

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.

CONSTRUCȚII DE TRATAREA I EPURAREA APEI

CURS

Prof.dr. ONCIA SILVICA

1. SISTEMUL DE ALIMENTARE CU APA

Generalități

Alimentarea cu apă a diferiților utilizatori se poate realiza fie individual (prin fântâni, izvoare etc.) fie printr-un sistem centralizat.

Sistemul de alimentare cu apă (pe scurt alimentarea cu apă) este alcătuit din totalitatea construcțiilor și instalațiilor care realizează prelevarea apei din sursele naturale, corectarea (îmbunătățirea) caracteristicilor apei, transportul și distribuția ei la utilizatori.

Alimentările cu apă implică rezolvarea următoarelor probleme:

- determinarea cerințelor și a sursei de apă;
- obținerea calității cerute;
- stabilirea schemei de amenajare care să asigure o exploatare rațională.

Istoria dezvoltării civilizației umane este strâns legată de evoluția tehnicilor și a mijloacelor de procurare de către om a hranei și a apei necesare. Fără apă viața este de neconceput, apa fiind elementul indispensabil al echilibrului ecologic; Leonardo da Vinci o considera cărușul naturii.

Sistemul de alimentare cu apă (alimentarea cu apă) este un complex de construcții și instalații necesare pentru satisfacerea în condiții optime a cerințelor de apă, asigurând cantități suficiente de apă, de bună calitate, la presiunea cerută de utilizatori și la un preț de cost cât mai scăzut.

În centrele populate, apa înseamnă curățenie, sănătate și civilizație. Fără apă potabilă productivitatea și productivitatea scad iar consumarea unei ape necorespunzătoare duce la îmbolnăvirea consumatorilor.

În industrie apă este folosită direct în procesul tehnologic (pentru realizarea pastelor și soluțiilor), ca apă de răcire, ca mijloc de spălare, sortare și pentru combaterea incendiilor.

Cantitatea, calitatea, presiunea și prețul de cost reprezintă factorii de bază pentru studiul, proiectarea, construirea și exploatarea lucrărilor de alimentare cu apă.

1.1. Scheme de alimentări cu apă

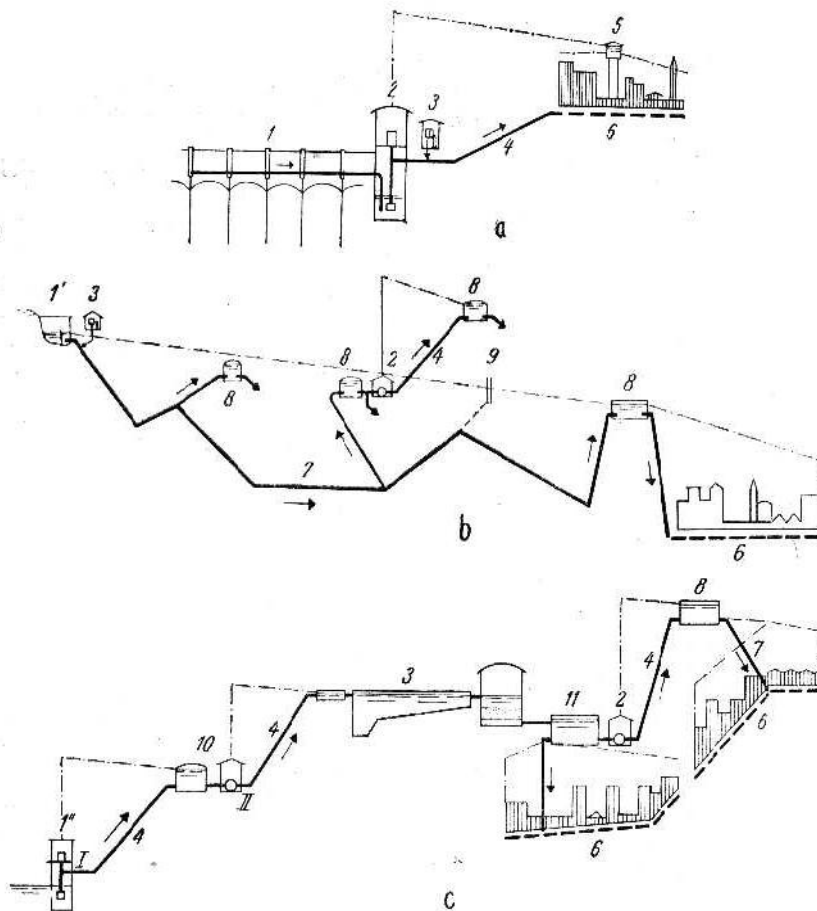
Un sistem de alimentare cu apă include următoarele construcții:

- captarea apei din sursă, determinate de natura sursei și mărimea debitului captat;
- ridicarea apei la un anumit nivel;
- corectarea caracteristicilor calitative ale apei;
- transportul apei de la captare la celelalte construcții din sistem (rețeaua de aducțiune);
- înmagazinarea apei în scopul compensării variațiilor orare de debit, al alimentării în caz de avarii, al combaterii incendiilor;
- transportul apei la consumatori (rețeaua de distribuție).

În funcție de natura sursei, de relief și de cerințele consumatorilor, aceste construcții și instalații se pot întâlni în componența unui sistem de alimentare cu apă, în totalitate sau parțial. Reprezentarea simplificată a ansamblului de construcții și instalații pentru alimentări cu apă se numește schemă de alimentare.

În fig.1.1 sunt prezentate scheme tip ale sistemelor de alimentare cu apă.

Fig.1.1 – Scheme de alimentare cu ap



a) din surse subterane;
b) din izvor;
c) din surse de suprafa

1-captare prin pu uri;
1½-captare din izvor;
1̄-captare din râu i
sta ie de pompare;
2-sta ie de pompare;
3-sta ie de tratare;
4-conduct de refulare;
5-castel de ap ;
6-re ea de distribu ie;
7-conduct de aduc iune
prin gravita ie;
8-rezervor de distribu ie
pe traseu;
9-turn piezometric;
10-rezervor intermediar
i sta ia de pompare II;
11-rezervor de trecere

1.2. Cantit i de ap necesare

Cantit ile da ap care se iau în considerare la calculul sistemelor de alimentare cu ap se stabilesc în baza SR 1343/2006.

Debitul necesar de ap reprezint cantit ile de ap livrate la bran ament tuturor utilizatorilor (beneficiarilor, consumatorilor).

Debitul cerin de ap este cantitatea de ap ce trebuie prelevat dintr-o surs pentru satisfacerea necesarului.

$$Q_C = K_p \cdot K_s \cdot \sum (q_g + q_p + q_{ag.ec.} + q_{Ri}) \quad (1)$$

în care:

Q_C este debitul de cerin de ap ;

q_g – debitul specific pentru consumul gospod resc;

q_p – debitul specific pentru consumul public;

$q_{ag.ec.}$ – necesarul de ap pentru agen i economici;

q_{Ri} – necesarul de ap pentru refacerea rezervei de incendiu;

K_p – coeficientul care reprezint suplimentarea cantit ilor de ap pentru acoperirea pierderilor de ap în obiectele sistemului de alimentare cu ap pân la bran amentele utilizatorilor;

K_s – coeficientul de servitute pentru acoperirea necesit ilor proprii ale sistemului de alimentare cu ap ; în uzina de ap , sp lare rezervoare, sp larea re elei de aduc iune i distribu ie .a.

Elementele componente ale necesarului de apă

Necesarul de apă potabil pentru localități cuprinde total sau parțial următoarele categorii de apă :

a) apă pentru nevoi gospodărești: bucată, preparare hrană, spălarea corpului, spălarea vaselor, curățenia locuinței, utilizarea WC-ului precum și pentru animale de companie gospodăriile proprii ale locuitorilor;

b) apă pentru nevoi publice: unități de învățământ de toate gradele creșe, spitale, policlinici, biblioteci publice, cantine, cămine, hoteluri, restaurante, magazine, cofetării, unități pentru prepararea localităților coritoare, fântâni de apă ;

c) apă pentru nevoi gospodărești în unități industriale dacă acestea au asigurat apă potabilă din sistemul centralizat de alimentare cu apă ;

d) apă potabilă pentru alte folosințe care nu pot fi asigurate de sisteme independente. În această categorie intră stropitul străzilor, spălarea piețelor și străzilor, stropitul spațiilor verzi, spălarea/desfundarea rețelei de canalizare. Pentru toate aceste folosințe este recomandabil să nu se utilizeze apă potabilă din sistem și să se folosească surse alternative de apă netratată (apă decantată din râu, apă din lacuri, apă meteorică) ;

e) apă pentru nevoile proprii sistemului de alimentare cu apă : prepararea soluțiilor de reactivi, spălarea filtrelor, spălarea aducătoarelor, spălarea conductelor rețelei de distribuție și spălarea rezervoarelor;

f) necesar de apă pentru acoperirea pierderilor inevitabile în sistemul de distribuție datorate avariilor și imperfecțiunilor de execuție;

g) necesar de apă pentru combaterea incendiului în situațiile în care rețeaua de distribuție a apei potabile asigură cantitățile de apă pentru combaterea incendiului.

Debite caracteristice ale necesarului de apă

Există variații orare, zilnice, săptămânale și anuale în utilizarea apei; pentru a ține seama de aceasta se utilizează următoarele debite caracteristice:

- debitul mediu zilnic ($Q_{zi\ med}$) reprezintă media volumelor de apă utilizate zilnic în decursul unui an, în m^3/zi :

$$Q_{zi\ med} = \frac{Vol.an}{365} = \frac{1}{1000} \sum_{k=1}^n \left[\sum_{i=1}^m N(i) \cdot q_s(i) \right] \quad (2)$$

- debitul zilnic maxim ($Q_{zi\ max}$) reprezintă volumul de apă utilizat în ziua de maxim consum în decursul unui an, în m^3/zi :

$$Q_{zi\ max} = \frac{1}{1000} \sum_{k=1}^n \left[\sum_{i=1}^m N(i) \cdot q_s(i) \cdot K_{zi}(i) \right] \quad (3)$$

- debitul orar maxim, notat $Q_{or\ max}$ reprezintă valoarea maximă a consumului orar din ziua (zilele) de consum maxim, în m^3/h :

$$Q_{or\ max} = \frac{1}{1000} \cdot \frac{1}{24} \sum_{k=1}^n \left[\sum_{i=1}^m N(i) \cdot q_s(i) \cdot K_{zi}(i) \cdot K_{or}(i) \right] \quad (4)$$

în care:

$N(i)$ este numărul de utilizatori;
 $q_s(i)$ este debit specific: cantitatea medie zilnic de apă necesară unui utilizator, în l/utilizator · zi;

$K_{zi}(i)$ este coeficient de variație zilnic, se exprimă sub forma abaterii valorii consumului zilnic față de medie, adimensional;

$$K_{zi}(i) = Q_{zi\max}(i) / Q_{zi\text{med}}(i) \quad (5)$$

$K_{or}(i)$ este coeficient de variație orară; se exprimă sub forma abaterii valorilor maxime orare ale consumului față de medie în zilele de consum maxim, adimensional.

$$K_{or}(i) = Q_{or\max}(i) / Q_{or\text{med}}(i) \quad (6)$$

$$Q_{or\text{med}}(i) = Q_{zi\max} / 24 \quad (7)$$

În relațiile (2), (3), (4) indicii din sume au semnificația:

k se referă la categoria de necesar de apă (nevoi gospodărești, publice);

i se referă la tipul de utilizator și debitul specific pe tip de utilizator.

Elemente pentru calculul necesarului de apă

Debit specific de apă pentru nevoi gospodărești (q_g)

Valorile debitului specific de apă pentru nevoi gospodărești (q_g) pot fi adoptate după datele din anexa 1, în cazurile când nu pot fi justificate alte valori obținute prin studii special destinate.

Debit specific de apă pentru nevoi publice (q_p)

Necesarul de apă pentru consumatori publici din localități sau zone ale acestora se calculează analitic prin însumarea cantităților de apă necesare fiecărui utilizator.

Valorile orientative ale debitelor medii specifice se adoptă cf. anexei 2.

Cantitățile de apă se determină conform relației:

a) Debit mediu zilnic

$$Q_{zi\text{med}} = \frac{\text{Vol.an}}{365} = \frac{1}{1000} \sum_{i=1}^m (N_{ni} \cdot q_{pi}) \quad (8)$$

în care:

$Q_{zi\text{med}}$ este debitul mediu zilnic, în m³/zi;

N_{ni} este numărul de unități de o anumită categorie publică;

q_{pi} este debitul specific, în dm³/unitate, zi.

b) Coeficienții de variație zilnică se determină pentru fiecare utilizator în funcție de abaterile de desfășurare a activității față de medie; aceștia pot fi adoptați ca având valori similare zonelor de locuit unde se află amplasat utilizatorul public (a se vedea anexa 1). Debitul maxim zilnic pentru utilizatori publici se calculează similar relației (3).

c) Coeficienții de variație orară se determină pentru fiecare utilizator de apă pe baza programelor de funcționare în zilele în care se realizează consumul zilnic maxim.

Pentru ansamblul zonei sau localității se stabilește pentru necesarul de apă public un coeficient de variație orară ca medie ponderată a coeficientului de variație orară al fiecărei categorii de utilizat.

$$K_{or\ med} = \frac{\sum K_{or\ i} \times T_{Fi}}{\sum T_{Fi}} \quad (9)$$

în care:

$K_{or\ i}$ este coeficientul de variație orară pentru o categorie de consum;

T_{Fi} este timpul zilnic de funcționare a fiecărei categorii de consum, în h.

Debitul maxim orară se calculează similar cu relația (4).

d) În analiza dezvoltării în perspectivă a sistemului de alimentare cu apă se va lua în considerare reducerea consumurilor specifice publice (10% în 20 ani) odată cu creșterea gradului de dotare și fiabilității instalațiilor.

Necesar de apă pentru utilizatori care nu solicită apă potabilă

Asigurarea necesarului de apă prin înlocuirea (substituirea) apei potabile trebuie să se realizeze independent de necesarul de apă destinat consumului uman, prin utilizarea:

- apei decantate din stația de tratare;
- apă din lacuri de acumulare în apropierea localității;
- apă din surse subterane nepotabile din intravilan.

Asigurarea acestui necesar de apă trebuie să se realizeze prin rețele independente.

În situații speciale (stabilite de proiectanți și de operatorul de apă cu aprobarea Consiliului Local) se poate utiliza apa din rețeaua de distribuție a apei destinat consumului uman.

Necesarul de apă pentru stropit spații verzi (q_{sv}) se calculează analitic considerând o normă specifică :

$$q_{sp}^{sv} = 1.5 - 2.5 \text{ l/m}^2, \text{ zi}; \quad (10)$$

- diferențierea se realizează în funcție de:
- clima localității (zonei);
- altitudine, zona geografică, grad de dotare, destinație spații verzi.

Necesarul de apă pentru stropit străzi, spații piețe, întreținerea zonelor urbane de interes general se calculează analitic pe baza unei norme specifice de (1.5... 5) l/om, zi:

- se ia în considerare la adoptarea valorii normei specifice gradul de ocupare și utilizare al suprafețelor întreținute, ca și densitatea populației și parametrii ecologici și demografici ai zonei;
- pentru centre comerciale, piețe se poate adopta o normă de necesar specific de (1...1.5) l/m², zi.

Necesarul de apă pentru întreținerea rețelei de canalizare (q_c) se calculează analitic funcție de:

- schema și sistemul de canalizare;
- numărul de cmine de spațiere și lungimea tronșoanelor pe care nu sunt asigurate vitezele de autocurățare;
- starea rețelei de canalizare.

Stabilirea necesarului de apă se efectuează de către proiectanți împreună cu operatorul rețelei; necesarul de apă trebuie asigurat din surse independente de sistemul de alimentare cu apă destinat consumului uman.

Necesarul de apă tehnologic pentru industrie (q_i) se calculează analitic în conformitate cu norma tehnologică și capacitatea de lucru a fiecărei unități. Necesarul de apă asigurat din rețeaua de apă potabil pentru nevoile igienico-sanitare ale personalului se calculează similar necesarului de apă potabil pentru nevoi publice. Acesta se calculează conform tabelelor 1 și 2 din STAS 1478-90.

Nevoi proprii ale obiectului sistemului de alimentare cu apă

Se calculează analitic pe baza următoarelor elemente:

a) tehnologia și componentele stației de tratare; pierderile tehnologice admisibile în stația de tratare nu trebuie să depășească 6% din cantitatea de apă produsă;

b) necesarul de apă pentru curățarea periodică a rețelei de distribuție se stabilește pe baza unui plan operativ; cantitățile de apă utilizate nu depășesc 1...2% din volumul de apă distribuit;

c) necesarul de apă pentru spălarea și curățarea rezervoarelor sistemului; cantitățile de apă necesare nu depășesc 0,4...0,5% din volumele de apă consumate anual.

Pierderile de apă tehnic admisibile la rețelele de distribuție noi (sub 5 ani) nu vor fi mai mari de 15% din volumul de apă distribuit ($K_p = 1,15$).

La rețelele de distribuție existente, la care se efectuează rețehnologizări și/sau extinderi, pierderile pot fi până la 35% ($K=1,35$). Procente mai mari de 35% ale pierderilor de apă sunt considerate anormale și impun adoptarea unor măsuri corespunzătoare.

Coeficient de variație zilnic (K_{zi}) și orară (K_o)

Coeficientul de variație zilnic (K_{zi}) se stabilește pentru fiecare tip de consum.

Coeficientul de variație orară (K_o) se stabilește pentru fiecare tip de necesar de apă. Când nu sunt stabilite alte valori justificate prin studii, pot fi adoptate valorile din următorul tabel:

Număr total de locuitori ai localității/zona de presiune considerate	K_o
10.000	2,00 ... 3,00
15.000	1,30 ... 2,00
25.000	1,30 ... 1,50
50.000	1,25 ... 1,40
100.000	1,20 ... 1,30
200.000	1,15 ... 1,25

Debite de dimensionare și verificare pentru obiectele sistemului de alimentare cu apă

Toate obiectele și elementele schemei sistemului de alimentare cu apă de la captare la rezervorul de înmagazinare se dimensionează la:

$$Q_{IC} = K_p \cdot K_s \cdot Q_{zi \max} + K_p \cdot K_s \cdot Q_{RI} \quad (11)$$

Obiectele schemei sistemului de alimentare cu apă între stația de tratare și rezervoarele de înmagazinare (sistemul de aducțiuni) se dimensionează la debitul:

$$Q_{IC} = Q_{IC} / K_s \quad (12)$$

Pentru localit i cu debit de incendiu peste 20 l/s se va analiza siguran a leg turii dintre rezervoare i re ea; aceasta trebuie s asigure alimentarea re elei n orice situa ie.

Volumul minim al rezervoarelor trebuie s reprezinte 50 % din consumul mediu, care trebuie asigurat de c tre operatorii care exploateaz sisteme centralizate de alimentare cu ap , conform legisla iei n vigoare.

n situa iile n care configura ia terenului permite, rezervoarele trebuie s asigure i presiunea n re eaul de distribu ie.

Toate elementele componente ale schemei sistemului de alimentare cu ap aval de rezervoare se dimensioneaz la debitul:

$$Q_{IIC} = K_p \cdot Q_{or\ max} + K_p \sum_1^n n_j Q_{ii} \quad (13)$$

unde:

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

$n_j Q_{ii}$ este num rul de jeturi i debitele hidran ilor interiori (Q_{ii}) pentru incendiile simultane care se combat din exterior (n);

K_p este coeficient de pierderi; cantit ile de ap suplimentare exprimate prin acest coeficient includ i necesarul de ap pentru cur area periodic a re elei de distribu ie (1 ... 2 %) i pentru sp larea i cur irea rezervoarelor (0,4 % ... 0,5 %).

Pentru aceast valoare a debitului toi utilizatorii lua i n calcul (inclusiv hidran ii interiori) pot folosi apa n cantitatea normat i dup schema stabilit (direct la presiunea din re ea sau cu mijloace intermediare).

n cazul re elei cu mai multe zone de presiune debitul $n_j Q_{ii}$ se calculeaz pentru fiecare zon cu coeficien i de varia ie orar (K_{or}) adecva i i debitul $n_j Q_{ii}$ func ie de dotarea cl dirilor cu hidran i interiori.

Verificarea re elei de distribu ie se face pentru dou situa ii distincte:

- func ionarea n caz de utilizare a apei pentru stingerea incendiului folosind at t hidran i interiori pentru un incendiu i hidran i exteriori pentru celelalte ($n-1$) incendii;

- func ionarea re elei n cazul combaterii incendiului de la exterior utilizând numai hidran ii exteriori pentru toate cele n incendii simultane.

ANEXA 1

Debitul specific de ap pentru nevoi gospod re ti (q_g)

Nr. zonei	Zone sau localit i diferen iate n func ie de gradul de dotare cu instala ii de ap rece, cald i canalizare	$q_g(i)$ l/om,zi	$K_{zi}(i)$
1	Zone n care apa se distribuie prin ci mele amplasate pe str zi f r canalizare ^{N1)}	50	1.50/2.00
2	Zone n care apa se distribuie prin ci mele amplasate n cur i f r canalizare ¹⁾	50...60	1,40/1.80
3	Zone cu gospod rii având instala ii interioare de ap rece, cald i canalizare, cu preparare individual a apei calde	100...120	1.30/1.40
4	Zone cu apartamente n blocuri cu instala ii de ap rece, cald i canalizare, cu preparare a apei calde	150...180	1.20/1.35

NOTA 1 – Valorile orientative pentru $q_g(i)$ pot fi m rite func ie de:

- m rimea zonei sau centrul populat, densitatea popula iei (loc/ha) i tipul de locuin e;
- zona geografic precizat prin limite de altitudine, clim , valori ale precipita iilor anuale;
- statutul localit ii: urban, rural, sta iune balneo-climateric ;
- gradul de confort al locuin elor: apartamente în blocuri cu central proprie sau asigurarea c ldurii i apei calde centralizat, case individuale standard în mediul urban i/sau rural, vile în cartiere reziden iale;
- obiceiurile utilizatorilor din zon referitoare la utilizarea apei.

M rimea se opereaz de proiectant i operator pe baza unor studii speciale; valorile propuse trebuie aprobate de consiliile locale.

NOTA 2 – Pentru $K_{zi}(i)$ valorile de deasupra liniei sunt indicate pentru localit ile având clim continental temperat , iar valorile de sub linie pentru localit ile având clim continental excesiv . Definirea climei se face pe baza num rului anual de zile de var (n) ca medie multianual , cu temperatur maxim m surat $t^{\circ}C \ 25^{\circ}$, astfel:

n 80 clim continental temperat ; n > 80 clim continental excesiv .

N¹⁾ Se consider sisteme provizorii; în m sura realiz rii unui sistem de canalizare se vor adopta valorile din zona 3.

ANEXA 2

Debit specific de ap pentru nevoi publice (q_p)

Nr. crt.	Categorica de consum	Unitate	Debite l/unitate, zi
			Domeniu de varia ie
1	2	3	4
1	Aeroport	C l tor	7...15
2	Bar	Client Angajat	5...20 40...60
3	Birouri	Angajat	30...60
4	Cafe-bar	Consumator Angajat	15...30 30...45
5	Camping	Persoan	110...190
6	Cas de odihn	Rezident	200...400
7	C su e (de odihn)	Persoan	80...110
8	Centru comercial	Angajat Loc parcare	25...50 5...7,5
9	Cluburi	Utilizator Angajat	250...300 40...60
10	Complex comercial (mall, depozit)	Toalete Angajat	1500...2000 30...45
11	Cl dire dormitoare comune	Persoan	75...100
12	Hotel	Client Angajat	150...250 25...50
13	Hotel (sta iune)	Persoan	150...250
14	Închisoare	De inut Angajat	300...600 20...40
15	Magazin (mic)	Consumator Angajat	5...10 30...45

1	2	3	4
16	Motel: - cu bucurie - fără bucurie	Loc Loc	300...600 200...500
17	Pensiune	Persoan	200...300
18	Piscin	Consumator Angajat	15...30 30...45
19	Restaurant	Mas	7...15
20	Restaurant cu autoservire	Consumator Angajat	5...10 30...45
21	Sal de mese	Mas servit	20...40
22	coal cu internat i cantin	Elev	200...400
23	coal fără internat: - cu bufet, sal de sport i du uri - numai cu bufet - fără bufet i sal de sport	Elev Elev Elev	50...80 40...60 20...30
24	Service auto	Vehicul Angajat	25...50 35...60
25	Spălătorie (haine)	Mașin	2000...2500
26	Spital	Pat Angajat	400...600 20...40
27	Tablă de zi (fără masă)	Persoan	40...60
28	Teatru	Scaun	5...10
29	Teras	Scaun	50...75
30	Teren de tablă	Persoan	75...100
31	Zonă de interes turistic	Vizitator	15...30

NOTA 1 – Valorile orientative din anexa 2 trebuie adoptate luând în considerație:

- zona de amplasare a categoriei de consum;
- statutul zonei: urban, rural, stațiune, zone litorale sau montane;
- categoria de servicii asigurate din punct de vedere calitativ;
- obiceiuri utilizatori de apă în zona de amplasare.

