul de creștere a populației;

na = numărul de ani pentru care se face calculul (15 ÷ 30 ani)

$$u = \sum U_i$$

$$U_i = \frac{U \cdot u_{ai}}{U_a}$$

$$z = 1, 2, 3, 4 \quad \Rightarrow \quad u_1 = \dots \text{ loc.}$$

$$u_2 = \dots \text{ loc}$$

$$u_3 = \dots \text{ loc}$$

$$u_n = \dots \text{ loc}$$

K_p = coeficient de pierdere în stația de tratare și pe rețeaua de distribuție a apei; $K_p = 1,10$

În caz de excepție rețea de distribuție uzată poate fi considerat $K_p = 1,15$

$$n_{spi} = n_{gi} + n_{pi} \quad (\text{l/om zi})$$

n_{gi} = necesarul specific de apă pentru nevoi gospodărești, (l/om zi);

n_{pi} = necesarul specific de apă pentru nevoi publice, (l/om zi);

n_{spi} = necesarul de apă specific cumulat

$$n_{sp1} = 40 + 25 = 65 \quad \text{pentru } i = 1$$

$z = 1$ zonă în care apa se distribuie prin cișmelele amplasate pe stradă

$$n_{sp2} = 80 + 30 = 110 \quad \text{pentru } i = 2$$

$z = 2$ zonă în care apa se distribuie prin cișmelele amplasate în curți

$$n_{sp3} = 210 + 85 = 295 \quad \text{pentru } i = 3$$

$z = 3$ zonă cu clădiri având instalații interioare de apă și canalizare, cu prepararea locală a apei calde

$$n_{spi4} = 280 + 100 = 380 \quad \text{pentru } i = 4$$

$z = 4$ zonă cu clădiri având instalații interioare de apă și canalizare cu preparare centralizată a apei calde

N_s = necesarul de apă pentru stropit spații verzi și spălat străzi, (mc/zi)

N_{im} = necesarul de apă pentru industria mică în funcție de planul de perspectivă, (mc/zi)

K_{zi} = coeficientul de neuniformitate a debitului zilnic

$$K_{zi1} = 1,3 \quad \text{pentru } z = 1 \quad p_p = \text{const}$$

$$K_{zi2} = 1,2 \quad \text{pentru } z = 2 \quad p_p = \text{const}$$

$$K_{zi3} = 1,15 \quad \text{pentru } z = 3 \quad p_p = \text{const}$$

$$K_{zi4} = 1,1 \quad \text{pentru } z = 4 \quad p_p = \text{const}$$

p_r = presiunea apei în rețeaua de alimentare cu apă, (mc H₂O)

$$K_{zi1} = 1,45 \quad \text{pentru } z = 1 \quad p_p = \text{variabil}$$

$$K_{zi2} = 1,35 \quad \text{pentru } z = 2 \quad p_p = \text{variabil}$$

$$K_{zi3} = 1,3 \quad \text{pentru } z = 3 \quad p_p = \text{variabil}$$

$$K_{zi4} = 1,25 \quad \text{pentru } z = 4 \quad p_p = \text{variabil}$$

p_r = presiunea din rețea

$$K_{zi} = \frac{K_{zi1} \cdot U_1 \cdot n_{sp1} + K_{zi2} \cdot U_2 \cdot n_{sp2} + K_{zi3} \cdot U_3 \cdot n_{sp3} + K_{zi4} \cdot U_4 \cdot n_{sp4}}{U_1 \cdot n_{sp1} + U_2 \cdot n_{sp2} + U_3 \cdot n_{sp3} + U_4 \cdot n_{sp4}}$$

Debitul de verificare $Q_{or,max}$ – debitul orar maxim, (mc/zi)

$$Q_{or,max} = K_0 \cdot Q_{zi \text{ maz}} \quad (\text{mc/s})$$

K_0 = coeficientul de neuniformitate a debitului orar

K_0	U (loc)
2,8	≤ 500
2,2	1000
2,0	1500
1,75	3000
1,50	7000
1,35	15000
1,3	25000
1,25	50000
1,2	100000
1,15	≥ 200000