1.3. Proprietățile calității apei

Apa pură nu există în natură, ea este un lichid limpede, fără culoare, gust și miros, foarte puțin ionizată și are cea mai mare conductivitate specifică. Apa în stare pură nu este proprie vieții. Evaluarea calității apei se bazează pe prevederile legislației europene și din țara noastră, respectiv:

- Ordinul nr. 161 din 16 februarie 2006 pentru aprobarea Normativului privind clasificarea calității apelor de suprafață în vederea stabilirii stării ecologice a corpurilor de apă;
- Directiva Parlamentului și a Consiliului European 60/2000/EC (Directiva Cadru pentru Apă) pentru stabilirea unui cadru de acțiune comunitar în domeniul politicii apei;
- Legea apelor nr. 107/1996;
- Legea 310/2004 pentru modificarea și completarea Legii apelor 107/1996;
- Legea nr. 112/2006 pentru modificarea și completarea Legii apelor 107/1996;
- Legea nr. 458/2002 privind calitatea apei potabile;

- Legea nr. 311/2004 pentru modificarea și completarea Legii nr. 458/2002 privind calitatea apei potabile.

La evaluarea calității apelor, în conformitate cu prevederile legislației specifice, se au în vedere o serie de parametri de calitate: microbiologici, chimici și parametrii indicatori, cei mai importanți dintre aceștia fiind prezentați în cele ce urmează.

Apa naturală conține impurități dizolvate sau în suspensie și se caracterizează prin proprietățile organoleptice, fizice, chimice, biologice și bacteriologice. Unele pot fi determinate precis, cu dispozitive sau aparate de măsurat, iar altele pot fi numai apreciate cu ajutorul simțurilor.

Proprietățile organoleptice sunt reeprezentate de acele caracteristici ale apelor determinate cu ajutorul organelor de simț, în această categorie fiind incluse mirosul și gustul.

Mirosul apei se poate datora substanțelor organice în descompunere sau microorganismelor vii (alge, protozoare, etc), astfel că, apele care conțin substanțe organice în descompunere prezintă miros de putrefacție; apele subterane care conțin hidrogen sulfurat au miros de sulf, etc. Apa potabilă nu trebuie să aibă miros caracteristic.

Gustul este dat de substanțele minerale și organice dizolvate. Acestea se pot găsi în cantități diferite, cantitatea cea mai mare imprimând apei gustul caracteristic (concentrații mari în fier imprimă gust metalic; calciul dă apei gust sălcios; apele supuse tratamentului cu clor, dacă conțin cantități reduse de fenoli, vor avea gust medicamentos datorită formării de clor-fenol). Proba gustului se face la temperatura de 7 – 12°C, la locul captării.

Proprietățile fizice reprezintă caracteristici ale apei care au la bază metode obiective de determinare, cele mai importante fiind: temperatura, culoarea, transparența, densitatea, conductivitatea electrică, etc.

Temperatura apei variază în funcție de spațiu, de proveniența apei, de anotimp și este în strânsă corelație cu regimul termic al aerului.

Temperatura apelor subterane depinde de adâncimea la care sunt situate, astfel, până la 50 de metri, la latitudini medii, este între 10-13°C, de la această adâncime crește cu 1°C pentru fiecare 33-35 cm. Temperatura apei de suprafață, la latitudini medii, este cuprinsă între 0°C și 27°C.

Temperatura apei poate fi considerată un indicator indirect de evaluare calitativă, spre exemplu: este binecunoscut faptul că temperatura apelor subterane este relativ constantă, însă dacă se constată o variație a acesteia paralelă cu variația temperaturii aerului, se presupune că există o comunicare cu exteriorul și deci posibilitatea printrunderii poluanților.

Culoarea apei este dată de prezența în apă a unor substanțe dizolvate (oxizi ferici, compuși de mangan, clorofil din frunze, acizi humici) și se determină cu soluții etalon de clorură de platină și potasiu și de clorură de cobalt. Apa naturală în strat cu grosime mai mică de 5 cm. este incoloră.

Turbiditatea reprezintă reducerea transparenței determinată de prezența particulelor minerale și organice în suspensie, care nu sedimentează în timp. Măsurarea turbidității se face prin comparație emulsii – etalon, în scara silice (1 mg silice fin dizolvată la 1 l de apă distilată reprezintă un grad de turbiditate).

În cazul apei potabile, Legea nr. 458/2002 stabilește pentru acest indicator, ca limită maximă admisă o valoare ≤ 5 UNT.

Transparența depinde de: cantitatea și dimensiunile substanțelor în suspensie, natura substratului, prezența vegetației acvatice, etc. La apele de suprafață transparența se determină cu discul lui Secchi, iar la cele subterane se

utilizează firul de platină. Se mai poate utiliza și fluoroscopul (Pîot I, Icolab, 2005).

Densitate. reprezintă raportul dintre masă și volum. La 4°C și presiunea de 1 atmosferă, apa atinge densitatea maximă, respectiv 1g/cm³.

Conductivitatea electrică reprezintă capacitatea apei de a conduce curentul electric. Apa pură este slab conducătoare de electricitate, în comparație cu cea cu un conținut ridicat de săruri, adică conductibilitatea electrică reprezintă unul dintre indicatorii cei mai des utilizați în aprecierea gradului de mineralizare al apelor (Marinic Irina, Borza I, 2010).

Conductivitatea electrică se determină conform SR EN 27888/1997

Conform Legii nr. 458/2002, pentru ca apa să fie potabilă, valoarea conductivității electrice nu trebuie să depășească 2500 S.cm⁻¹ la 20°C.

Radioactivitatea reprezintă proprietatea apei de a emite spontan radiații corpusculare sau electromagnetice determinate de prezența în apă a izotopilor radioactivi, care provin fie din emanația rocilor cu conținut ridicat de uraniu, radium, thorium, fie în urma poluării radioactive. Se determină cu detectoare speciale Geiger-Müller sau alte aparate similare.

Cele mai importante **proprietăți chimice** ale apei sunt: reacția, reziduu fix, oxigenul dizolvat, consumul biochimic de oxigen, duritatea, etc.

Reacția apei (pH-ul), la majoritatea apelor naturale are valoarea cuprinsă între 6 – 8,5 (Pîot I, Icolab, 2005). Determinarea pH-ului se face cu aparatură specifică, Multi-parameter analyser CONSORT C532, conform STAS-ului SR ISO 10523/2009.

În cazul apei potabile, în conformitate cu legislația în vigoare valorile pH-ului trebuie să se încadreze în intervalul 6,5 - 9,5 unități pH.

Reziduu fix reprezintă totalitatea substanțelor organice și anorganice dizolvate în apă, care nu sunt volatile la 105°C. În general, apele subterane au un grad de mineralizare mai mare decât apele de suprafață.

Oxigenul dizolvat este unul dintre cei mai importanți indicatori ai calității apei. Pentru ca apa să poată fi considerată potabilă, valoarea oxigenului dizolvat trebuie să depășească 5,0 mgO₂/l.

Determinarea oxigenului dizolvat se face conform STAS-ului 25813/2000, care propune o metodă iodometrică pentru dozarea OD din apă, după procedeul Winkler.

Consumul biochimic de oxigen reprezintă cantitatea de oxigen consumată de microorganisme în 5 zile, pentru descompunerea biochimică a substanțelor organice. Se determină prin diferența dintre cantitatea de oxigen găsită în proba de apă în momentul recoltării și la 5 zile după recoltare.

Consumul chimic de oxigen reprezintă cantitatea de oxigen echivalentă cu consumul de oxidant necesar oxidării substanțelor organice și anorganice din apă (Marinic Irina, Borza I, 2010).

Determinarea consumului chimic de oxigen urmează prevederile SR ISO 6060/1996, prin metoda cu dicromat de potasiu.

Duritatea apei este determinată de prezența tuturor cationilor din apă, cu excepția cationilor metalelor alcaline. Deoarece ionii de calciu și magneziu au ponderea cea mai mare, determinarea durității va consta în determinarea concentrației acestora. Apele dure sunt neeconomice, nu se recomandă utilizarea lor în unele ramuri industriale, deoarece la fierberea apei sărurile în exces se depun pe vase, instalații de încălzire, etc. În cazul apei potabile valoarea durității stabilite prin Legea nr. 458/2002 este de minim 5°G.

Substanțele biogene sunt reprezentate prin compușii azotului (azotul organic,

amoniacul, nitrii, nitrații și compușii fosforului.

Legea nr. 458/2002 privind calitatea apei potabile stabilește ca limite maxime admise următoarele valori: 0,50 mg/l în cazul nitriilor, fosfaților și amoniului și 50 mg/l pentru concentrația în nitrați.

Determinarea conținutului în amoniu se realizează conform prevederilor SR ISO 7150-1/2001, nitrii se determină conform SR EN 26777:2002/C91:2006, nitrații pe baza SR ISO 7890-3/2000, iar determinarea ortofosfaților se realizează prin metoda spectrometrică cu molibdat de amoniu, conform SR EN ISO 6878:2005.

Substanțele minerale includ următoarele elemente: carbon, clor, fluor, iod, sulf, siliciu, fosfor, calciu, magneziu, natriu, potasiu, fier, mangan, aluminiu, cupru, plumb, zinc, etc.

Gazele din apă, cele mai importante, sunt: oxigenul, dioxidul de carbon, hidrogenul sulfurat și metanul:

Proprietățile biologice și bacteriologice sunt reprezentate de totalitatea organismelor și a bacteriilor din ape.

Prin analiza biologică a apei sunt identificate tipurile de specii, cantitatea și densitatea acestora, elemente care pot indica starea ecologică a unităților acvatice respective. Prin analiza bacteriologică este stabilit starea igienică a apei, respectiv gradul de infectare bacteriană cu germeni patogeni, virusuri patogene, germeni de paraziți, etc.

În cazul apei potabile, conform legislației în vigoare, se determină conținutul în *Escherichia coli* (E-coli) și *Enterococi*, parametrii care trebuie să aibă valoarea zero.

2. CAPTAREA APEI

2.1. Surse de apă și criteriile pentru alegerea lor

Sursele de apă care se iau în considerare pentru alimentările cu apă sunt:

- apele subterane și
- apele de suprafață.

Sursele de apă subterană sunt formate din apele care se scurg sub suprafața scoarței terestre.

Pânzele și cursurile de apă subterană, după modul lor de cantonare și scurgere în subteran, pot constitui:

- *strate acvifere:*
 - freatice - situate la adâncimi mici; se scurg cu niveluri și viteze mijlocii și sunt sub influența directă a fenomenelor hidrologice și meteorologice;
 - de adâncime ce se scurg la adâncimi mari; de obicei sunt sub presiune și au viteze foarte reduse;
 - de apă carstică; se scurg în golurile subterane cu debite și viteze relativ mari.
- *izvoarele.*

Sursele de apă subterană pot fi cu nivel liber sau sub presiune. La execuția unui foraj într-un strat acvifer cu nivel liber, apa rămâne la nivelul la care a fost întâlnit iar în cazul unui strat sub presiune apa se ridică, la un nivel superior celui la care a fost întâlnit.

Elementele hidrogeologice și hidrochimice care trebuie cunoscute pentru un strat acvifer sunt:

- adâncimea și grosimea stratului;
- nivelul piezometric inițial;
- panta pantei hidraulice;
- viteza și debitul maxim al stratului;
- debitul și denivelările obișnuite în foraj;
- compoziția granulometrică a stratului poros;
- porozitatea stratului;
- calitatea apei.

Apele de suprafață sunt formate din:

- apele curgătoare naturale sau artificiale;
- apele stătătoare naturale sau artificiale.

La alegerea surselor de apă este necesar să se urmărească satisfacerea cantitativă și calitativă a cerințelor de apă, siguranța în exploatare, posibilitatea extinderii în viitor și eficiența economică maximă.

În repartizarea surselor de apă între consumatori, se vor rezerva apele subterane pentru a fi utilizate la alimentarea cu apă potabilă a centrelor populate.

Protecția surselor de apă se face prin amenajarea unor zone de protecție sanitară cu regim sever și de restricție, conform Hotărârii de Guvern nr.101/1997.

Zona de protecție cu regim sever se stabilește pentru fiecare caz, după condițiile hidrogeologice, se împrejmuiește și se supraveghează iar cea de restricție trebuie menținută în stare de salubritate constantă și se marchează prin borne sau semne vizibile.

2.2. Construc ii pentru captarea apelor subterane

Apele subterane se capteaz prin:

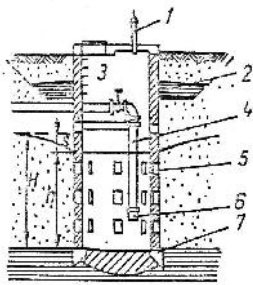
- construc ii verticale (fântâni);
- construc ii orizontale (drenuri).

Capt rile verticale sunt ansambluri de construc ii i instala ii care cuprind elemente de captare a apei (fântâni, pu uri), conducte de leg tur între ele pentru colectarea apei i camera colectoare.

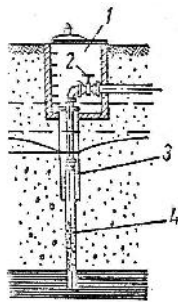
Dup procesul de construc ie se întâlnesc fântâni (fig.2.1):

- s pate;
- forate;
- înfipte.

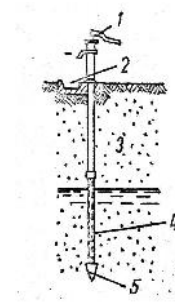
Fântânile s pate sunt în general circulare, cu diametrul mai mare de 0,80 m. Din stratul acvifer apa intr în fântân prin barbacane de unde este pompat la sta ia de tratare sau la consumatori.



a - Fântân s pat
1-ventila ie; 2-argil ;
3-van ; 4-conduct ;
5-barbacan ; 6-sorb;
7-cu it



b - Fântân forat
1-c min; 2-van ;
3-etan are; 4-coloan
filtrant



c - Fântân înfipt
1-pomp de mân ;
2-rigol ; 3-strat permeabil;
4-coloan filtrant ; 5-sabot

Fig.2.1 – Tipuri de fântâni

Sunt folosite la captarea straturilor acvifere de mic adâncime. Pere ii fântânilor s pate pot fi din zid rie de piatr , zid rie de c r mid , beton simplu sau armat dar i din lemn de stejar i mesteac n.

Fântânile forate sunt construc ii cu diametrul mic, iar pere ii sunt alc tui i din coloane tubulare de o el care au la partea inferioar pe grosimea stratului acvifer, orificii pentru captarea apei (coloan filtrant , filtre). Se folosesc pentru captarea straturilor acvifere de grosime mare situate la orice adâncime. Metodele de forare pot fi rotative sau percutante, folosindu-se un procedeu uscat sau hidraulic i se execut mecanizat sau manual.

Metoda uscat (percutant sau rotativ) const în sf rămarea rocii prin lovire sau rotire, extragerea sf răm turilor de roc f cându-se mecanizat (cu ajutorul lingurilor) iar la metoda hidraulic îndep rtarea rocii se face cu un curent sub presiune de ap i argil , cu circula ie direct sau invers .

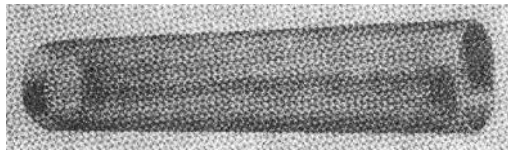
Materialul din care se execut filtrul trebuie s fie rezistent la ac iunea chimic , mecanic , biologic i electric a apei sau a stratului subteran i s nu schimbe calitatea apei captate.

Filtrele pot fi din o el, cu fante ob inute prin presare sau t iere, din bazalt, din material plastic, din o el protejat cu mase plastice etc. (fig.2.2).

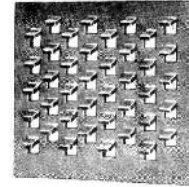
Suprafa a golurilor se recomand s reprezinte 15-30 % din suprafa a total a coloanei. Pentru sporirea eficien ei filtrele pot fi prev zute cu buzunare de nisip, iar pentru prevenirea colmat rii coloanei filtrante aceasta este protejat cu unul sau mai

multe straturi de pietri m rg ritar, fiecare cu o grosime de 0,05 m alc tuite dup principiul filtrului invers.

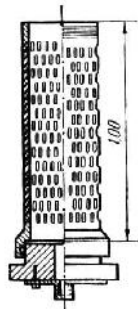
Fântânile înfipte (pu urile abisiene sau Norton) au un diametru mic (0,025 – 0,06 m) sunt utilizate pentru alimentarea cu ap a unor obiective izolate, sau a colectivit ilor foarte mici.



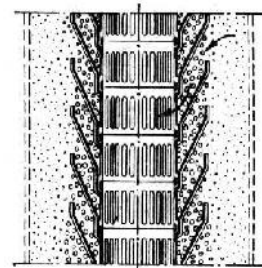
a



b



c



d

Fig.2.2 – Tipuri de coloane filtrante
a-de o el; b-cu fante presate; c-de bazalt; d-filtru cu buzunare

Sunt alc tuite dintr-un tub metalic perforat la extremitatea exterioră i care se termină cu un sabot din o el dur.

Rolul acestui sabot este de a u ura p trunderea în p mânt, execu ia realizându-se prin batere. Când tubul perforat întâlne te stratul acvifer apa p trunde în interior, de unde cu o pomp de mân poate fi folosit .

Adâncimea pân la care se execut astfel de construc ii este de 3-4 m rareori atinge 15 m, se realizeaz în soluri u oare i în zonele de câmpie din vecin tatea râurilor.

Calculul unei capt ri verticale se face în func ie de schema general a capt rii.

Schemele posibile ale capt rilor difer între ele în func ie de tipul conductelor colectoarea apei din fântâni i de amplasamentul conductelor.

Se recomand urm toarele tipuri de scheme:

- cu conduct de sifonare i camer colectoare (fig.2.3);
- cu conduct de aspira ie i rezervor de vacuum (fig.2.4);
- cu pompe individuale i conduct de refulare (fig.2.5).

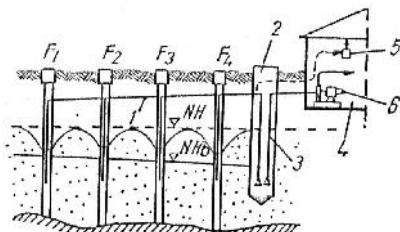


Fig.2.3 – Captare cu conduct de sifonare i camer colectoare

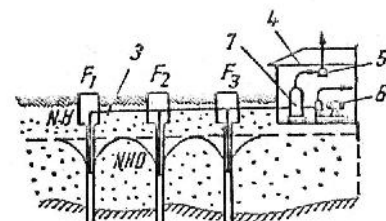


Fig.2.4 – Captare cu conduct de aspira ie

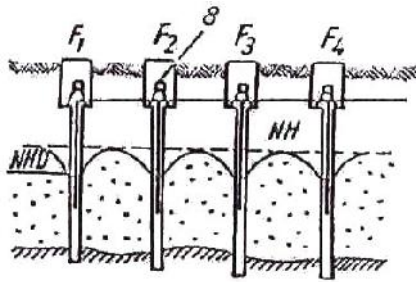


Fig.2.5 – Captare cu pompe individuale

- 1-conduct de sifonare;
- 2-camer colectoare;
- 3-conduct de aspira ie;
- 4-sta ie de pompare;
- 5-pomp de vacuum;
- 6-pomp de ap ;
- 7-rezervor de vacuum;
- 8-pomp submersibil

Dimensionarea capt rilor verticale const în:

- determinarea lungimii frontului de captare (L);
- stabilirea debitului maxim capabil al unei fântâni ($q_{max.}$);
- calculul num rului de fântâni (n);
- determinarea diametrelor conductelor de leg tur ;
- stabilirea parametrilor sta iei de pompare;
- determinarea m rimii perimetrului de regim sever al zonei de protec ie.

Pentru strate de ap cu nivel:

- liber
$$L = \frac{Q_c}{H_{min} \cdot K \cdot J}$$
- sub presiune
$$L = \frac{Q_c}{M \cdot K \cdot J}$$

în care: Q_c este debitul de calcul al capt rii (m^3/s);

$H_{min.}$ – grosimea medie a stratului de ap subteran de nivelul cel mai sc zut (m);

M – grosimea medie a stratului acvifer sub presiune (m);

K – coeficientul mediu de permeabilitate al stratului acvifer (m/s);

J – panta hidraulic medie a curentului subteran.

Debitul capabil al unei fântâni se determin pe baza rezultatelor ob inute la probele de pompare, punându-se condi ia de limitare a vitezei de intrare a apei în fântân pentru evitarea înisip rii.

Debitul maxim capabil al unei fântâni este:

- pentru strate de ap cu nivel liber:
$$q_{max} = 2 \cdot f \cdot r \cdot H \cdot v_a$$
- sub presiune:
$$q_{max} = 2 \cdot f \cdot r \cdot M \cdot v_a$$

în care: v_a este viteza admisibil .

Num rul fântânilor (n):

$$n = \frac{Q_c}{q_{max.}}$$

Distan a dintre fântâni:

$$l = \frac{L}{n}$$

Dimensionarea conductelor de legătură dintre fântânile de captare se face în funcție de viteza de captare.

Pentru conductele de aspirație și cele de sifonare se admit viteze de 0,5 – 0,8 m/s iar pentru conductele de refulare, în cazul pompelor individuale, viteza de calcul este de 1,0 – 1,2 m/s.

Parametrii stației de pompare de la captare:

- înălțimea de aspirație;
- înălțimea de refulare;
- tipul de pompe;
- numărul de agregate.

se stabilesc pe baza datelor determinate și a situației topometrice de pe traseul aducătorii până la tratare sau rezervor.

Căptările orizontale sunt construcții care captează apele subterane de mică adâncime cu ajutorul rețelelor de drenaj tubulare sau galerii și camera de colectare.

Drenurile și galeriile pot fi interceptoare dacă direcția lor este perpendiculară sau oblică față de direcția curentului subteran sau radiale dacă drenurile converg către camera colectoare (fig.2.6).

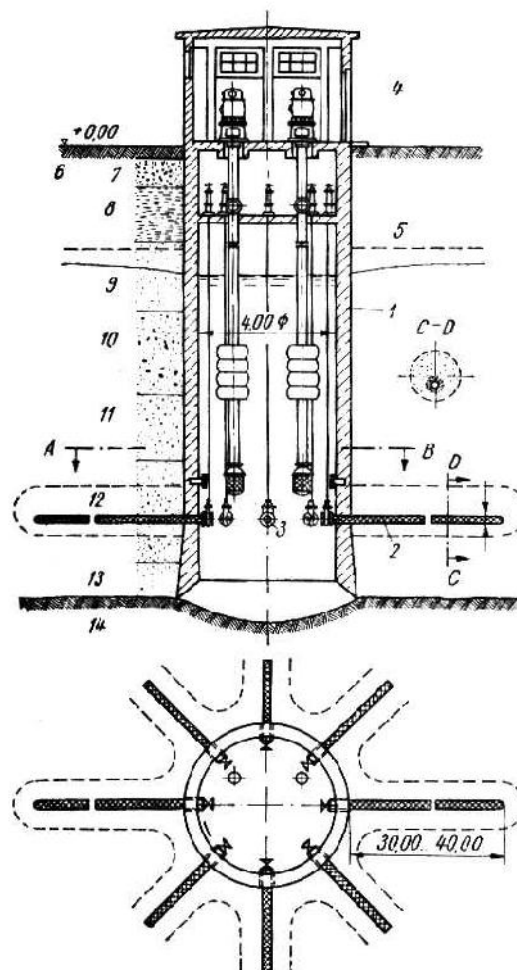


Fig.2.6 – Captare cu drenuri radiale

Captările orizontale cu drenuri interceptoare se aplică la straturi freatice de grosime mică (2-3 m) la o adâncime de 7-8 m față de nivelul terenului, iar captarea cu drenuri radiale se aplică la straturile acvifere de capacitate mare și cu grosimi ale stratului de apă până la 30-40 m.

Drenurile sunt amplasate într-o tranșee filtrantă (filtre granulare, balast, pietriș sau nisip gros).

Captarea apei subterane trebuie să fie supravegheată urmărindu-se realizarea debitului și menținerea calității apei.

Întrucât calitatea apei se datorează stării stratului acvifer în vecinătatea captării și ptrunderea aerului în locul apei captate.

Aceste schimbări favorizează dizolvarea de către apă a unor minerale care conduc la o creștere a conținutului de fier, mangan, calciu, magneziu etc.

3. CONSTRUCȚII PENTRU CAPTAREA APELOR DE SUPRAFA

3.1. Captările în mal

Acestea se realizează când malurile au o înclinare mare și o adâncime satisfăcătoare la o distanță mică.

Se compun din camera de priză și stația de pompare.

La ape cu nivel aproape constant (oscilații mici) este preferată camera deschisă cu radier și pereți din beton (fig.3.1).

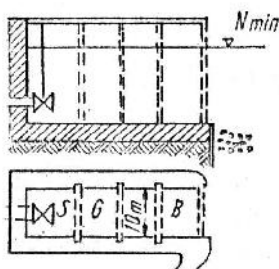


Fig.3.1 - Captare cu cameră deschisă

Pentru reținerea corpurilor plutitoare sunt prevăzute site sau grătare iar pentru nevoie sunt lăstate și pentru batardou.

La debite de 50-100 l/s lățimea camerei este de 0,7-1,2 m. Conducta sau canalul de captare se obturează cu vane sau stâvilă.

La oscilații mari de nivel, camerele de captare se execută sub forma unor construcții înalte din beton armat (fig.3.2).