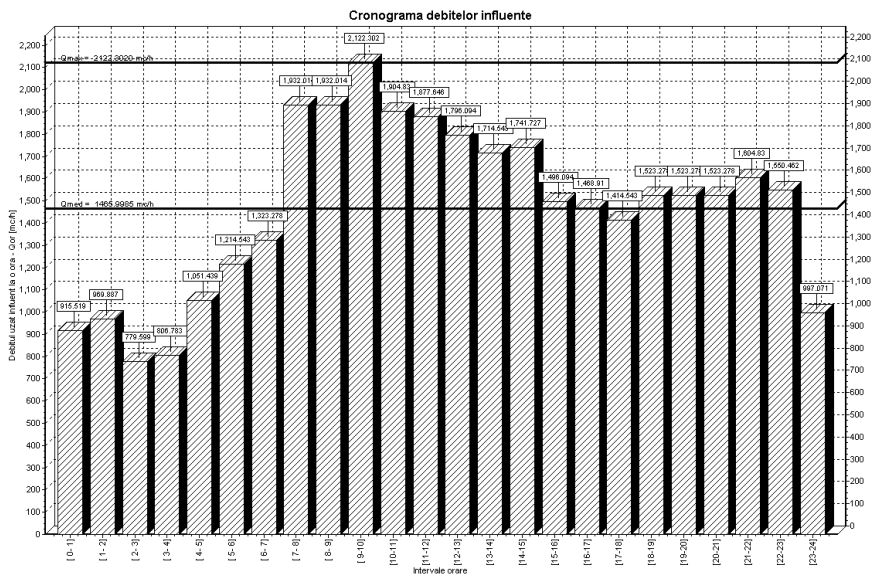


Figura nr.4.8 - Cronograma debitelor influente

$$Q_o = CV_0 \cdot Q_{zi\ max} \cdot 86400 \cdot Q_{o\ ind}$$

Q_o = debitul uzat influent la o oră, (mc/h)

$Q_{o\ ind}$ = debitul uzat industrial influent la o oră, (mc/h)

$$Q_{0-1} = CV_1 \cdot Q_{zi\ max} \cdot 86400 \cdot Q_{ind\ 0-1} \quad (mc/h)$$

$$Q_{1-2} = CV_2 \cdot Q_{zi\ max} \cdot 86400 \cdot Q_{ind\ 1-2} \quad (mc/h)$$

$$Q_{2-3} = CV_3 \cdot Q_{zi\ max} \cdot 86400 \cdot Q_{ind\ 2-3} \quad (mc/h)$$

...

$$Q_{22-23} = CV_{23} \cdot Q_{zi\ max} \cdot 86400 \cdot Q_{ind\ 22-23} \quad (mc/h)$$

$$Q_{23-24} = CV_{24} \cdot Q_{zi\ max} \cdot 86400 \cdot Q_{ind\ 23-24} \quad (mc/h)$$

Q_{ind} = debitul uzat industrial influent în stația de tratare, (mc/h)

$$Q_{med} = \frac{Q_{0-1} + Q_{1-2} + Q_{2-3} + \dots + Q_{22-23} + Q_{23-24}}{24} \quad , (mc/h)$$

CV_o = coeficient de variație orară a debitului zilnic în cazul unei alimentări cu apă potabilă la $p_r = const$

o = 0-1, 1-2, ..., 23-24 ora în comentariu

Q_{med} = debitul orar mediu de dimensionare a stației de tratare, (mc/h)

Ora	CV _o	Localitate rurală	Număr locuitori (U) centru populat			
			U < 10000	U =10÷50000	U =50 ÷ 100000	U > 100000
1	2	3	4	5	6	7
0 – 1	CV ₀₁	0,75	1,00	1,50	3,00	3,35
1 – 2	CV ₁₋₂	0,75	1,00	1,50	3,20	3,25
2 – 3	CV ₂₋₃	1,00	1,00	1,50	2,50	3,30
3 – 4	CV ₃₋₄	1,00	1,00	1,50	2,60	3,20
4 – 5	CV ₄₋₅	3,00	2,00	2,50	3,50	3,25
5 – 6	CV ₅₋₆	5,50	3,00	3,50	4,10	3,40
6 – 7	CV ₆₋₇	5,50	5,00	4,50	4,50	3,85
7 – 8	CV ₇₋₈	5,50	6,50	5,50	4,90	4,45
8 – 9	CV ₈₋₉	3,50	6,50	6,25	4,90	5,20
9 – 10	CV ₉₋₁₀	3,50	5,50	6,25	5,60	5,05
10 – 11	CV ₁₀₋₁₁	6,00	4,50	6,25	4,80	4,85
11 – 12	CV ₁₁₋₁₂	8,50	5,50	6,25	4,70	4,60
12 – 13	CV ₁₂₋₁₃	8,50	7,00	5,00	4,40	4,60
13 – 14	CV ₁₃₋₁₄	6,00	7,00	5,00	4,10	4,55
14 – 15	CV ₁₄₋₁₅	5,00	5,50	5,50	4,20	4,75
15 – 16	CV ₁₅₋₁₆	5,00	4,50	6,00	4,40	4,70
16 – 17	CV ₁₆₋₁₇	3,50	5,00	6,00	4,30	4,65
17 – 18	CV ₁₇₋₁₈	3,50	6,50	5,50	4,10	4,35
18 – 19	CV ₁₈₋₁₉	6,00	6,50	5,00	4,50	4,40
19 – 20	CV ₁₉₋₂₀	6,00	5,00	4,50	4,50	4,30
20 – 21	CV ₂₀₋₂₁	6,00	4,50	4,00	4,50	4,30
21 – 22	CV ₂₁₋₂₂	3,00	3,00	3,00	4,80	4,20
22 – 23	CV ₂₂₋₂₃	2,00	2,00	2,00	4,60	3,75
23 – 24	CV ₂₃₋₂₄	1,00	1,00	1,50	3,30	3,70
TOTAL		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

$Q_{med} - Q_{0-1} =$ a). dacă valoarea este negativă se simbolizează cu Q_{d0-1}

b) dacă valoarea este pozitivă se simbolizează cu Q_{p0-1}

$Q_{med} - Q_{1-2} =$). dacă valoarea este negativă se simbolizează cu Q_{d0-1}

b) dacă valoarea este pozitivă se simbolizează cu Q_{p0-1}

$Q_{med} - Q_{23-24} =$). dacă valoarea este negativă se simbolizează cu Q_{d0-1}

b) dacă valoarea este pozitivă se simbolizează cu Q_{p0-1}

Q_d = debitul deversat în bazinul tampon, (mc/zi)

Q_p = debitul pompat, (mc/zi)

$Q_d = \sum Q_{d0}$ $Q_{d0\ max} = \dots$ (mc/h)

$$Q_p = \sum Q_{p0}$$

$$Q_{p\text{or.max}} = \dots \text{ (mc/h)s}$$

- ipoteza 3: $Q_{\text{or.uz}} < Q_{\text{uz}}^{\text{med}}$

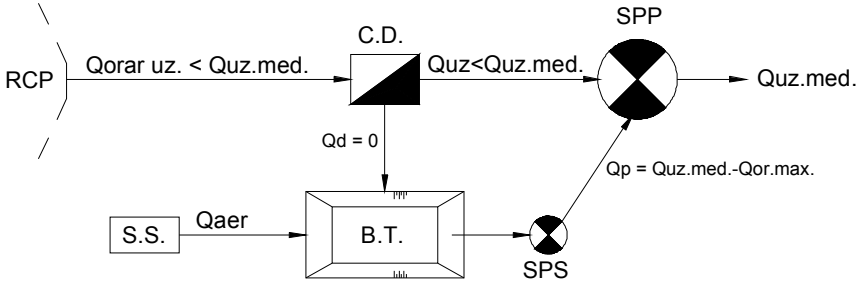


Figura nr.4.9 - Ipoteza 3 de exploatare $Q_{\text{or.uz}} < Q_{\text{uz}}^{\text{med}}$