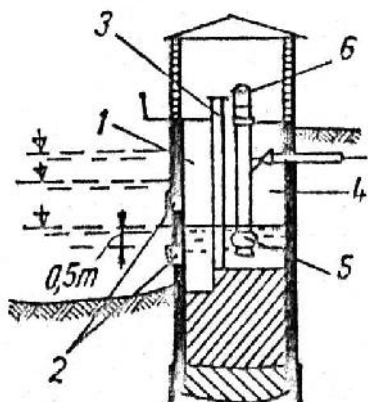


Fig.3.2 – Captare folosind pompe cu ax vertical
1-compartiment de priză; 2-ferestre; 3-site;
4-compartiment de aspirație; 5-pompă cu ax vertical; 6-electromotor

Este prevăzută în interior cu două compartimente, cel dinspre râu (de priză) servește pentru deznisiparea apei și este separat printr-un perete cu site de compartimentul de pompare (aspirație). Aspirația poate fi făcută cu pompe cu ax vertical sau cu pompe cu ax orizontal.

În compartimentul de priză apa intră prin ferestre de admisie amplasate la două niveluri diferite, cele inferioare se vor amplasa cu 0,5 m sub nivelul minim al apei din râu.

3.2. Captările în albie

Aceste captări se folosesc când malul are pant redus și adâncimea necesară se găsește la distanță mare de mal.

Apa este adusă prin conducte la camera de colectare iar priza este amplasată pe firul apei și este protejată de o construcție denumită crib. Conductele de legătură

Între prize și maluri se realizează sub formă de conducte de aspirație sau de sifonare (fig.3.3).



Fig.3.3 – Captare în albie
1-priză cu criș; 2-cameră colectoare; 3-stație de pompare-ax orizontal și vertical

Crișul se construiește din beton armat sau din lemn (fig.3.4; 3.5).

Crișul din lemn în cazul albiilor stabile se așază pe un strat de anrocamente și este amenajat în formă de covoare lestat cu piatră, în cazul albiilor cu fundul nestabil este așezat pe o saltea de fascine.

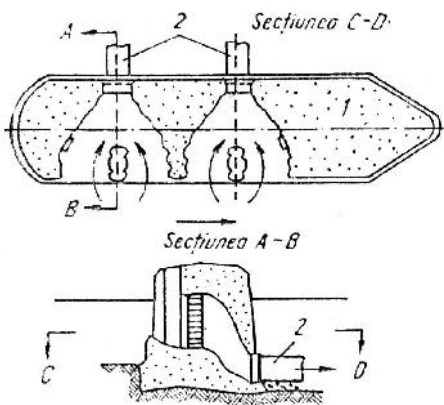


Fig.3.4 – Criș din beton armat
1-beton; 2-conducte

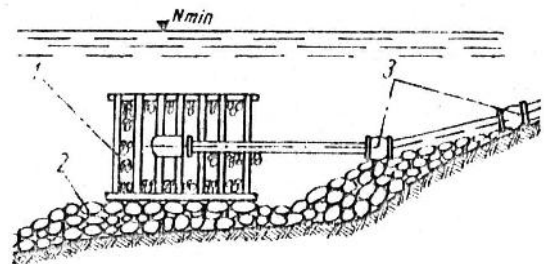


Fig.3.5 – Criș din lemn
1-covoare din lemn; 2-anrocamente; 3-legături elastice

4. ÎMBUNȚIREA CALITĂȚII APEI

Generalități

În circuitul ei în natură, apa, prin contactul cu elementele mediului înconjurător, se mineralizează, se impurifică, ajungând să conțină substanțe dizolvate sau în suspensie, care imprimă anumite proprietăți.

Proprietățile apei, în starea ei naturală, nu satisfac de cele mai multe ori condițiile de calitate cerute de consumatori.

Corectarea calităților apei, pentru a satisface condițiile impuse în vederea utilizării ei, se face prin procedee de tratare, determinate de natura și starea de dispersie a substanțelor minerale sau organice obținute. Substanțele minerale sau organice se pot găsi în apă în trei stări de dispersie: ca substanțe dizolvate, ca suspensii coloidale și ca suspensii gravimetrice.

Proprietățile fizice, chimice și bacteriologice ale apei la sursă și condițiile de calitate cerute de consumator determină procesele tehnologice de îmbunătățirea calității.

Precizarea metodelor folosite pentru îmbunătățirea calității apei se face înănd seama de starea apei brute, stabilită pe baza unui studiu în laborator și a limitelor admise de normele de calitate ale utilizatorilor.

Alegerea schemei tehnologice prin adoptarea instalațiilor și construcțiilor trebuie să asigure procesul cel mai eficient și cel mai simplu. Este recomandabil un flux tehnologic în cascadă, folosind aducțiunea sau pomparea apei de la sursă la o cotă suficientă, pentru a trece apoi gravitațional în toate treptele de tratare. Aceasta, pe lângă economia de energie de pompare, asigură o exploatare sigură și mai simplă.

Dacă amplasamentul nu permite așezarea fluxului în cascadă se poate realiza gruparea sau etajarea construcțiilor.

Ca regulă generală, sunt preferate procesele tehnologice cu o exploatare cât mai simplă. Trebuie avut în vedere posibilitatea de grupare a stațiilor de tratare cu rezervoarele și eventual cu stațiile de pompare deservind rețeaua de distribuție.

- Se întocmește apoi al doilea grafic, din care rezultă cantitatea de suspensii depuse în funcție de viteza de sedimentare:

$$U_0 = \frac{H}{60 \cdot t} \quad [\text{mm/s}]$$

unde:

H este înălțimea coloanei de lichid din vasul în care s-a făcut determinarea [mm];

T – timpul de sedimentare corespunzător [min];

4.1. Construcții pentru deznisiparea apei

Deznisiparea apei este operația de reținere în bazine speciale numite deznisipatoare a nisipului (particule > 0,2 mm) care se află în suspensie în apă. Se utilizează în cazul în care curba de sedimentare indică într-un interval scurt de timp (120 – 180 s) se depun cel puțin în 20 % din suspensiile conținute în apă. Printr-o trundere a nisipului în decantoare, bazine de amestec etc., produce de obicei mari neajunsuri în exploatarea acestora.

Deznisipatoarele, după direcția curentului de apă din bazinul de sedimentare, se clasifică în:

- orizontale și
- verticale.

Deznisipatoare orizontale – sunt cele mai folosite datorită unei execuții mai ușoare, în special în cazul existenței stratului freatic la un nivel ridicat.

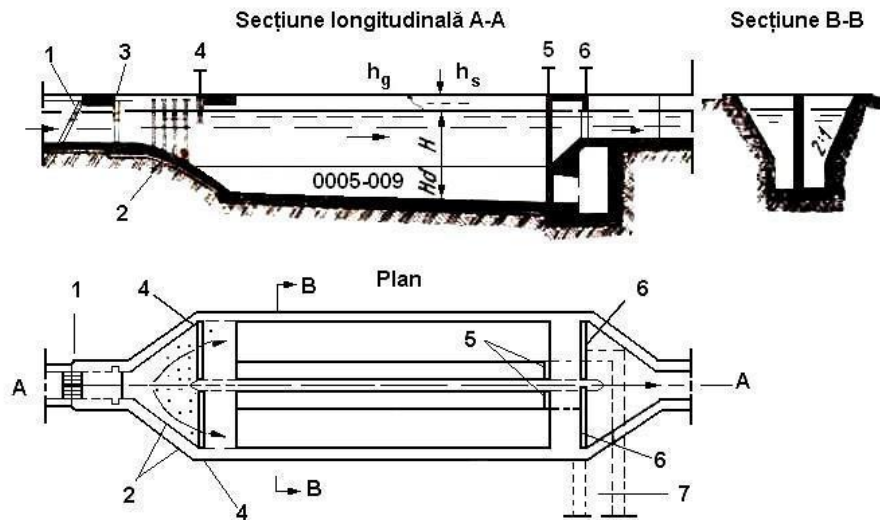


Fig.4.1 – Deznisipator orizontal cu curgere manuală :

1-gratar; 2-bare de liniștire; 3-nivel pentru reparatii în caz de avarie; 4-st. vilar de intrare; 5-vane de golire; 6-st. vilar de ieșire; 7-galerie de golire

Bazinele de deznisipare au:

- cameră de acces;
- una de liniștire a curentului de apă ;
- de sedimentare și
- una de colectare a apei deznisipate;
- dispozitive de curgere și golire.

Racordarea de la canalul de intrare până la camera de sedimentare se face progresiv, prin pereți având înclinarea față de curentul de apă de 3:1 astfel încât să nu se formeze curenți transversali.

Distribuția apei trebuie să realizeze o încălzire uniformă a bazinelor de sedimentare care lucrează în paralel.

Dimensionarea hidrolică se face cu relațiile:

$$V_{dez} = Q \cdot t_d, \quad (4.1);$$

$$A = \frac{Q}{v_s}, \quad (4.2);$$

$$H_u = \frac{V_{dez}}{A}, \quad (4.3);$$

$$L = r \frac{v}{v_s} H_u, \quad (4.4);$$

$$B = \frac{A}{L}, \quad (4.5);$$

$$n = \frac{B}{b}, \quad (4.6);$$

$$V_d = p \cdot a \cdot Q \frac{T}{X_d}, \quad (4.7);$$

$$H = H_d + H_u + H_g + H_s, \quad (4.8).$$

în care:

V_{dez} este volumul de deznisipare, $[m^3]$;

Q – debitul de calcul, $[m^3/s]$;

t_d – timpul de trecere, 30-120 sec. $[s]$;

A – aria sec iunii orizontale, $[m^2]$;

v_s – viteza de sedimentare a particulelor în suspensie $[m/s]$;

H_u – în l imea util $[m]$, care se consider de 0,6 – 2,5 m;

L – lungimea deznisipatorului, $[m]$;

α - un coeficient de neuniformitate cu valori între 1,5 ... 2;

v_o – viteza orizontal de curgere a apei în bazin, $[m/s]$, (0,5-0,1 m/s);

n – numărul de compartimente, care trebuie să fie de cel puțin 2, în cazul cur irii intermitente;

b – l imea unui compartiment, $[m]$, care se consider de 0,8 – 2,5 m;

V_d – volumul depunerilor, $[m^3]$;

p – procentul de sedimentare, care se consider de 25 ... 35 %;

a – concentra ia maxim a materiilor în suspensie din apa care se limpeze te, $[kg/m^3]$;

T – timpul între dou cur iri, $[secunde]$;

γ_d – greutatea specific a depunerilor, în daN/m^3 (1500 ... 1700 daN/m^3);

H – în l imea total medie a camerei de deznisipare, $[m]$;

H_d – în l imea medie a spa iului pentru colectarea nisipului, $[m]$, care depinde de debitul con inut de suspensii, sistemul de cur ire i intervalul între dou cur iri succesive;

H_g – în l imea spa iului de siguran pentru înghe , (0,30 – 0,50) m;

H_s – în l imea spa iului de siguran suplimentar , (0,10 – 0,20) m.

Raportul între l imea i lungimea unui compartiment se consider de 1/6 – 1/10, raportul între în l imea i lungimea unui compartiment se consider de 1/10 – 1/15, iar timpul între dou cur iri se recomand de 5-10 zile la evacuarea manual , de maximum 12 h la evacuarea mecanic i la evacuarea hidraulic prin sifoane i de maximum 5 zile la evacuarea hidraulic gravita ional .

În rigola longitudinal de colectare a nisipului, lat de 0,4 – 0,8 m i cu panta de 0,5 ... 3 %, în sensul evacu rii apei, trebuie să se asigure o vitez de evacuare a nisipului de minimum 2 m/s. În cazul când se alege un singur compartiment, trebuie să se prevad i un canal de ocolire.

Deznisipatoare verticale

Se folosesc când spa iul de amplasare este redus.

În acestea, curentul de ap str bate bazinul de sedimentare de jos în sus, apa deznisipat evacuându-se printr-o rigol periferic .

Evacuarea depunerilor se face prin sifonare.

Volumul util V se calculeaz astfel:

$$V = Q \cdot t \quad [m^3]$$

unde:

t este timpul de sta ionare a apei în bazin $[s]$;

$$S = \frac{Q}{V_a}$$

Sec iunea orizontal

unde:

V_a – viteza ascensional a apei în deznisipator $[m/s]$ – 0,02 – 0,03 m/s (mai mic ca viteza de depunere a particulelor care urmeaz a se sedimenta).

Spa iul de sedimentare se dimensioneaz pentru o func ionare de 1–2 zile între dou cur iri.

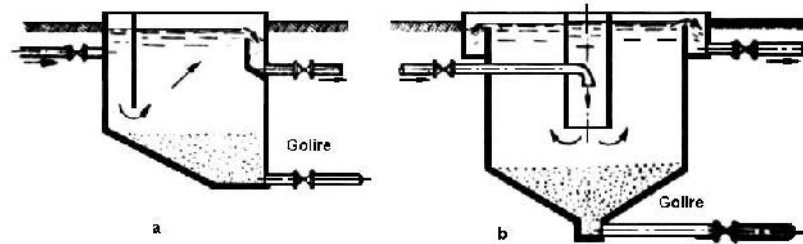


Fig.4.2 – Deznisipator vertical

4.2. Construc ii i instala ii pentru coagulare

Pentru ca reactivul introdus în ap s aib eficacitatea necesar , acesta trebuie amestecat rapid i perfect cu apa brut .

În acest scop se folosesc camere de amestec unde încep reac iile ce se produc între reactiv i substan ele prezente în apa brut .

Din camera de amestec apa este condus în camerele de reac ie unde are loc formarea de flocoane de m rimea necesar unei bune limpeziri, dup care apa intr în bazinul de sedimentare (decanare).

Cel mai simplu procedeu de amestecare hidraulic are loc la curgerea unor fluide miscibile (care pot forma împreun cu alt substan un amestec omogen) în regim turbulent printr-o conduct .

În conduct este injectat reactivul, lungimea de amestec fiind minimum 10 D, optim 60 D. Dacă conducta nu este suficient de lung , pentru cre terea eficien ei amestecului se introduc rezisten e locale de diferite tipuri: coturi, difuzoare sau utilizarea unor duze de amestec.

Camere de amestec cu icane

În camer sunt prev zui pere i desp ritori (ican) dispu i astfel încât s oblige apa s parcurg o distan cât mai mare în interiorul camerei pentru a se realiza amestecul reactivilor cu apa brut .

Pere ii ican (4-5) sunt a eza i la 45⁰ fa de direc ia de curgere a apei, între ei existând deschideri înguste.

Viteza de trecere a apei prin aceste deschideri este de 0,8 m/s, iar la ie irea din camer V_1 de 0,4 – 0,6 m/s.

L imea jgheabului la plecarea apei se alege constructiv $d \geq 0,6$ m pentru debitul Q al apei de tratat; în l imea H_0 rezult din rela ia:

$$H_0 = \frac{Q}{V_1 \cdot d}$$

Viteza (V_1) este de 0,4-0,6 m/s astfel încât s se asigure o curgere lini tit .

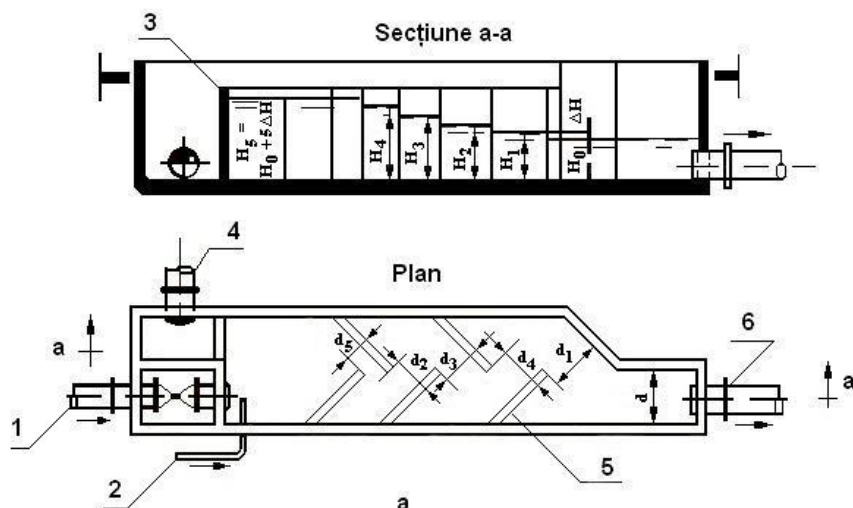


Fig.4.3 - Bazin de amestec cu pere ii în ican
1-conduct de sosire a apei brute; 2-conducte de solu ie de coagulant;
3-perete deversor de preaplin; 4-conduct de evacuare a apei de la preaplin;
5-pere i în ican ; 6-conduct de plecarea a apei spre decantare sau bazinele de reac ie

Pierderile de sarcin ΔH în deschidere d_1, \dots, d_n ale pere ilor în ican .

$$\Delta H = \xi \frac{V^2}{2g} \quad \xi = 2 - 2,5$$

Camera de amestec cu pere i perfora i

Camera are 2-4 pere i transversali prev ăzute cu orificii prin care trece apa.

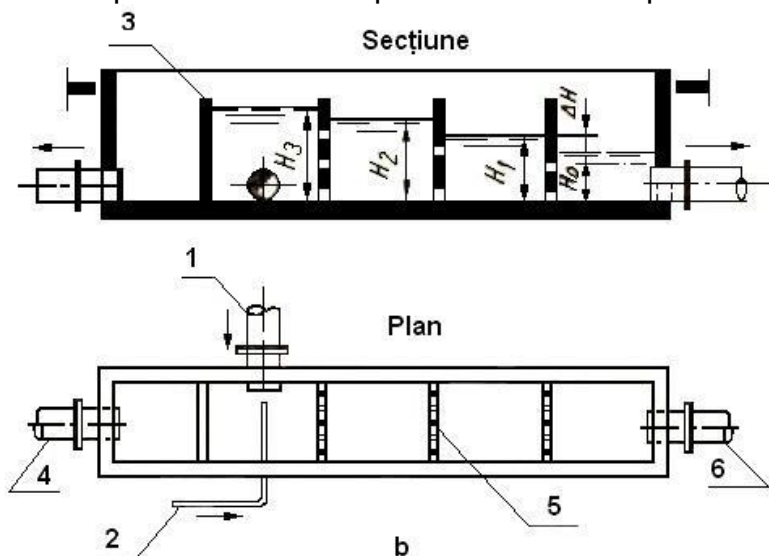


Fig.4.4 - Bazin de amestec cu pere i g ăuri
1-conduct de sosire a apei brute; 2-conducte de solu ie de coagulant;
3-perete deversor de preaplin; 4-conduct de evacuare a apei de la preaplin;
5-pere i g ăuri i.; 6-conduct de plecarea a apei spre decantare sau bazinele de reac ie.

Diametrul orificiilor se ia de 20 – 100 mm, viteza de trecere a apei în orificii se ia de 1 m/s iar coeficientul $\xi = 1,4 - 1,6$.

Camere de amestec cu salt hidraulic

Prin trecerea apei brute peste un deversor cu profil tractic, saltul hidraulic ce se formează asigură o agitație foarte intensă și deci o amestecare în condiții bune a apei în soluția de coagulant.

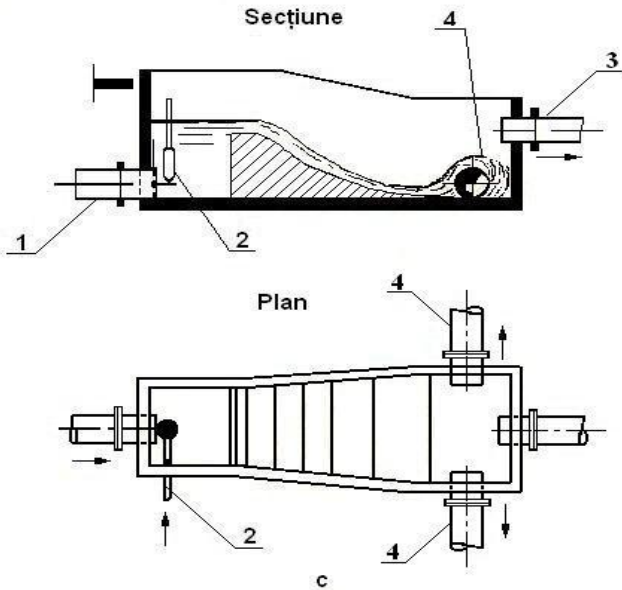


Fig.4.5 - Bazin de amestec cu salt hidraulic
1-conduct de sosire a apei brute;
2-conducte de soluție de coagulant;
3-conduct de evacuare a apei de la preaplin;
4-conduct de plecare a apei spre decantoare sau bazinele de reacție

Camere de amestec cu agitatoare mecanice

Sunt bazine cu echipament mecanic de agitare format dintr-un electromotor care pune în mișcare un rotor cu palete. Viteza de rotație fiind mare, se crează un regim de mișcare turbulent. Reactivul este introdus în zona de maximă turbulență.

Bazinele de reacție trebuie să asigure formarea flocoanelor (fulgilor), proces care începe după amestecarea apei brute cu coagulantul; are loc încet (5-30 min.).

Viteza de circulație a apei trebuie să fie suficient de mare pentru a preveni sedimentarea, dar limitată, pentru a nu le dezagrega. Durata de formare a flocoanelor poate fi redusă dacă apa este într-o ușoară agitare.

Camerele de reacție pot fi:

- cu compartimente;
- cu mișcare de rotație;
- cu dispozitive de agitație.

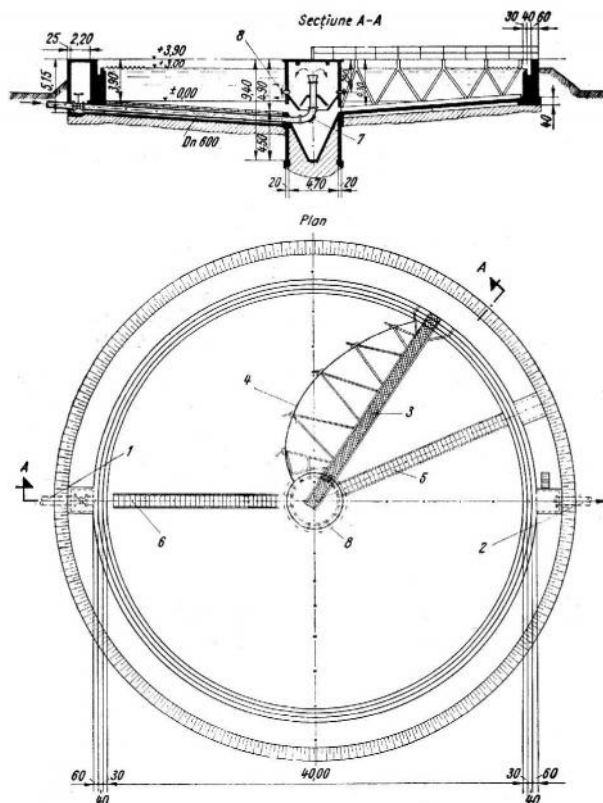
Camerele de reacție pot funcționa independent sau pot fi înglobate în construcția decantoarelor.

Camerele de reacție cu compartimente se adoptă în prezent mai rar pentru instalații mici.

Volumul camerei se determină pornind de la timpul de menținere a apei în bazin și de la debitul de calcul Q pentru o viteză de curgere a apei de 0,2 – 0,4 m/s și o lățime a compartimentului egală cu cel puțin 0,4 – 0,6 m, iar în lățimea stratului de apă $H = 1,2 – 1,5$ m.

Camerele de reacție cu rotirea apei se asociază constructiv cu decantoarele verticale, ocupând spațiul din interiorul tubului central al decantorului.

Apa este introdusă cu viteza de 3 m/s printr-o conductă cu două ieșiri tangențiale care impun o mișcare în spirală a apei.



Decantor radial

Fig.4.6 – Tipuri de decantoare

Filtrarea apei este opera ia prin care se realizeaz des vâ rirea procesului de limpezire.

În funcie de m rimea vitezei de filtrare se folosesc filtre lente, rapide i ultrarapide.

Un filtru lent se compune dintr-un bazin de beton sau beton armat de form paralelipipedic prev zut cu un fund drenant (din pl ci poroase de beton) care sus ine stratul filtrant (fig.4.7).

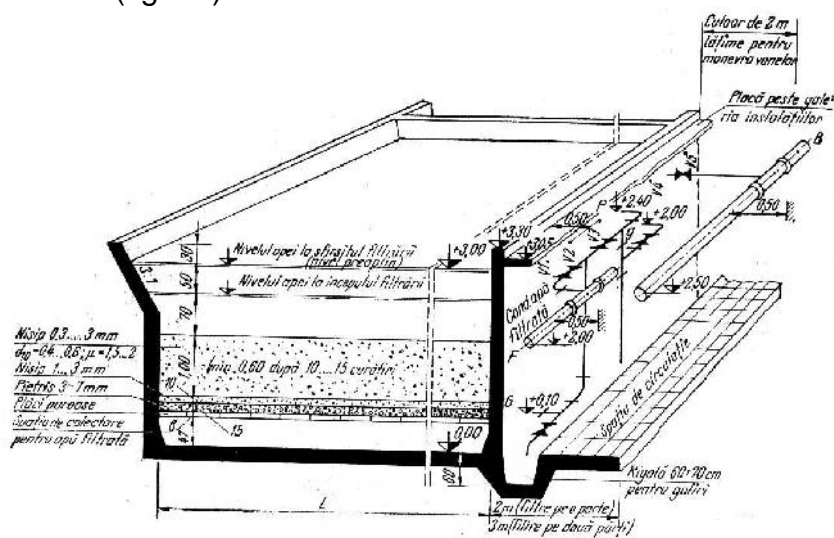


Fig.4.7 – Filtru lent

Stratul filtrant este format în partea superioar din nisip i apoi din pietri m rg ritar.

Reinerea particulelor în suspensie se face în stratul superior de nisip, la suprafața a căruia se formează o membrană biologică de 1-3 cm grosime alcătuită în cea mai mare parte din microorganisme vegetale și animale aerobe.