II.2 Determinarea debitului mediu

Calculul debitului mediu se poate face în două variante:

- 1 – când prin măsurători directe cunoaștem variația debitelor existente și anticipăm statistic variația debitelor de perspectivă;
- 2 – când nu cunoaștem debitele din măsurători și le calculăm conform STAS 1343/1-95, anticiparea o facem tot conform STAS, iar variația de debite o facem tot conform STAS.

Modul de calcul în ultima variantă se va face în baza următoarelor considerente teoretice.

II.3 Dimensionarea canalelor de legătură

Fiecare canal de legătură se dimensionează diferențiat fiecare situându-se în altă situație.

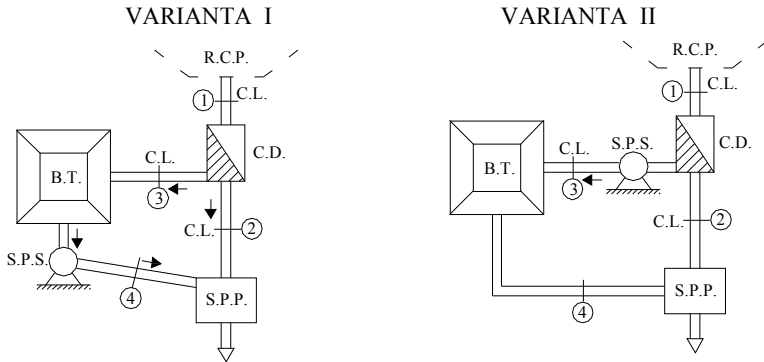


Figura nr.4.10 - Variantele circuitului secundar de compensare a debitului influent.
 R.C.P. – rețea de canalizare publică; C.D. – camera deversoare; B.T. – bazin tampon; S.P.P. – stația de pompare principală; S.P.S. – stația de pompare secundară; C.L. – colectoare de legătură; 1, 2, 3, 4 – secțiunile prin colectoarele de legătură

Secțiuni	Dimensionare	Verificare
Secțiunea 1	Q_{max}^{zi}	Q_{min}^{zi}
Secțiunea 2	Q_{med}	Q_{min}^{zi}
Secțiunea 3	Q_d	-
Secțiunea 4	Q_p	-

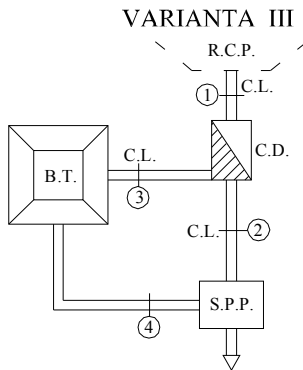


Figura nr.4.11 - Variantă a circuitului secundar de compensare a debitului influent.
 CL – canal de legătură; R.C.P. – rețea de canalizare publică; CD – cameră deversoare

Dimensionare

Impunem raportul vitezelor la care se obține transportul maxim de debit din tabel.

Secțiune	$\frac{v_h}{v_p}$	Secțiune plină		1/n beton	u
		α	β		
Circulară $H = 2 \cdot R$	1,16	0,785	0,250	74	0,85
Ovoid $B = 2/3 \cdot H$	1,1	0,511	0,193	74	0,9
Clopot $B = H \cdot 1,58$	1,1	1,206	0,291	74	0,9

În care:

v_h = viteza apei la înălțimea "h";

v_p = viteza apei la secțiunea plină;

α = coeficient adimensional care caracterizează forma secțiunii din punct de vedere geometric;

β = coeficient adimensional care caracterizează forma secțiunii din punct de vedere hidraulic;

H = înălțimea secțiunii colectorului;

B = lățimea secțiunii colectorului;

h = înălțimea de apă în colector.