Această membrană reține și bacteriile ce se află în apă, fără a mai fi nevoie de o dezinfectare ulterioară.

În filtrele lente apa circulă cu o viteză de 5-10 m/zi, apropiată de viteza apei din straturile subterane.

Din cauza vitezei de filtrare foarte reduse filtrele lente au un volum mare, ocupă suprafețe întinse de teren și necesită investiții ridicate.

Filtrele rapide se deosebesc de filtrele lente prin mărimea vitezei de filtrare și prin calitatea apei filtrate.

Ele pot fi cu nivel liber, sau sub presiune (fig.4.8).

Viteza de filtrare rapidă este de 3-5 m/h în cazul apei potabile și de 5-15 m/h în cazul apei industriale.

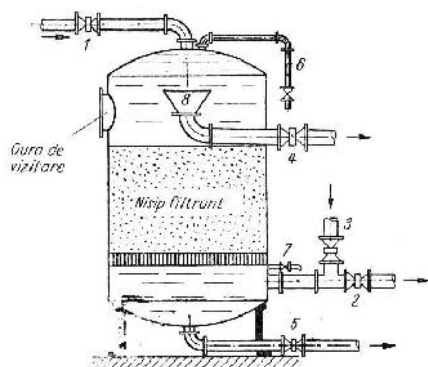


Fig.4.8 – Filtru rapid sub presiune

Dezinfectarea apei reprezintă operația de reducere a numărului de bacterii sub limita admisibilă și se poate realiza prin:

- metode fizice bazate pe acțiunea căldurii, electricității și a razelor ultraviolete;
- metode chimice bazate pe acțiunea clorului, ozonului sau a permanganatului de potasiu;
- metode biologice bazate pe acțiunea bacteriilor din membrana biologică a filtrelor lente;
- metode oligodinamice bazate pe acțiunea bactericidă a ionilor unor metale (argint, cupru).

Metoda de dezinfectare a apei frecvent utilizată este cea cu clor. Această metodă necesită instalații simple, investiții reduse și exploatare ușoară.

Clorul se introduce în apă prin aparate automate de dozare. Dozarea poate fi constantă sau variabilă în funcție de debitul de apă care trece prin instalație.

Doza de clor remanent în rețeaua de distribuție nu trebuie să depășească $0,25 \text{ mg/dm}^3$, dar nici să fie sub $0,1 \text{ mg/dm}^3$.

Apă ce urmează să fie folosită în scopuri industriale trebuie, la rândul ei, supusă unor tratamente în scopul îmbunătățirii proprietăților chimice.

Când apa conține o cantitate prea mare de săruri de fier și mangan sunt necesare operații de *deferizare* și *demanganizare*.

Când apa conține săruri de calciu și magneziu în cantități mari, se impune operația de *dedurizare*.

Deferizarea se poate face prin mai multe procedee, mai răspândit fiind procedeul chimic de oxidare.

Ca reactivi se folosesc hidratul de calciu (varul) și sulfatul de aluminiu. În urma reacției rezultă hidratul feric care precipită sub formă de fulgi și astfel poate fi reținut

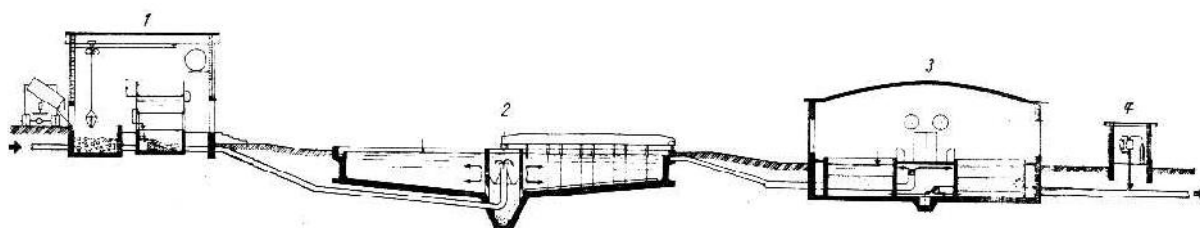
prin filtrare. Sunt și procedee care folosesc clorul, singur sau în amestec de var și clor.

Dedurizarea se poate face prin procedee chimice cu reactivi sau prin alte procedee cum este procedeul termic.

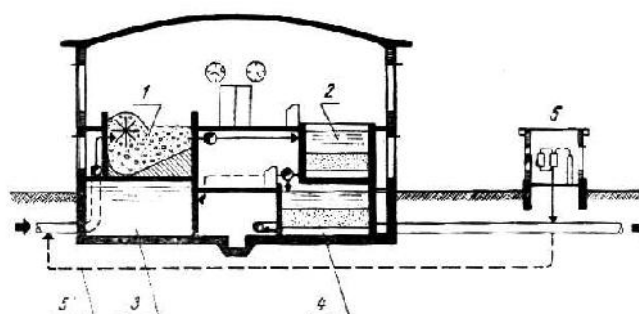
În funcție de cauzele durtății apei – carbonați sau sulfuri de calciu și magneziu – apa se tratează fie cu var, fie cu carbonat de sodiu în urma cărora rezultă carbonatul de calciu insolubil în apă (deci precipită), respectiv hidratul de magneziu.

Procedeul termic constă din încălzirea apei la peste 100°C și la o presiune mare. În aceste condiții bicarbonații se descompun în carbonați insolubili.

Pentru îmbunătățirea calității apelor se folosesc diferite tipuri de stații de tratare (fig.4.9).



Stație de tratare a apei de râu
1-stație de coagulant; 2-decantor radial; 3-filtre rapide deschise; 4-stație de dezinfectare



Stație bloc de tratare a apei subterane
1-bazin de aerare; 2-preaplin; 3-bazin de apă pentru spălări; 4-filtre;
5,6-stație de dezinfectare

Fig.4.9 – Stații de tratare

Pentru mediul rural se folosesc de obicei stații de tratare de tip monobloc care grupează, într-o construcție mică, toate treptele necesare tratării. Se pot trata atât apele subterane, cât și cele de suprafață. O asemenea instalație poate fi deservită de 1-2 operatori.

Pentru fermele agricole se pot folosi filtrele lente sau rapide care realizează filtrarea apei, urmată de o treaptă de clorizare.

Pentru gospodăriile mici se pot utiliza microfiltre cu nisip și pietriș.

Se mai pot folosi instalații de limpezire a apei complet automatizate și altele mai simple, între acestea numărându-se și acvatorul.

4.4. Transportul apei

Conductele care transport apa de la surs la sta ia de tratare sau la rezervoarele de înmagazinare sunt numite conducte de aduc iune sau aduc iuni. Ele pot func iona cu nivel liber sau sub presiune (conducte for ate).

Din valoarea total a investi iei sistemului de alimentare cu ap , aduc iunea are o pondere destul de important , de aceea alegerea materialului, stabilirea diametrului economic, a traseului i a mijloacelor de execu ie trebuie f cute pe baza unor studii tehnico-economice bine fundamentate.

Pentru o bun func ionare i exploatare simpl trebuie avut în vedere i problemele legate de lucr rile auxiliare aferente: travers ri de râuri i c i de comunica ie, masive de ancoraj, dispozitive de protec ie contra suprapresiunilor c mine (de vane de aerisire, de golire).

În dimensionarea conductelor de aduc iune se iau în considerare urm toarele elemente:

- debitul de ap transportat Q [m^3/s];
- sec iunea de curgere S [m^2];
- raza hidraulic R [m];
- pante de pozare I_t i cea hidraulic I_p ;
- coeficien ii de rugozitate;
- viteza admisibil [m/s];
- temperatura apei transportate.
- con inutul de suspensii i natura lor, posibilitatea depunerii în timp i modificarea rugozit ii pere ilor.

Re eaua de distribu ie a apei reprezint totalitatea conductelor i a lucr rilor accesorii care servesc pentru transportul apei de la construc iile de înmagazinare sau de creare a presiunilor la bran amentele consumatorilor.

Re eaua de distribu ie trebuie s asigure presiunile de serviciu în punctele cele mai înalte, cât i presiunea necesar func ion rii hidran ilor de incendiu.

Dup forma în plan deosebim re ele ramificate i inelare.

Conductele re elei de distribu ie urm resc în plan str zile i toate c ile de acces posibile, conform schi ei sau planului de sistematizare.

Re eaua de distribu ie este alc tuit din conductele principale i de serviciu.

În re elele de distribu ie se prev d urm toarele accesorii i arm turi: vane de linie, de ramifica ie, de golire, ventile de dezaerisire, hidran i, apometre, ci mele publice.

4.5. Sta ia de pompare i construc iile pentru înmagazinarea apei

Ridicarea apei de la o cot inferioar la alta superioar se realizeaz cu ajutorul sta iilor de pompare.

În cadrul schemei generale a sistemului de alimentare cu ap se pot întâlni sta ii de pompare (tr.I; tr.II etc.) sta ii de repompare, sta ii de recirculare i sta ii de pompare pentru stingerea incendiilor.

Sta ia de pompare reprezint ansamblul de construc ii hidrotehnice, echipament hidromecanic i instala ii auxiliare de for manevr i automatizare.

Construc iile pentru înmagazinarea apei (rezervoarele i castelele de ap) sunt destinate realiz rii volumului de compensare a varia iilor orare de consum, p strare – rezerv de incendiu i înmagazinarea rezervei de ap pentru acoperirea consumului în caz de avarie a conductei de aduc iune.

Rezervoarele sunt caracterizate prin capacitatea de înmagazinare, forma construc iei i cotele radierului i preaplinului.

Ele pot fi amplasate pe în lîmi naturale care domin centrul populat, construc ia îngropându-se total sau par ial (fig.4.10) sau sunt a ezate la o în lîme pe o construc ie în form de turn, denumit castel de ap (fig.4.11).



Fig.4.10 – Rezervoare de ap a – îngropat; b – semiîngropat

Rezervoarele cu capacitate mic , pân la 150 m³ se pot executa cu un singur compartiment, cele mai mari se execut cu dou în scopul asigur rii repara iilor curente i al cur irii rezervorului.

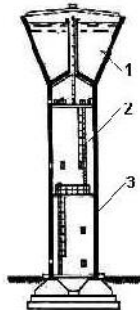


Fig.4.11 – Castel de ap
1-cuv (rezervorul propriu-zis);
2-scar de acces;
3-structur de sus inere.

5. SCHEME I SISTEME DE CANALIZARE

5.1. Considerații generale

Apa străbate diferite circuite în mediul înconjurător constituind un element determinant al desfășurării vieții pe pământ. Aceste circuite sunt naturale și artificiale.

- *Circuitele naturale* sunt independente de folosința omenească; ele s-au petrecut și se petrec pe pământ aproape indiferent de prezența oamenilor, acțiunea având (deocamdată) o influență foarte mică asupra lor.
- *Circuitele artificiale* pot fi specifice alimentării cu apă potabilă, evacuării apelor uzate etc.
- Circuitele artificiale sunt formate din construcții amenajate de oameni și se găsesc sub puternica influență a apei provenită din circuitele naturale.
- Evacuarea apelor uzate ce se acumulează pe teritoriile locuite devine obligatorie. Această evacuare se poate face separat sau împreună cu apele meteorice.
- Îndepărtarea apelor de orice fel se realizează cu ajutorul unui ansamblu de construcții și instalații: canale, stații de pompare, stații de epurare, etc., ansamblu care alcătuiește *sistemul de canalizare*.
- Apele colectate în rețeaua de canalizare se numesc ape de canalizare.
- Ele cuprind totalitatea resturilor (returnurilor) de la folosințele de apă sau alte ape care necesită a fi îndepărtate prin canalizare.
- Cursul de apă (râu, lac, fluviu, mare etc.) în care se evacuează apele de canalizare este numit emisar (receptor).

Când substanțele conținute în apele uzate ajung în sol sau în cursurile de apă, dacă întâlnesc condiții favorabile, se transformă în substanțe minerale. Aceste procese poartă denumirea de *mineralizare*, iar efectul lor este de neutralizare a substanțelor nocive. Ansamblul acestor procese formează acțiunea de epurare, iar proprietatea solurilor și apelor de a reduce și a transforma singure substanțele organice în substanțe minerale se numește *autoepurare* (sau autopurificare)..

- Când capacitatea de autoepurare este depășită, procesul de mineralizare nu se mai face în condiții satisfăcătoare, afectând mediul înconjurător.
- În aceste condiții este necesar să se recurgă la construcția unei stații de epurare capabile să rețină cel puțin o parte din substanțele poluante transportate de rețeaua de canalizare.

5.2. Clasificarea apelor de canalizare

După proveniență și calitate, apele de canalizare cuprind următoarele categorii de ape:

- ape uzate;
- ape meteorice;
- ape de suprafață;
- ape subterane.

Apele uzate pot fi:

- ape uzate menajere;
- ape uzate publice;
- ape uzate industriale;
- ape uzate de la unități agrozootehnice;

- ape uzate rezultate din satisfacerea nevoilor tehnologice ale sistemelor de alimentare cu apă și canalizare;
- ape uzate de la spălătură și stropitul străzilor.

Se menționează că toate aceste ape rezultă în general din satisfacerea cerințelor de apă.

Apele meteorice sau apele din precipitațiile care cad pe terenurile amenajate și neamenajate se diferențiază în:

- ape meteorice convențional-curate colectate din localități
- ape meteorice nocive provenite de pe unele porțiuni ale incintelor industriale și care necesită epurarea înainte de a se vărsa în emisar.

Apele de suprafață sunt cele provenite din râuri, lacuri, bazine sau mlaștini când o parte din acestea se îndepărtează prin rețeaua de canalizare.

Apele subterane provin din:

- desecări și drenaje sau alte construcții pentru coborârea nivelului apelor subterane, afară de cele cu scop hidroameliorativ;
- infiltrații în rețeaua de canalizare.

5.3. Scheme de canalizare

Schema de canalizare este reprezentarea în plan orizontal a obiectelor (lucrurilor) principale care determină circuitul apei de canalizare cu indicarea pozițiilor lor relative.

Lucrurile care constituie ansamblul unei canalizări cuprind: rețeaua de canale interioare și exterioare, lucrurile de înmagazinare a apei, lucrurile de pompare și repompare, instalațiile accesorii (cămări de vizitare, de spălătură, ruperi de pant, guri de scurgere, sifoane etc.), lucrurile de epurare și gurile de vărsare în emisar (fig.5.1).

Din schema de canalizare prezentată nu rezultă dimensiunile lucrurilor care o compun, dar se pot face aprecieri generale asupra modului de soluționare a canalizării.

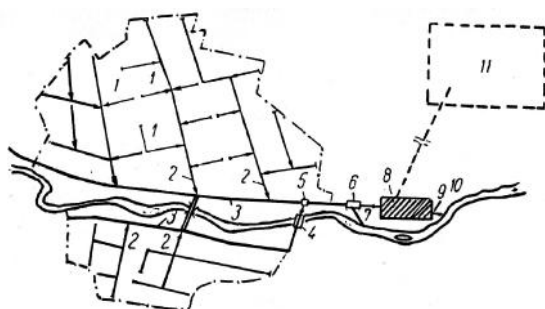


Fig.5.1 - Schem de canalizare

- 1- canale de serviciu;
- 2- colectoare secundare;
- 3- colectoare principale;
- 4- sifon de canalizare;
- 5- cameră de intersecție;
- 6- camera deversorului;
- 7- canal deversor;
- 8- stația de epurare;
- 9- canal de evacuare a apelor epurate;
- 10- gură de vărsare
- 11- câmpuri pentru valorificarea nămolurilor

Numărul, tipul și amplasamentele construcțiilor care alcătuiesc canalizarea depind, după caz, de:

- sistematizarea localității,
- situația cursurilor de apă învecinate sau care traversează localitatea,
- existența emisarilor posibili și alegerea lor în condiții tehnico-economice avantajoase,
- cantitatea și calitatea apei de canalizare,
- relieful terenului,
- natura solului,
- amplasamentul stației de epurare,
- condițiile de evacuare a nămolurilor din stația de epurare.

În funcție de poziția canalului față de emisar, schemele rețelelor de canalizare pot fi:

- perpendicular direct ;
- perpendicular indirect ;
- paralel ;
- ramificat ;
- radial .

Schema perpendicular direct (fig.5.2) se aplică numai pentru îndepărtarea apelor meteorice în sistemul separativ de canalizare.

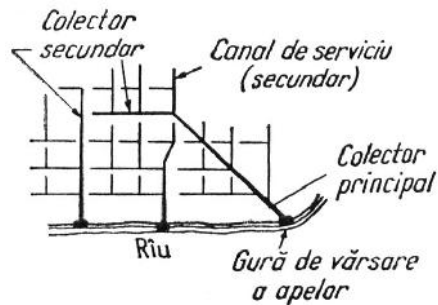


Fig.5.2 - Schema perpendicular direct

În acest caz canalele colectoare sunt perpendiculare pe emisar în care apele de canalizare se evacuează direct.

La *schema perpendicular indirect* (fig.5.3) canalul colector principal este paralel cu emisarul și se descarcă în emisar, în aval de zona canalizată prin intermediul unei stații de epurare.

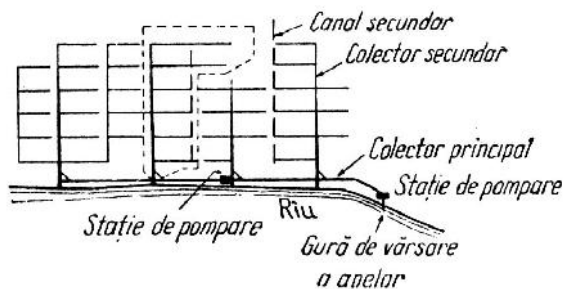


Fig.5.3 - Schema perpendicular indirect

Această schemă aplicată în sistem unitar înlesnește descărcarea apelor meteorice prin canale deversoare.

Schema paralel sau în etaje (fig.5.4) are canalele colectoare paralele cu emisarul. Acestea sunt interceptate de un colector principal care le descarcă apele în emisar prin intermediul unei stații de epurare. Se obține astfel o pantă mai favorabilă atât pentru canalele secundare cât și pentru colectorul principal.

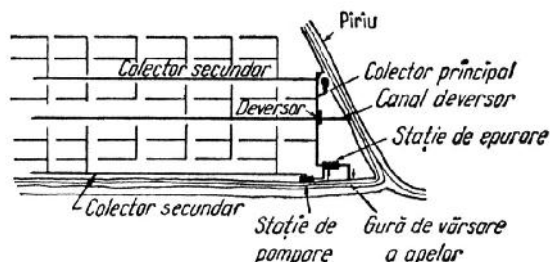


Fig.5.4 - Schema paralel

Schema ramificat este redat în fig.5.5. Potrivit acestei scheme, canalele colectoare sunt distribuite pe ambele părți ale colectorului principal, care îi evacuează apele în aval de suprafața canalizat prin intermediul unei stații de epurare.

Schema radial (fig.5.6) este aplicabil acolo unde suprafața de canalizat are denivelări pronunțate în direcții diferite.

Canalele colectoare pornesc radial din centrul zonei spre exterior și se descarcă în emisarii diferiți.

Alegerea schemei de canalizare trebuie să se facă în urma studierii a mai multor variante privind:

- calitatea apelor ce se canalizează și sistemele de canalizare;
- traseele canalelor principale;
- amplasamentelor stațiilor de epurare;
- volumul total al investițiilor;
- costul apei transportate prin rețeaua de canalizare, inclusiv epurarea.

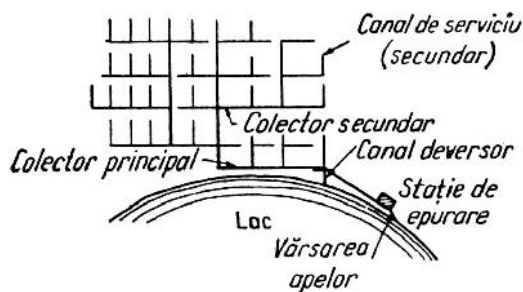


Fig.5.5 - Schema ramificat

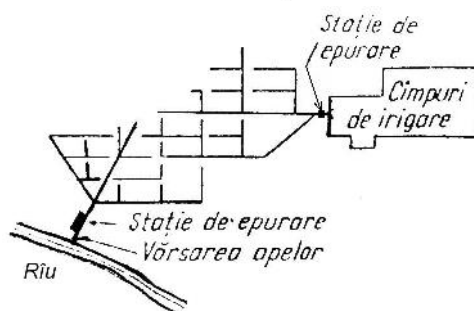


Fig.5.6 - Schema radial

La alegerea schemei de canalizare se vor analiza:

- posibilitatea de evacuare a apelor de canalizare pe traseul cel mai scurt în emisarii a evacuării gravitaționale;
- asigurarea, în condițiile cele mai avantajoase, a calității apelor uzate pentru a putea fi descărcate în emisarii;
- posibilitatea de a îndepărta nămolurile și alte substanțe rezultate din exploatarea rețelelor de canalizare și a stației de epurare sau de preepurare;
- adoptarea unei adâncimi minime de pozare a canalelor în funcție de cotele obligatorii ale obiectivelor, de adâncimile minime de îngheț și de condițiile de rezistență a canalelor.

5.4. Sisteme de canalizare

Sistemul de canalizare cuprinde totalitatea construcțiilor și instalațiilor care colectează, transportă, epurează și evacuează în emisarii apele de canalizare. Se cunosc mai multe feluri de astfel de sisteme:

- *sistemul de canalizare unitar* când colectarea și evacuarea apelor uzate și a apelor meteorice de pe un anumit teritoriu se fac printr-o rețea unică ;
- *sistemul de canalizare separativ* când colectează și transportă, prin cel puțin două rețele separate, toate apele din bazinul ce se canalizează ;
- *sistemul de canalizare mixt* când apele din bazinul ce se canalizează sunt transportate prin sisteme diferite, o parte prin sistemul de canalizare unitar și o altă parte prin sistemul de canalizare separativ.

6. DEBITELE APELOR DE CANALIZARE

6.1. Debitul apelor uzate

Se determină prin însumarea debitelor de ape uzate menajere, cu debitele de ape uzate tehnologice proprii sistemului de alimentare cu apă și canalizare.

Debitul de ape uzate menajere (Q_u) care se ia în considerare la calculul reelei de canalizare se calculează cu relația:

$$Q_u = K \cdot Q_s$$

în care: Q_s este debitul de apă de alimentare caracteristic (zilnic mediu, zilnic maxim și orar

maxim) al cerinței de apă, în m^3 pe zi sau m^3 pe oră;

K - un coeficient care ține seama de pierderi.

În cazuri bine justificate $K = 0,8$ dar poate fi modificat pe baza unor cercetări și a unor studii de specialitate.

Cantitățile de *ape uzate tehnologice provenite din industrii și ferme agrozootehnice*, evacuate prin reeaua de canalizare sunt evaluate pe baza datelor furnizate de normativele în vigoare (STAS 1343/0-89, STAS 1343/2-89 și STAS 1343/3-89), precum și pe baza tehnologiilor de producție adoptate luându-se în considerare posibilitățile de reciclare a apei și de reducere la minimum a debitelor evacuate.

6.2. Debitul apelor meteorice

Dintre apele provenite din precipitațiile atmosferice, la dimensionarea reelei de canalizare se iau în considerare numai apele provenite din ploii.

Experiența arată că în țara noastră reeaua de canalizare suficientă pentru evacuarea apelor de ploaie poate să satisfacă și evacuarea apelor provenite din topirea zăpezilor.

Debitul apelor meteorice se determină admitându-se ca model o ploaie de calcul uniform distribuit pe întregul bazin de canalizare, cu intensitate constantă pe durata de concentrare superficială și de curgere prin canal.

Precipitațiile sunt caracterizate prin cantitate, durată, intensitate și frecvență.

Intensitatea ploii (i) reprezintă cantitatea de precipitație care cade pe unitatea de suprafață în unitatea de timp:

$$i = \frac{h}{t} \quad [\text{mm/min}]$$

în care: h este cantitatea sau înălțimea precipitațiilor căzute în timpul t , în mm;

t - durata de cădere a precipitațiilor, în minute.

În calculul canalizărilor, intensitatea se exprimă în $l/s \cdot ha$.

$$i = 167 \frac{h}{t} \quad [l/s \cdot ha]$$

Intensitatea calculată pentru toată durata ploii se numește intensitatea medie.

Durata ploii (t) este timpul scurs de la începerea până la terminarea ploii, exprimat în minute.

Frecvența unei ploii de intensitate i și durată t reprezintă numărul ploilor de durată t a căror intensitate este egală sau depășește în cursul unui an intensitatea i a ploii considerate.

Reeaua de canalizare se dimensionează la ploia a căror intensitate nu reprezintă cea maximă, deoarece ar rezulta canale de dimensiuni prea mari. Dimensionarea se face la intensități care asigură un debit care este depășit de 2 ori

pe an (asigurare 50 %) sau o dată la 5 ani (asigurare 20 %). În momentul depășirii debitului luat în calcul se realizează funcționarea sub presiune.

La alegerea frecvenței ploii trebuie să se țină seama de o serie de factori locali și anume:

- configurația terenului de canalizat;
- existența unor depresiuni care pot provoca inundații și ar putea produce noi pagube, existența subsolurilor și a altor construcții subterane.

Calculul debitului apelor meteorice

Pentru calculul debitului apelor meteorice este necesar să se cunoască unele noțiuni și elemente de bază și anume: secțiunea de calcul, ploaia de calcul, frecvența normală, durata și intensitatea ploii, timpul de concentrare superficial, bazinul de canalizare și coeficientul de scurgere.

Secțiunea de calcul (control) este secțiunea de pe canal în care se stabilesc debitele, calitatea apei și alți parametri în vederea proiectării sau funcționării canalizării.

Ploaia de calcul, este ploaia de frecvență normală, a cărei durată este egală cu timpul de concentrare superficial.

Frecvența normală reprezintă numărul anual de ploi de durată t , a căror intensitate i depășește intensitatea ploii de calcul și pentru care canalizarea asigură evacuarea apelor.

Frecvența normală se stabilește în funcție de clasa de importanță a obiectivului și este indicat în tabelul 6.1.

Tabelul 6.1

Frecvența normală a precipitațiilor

Clasa de importanță a obiectivului (după STAS 4273/83)	Unități cu caracter economic	Unități cu caracter social
I	1/5	1/3.....1/5
II	1/3.....1/2	1/2.....1/1
III	1/2.....1/1	1/1.....2/1
IV	1/1.....2/1	2/1
V	2/1	2/1

Se pot stabili și alte frecvențe pe baza calculului tehnico-economic.

Durata ploii de calcul t se stabilește pentru secțiunea din avalul tronsonului de canal folosind relațiile:

- pentru canale incipiente:

$$t = t_{cs} + \frac{L}{v_a} \quad [\text{min.}]$$

- pentru restul canalelor:

$$t_i = t_{i-1} + \frac{L_i}{v_{ai}} \quad [\text{min.}]$$

în care:

t_{cs} este timpul de concentrare superficială a apei, în minute;

L - lungimea tronsonului incipient care se dimensionează, în metri;

v_a - viteza apreciată de curgere a apei în canalul incipient, în m/min. considerat pentru un prim calcul între 60-120 m/min. În cazul în care viteza la seciune plină rezultată la dimensionarea canalului, diferă cu mai mult de $\pm 20\%$ de viteza adoptată inițial calculul se reface apreciindu-se o nouă viteză, egală cu viteza la seciune plină rezultată până când se îndeplinește condiția de mai sus;

t_i - durata ploii de calcul în seciunea i , situată în avalul tronsonului de canal;

t_{i-1} - durata ploii de calcul în seciunea $i-1$, situată în avalul tronsonului de canal dimensionat anterior, în minute;

L_i - lungimea tronsonului de canal care se dimensionează, în metri;

v_{ai} - viteza apreciată de curgerea apei în canalul care se dimensionează, în m/min.; ea trebuie astfel aleasă încât să nu difere cu mai mult de $\pm 20\%$ de viteza la seciune plină rezultată din dimensionarea canalului respectiv.

Timpul de concentrare superficială (t_{cs}) reprezintă timpul necesar ca apa să se colecteze de pe suprafața de cderă, să ajungă la canal și să-l parcurgă până la seciunea de calcul. Este în funcție de panta și natura suprafeței de scurgere, de intensitatea și durata ploii, de capacitatea de reținere în depresiuni, de densitatea construcțiilor pe lungimea parcursului de la punctul de cderă a apei de ploaie până la cel mai apropiat canal, etc.

Timpul de concentrare superficială t_{cs} se alege de:

- 1 - 3 minute, în zonele de munte (pante medii $\geq 5\text{‰}$);
- 3 - 5 minute, în zonele de deal (pante medii între 2‰ și 5‰);
- 5 - 12 minute în zonele de câmp (pante medii $\leq 2\text{‰}$).

astfel încât durata minimă a ploii de calcul, t sau t_i stabilită conform relațiilor de calcul să fie de:

- 5 minute pentru zona de munte;
- 10 minute pentru zona de deal;
- 15 minute pentru zona de câmp.

Debitul determinat într-o seciune i trebuie să fie mai mare sau cel puțin egal cu debitul rezultată în seciunea imediat amonte $i-1$.

Bazinul de canalizare al unui canal este teritoriul de pe care acesta își colectează apele.

Intensitatea ploii de calcul (i) reprezintă intensitatea ploii stabilită în funcție de frecvența normată a ploii și de durata ploii de calcul (se determină cu ajutorul diagramelor). Pentru ară noastră diagonalele intensității pe zone sunt prezentate în figurile 6.1 - 6.20.

Coeficientul de scurgere (Φ) este raportul dintre cantitatea de apă care se scurge în rețeaua de canalizare de pe o suprafață receptoare și cantitatea de apă totală cderută pe aceeași suprafață.

Coeficientul de scurgere se poate considera diferentiat pe etape de dezvoltare a localitatilor și a unitatilor economice în raport cu evoluția în timp a solurilor de amenajare a suprafețelor.

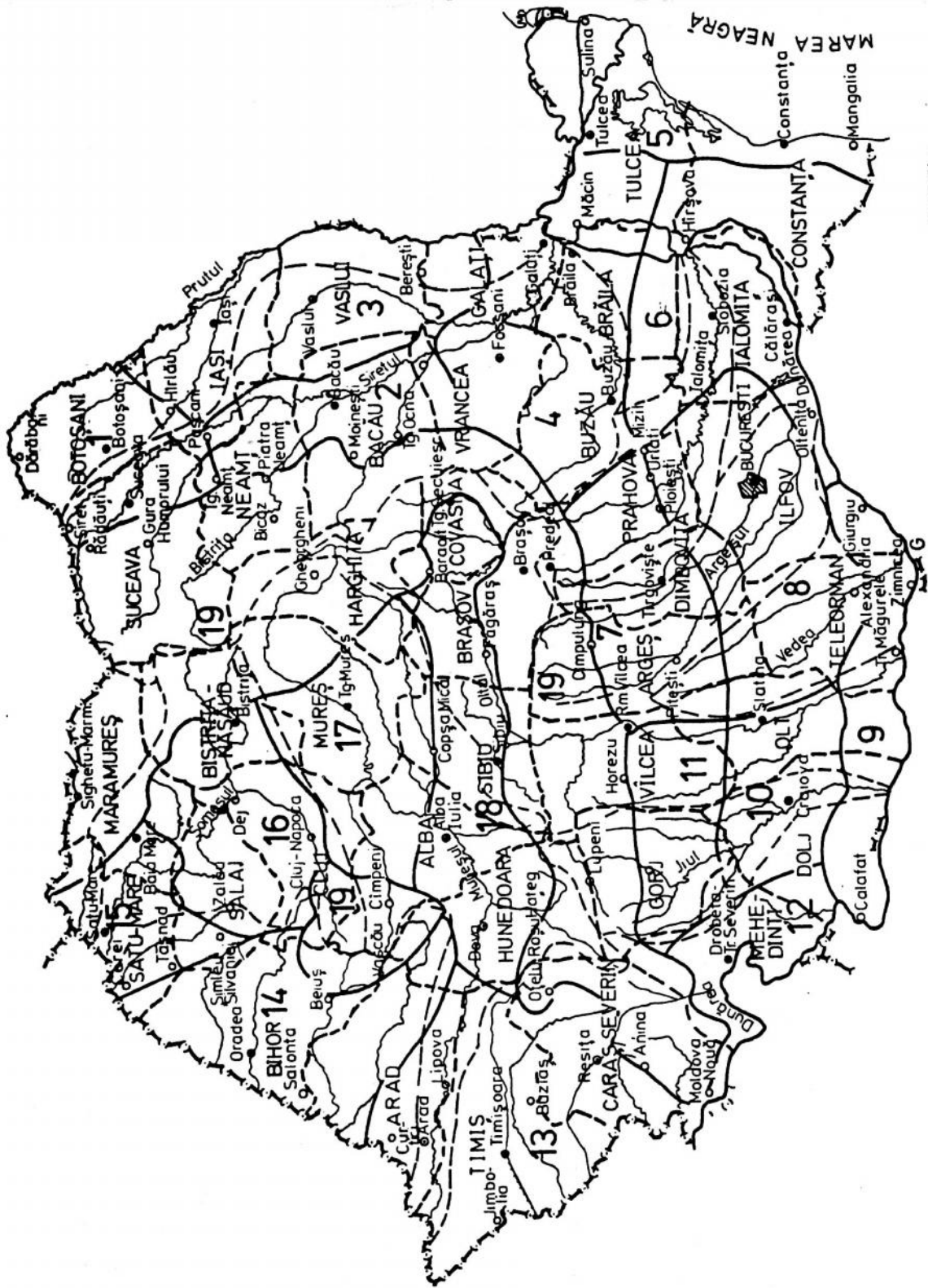


Fig.6.1. Împărțirea pe zone a teritoriului României pentru calculul debitelor meteorice

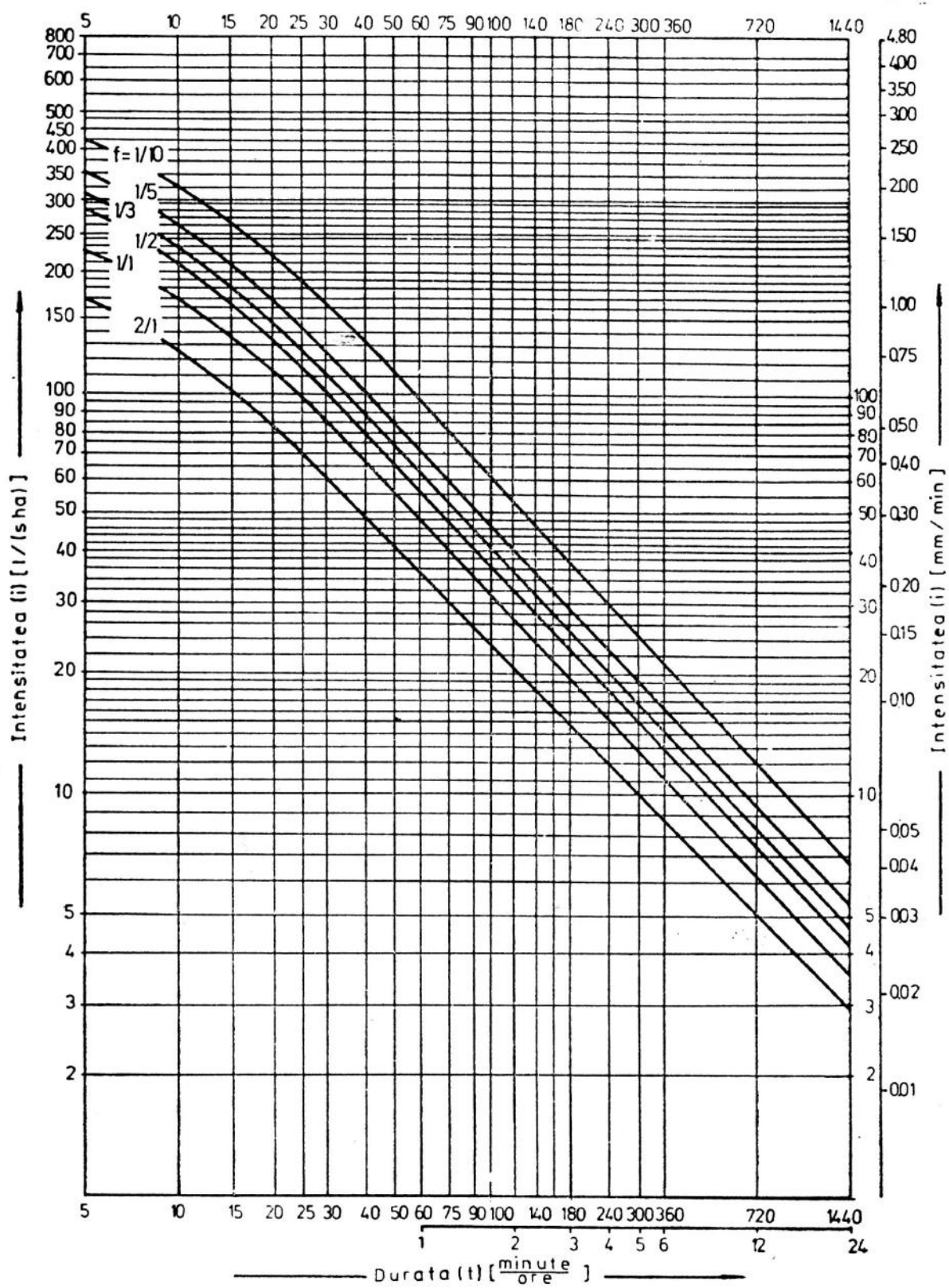


Fig.6.2 - Diagrama pentru calculul intensității ploii în zona 13

Valorile coeficientului de scurgere Φ sunt redate în tabelul 6.2, în funcție de natura suprafeței bazinului de canalizare.

Tabelul 6.2.

Valorile coeficientului de scurgere (Φ)

Nr. crt.	Natura suprafe ei	Coeficient de scurgere (Φ)
1.	Învelitori metalice și de ardezie	0,95
2.	Învelitori de sticlă, iglă și carton asfaltat	0,90
3.	Terase asfaltate	0,85 - 0,90
4.	Pavaje din asfalt și din beton	0,85 - 0,90
5.	Pavaje din piatră și alte materiale, cu rosturi umplute cu mastic	0,70 - 0,80
6.	Pavaje din piatră cu rosturi umplute cu nisip.	0,55 - 0,60
7.	Drumuri din piatră spart (macadam): - în zone cu pante $\leq 1\%$ - în zone cu pante $> 1\%$	0,25 - 0,35 0,40 - 0,50
8.	Drumuri împietruite: - în zone cu pante mici ($\leq 1\%$) - în zone cu pante mari ($> 1\%$)	0,15 - 0,20 0,25 - 0,30
9.	Terenuri de sport, grădini - în zone cu pante mici ($\leq 1\%$) - în zone cu pante mari ($> 1\%$)	0,05 - 0,10 0,10 - 0,15
10.	Incinte și curți nepavate, neîmierbate	0,10 - 0,20
11.	Terenuri agricole (de cultură)	0,05 - 0,10
12.	Parcuri și suprafețe împdurite - în zone cu pante mici ($\leq 1\%$) - în zone cu pante mari ($> 1\%$)	0,00 - 0,05 0,05 - 0,10

Pentru întreaga zonă canalizată sau pentru zone caracteristice care au diferite tipuri de amenajare a suprafețelor, coeficientul de scurgere (Φ) se determină ca medie ponderată a valorilor corespunzătoare celor n arii ale bazinelor de canalizare, cu relația:

$$\Phi = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \Phi_i}{\sum_{i=1}^n S_i}$$

în care: S_i este aria unui bazin de canalizare cu o anumită natură a suprafeței, în ha;

Φ_i - coeficientul de scurgere aferent ariei S_i .

Debitul de calcul al apelor meteorice se stabilește folosind relația:

$$Q_p = m \cdot S \cdot \Phi \cdot i \quad [l/s]$$

în care: m este coeficientul de reducere a debitului de calcul, care ține seama de capacitatea de înmagazinare în timp a canalelor și de durata ploii de calcul (t):

$m = 0,8$ pentru $t \leq 40$ minute;

$m = 0,9$ pentru $t > 40$ minute.

S - aria bazinului de canalizare corespunzător secțiunii de calcul, în ha;

Φ - coeficient de scurgere aferent ariei (S);

i - intensitatea ploii de calcul, în funcție de frecvența (f) și de durata ploii de calcul

(t) conform STAS 9470-73, în l/s · ha.

6.3. Debitul apelor de suprafa

Acest debit se determină în urma unui studiu întocmit pe baza datelor hidrologice obținute din observații pe mai mulți ani și prin măsurători directe.

Se recomandă, pe cât posibil, ca debitele maxime ale apelor de suprafa provenite din cursuri mici de apă, și din depresiuni ce traversează perimetrul constructibil al unităților cu caracter social sau economic de orice fel să fie îndreptate prin canale proprii independente de rețeaua de canalizare a folosinței, spre cel mai apropiat emisar, realizându-se astfel îndepărtarea apelor mari de viitură de pe suprafața care se canalizează, precum și apariția zonelor inundabile din perimetrul construit.

În cazurile în care prinderea apelor din surse de suprafață în rețeaua de canalizare a folosinței nu poate fi evitată, la dimensionarea hidraulică a elementelor sistemului de canalizare se iau în considerare debitele maxime de calcul ale apelor de suprafață și nu debitele de apă meteorică. Debitul maxim de ape din surse de suprafață care se iau în calcul în această situație sunt atât cele provenite de pe teritoriul folosinței care se canalizează, cât și cele provenite din exteriorul perimetrului construit.

6.4. Debitul apelor subterane

Debitul apelor subterane (Q_{sa}) care prind în sistemul de canalizare provine din drenajele și desecările organizate, precum și din apele freatice infiltrate în canalizare ca urmare a neetanității acestora.

Apele subterane infiltrate influențează numai canalele care transportă ape uzate. La canalele prin care se scurg apele de ploaie presiunea interioară a acestora nu permite prinderea apelor provenite din infiltrații.

Debitul apelor subterane care se evacuează prin rețeaua de canalizare se determină astfel:

- pentru apele din drenaje și desecări, conform proiectelor acestor lucrări;
- pentru apele infiltrate din pânza de apă subterană, se consideră un debit de 0,5.....1,0 l/s pe km de canal, în situația în care extradosul bolii canalului este situat la cel puțin 0,5 sub nivelul hidrostatic al apei subterane;
- în situații deosebite, determinarea debitului de ape subterane care se pot infiltra în rețeaua de canalizare se face pe bază de studii ținând seama de caracteristicile stratului acvifer și de adâncimea de pozare a canalelor față de nivelul maxim al acestuia.

6.5. Debitul caracteristic de ape uzate

Debitul caracteristic de ape uzate de la orice unitate cu caracter social sau economic sunt:

- debitul zilnic mediu ($Q_{u\text{ zi med}}$);
- debitul zilnic maxim ($Q_{u\text{ zi max}}$);
- debitul orar maxim ($Q_{u\text{ orar max}}$);
- debitul orar minim ($Q_{u\text{ orar min}}$);

Observa ie: Debitul orar minim este cel mai mic debit orar dintr-o perioad e de timp considerat .

Debitul zilnic mediu, zilnic maxim i orar maxim se determin conform STAS 1343/0-89, STAS 1343/1-95, STAS 1343/2-89, STAS 1343/3-86 i STAS 1478-90.

Debitul orar minim ($Q_{u\text{ orar min}}$) se calculeaz cu formula:

$$Q_{u\text{ orar min}} = p \cdot Q_{u\text{ zi max}} \quad [\text{l/s}]$$

în care: $Q_{u\text{ zi max}}$ are semnifica ia anterior ;

p - coeficient adimensional, având urm toarele valori:

- 0,18...localit i având sub 1000 locuitori;
- 0,25...localit i având între 1001 i 10000 locuitori;
- 0,35...localit i având între 10001 i 50000 locuitori;
- 0,60...localit i având între 50001 i 100000 locuitori;
- 0,75...localit i având peste 100000 locuitori.

Debitul caracteristic de calcul (medii, maxime i minime) pentru ape uzate provenind de la diverse categorii de folosin , se ob in prin însumarea debitelor calculate ca mai sus, pentru fiecare categorie de folosin în parte.

Determinarea debitelor de ap de canalizare se face inând seama de sistemul de canalizare adoptat (separativ, unitar sau mixt) în sec iuni carecteristice pentru:

- re eua de canale;
- construc ii accesorii (guri de scurgere, deversoare, sifoane inverse, c mine de rupere de pant , c mine de închidere hidraulic);
- sta ii de pompare i bazine de reten ie;
- sta ii de epurare.

Debitul racordurilor de canalizare se stabilesc conform STAS 1795-86.

Pentru valori sub 10 l/s, aceste debite se consider repartizate uniform pe suprafa a bazinului de canalizare, iar pentru valori peste 10 l/s, se consider introduse concentrat în re eua de canalizare.

Debitul de calcul i de verificare pentru sta ii de epurare (i pentru p r i componente ale acestora) se stabilesc în func ie de cantitatea i calitatea apelor de canalizare, de sistemul de canalizare i de schema de epurare adoptate, conform tabelului 6.3.

Tabelul 6.3

Debite de calcul i de verificare pentru sta iile de epurare

Nr. crt.	Obiectul tehnologic sau elementul de leg tur dintre obiectele tehnologice	Sistemul de canalizare				Treapta de epurare
		Separativ		Unitar i mixt		
		de calcul	de verificare	de calcul	de verificare	
0	1	2	3	4	5	6
1.	Deversorul din amonte sta iei de epurare	-	-	$Q_T - nQ_{u\text{ orar max}}$	Q_T	-

Nr. crt.	Obiectul tehnologic sau elementul de legătură dintre obiectele tehnologice	Sistemul de canalizare				Treapta de epurare
		Separativ		Unitar și mixt		
		de calcul	de verificare	de calcul	de verificare	
0	1	2	3	4	5	6
2.	Canalul de legătură dintre deversor și bazinul de retenție și de la acesta la emisar, sau dintre deversor și emisar	-	-	$Q_T - nQ_u$ orar max	Q_T	-
3.	Canalul de acces la camera grătarelor	Q_u orar max	Q_u orar min	nQ_u orar max	Q_u orar min	Mecanic
4.	Grătarele, deznisipatoarele, debitmetrul, camera de distribuție a debitelor de apă la decantoarele primare și toate canalele de legătură dintre obiectele tehnologice ale treptei mecanice de epurare	Q_u orar max	Q_u orar min	nQ_u orar max	Q_u orar min	
5.	Separatorul de grăsimi și decantorul primar	Q_u zi max	Q_u orar max	Q_u zi max	nQ_u orar max	
6.	Canalele (sau conductele) de legătură dintre decantoarele primare și deversorul din amonte treptei de epurare biologic	-	-	nQ_u orar max	Q_u orar min	Biologic
7.	Canalele (sau conductele) de legătură dintre decantoarele primare și treapta biologică de epurare	Q_u orar max	Q_u orar min	-	-	
8.	Deversorul din amonte treptei de epurare biologic și canalul dintre acest deversor și emisar	-	-	$(n-1)Q_u$ orar max	nQ_u orar max	
9.	Canalul dintre deversorul din amonte treptei biologice și treapta biologică	-	-	Q_u orar max	Q_u orar min	
10.	Bazinele cu n mol activat	Q_u zi max	Q_u orar max + Q_{NR} max	Q_u zi max	Q_u orar max + Q_{NR} max	
11.	Filtrele biologice	Q_u zi max	Q_u orar max + Q_{AR} max	Q_u zi max	Q_u orar max + Q_{AR} max	

Nr. crt.	Obiectul tehnologic sau elementul de leg tur dintre obiectele tehnologice	Sistemul de canalizare				Treapta de epurare
		Separativ		Unitar i mixt		
		de calcul	de verificare	de calcul	de verificare	
0	1	2	3	4	5	6
12.	Canalele (sau conductele) de leg tur dintre bazinele cu n mol activat i decantoarele secundare, inclusiv camera de distribu ie a debitelor la decantoare	$Q_u \text{ orar max} + Q_{NR} \text{ max}$	$Q_u \text{ orar min} + Q_{NR} \text{ min}$	$Q_u \text{ orar max} + Q_{NR} \text{ max}$	$Q_u \text{ orar min} + Q_{NR} \text{ min}$	Biologic
13.	Canalele (sau conductele) de leg tur dintre filtrele biologice i decantoarele secundare, inclusiv camera de distribu ie a debitelor la decantoare	$Q_u \text{ orar max} + Q_{AR} \text{ max}$	$Q_u \text{ orar min} + Q_{AR} \text{ min}$	$Q_u \text{ orar max} + Q_{AR} \text{ max}$	$Q_u \text{ orar min} + Q_{AR} \text{ min}$	
14.	Canalele (sau conductele) de leg tur dintre decantoarele secundare i emisar (sau canalul de ocolire)	$Q_u \text{ orar max}$	$Q_u \text{ orar min}$	$Q_u \text{ orar max}$	$Q_u \text{ orar min}$	
15.	Decantoarele secundare dup bazinele cu n mol activat	$Q_u \text{ zi max}$	$Q_u \text{ orar max} + Q_{NR} \text{ max}$	$Q_u \text{ zi max}$	$Q_u \text{ orar max} + Q_{NR} \text{ max}$	
16.	Decantoarele secundare dup filtrele biologice	$Q_u \text{ zi max}$	$Q_u \text{ orar max} + Q_{AR} \text{ max}$	$Q_u \text{ zi max}$	$Q_u \text{ orar max} + Q_{AR} \text{ max}$	

În anumite situa ii, în scopul protej rii calit ii apei emisarilor, cu justificarea tehnico-economic corespunz toare, se poate analiza în calculul sistemelor de canalizare unitare sau mixte, introducerea în sta ia de epurare - treapta mecanic - a unui debit sporit de ape de canalizare $Q_{SB} = n Q_u \text{ max orar}$, unde $n = 3 \dots 4$, iar în treapta de epurare biologic , a unui debit $2 \cdot Q_u \text{ zi max}$.

7. CONSTRUC II PENTRU TRANSPORTUL APEI

7.1. Calculul hidraulic al canalelor

Calculul hidraulic al canalelor din re eaua de canalizare se face pe baza recomand rilor din STAS 3051/91.

Diferitele forme i principalele caracteristici ale canalelor sunt redade în fig.7.1 i 7.2. Se observ c formele canalelor închise pot fi: circular , ovoidal , clopot etc., iar a canalelor deschise: triunghiular , trapezoidal , dreptunghiular , semicircular etc.