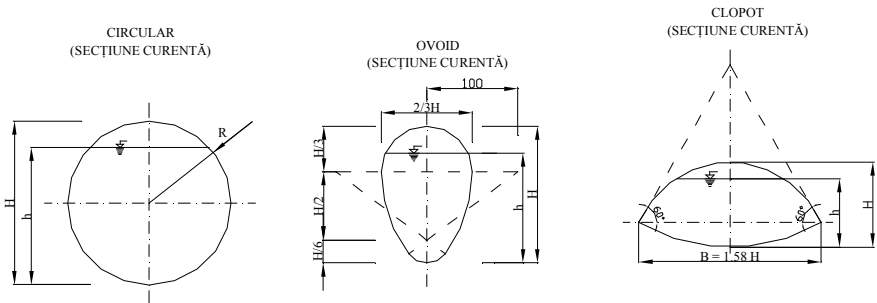


Figura nr. 4.12

Din relația de similitudine

$$\frac{v_h}{v_p} = \left(\frac{B \cdot h}{\beta} \right)^{2/3} \Rightarrow \beta_h = \beta \cdot \left(\frac{v_h}{v_p} \right)^{3/2}$$

unde

β_h = coeficientul „ β ” pentru înălțimea apei „h”

Din relația:

$$v_h = \frac{1}{n} \cdot \beta_h^{2/3} \cdot h^{2/3} \cdot j^{1/2} \quad (\text{m/s}) \Rightarrow j = \left(\frac{v_h}{\frac{1}{n} \cdot \beta_h^{2/3} \cdot h^{2/3}} \right)^2$$

unde:

v_h = viteza apei la înălțimea „h” de apă;

$v_h = v_p \cdot 1,16$ secțiune circulară

$v_h = v_p \cdot 1,1$ secțiune ovoid și clopot

impunem $v_p = 0,7$ m/s – viteza minimă de autocurățire

$1/n$ – din tabel

β_h - valoare anterior calculată

h = se impune din tabelul de mai jos în funcție de H astfel: $h = u \cdot H$, (m)

u = gradul de umplere

H = înălțimea secțiunii

Tabel: Secțiuni standard pentru conducte din beton

Secțiune	H sau BH (mm)													
Circulară	200	250	300	400	500	600	700	800	1000	1200	1400	1600	1800	
Ovoid	300/ 450	400/ 600	500/ 750	600/ 900	700/ 1050	800/ 1200	900/ 1350	1000/ 1500	1100/ 1650	1200/ 1800	1300/ 1950	1400/ 2100	1500/ 2250	
Clopot	1000/ 630	1200/ 760	1400/ 890	1600/ 1010	1800/ 1140	2000/ 1270	2200/ 1390	2400/ 1520	2600/ 1650	2800/ 1770	3000/ 1900	3200/ 2030	3400/ 2150	

Secțiuni:

- circular: $H \leq 500$ mm;

- ovoid: $H \geq 400/600$ mm

Verificare:

Din relația:

$$Q_h = \frac{1}{n} \cdot \alpha_h^2 \cdot \beta_h^{2/3} \cdot h^{8/3} \cdot j^{1/2} \quad (\text{mc/s})$$

$$\alpha_h = \sqrt{\frac{Q_h}{\frac{1}{n} \cdot \beta_h^{2/3} \cdot h^{8/3} \cdot j^{1/2}}}$$