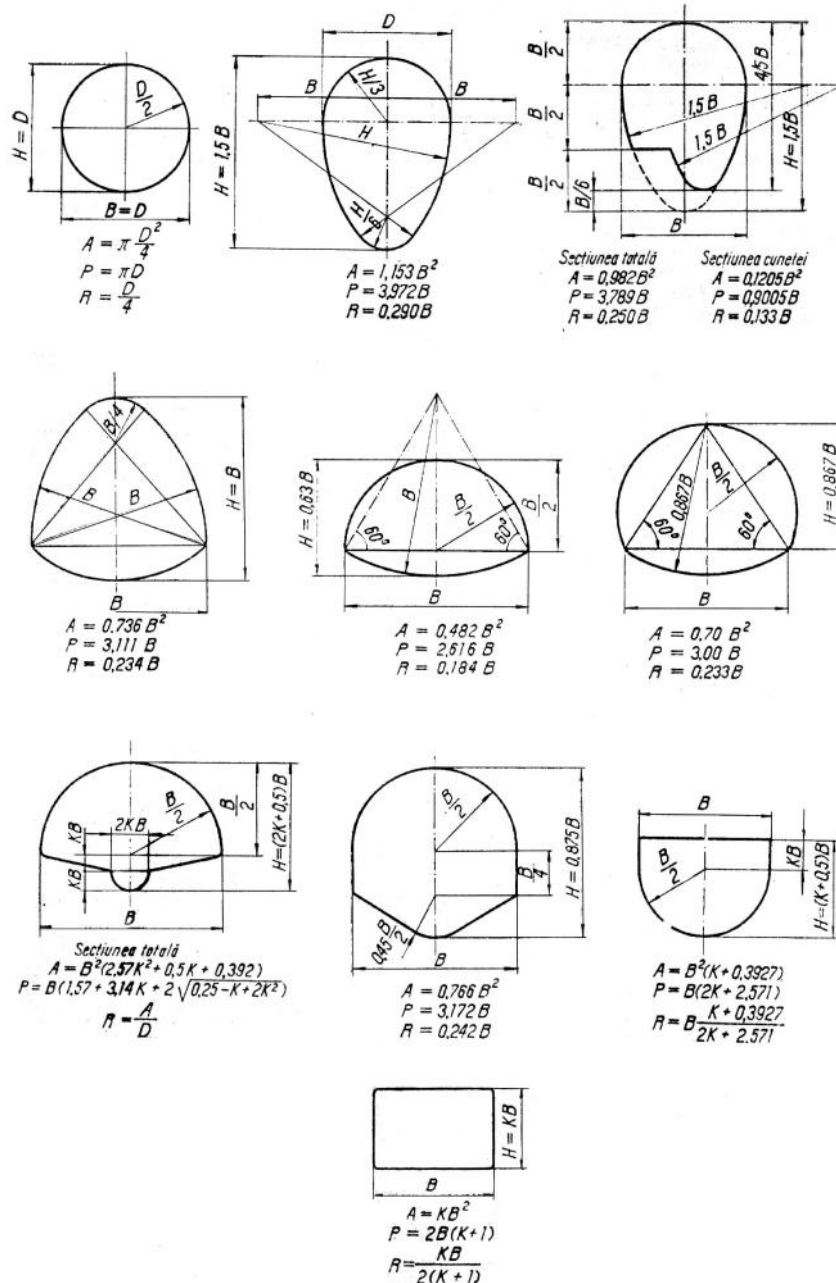


Fig.7.1 - Diferite forme ale canalelor închise

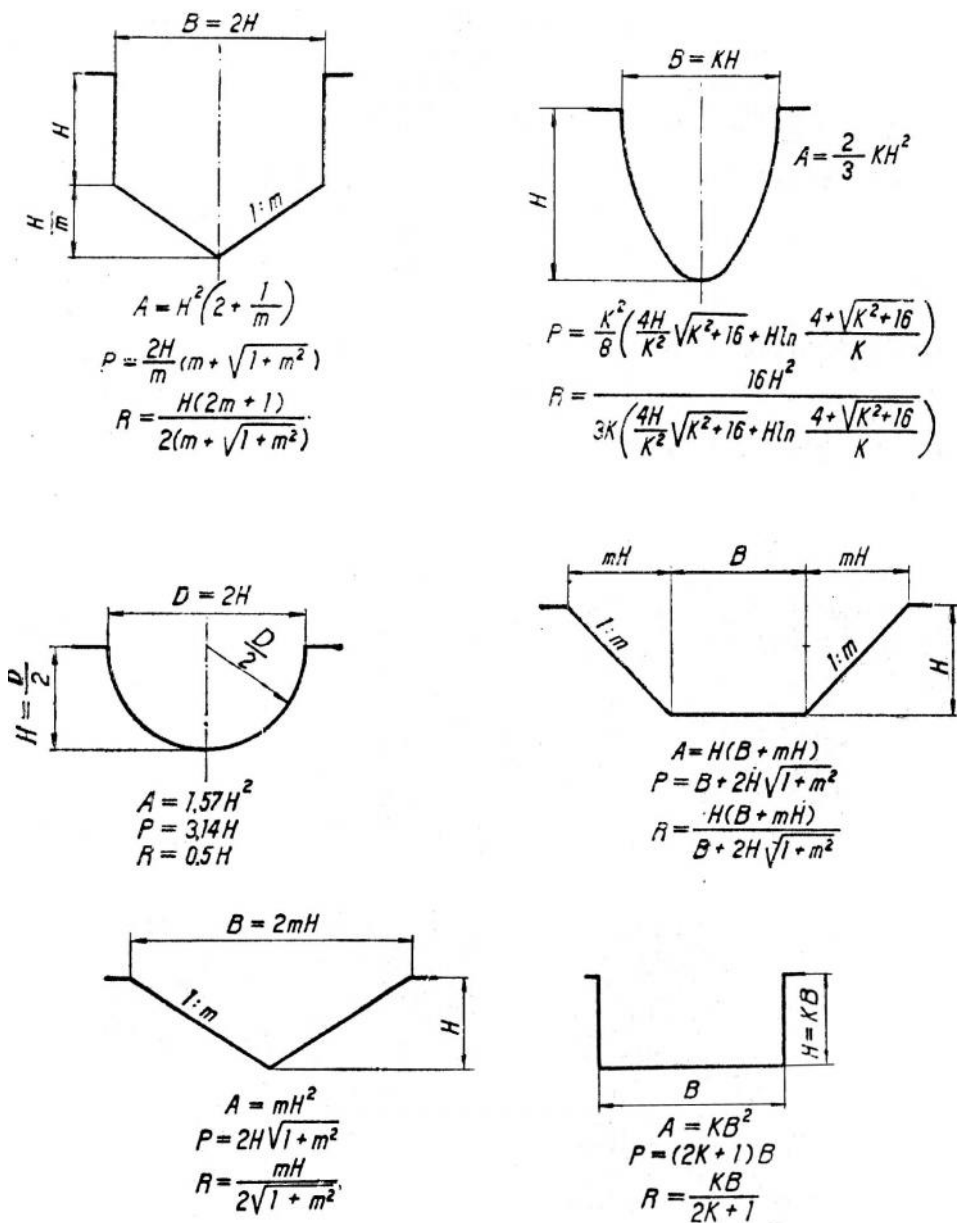


Fig.7.2 - Formele sec iunilor transversale ale canalelor deschise

Nota iile din fig.7.2. au urm toarele semnifica ii:

- D - diametrul canalului (la forma semicircular);
- A - aria sec iunii de curgere;
- P - perimetrul udat al profilului;
- R - raza hidraulic a profilului;
- H - în l imea interioar a profilului;
- B - l imea interioar a profilului;
- K - raportul între dimensiunile canalului;
- m - tangenta unghiului format de taluz cu verticala.

Valorile A, P, R sunt valabile în cazul umplerii complete a canalului.

Forma sec iunii transversale a canalelor se stabile te luându-se în considerare:

- condi iile hidraulice de curgere, pentru asigurarea vitezei de autocur ire;

- condițiile de fundare;
- gabaritele de execuție disponibile;
- durata de execuție;
- existența altor construcții subterane sau supraterane din zonă ;
- aspectele economice.

Pentru a se asigura funcționarea corespunzătoare a rețelei de canalizare se recomandă ca dimensiunile secțiunii transversale a canalelor să fie:

- pentru canale circulare:
 - în sistem de canalizare unitar, $D_{\min} = 300 \text{ mm}$
 - în sistem de canalizare separativ:
 - $D_{\min} = 300 \text{ mm}$ pentru ape meteorice;
 - $D_{\min} = 250 \text{ mm}$ pentru ape uzate
- pentru canale ovoide: $D_{\min} \times H_{\min} = 300 \times 450 \text{ mm}$.

Pentru calculul hidraulic al rețelelor de canalizare se folosește relația:

$$Q = A \cdot K \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

în care: Q este debitul de calcul, în m^3/s ;

A - aria secțiunii de curgere, în m^2 ;

K - coeficient depinzând de materialul folosit, având valorile:

K = 83 pentru tuburi metalice, de bazalt sau de gresie ceramic ;

K = 74 pentru tuburi de beton și din zidărie de piatră cu fața cioplită ;

K = 90 pentru tuburi de azbociment, material plastic;

K = 59 pentru canale deschise, cuprinse cu dale din beton;

K = 50 pentru canale deschise, pereții cu piatră brută ;

K = 40 pentru canale deschise, brâzduite sau înierbate.

R - raza hidraulică, în m;

I - panta canalului.

Pentru înlesnirea operațiilor de dimensionare a canalelor se pot folosi nomograme sau diagrame (fig.7.3 -7.7).

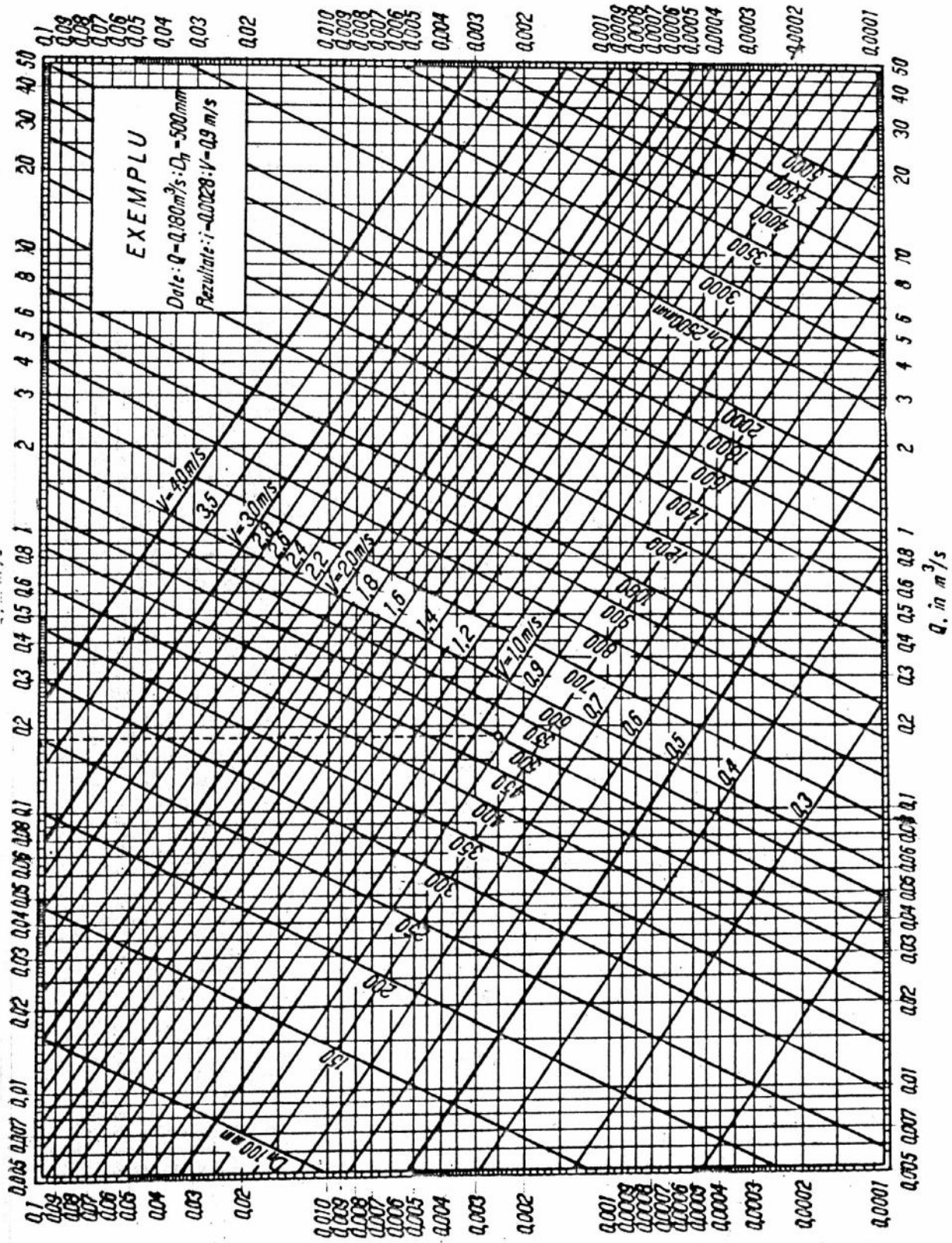


Fig.7.3 - Diagrame pentru calculul hidraulic al canalelor circulare din beton, dup Manning, $K = 74$

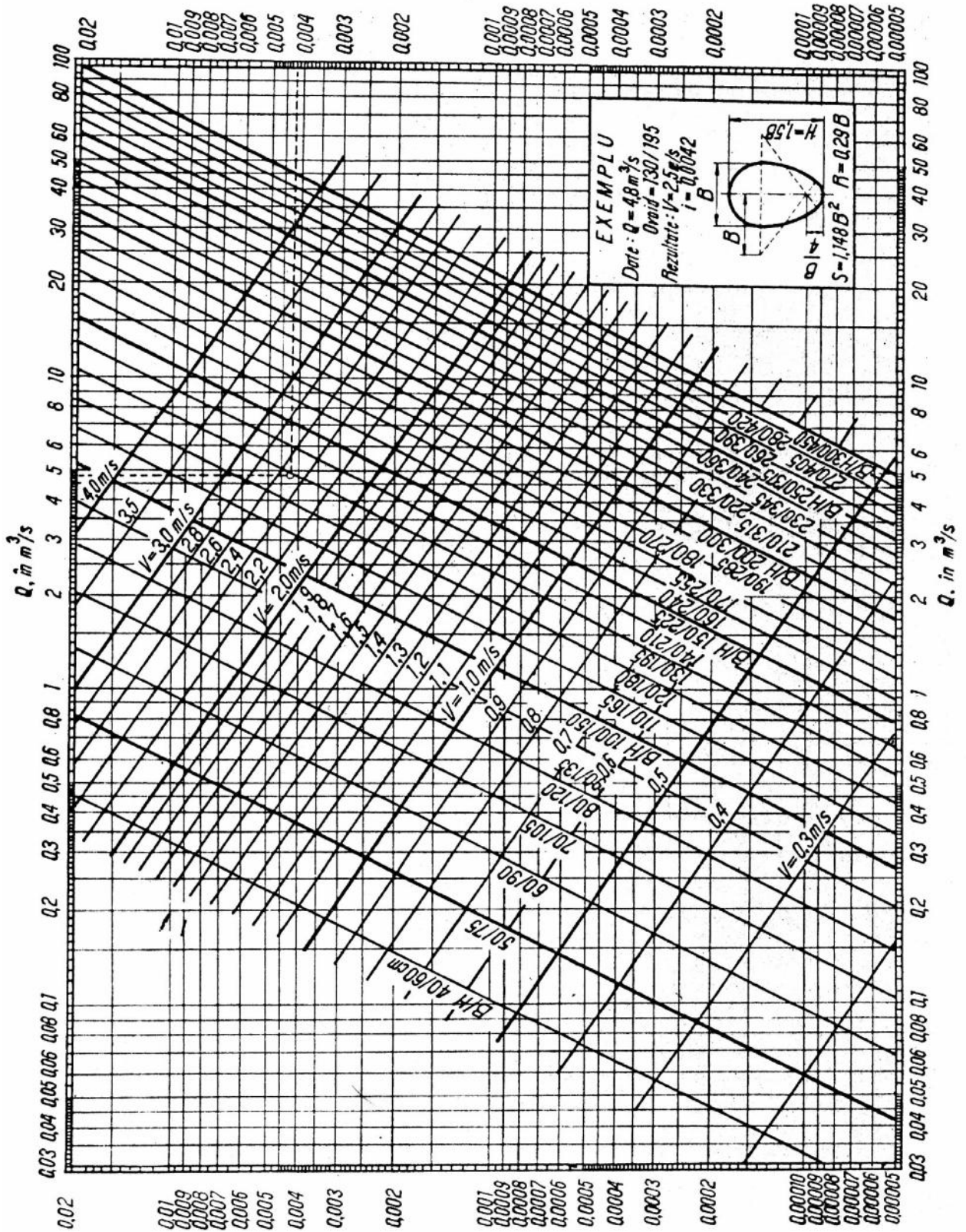


Fig.7.4 - Diagrame pentru calculul hidraulic al canalelor ovoidale din beton, dup Manning, $K = 74$

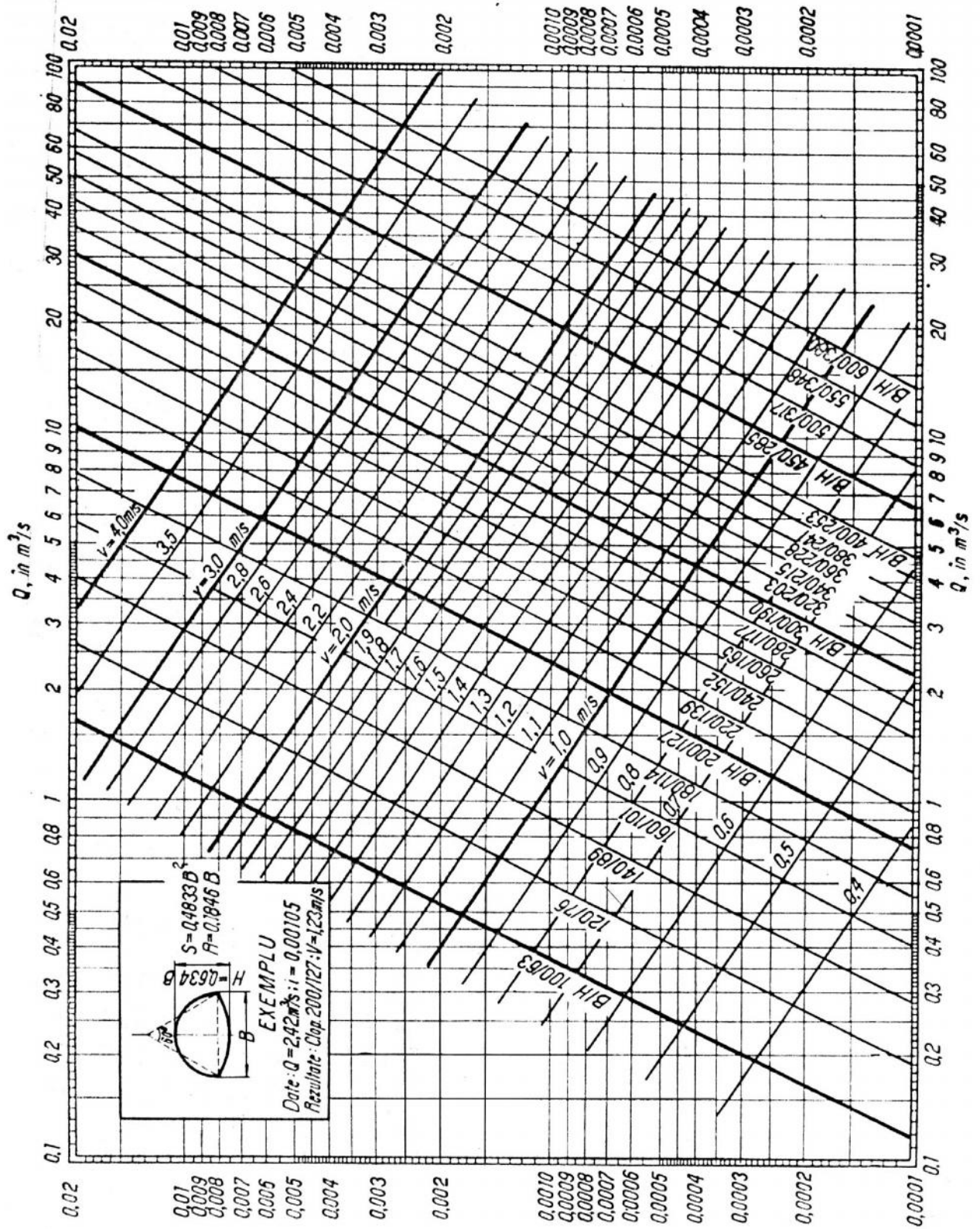


Fig.7.5 - Diagrame pentru calculul hidraulic al canalelor clopot din beton, dup Manning, $K = 74$

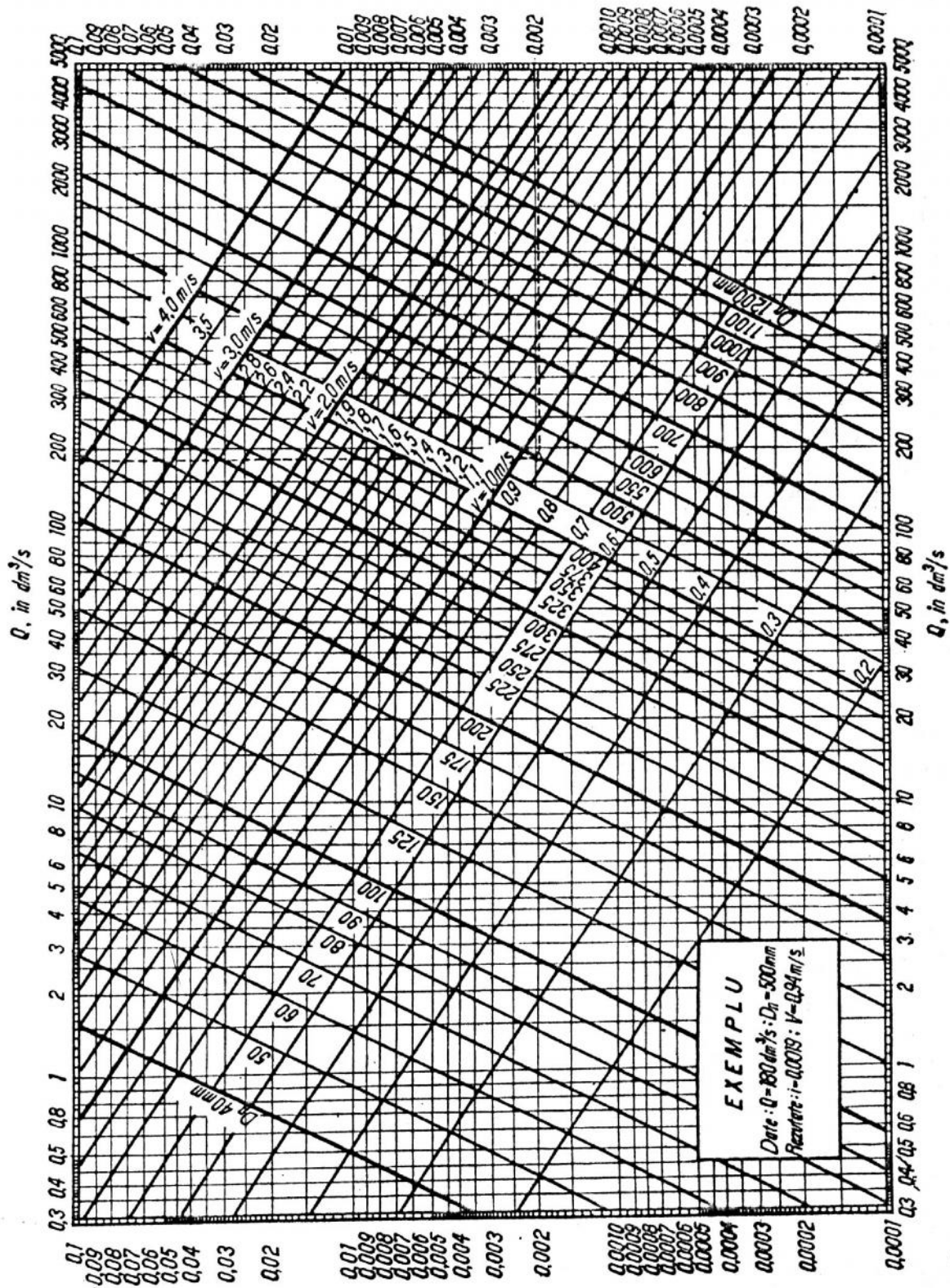


Fig.7.6 - Diagrame pentru calculul hidraulic al canalelor circulare din font ,
 dup Manning, $K = 83$

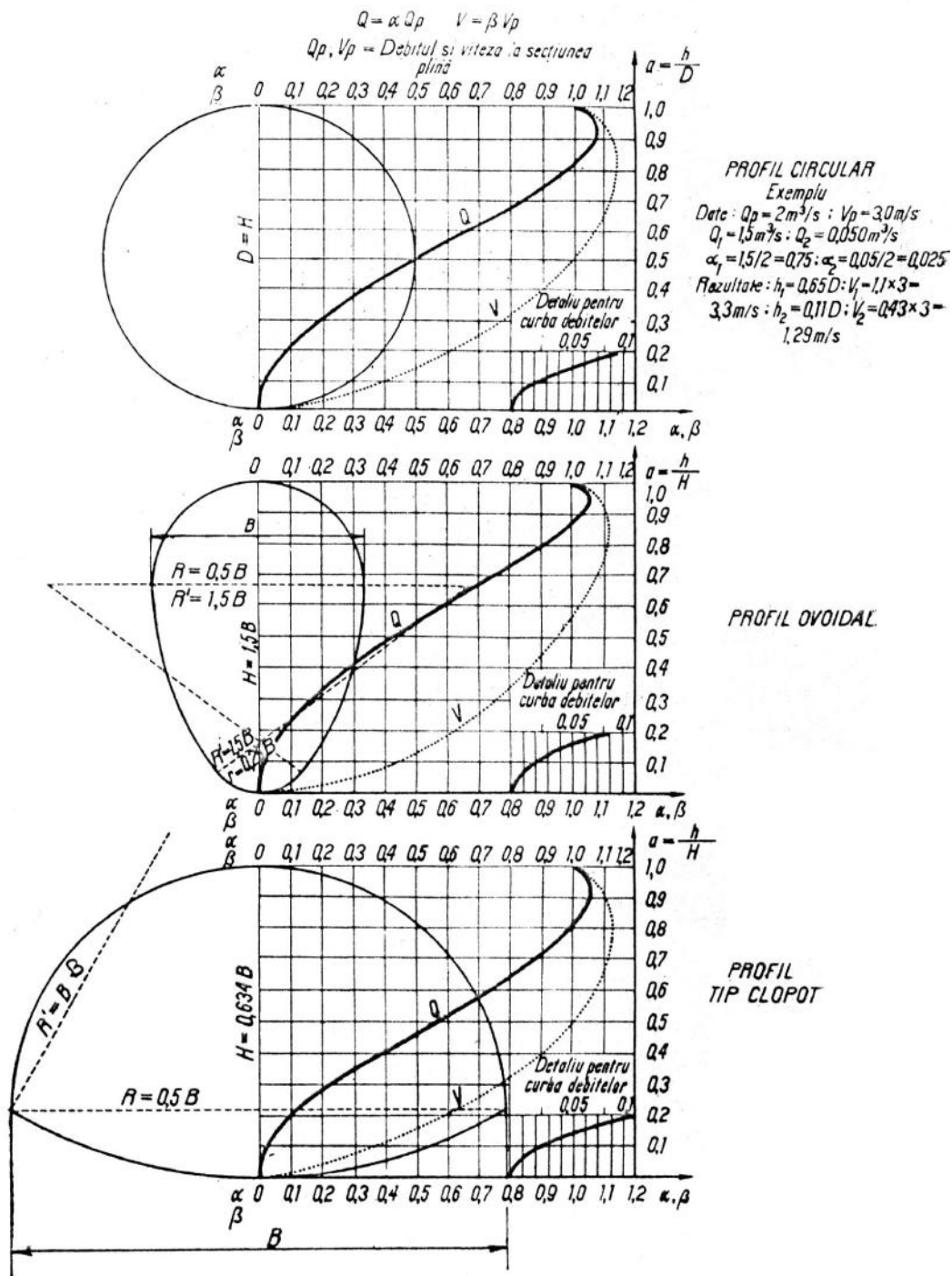


Fig.7.7 - Curbele de umplere parțial pentru profile circulare, ovoidale și clopot

Vitezele maxime admise sunt:

- a) în canale închise ce transport apele uzate menajere:
 - 5 m/s pentru tuburi din beton armat sau metalice;
 - 3 m/s pentru tuburi din beton simplu, gresie, azbociment și material plastic.
- b) în canale închise ce transport numai (sau/ și) ape meteorice:
 - 8 m/s pentru tuburi metalice și beton armat;
 - 5 m/s pentru tuburi din beton simplu, gresie, azbociment și material plastic.

c) în canale deschise, conform tabelului 7.1.

Tabelul 7.1.

Vitezele maxime admise în canalele deschise	
Îmbrăcimea canalului	Viteza maximă admisibilă, m/s
Înierbare	1,00
Brăzduire	1,50
Pereu uscat din piatră	2,50
Pereu din dale de beton	3,50
Pereu din piatră cu mortar de ciment	4,00
Zidărie din piatră cu mortar de ciment, beton sau beton armat	5,00

Panta trebuie să fie astfel aleasă încât la debitul orar maxim să se realizeze viteza de autocurățire de cel puțin 0,7 m/s, fără să se depășească viteza admisibilă.

Pentru toate tipurile de canale se recomandă ca panta minimă, din punct de vedere constructiv, să fie de 0,5 ‰.

Pe traseele cu pante mari, unde se depășesc vitezele maxime admisibile, se prevăd cămine de rupere de pantă sau dispozitive corespunzătoare.

Pentru sistemul separativ, gradele de umplere (h/H) maxim admise pentru ape uzate menajere sunt:

H până la 450.....h/H = 0,70

H între 500-900....h/H = 0,75

H peste 900.....h/H = 0,80

Canalele în sistem unitar, ca și cele destinate apelor meteorice în sistem separativ, se dimensionează la secțiune plină.

7.2. Materialele folosite în rețeaua de canalizare

Alegerea materialelor se face pe baza unei analize tehnico-economice, înându-se seama de caracteristicile apei transportate, ale solului și ale apei subterane, de solicitările mecanice maxime la care pot fi supuse canalele și de gradul de etanșitate.

Canalele închise din rețeaua de canalizare se execută din: beton simplu, beton armat centrifugat, beton precomprimat, gresie ceramică, gresie ceramică antiacid, azbociment, fontă, policlorură de vinil etc.

Canalele deschise pot fi:

- cu taluzuri înierbate sau brăzduite;
- cu pereu din piatră, uscat sau cu mortar de ciment;
- cu pereu din dale de beton;
- din beton simplu monolit;
- din prefabricate din beton armat.

Materialele folosite trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- să reziste din punct de vedere mecanic;
- să fie impermeabile pentru a nu permite infiltrarea, cât și exfiltrarea apei;
- să reziste la coroziunea apelor agresive exterioare și interioare;
- să reziste la acțiunea de eroziune datorită particulelor solide antrenate;
- să aibă o suprafață interioară cât mai netedă (deci rugozitate mică);
- să aibă un cost cât mai redus.

Cel mai rezistent material la apele acide este gresia antiacid . La apele slab acide (pH=5-6) se folosesc tuburile ceramice i din azbociment, iar pentru apele uzate obi nuite (pH=7) se folosesc cu prioritate betonul simplu i betonul armat.

Pentru apele slab alcaline (pH=8-10) se folosesc betonul, azbocimentul i ceramica, iar pentru apele puternic alcaline, fonta i o elul.

Tuburile din beton pot fi cu sec iune circular cu muf , sau cep i buz i cu sec iune ovală cu cep i buz (fig. 7.8).

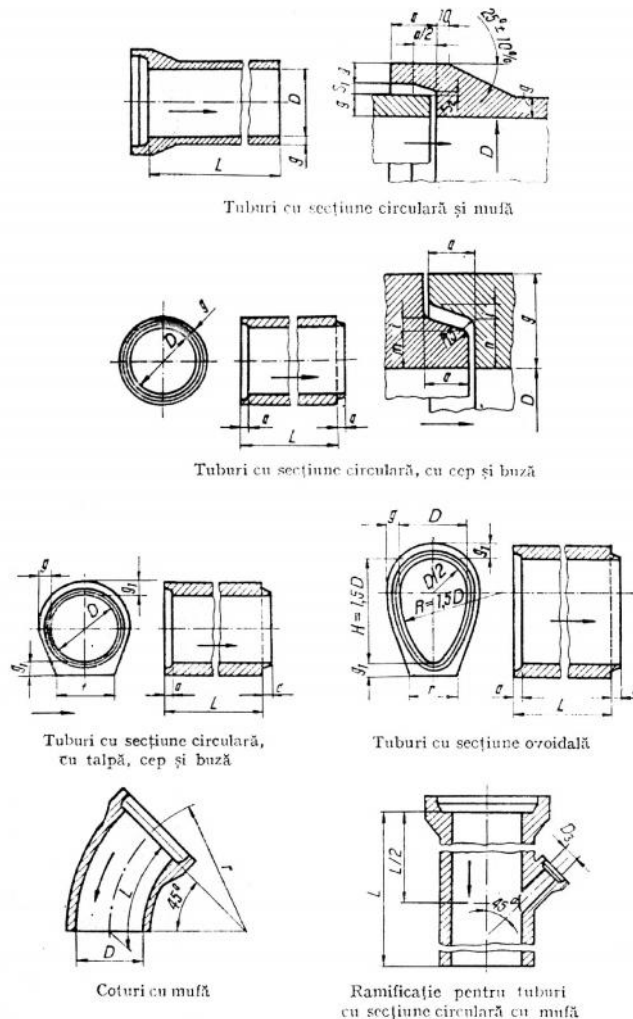


Fig.7.8 - Diferite tuburi din beton

Cele cu sec iune circular au urm toarele dimensiuni interioare: 100, 125, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 1000 mm, grosimile pere ilor fiind cuprinse între 22 i 90 mm.

Tuburile cu sec iune ovală au dimensiunile: 500 × 750; 600 × 900; 700 × 1050; 800 × 1200; 900 × 1350; 1000 × 500 mm.

Tuburile sunt supuse la o serie de încerc ri pentru a le determina gradul de impermeabilitate i rezisten a la compresiune pe generatoare.

Cimentul folosit trebuie s fie de marc mai mare ca 400, iar betonul s aib marca cel pu in B 250.

Etan area tuburilor cu muf se face obi nuit cu frânghie gudronat i mastic bituminos sau cu mortar de ciment, iar a tuburilor cu cep i buz , cu man on de mortar de ciment.

Tuburile prefabricate pot fi din beton armat centrifugat, iar dac lucreaz sub presiune, din beton armat precomprimat.

Tuburile din beton armat centrifugat au diametre de 400, 500, 600, 800, 1000, 1200, 1400 mm i lungimi variind între 3500 i 2500 mm.

Presiunile nominale P_n (presiunile maxime de exploatare) sunt cuprinse între 0,5 i 2 bari.

Îmbinarea tuburilor se face cu muf , iar etan area cu inele de cauciuc.

Tuburile de presiune din beton armat precomprimat au diametre de 400, 500, 600, 800, 1000, 1200 mm i lungimi de 5000 mm i se execut dup procedeul „PREMO“, îmbinarea se face cu muf , iar etan area cu inele de cauciuc.

Presiunea nominal P_n variaza între 1 i 10 bari.

Tuburile din o el sunt folosite pentru presiuni mai mari de 10 bari, pentru travers ri de râuri, c i ferate, osele, în sistemele de pompare, în regimuri cu grad mare de seismicitate, în terenuri pu in stabile.

evile din o el pot fi sudate longitudinal pentru instala ii i pentru construc ii (Dn 16-114 mm), sudate elicoidal (Dn10-150 mm) pentru conducte (Dn 520, 620, 720, 820, 920, 1020 m) sau f r sudur laminate la cald (Dn 25 - 530) sau la rece (Dn 4 - 2000 mm) sunt supuse aproape în toate cazurile la coroziune, de aceea sunt protejate de obicei la experior cu bitum, la cererea beneficiarului se pot stabili protec ii speciale.

Tuburile din azbociment se clasific în func ie de presiunea hidraulic de încercare care reprezint dublul presiunii nominale în dou serii (cu 6 clase prima serie i 5 clase a doua).

Presiunea nominal este între 0,25 - 1,5 bari.

Îmbinarea se face cu mufe, iar etan area cu inele de cauciuc.

Diametrele nominale variaza între 80 - 2000 mm.

Lungimea minim este de 3,0 m iar cea maxim de 6,5 m. Se folosesc unde trebuie evitat infiltra ia i exfiltra ia i unde nu sunt supuse la sarcini importante.

Tuburile din gresie ceramic au lungimi variind între 1000-1500 mm i diametre de la 75 pân la 1000 mm.

Sunt verificate ca dimensiuni, aspect, impermeabilitate, capacitate de absorb ie a apei, rezisten la oc, la compresiuni i la presiune hidraulic .

Tuburile din gresie antiacid cu diametre între 25 - 300 mm i lungimi de 500-1000 m sunt folosite pentru evacuarea apelor cu con inut de acizi.

evile din material plastic au mas redus , rezisten mecanic ridicat , rugozitate mic i îmbinare u oar .

Lungimea tuburilor este de 4-6 m, iar diametrul 10-400 mm.

Îmbinarea se face cu mufe prin lipire cu adeziv.

În ultimul timp au c p tat o dezvoltare deosebit tuburile din materiale plastice armate (cu fibre din sticl).

Tuburile din font cu muf i cu flan e sunt folosite la construc iile anex ale re elei de canalizare, în sta ii de pompare, pentru sifoane c mine de rupere de pant , i în terenuri alunec toare sau cu sarcini externe mari.

Presiunea nominal este de 10 bari.

Diametrele standardizate sunt de 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000 mm, iar lungimea variaza între 4000 i 6000 m.

Etan area se face cu garnituri de cauciuc pentru cele cu flan e i cu frânghie gudronat i plumb pentru cele cu muf .

7.3. Executarea re elei de canalizare

Executarea re elei de canalizare, necesită volume mari de lucrări, cu importante cantități de materiale și cu personal calificat.

Canalele se execută din aval spre amonte, deoarece în acest fel orice tronson terminat poate fi dat în funcțiune.

Executarea lucrărilor începe cu recunoașterea terenului și trasarea lucrărilor prin pichetarea axei și a punctelor caracteristice, după care se efectuează un nivelment de precizie în raport cu reperele topografice permanente existente sau special realizate.

Urmează săparea tranșeei canalelor cu lățimi minime necesare.

Pereții tranșeei pot fi executați în taluz sau verticali în funcție de natura solului și a spațiului disponibil pentru executarea săpăturilor.

În cazul în care pereții sunt executați verticali, pentru a împiedica degradarea și alunecarea terenului, aceștia se protejează cu ajutorul sprijinirilor metalice.

Când rețeaua de canalizare se realizează sub nivelul apelor subterane se execută epuizamente pentru evacuarea volumelor de apă.

Procesele de execuție ale epuizamentelor depind de natura terenului, nivelul apelor subterane, și de dimensiunea tranșeei.

Montarea tuburilor începe prin turnarea fundației cminelor, apoi se execută rigola de pe radierul cminului și se montează tuburile care p trund în c min.

În paralel se continuă cu montarea tuburilor și execuția cminelor.

În terenuri cu pietriuri grosiere, marne sau stâncă nu este permis rezemarea direct pe sol a tuburilor circulare fără talpă. În acest caz este necesară executarea unui reazem de nisip, balast (ϕ max. 3 cm) sau beton.

Reazemul va avea grosimea de cel puțin $10 + D_n/10$ (cm) pentru nisip sau balast și $5 + D_n/10$ (cm) pentru beton. Contactul dintre reazemul de beton și tub trebuie să fie continuu, fără denivelări, pentru a evita concentrările de eforturi în tuburi.

Utilajele folosite la execuția re elei de canalizare sunt excavatoarele pentru săpat, macarale, automacarale, tractoare speciale pentru lansarea tuburilor, buldozere și troluri pentru efectuarea umpluturilor și nivelărilor.

7.4. Exploatarea re elei de canalizare

Exploatarea re elei de canalizare se efectuează de către unități profilate pentru aceste operații.

Personalul de exploatare trebuie să asigure controlul periodic al re elei, săparea și curățarea re elei și efectuarea lucrărilor de reparații.

Pentru buna funcționare a re elei se efectuează controlul periodic prin verificări interioare și exterioare ale re elei.

Controlul exterior constă în verificarea cminelor, a gurilor de scurgere, pavajelor de pe lângă obiective, a plăcilor indicatoare etc.

Controlul interior se face prin deplasarea de-a lungul re elei a echipei de control (pentru canale vizitabile) sau cu ajutorul camerei de luat vederi, sau a oglinzilor montate în cmine pentru canalele nevizitabile.

În urma acestor controale se stabilește necesitatea reparațiilor.

Tot în cadrul controlului periodic se urmărește buna funcționare a aparaturii de înregistrare a debitelor și de luare a probelor de apă, a scurgărilor și a tencuielilor din cmine, gurilor de scurgere etc.

Săparea re elei se face prin intermediul cminelor de săpare sau a rezervoarelor de săpare automată.

Dacă rezultatele sunt nesatisfăcătoare în urma spălării se recurge la curățarea canalului manual sau mecanic.

Curățarea manuală se execută în cazul când canalul este vizibil, cu lăpeți, furci, iar materialul rezultat este încercat în găleți și transportat până la cminul aval de unde este ridicat la suprafața solului și apoi evacuat (fig.7.9).

Introducerea acestor unelte în canal se realizează cu tije de 1 m lungime din cminul amonte spre cminul aval.

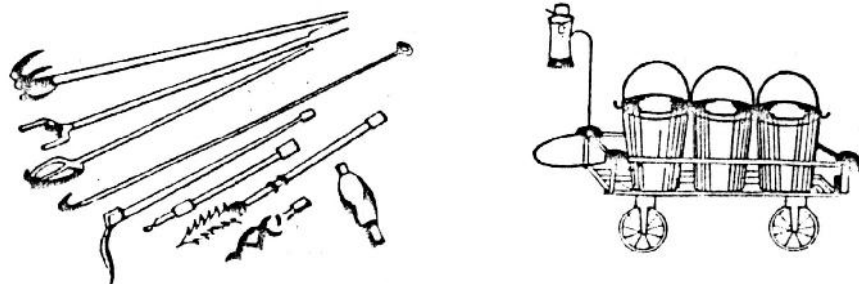


Fig.7.9 - Unelte pentru curățarea manuală a canalelor

Tijele se înfrunzează sau se prind cu mufe, de ultimul legându-se un cablu metalic care este tras în cminul aval prin defrunzirea tijelor. De cablu se prinde unealta considerată necesară, iar cele două capete se prind la doi scripiți. Prin mișcări de du-te-vino depunerile sunt antrenate de apă și evacuate prin cminul aval.

Curățarea mecanică se face cu ajutorul unor perii, rânji, sfere de fier etc. (fig.7.10).

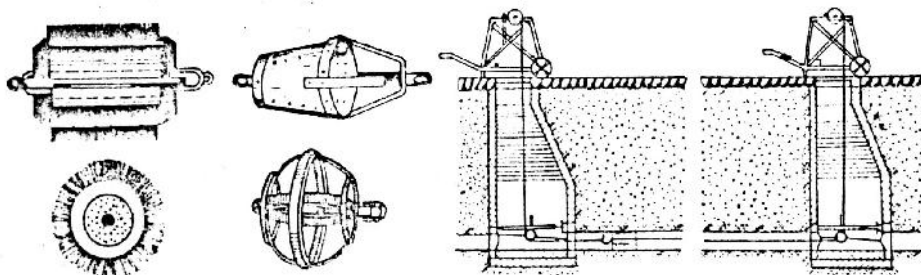


Fig.7.10 - Curățarea cu mijloace mecanice

Când secțiunea este obturată defundarea se face cu ajutorul sondei, sau a furcii fixate pe tije.

Spălarea mecanică se face uneori cu ajutorul unor dispozitive cu funcționare hidraulică.

Odată cu operația de curățare a canalelor se face și curățarea construcțiilor anexă (guri de scurgere, cmine de intersecție, etc.).

Reparațiile reelelor de canalizare sunt: curente și capitale.

Reparațiile curente (RC) constau din refacerea tencuielilor, înlocuirea capacelor la cmine sau a grtarelor la gurile de scurgere, refacerea pavajelor. Ele sunt astfel planificate încât să constituie acțiuni preventive și numai rar să se încadreze în categoria reparațiilor accidentale, neprevăzute.

Reparațiile capitale (RK) sunt lucrări de importanță mare și se execută pe bază de proiect la intervale mai mari de timp.

8. CONSTRUCȚIILE ANEXE DE PE REEAUA DE CANALIZARE

8.1. Cămine

Construcțiile anexate de pe reeaua de canalizare denumite cămine sunt de mai multe categorii și anume: cămine de vizitare (de racord), de trecere - aliniament, de intersecție, de schimbare a direcției, a dimensiunilor și a pantei, cămine de rupere a pantei și cămine de spălare.

8.2. Deversoare și canale deversoare

Deversoarele sunt construcții folosite în sistemul unitar de canalizare pentru a evacua în emisarul învecinat o parte din apă în timpul ploilor, în momentul când diluția admisă a fost atinsă.

Constructiv, deversoarele sunt alcătuite din:

- camera de deversare, în care se găsește deversorul propriu-zis;
- canalul de evacuare a apei deversate în emisar (canal deversor);
- gura de vărsare a canalului de evacuare.

Deversorul este amplasat în camera de deversare în care intră canalul colector care aduce apele uzate, iar pe de altă parte pleacă canalul deversor care evacuează apele în emisar și canalul colector care transportă mai departe apele rămase după deversare (fig.8.1).

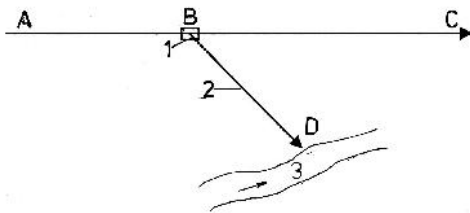


Fig.8.1 - Schema de calcul a deversorului.

- 1- camera de deversare;
- 2- canal deversor;
- 3- emisar.

Dimensiunile și forma camerei de deversare depinde de tipul deversorului.

Deversorul propriu-zis poate fi de mai multe tipuri.

Cel mai răspândit este deversorul lateral rectiliniu simplu neînecat în perete sub influența contracției laterale (fig.8.2). Deversoarele frontale drepte sau curbe sunt mai rar folosite în prezent deoarece conduc la pierderi importante de nivel.

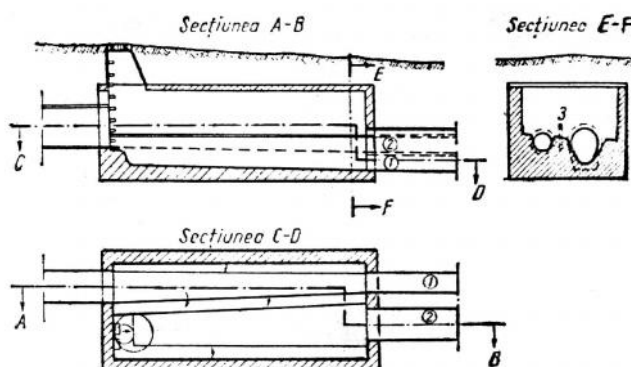


Fig.8.2 - Deversor lateral

Etapile de dimensionarea hidraulică a unui deversor sunt:

- se stabilește raportul de diluare;
- se determină debitul de trecere mai departe;
- se calculează secțiunea canalului în aval de deversor;

- se calculează gradul de umplere în amonte și aval de deversor;
- se determină înălțimea lamei deversate;
- se determină lungimea deversorului;
- se stabilește secțiunea canalului deversor.

Problema dimensionării deversoarelor este destul de complexă deoarece sunt necesare studii privind stabilirea gradului de diluare, a frecvenței funcționării deversorului, a cantității anuale de apă deversată.

Prin raportul de diluare (n) se înțelege suma ($n = 1 + n_0$), în care n_0 este coeficientul de diluare, adică raportul dintre cantitatea de apă de ploaie și cea uzată. Raportul de diluare este de fapt raportul dintre debitul total de apă ce curge prin canal (meteoric și uzată) și debitul de apă uzată. Raporturile obișnuite sunt de 3-5, iar cele maxime sunt 20-25. Dacă nu există valori determinate ale coeficientului de diluare n_0 se pot considera următoarele valori:

- 1 - 2 la descărcarea în cuprinsul localității, în râuri cu debite mai mari de $10 \text{ m}^3/\text{s}$;
- 3 - 5 la descărcarea în cuprinsul localității în râuri cu debite între $5 - 10 \text{ m}^3/\text{s}$ și o viteză mai mare de $0,2 \text{ m/s}$;
- 0,5 - 1 la descărcarea înaintea stației de epurare.

Debitul apelor care deversează rezultă din relația:

$$Q_d = Q_{am} - Q_{av} = (Q_m + Q_{uz}) - n \cdot Q_{uz} = Q_m - n_0 \cdot Q_{uz}$$

în care: Q_{am} este debitul din canalul amonte, în m^3/s ;

Q_{av} - debitul din canalul aval, în m^3/s ;

Q_m - debitul apelor meteorice din canalul amonte, în m^3/s ;

Q_{uz} - debitul apelor uzate din canalul amonte, în m^3/s ;

n - raportul de diluare;

n_0 - coeficientul de diluare.

Sarcina deversorului h se determină astfel:

$$h = \frac{h_{am} - h_{av}}{2} \quad [\text{m}]$$

unde: h_{am} este înălțimea apei în amonte de deversor, în m;

h_{av} - înălțimea apei în aval de deversor, în m.

Înălțimea pragului deversor h_p se consideră egală cu înălțimea apei din aval h_{av} , iar lungimea pragului deversor L se determină din relația:

$$L = \frac{3 \cdot Q_d}{2 \cdot \mu \sqrt{2 \cdot g} \cdot h^{3/2}} \quad [\text{m}]$$

în care: Q este debitul apelor care deversează, în m^3/s ;

μ - coeficient de debit 0,61 - 0,65;

h - sarcina deversorului, adică înălțimea medie a lamei de apă pe lungimea deversorului, în m.

8.3. Sifoane de canalizare

Sifonul de canalizare, cunoscut sub denumirea de sifon înecat sau invers, este o conductă sub presiune, așezată sub o linie frântă în plan vertical, folosind la trecerea apelor de canalizare pe sub diferite obstacole (râuri, văi etc.).

La un sifon se disting trei părți constructive și anume: camera de intrare, conducta sifon și camera de ieșire.