Q_h = debitul influent în stația de tratare

$$Q_h = Q_{inf}$$

Calculăm: $H = h$ și

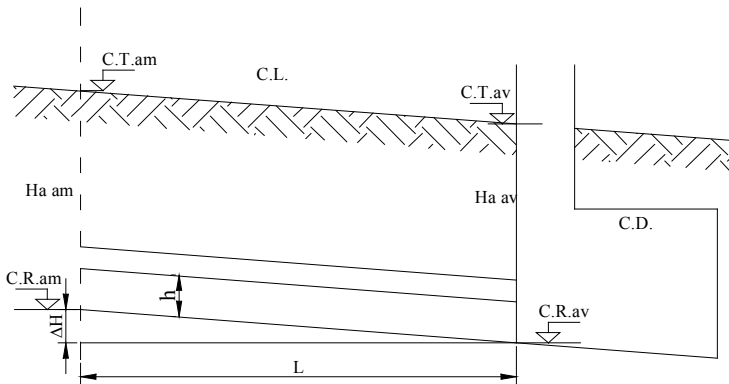
$$Q_p = \frac{1}{n} \cdot \alpha^2 \cdot \beta^{2/3} \cdot H^{8/3} \cdot j^{1/2} \quad (\text{mc/s})$$

$$V_p = \frac{1}{n} \cdot \beta^2 \cdot H^{2/3} \cdot j^{1/2} \quad (\text{mc/s})$$

Dacă relația $\frac{Q_h}{Q_p} = \left(\frac{\alpha_h}{\alpha}\right)^2 \cdot \left(\frac{\beta_h}{\beta}\right)^{2/3}$ se verifică atunci calculele sunt

bine efectuate prin alegerea lui H.

Poziționarea canalului de legătură



Se cunosc: C.T.am, C.T.av = cota terenului în amonte și aval

CRam = cota radierului rețea canalizare publică la intrarea în stația de epurare.

$$CRav = CRam - \Delta H, (\text{m})$$

$$\Delta H = j \cdot L, (\text{m})$$

în care:

L = lungimea canalului de legătură;

j = panta colectorului

$$Ha_{am} = CTam - CRam - H, (\text{m})$$

$$H_{av} = C_{Tav} - C_{Rav} - H, \text{ (m)}$$

unde:

H_{am} , H_{av} = înălțimile de acoperire în amonte și în aval canal de legătură;

$$H = \text{înălțimea colectorului de legătură R.C.P.} - \text{C.D.}$$

Dimensionarea canalului colector de legătură (C.L.) dintre rețeaua de canalizare publică (R.C.P.) și camera deversoare (C.D.) – Secțiunea 1

Varianta II

În cazul când alimentarea cu apă potabilă a orașului nu are loc în mod continuu și după un program orar zilnic atunci este strict necesar să se determine prin măsurători debitul influent în stația de tratare ape uzate.

În acest caz este strict necesară soluția cu bazin de compensare orară a debitelor pentru uniformizarea debitelor în stația de tratare.

În urma măsurătorilor se vor stabili cele 24 de debite orare: $Q_{0-1} = \dots$; $Q_{1-2} = \dots$; $Q_{2-3} = \dots, \dots, Q_{23-24} = \dots$ (mc/h) (0-1, 1-2, 2-3, ..., 23-24 ora la care se face măsurătoarea), iar apoi etapele de calcul sunt următoarele:

- determinarea cronogramei debitelor: $Q_{\max}^{zi} = \dots$, $Q_{\min}^{zi} = \dots$;

- determinarea $Q_{\text{med}} = \dots$ (mc/s); $Q_{\min} = \dots$ (mc/s);

- determinarea $Q_d = \dots$ (mc/s); $Q_d = \dots$ (mc/zi);

determinarea $Q_p = \dots$ (mc/s); $Q_p = \dots$ (mc/zi);

- $Q_{\max}^{zi} = \dots$ la dimensionare;

- $Q_{\min}^{zi} = \dots$ la verificare;

- panta colectorului $i_c = \dots$;

- diametrul sau B/H (ovoid): $D_1 = \dots$ (mm) sau $B/H = \dots$ (mm);

- debitul la secțiunea plină: $Q_{p1} = \dots$ (mc/s);

- viteza la secțiunea plină: $v_{p1} = \dots$ (m/s);

- gradul de umplere: $u_1 = \dots$;

- înălțimea apei în colector: $h_1 = \dots$ (mm);

- viteza maximă: $v_{\max 1} = \dots$ (m/s) la Q_{\max}^{zi} ,
- viteza minimă: $v_{\min 1} = \dots$ (m/s) la Q_{\min}^{zi} .

Dimensionarea canalului colector de legătură (C.L.) dintre camera deversoare (C.D.) și stația de pompare principală (S.P.P.)– Secțiunea 2

Dimensionarea se face la fel ca la canalul de legătură – rețea de canalizare publică – cameră deversoare cu următorul amendament: debitul minim este $Q_{\text{med}} = \dots$ (mc/s), iar debitul minim $Q_{\min} = \dots$ (mc/s), ambele debite fiind preluate din cronograma debitelor.

Etapele de calcul:

- dimensionare: $Q_{\text{med}} = \dots$ (mc/s);;
- verificare: $Q_{\min} = \dots$ (mc/s);
- panta colectorului $i_{c2} = \dots$;
- diametrul sau B/H (ovoid): $D_2 = \dots$ (mm) sau $B/H_2 = \dots$ (mm);
- debitul la secțiunea plină: $Q_{p2} = \dots$ (mc/s);
- viteza la secțiunea plină: $v_{p2} = \dots$ (m/s);
- gradul de umplere: $u_2 = \dots$;
- înălțimea apei în colector: $h = \dots$ (mm);
- viteza maximă: $v_{\max 2} = \dots$ (m/s);
- viteza minimă: $v_{\min 2} = \dots$ (m/s).

Dimensionarea canalului colector de legătură (C.L.) dintre camera deversoare (C.D.) și bazinul tampon (B.T.)– Secțiunea 3

Dimensionarea se face la fel ca la canalul de legătură – rețea de canalizare publică – cameră deversoare cu următorul amendament: debitul maxim este $Q_d = \dots$ (mc/s) care tranzitează colectorul numai o perioadă din zi, preluată din cronograma debitelor.

Etapele de calcul sunt:

- $Q_d = \dots$ (mc/s);
- panta colectorului $i_{c3} = \dots$;
- diametrul sau B/H (ovoid): $D_3 = \dots$ (mm) sau $B/H = \dots$ (mm);
- debitul la secțiunea plină: $Q_{p3} = \dots$ (mc/s);
- viteza la secțiunea plină: $v_{p3} = \dots$ (m/s);
- gradul de umplere: $u_3 = \dots$;
- înălțimea apei în colector: $h_3 = \dots$ (mm);
- $v_{ef3} = \dots$ (m/s).

Dimensionarea canalului colector de legătură (C.L.) dintre bazinul tampon (B.T.) și stația de pompare principală (S.P.P.)– Secțiunea 4

Dimensionarea se face la fel ca la canalul de legătură – rețea de canalizare publică – cameră deversoare cu următorul amendament: debitul minim este $Q_p = \dots$ (mc/s) care tranzitează colectorul numai o perioadă din zi preluată de cronograma debitelor.

Etapele de calcul sunt:

- $Q_p = \dots$ (mc/s);
- panta colectorului $i_{c4} = \dots$;
- diametrul sau B/H (ovoid): $D_4 = \dots$ (mm) sau $B/H = \dots$ (mm);
- debitul la secțiunea plină: $Q_{p4} = \dots$ (mc/s);
- viteza la secțiunea plină: $v_{p4} = \dots$ (m/s);
- gradul de umplere: $u_4 = \dots$;
- înălțimea apei în colector: $h_4 = \dots$ (mm);
- $v_{ef4} = \dots$ (m/s).