Camerele de intrare și ieșire se execută din cărmidă, beton simplu și beton armat.

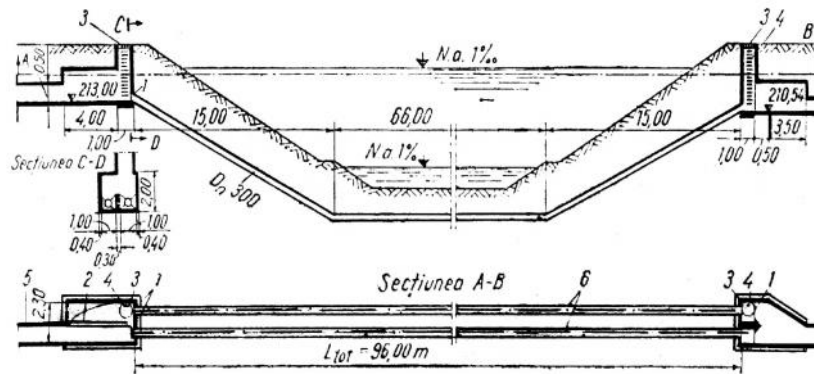


Fig.8.3 - Sifon de canalizare:

1- stavile; 2- deversor; 3- c min; 4- sc ri; 5- canal afluent; 6-conducta sifonului

Conducta sifon se execută din tuburi de oel, font sau beton armat. Alegerea materialului depinde de posibilitățile de execuție, de sistemul de canalizare, de cantitatea și calitatea apelor de canalizare.

Câteodată, se construiesc mai multe conducte care intră în funcțiune pe rând, odată cu creșterea debitului. Se recomandă construirea unei conducte sifon de rezervă.

Distanța între conductele sifon se ia de 300-500 mm.

Sunt indicate sifoanele cu ramurile de la capete în pant în defavoarea celor cu cmine.

Panta sifonului la capătul amonte se recomandă să fie 1:1; 1:2, iar la capătul aval 1:3; 1:6, pentru evitarea depunerilor.

Diametrul conductei sifon se determină cu relația:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi v}} \quad [m]$$

în care: Q este debitul de calcul, în m³/s;

v - viteza medie de curgere a apei, în m/s;

Se adoptă diametrul minim de 200 mm.

Viteza în sifon trebuie să fie de 1,2 - 1,5 m/s pentru a se evita depunerile suspensiilor transportate de apă.

Diferența dintre nivelul apei la intrare și nivelul apei la ieșirea din conductă în sifon se determină cu relația:

$$h = \xi_i \frac{v^2}{2g} + \frac{v^2}{C^2 R} \cdot L + 2 \frac{a}{90} \left[0,13 + 1,85 \left(\frac{r}{\rho} \right)^{3,5} \right] \cdot \frac{v^2}{2g} + \frac{(v - v_{av})^2}{2g} \quad [m]$$

în care: ξ_i este coeficientul de rezistență la intrare (de obicei 0,56);

C - coeficientul lui Chézy;

R - raza hidraulică a conductei sifon, în m;

L - lungimea conductei sifon, în m;

α - unghiul curbei conductei sifon;

r - raza conductei sifon, în m;

ρ - raza curbei conductei sifon, în m;

v_{av} - viteza apei din canalul aval de sifon, în m/s;

v - viteza medie de curgere a apei în sifon, m/s.

8.4. Guri de scurgere

Aceste construcții au rolul de a colecta apele meteorice și a le conduce în rețeaua de canalizare. Ele constau din camere circulare sau rectangulare acoperite cu un gratar.

Se construiesc în mai multe tipuri și anume:

- guri de scurgere cu depozit și sifon;
- guri de scurgere fără depozit și sifon;
- guri de scurgere cu depozit și fără sifon.

Gurile de scurgere cu depozit și sifon sunt folosite în rețeaua de canalizare în sistem unitar, acolo unde apele meteorice antrenază materii în suspensie.

Sifonul are rolul de a forma o închidere hidraulică.

Aceste guri trebuie curățate periodic, în perioadele de secetă substanțele depozitate intră în putrefacție, iar apa se evaporă (închiderea hidraulică nu mai funcționează).

Gurile de scurgere cu sifon și depozit sunt de trei tipuri:

- tip A1 - cu un singur gratar carosabil care primesc debite între 7 și 11 l/s după accesul apei se face dintr-o singură direcție sau din două direcții;
- tip A2 - cu două gratere carosabile care primesc debite între 11 și 17 l/s în funcție de accesul apei;
- tip B - cu un singur gratar necarosabil care primesc un debit de 4 l/s.

Legătura dintre gura de scurgere și canalul de pe stradă se face printr-un racord cu diametrul de cel puțin 150 mm în cazul gratarilor de scurgere de tip A1 și B și de 200 mm diametrul în cazul gurilor de scurgere de tip A2.

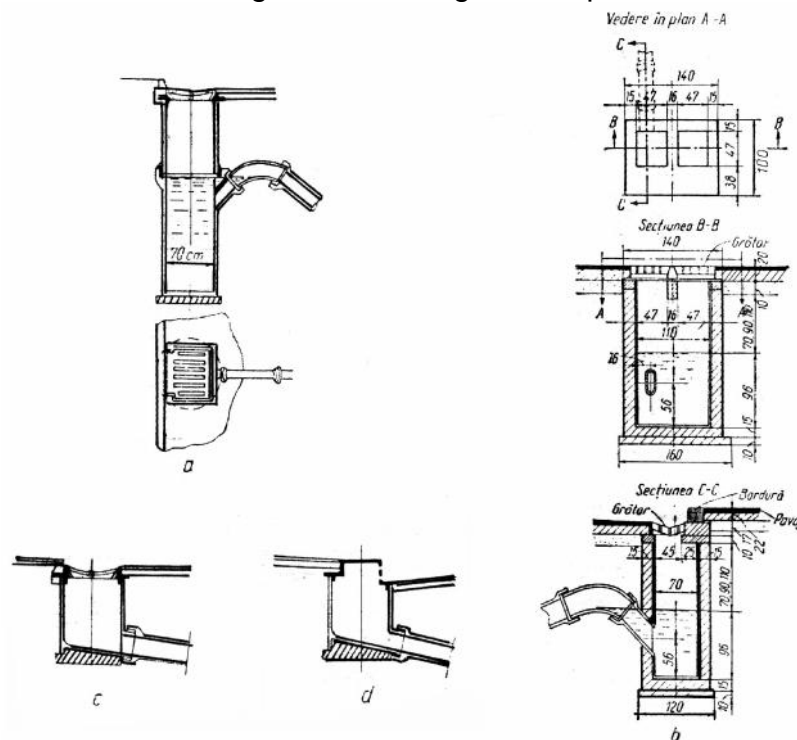


Fig.8.4 - Guri de scurgere

a- cu depozit și cu sifon din prefabricate; b- cu depozit și cu sifon turnate pe loc;

c- fără depozit și sifon, cu intrare verticală a apei;

d- fără depozit și sifon, cu intrare laterală a apei.

Din punct de vedere constructiv gurile de scurgere se execută cu capace carosabile și necarosabile, iar corpul de beton, din tuburi prefabricate sau turnate pe loc. Pentru rețeaua de canalizare în sistem separativ se folosesc guri de scurgere fără depozit și sifon și cu depozit și fără sifon în cazul apelor de ploaie. Sifonul, respectiv închiderea hidraulică nu este necesară deoarece depunerile din rețea sunt de natură mai mult minerală și nu dau naștere la gaze cu miros neplăcut. Intrarea apei se face pe direcția verticală sau orizontală.

8.5. Evacuarea apelor uzate în emisar

Evacuarea apelor uzate în emisar nu trebuie să prejudicieze folosințele din aval.

Este necesar ca apa emisarului după amestecul cu apa uzată să îndeplinească principalele condiții de calitate, care se referă la caracteristicile organoleptice, fizice, chimice și bacteriologice ale apei.

În acest sens există valori limită pentru fiecare din caracteristicile enumerate, corespunzătoare a trei categorii de folosință.

Conform standardelor rezultă că imediat după evacuarea apelor uzate în emisar, trebuie îndeplinite condițiile de calitate a apei de categoria a III-a. Nu poate fi luat în considerare amestecul la distanțe prea lungi.

Ca o consecință a acestor prevederi rezultă ca obligatorie construcția instalațiilor de dispersie a apelor în emisar, astfel încât cele două feluri de apă să se amestece pe o distanță cât mai scurtă față de punctul de evacuare.

Dintre valorile limită trebuie menționate cele legate de fenomenele biologice ce contribuie în mare măsură la autoepurarea apei (consumul biochimic de oxigen la cinci zile CBO_5 și oxigenul dizolvat O_2).

După amestecul cu apele uzate, apele emisarului trebuie să aibă pH-ul cuprins între 6,5 - 9,0.

Gurile de descărcare sunt construcții care se execută în punctul de descărcare a apelor de canalizare în emisar. Forma și dimensiunile lor depind de mărimea emisarului, de cantitatea și calitatea apelor ce se evacuează.

Gurile de descărcare trebuie să asigure, pe de o parte, o evacuare a apelor din punct de vedere hidraulic, iar pe de altă parte, să nu producă degradări ale albiei sau alte perturbări în scurgerea obișnuită a acestuia.

Se recomandă ca așezarea gurilor de descărcare să se facă sub un unghi de $30-45^\circ$ față de direcția de curgere a emisarului.

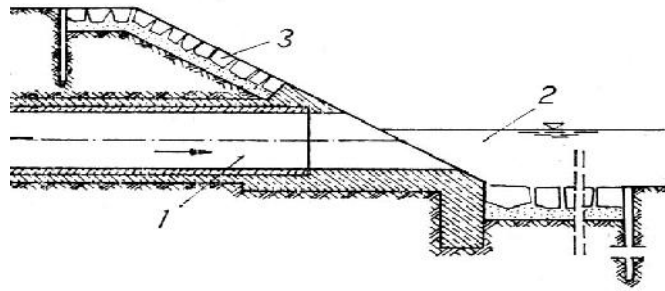
În apropierea punctului de evacuare se construiește un cămin de vizitare. Dacă înainte de evacuare canalul este perpendicular pe direcția de curgere a emisarului, în cămin se curbează canalul astfel încât să se obțină înclinarea necesară față de emisar.

Când emisarul are o albie adâncă, iar radierul canalului care urmează să se evacueze să se găsească mai ridicat față de acesta, se evită să se dea o pantă prea mare canalului în punctul de descărcare.

Se recomandă executarea de construcții pentru disiparea energiei.

Radierul gurii de descărcare se va așeza la o astfel de înălțime față de patul emisarului, încât să împiedice inundarea canalului.

Patul râului cât și taluzurile se pereză pe cel puțin 10 m în amonte și 30 m în aval de punctul de descărcare.



**Fig.8.5 - Gur de desc rcare pentru emisari cu debite mici:
1- tub din beton; 2- emisar; 3- pereu**

Pentru emisari cu debite mai mari se construiesc conducte desc rc toare a ezate în patul acestora, care evacueaz cât mai aproape de talveg, prin aceasta se realizeaz o amestecare total i rapid a celor dou feluri de ap i se evit poluarea emisarului în apropierea malurilor.

Gurile de desc rcare necesit de cele mai multe ori dispozitive de închidere care trebuie s împiedice intrarea apei emisarului în canalizare, în timpul apelor mari.

9. STA II DE EPURARE

9.1. Scheme de epurare

Stațiile de epurare a apelor de canalizare sunt constituite dintr-un ansamblu de construcții și instalații care realizează reducerea concentrațiilor de poluanți din ape în vederea descărcării lor în emisari, sau utilizării în alte scopuri.

Schema unei stații de epurare este reprezentarea succesiv în plan a principalelor obiective și punerea în evidență a fluxului (liniei) apei către alinașul final.

Schemele stațiilor de epurare se aleg în funcție de următoarele criterii:

- gradul de epurare necesar;
- mărimea receptorului (emisarului);
- suprafața aferentă construcției stației de epurare;
- modul de tratare a alinașului;
- utilajul care va fi folosit;
- condițiile locale (geotehnice, aprovizionare cu energie electrică, transport).

Epurarea apelor de canalizare poate fi:

- mecanică (fig.9.1.a);
- mecano-chimică (fig.9.1.b);
- mecano-biologică naturală (fig.9.1.c);
- mecano-biologică artificială (fig.9.1.d).

Procedeele de epurare mecanică au ca scop:

- reținerea corpurilor și suspensiilor mari;
- separarea grăsimilor și uleiurilor;
- sedimentarea sau decantarea materiilor solide în suspensie.

Epurarea mecano-chimică se bazează în special pe acțiunea substanțelor chimice asupra apelor uzate și are rolul:

- epurării mecanice a apei;
- coagulării suspensiilor din apă în camere de preparare și dozare a reactivilor, de amestec și de reacție;
- dezinfectarea apelor uzate, în stațiile de clorare și bazinele de contact.

Epurarea mecano-biologică se referă la acțiunea comună a proceselor mecanice și biologice prin:

- epurarea mecanică;
- epurarea biologică naturală realizată pe câmpuri de irigație și filtrare, iazuri biologice etc.;
- epurarea biologică artificială realizată în filtre biologice, bazine cu alinaș activ și pentru alinași în fose septice, concentratoare de alinaș, platforme de uscare, filtru vacuum etc.

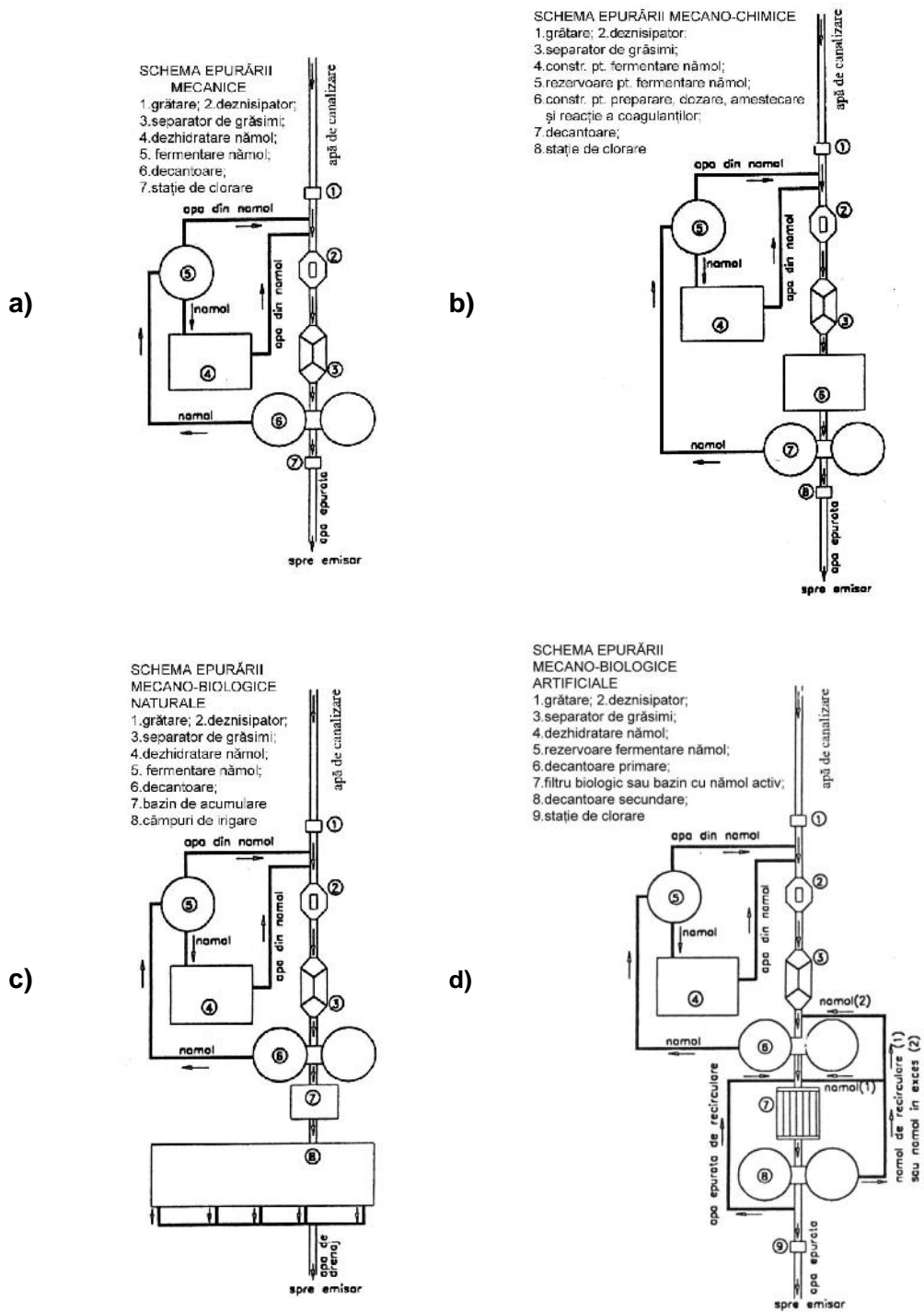


Fig.9.1 - Diferite scheme de epurare a apelor uzate în molurilor

Eficiența sau randamentul diferitelor construcții și instalații (tabelul 9.1) se exprimă prin posibilitatea acestora de reducere a substanțelor în suspensie, a celor organice (prin reducerea CBO_5) și a bacteriilor.

Eficiența construcțiilor și instalațiilor de epurare
(după M.Negulescu)

Procedee de epurare și construcțiile respective	Reducerea, %		
	CBO ₅	Materii solide	Bacterii
Mecanice			
- gr tare, site	5-10	5-20	10-20
- deznisipatoare, decantoare	25-40	40-70	25-75
Mecano-chimice			
- instalații de coagulare + decantoare	50-85	70-90	40-80
- stații de clorare (apă decantată)	15-30	-	90-95
- stații de clorare (apă epurată biologic)	-	-	98-99
Mecano- biologice naturale			
- decantoare primare + câmpuri de irigare și filtrare	90-95	85-95	95-98
Mecano - biologice artificiale			
- decantoare primare și secundare + filtre biologice de mare încălcare	65-90	65-92	70-90
- decantoare primare și secundare + filtre biologice de mic încălcare	80-95	70-92	90-95
- decantoare primare și secundare + bazine cu n mol activ de mare încălcare	50-75	75-85	70-90
- decantoare primare și secundare + bazine cu n mol activ de mic încălcare	75-95	85-95	90-98

9.2. Epurarea mecanică a apelor de canalizare

Epurarea mecanică a apelor de canalizare are rolul de a reține corpurile plutitoare mari transportate de ape (în gr tare, site etc.), suspensiile mai ușoare decât apa (în separatoare de gr simi) precum și particulele granulare și cele floculente sedimentare (în deznisipatoare, respectiv în decantoare).

Construcțiile specifice reinerii corpurilor și suspensiilor mari sunt gr tarele și sitele. Aceste construcții se amplasează fie înaintea stației de pompare, fie înaintea deznisipatoarelor.

Gr tarele

Sunt alcătuite în principal din:

- camera gr tar;
- gr tarul propriu-zis;
- echipamentul de curățire;
- instalațiile de colectare și evacuare a depunerilor de pe gr tar;
- stâlpile sau batardouri de închidere și izolare a gr tarelor.

Camera gr tar este o construcție din beton sau beton armat în care este ancorat gr tarul propriu-zis, format din bare metalice, paralele și echidistante.

Gr tarele sunt, de regulă, construcții în aer liber. Amplasarea lor în construcție acoperită se face pe considerente tehnico-economice, climatice și de protecția mediului.

În funcție de distanța dintre bare aceste gr tare se împart în:

- gr tare dese când distanța este de 16-30 mm;
- gr tare rare când distanța dintre bare este de 50-100 mm.

După forma suprafeței gr tarele pot fi plane sau curbe (fig.9.2, 9.3).

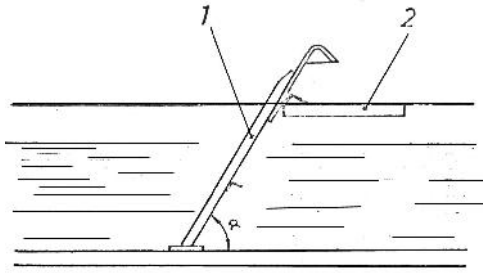


Fig.9.2 - Gr tar plan cu curire manual :
1- gr tar; 2- pasarel

Gr tarele care se cură manual se recomandă a fi aezate cu o înclinare de 45-70° față de orizontal pentru o curire mai ușoară și realizarea unei suprafețe mai mari de traversare a apei prin gr tar, iar cele curite mecanic cu o înclinare de 45-90°.

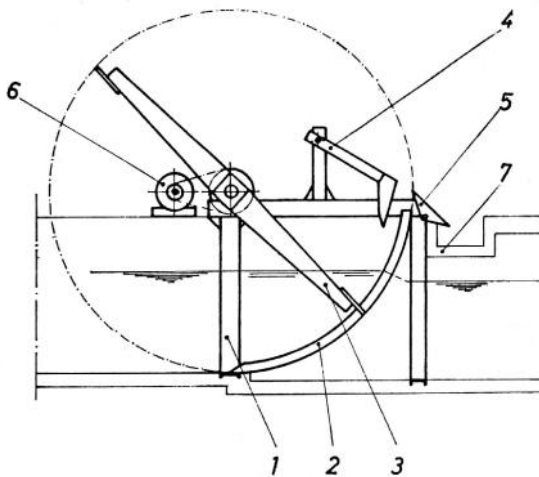


Fig.9.3 - Gr tar curb:
1- asiu; 2- gr tar;
3- grebl ; 4- curitor;
5- descrc tor;
6- mecanism de antrenare;
7- jgheab colector

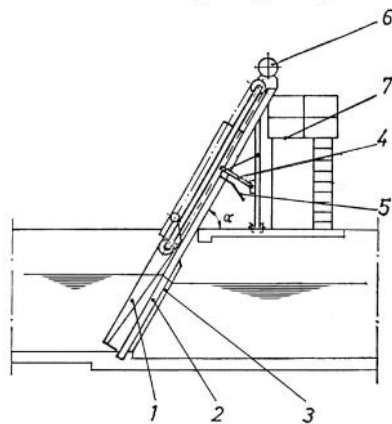


Fig.9.4 - Gr tar plan cu curire mecanic :
1- asiu; 2- gr tar;
3- grebl ; 4- curitor de grebl ; 5- descrc tor;
6- mecanism de antrenare;
7- pasarel

Camera gr tarelor se realizează sub forma unui canal cu secțiune transversală, de regulă dreptunghiulară.

Lățimea camerei gr tarului se poate determina cu relația:

$$B_c = \sum b \left(\frac{s+b}{b} \right) + C \quad [m]$$

unde: B_c este lățimea camerei gr tarului, în m;

b - suma lățimii interspațiilor dintre barele gr tarului, în m;

$$\sum b = \frac{Q_c}{v_{\max} \cdot h_{\max}}$$

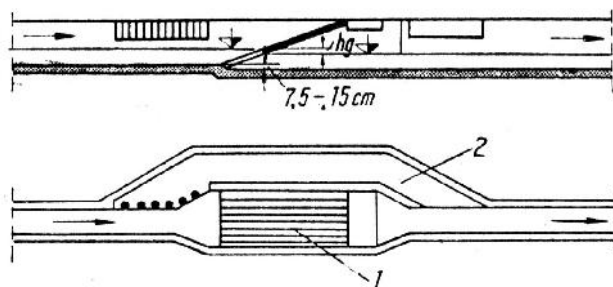
v_{max} - viteza maximă a apei, printre interstițiile gratarului, în m/s;
 h_{max} - adâncimea maximă a apei în fața gratarului corespunzătoare vitezei și debitului maxim, în m;
 Q_c - debitul de calcul al gratarului, în m³/s;
 s - lățimea unei bare, în mm;
 b - lățimea interstițiilor între barele gratarului, în mm;
 C - lățimea pieselor de prindere a gratarului în pereții camerei, în (0,25 - 0,30 m).

Se recomandă următoarele lățimi ale camerei gratarelor: 400, 600, 800, 1000, 1250, 1600 mm. Ele trebuie să fie mai mari decât a canalului de acces.

În zona de racordare a camerei gratarelor cu canalul din amonte panta radierului trebuie să fie minim 1 ‰, în vederea evitării depunerilor. Panta radierului în camera gratarelor se determină prin calcul, dar nu trebuie să fie mai mică de 1 ‰. La gratarul des, în aval de gratar radierul camerei gratarului este coborât cu valoarea pierderilor de sarcină (0,1-0,4 m). Gratarele se alcătuiesc de regulă din bare metalice cu grosimi de 6-12 mm.

Pentru evitarea deversării apei în zona gratarului, se execută un canal de by-pass care ocolește gratarul (fig.9.5), accesul în acesta fiind protejat cu bare așezate la distanțe de 10 cm unele de altele.

În vederea curățirii gratarelor și manevrării vanelor sau batardourilor trebuie prevăzute pasarele, amplasate cu minimum 0,3 m deasupra nivelului maxim al apei, cu o lățime de 1-1,5 m. În camera gratarelor și canalul amonte trebuie asigurat o înălțime minimă de siguranță deasupra nivelului maxim al apei de 0,3 m.



**Fig.9.5 - Gratar cu curățire manuală :
1- gratar; 2- canal de by-pass**

Gratarele curățate mecanic acționează intermitent, fiind comandate de un plutitor care pune în mișcare mecanismul când pierderea de sarcină prin gratar atinge o anumită valoare. Reinerile de pe gratar se deshidratează și se descarcă în containere prin benzi transportoare.

STAS-ul 12431-90 stabilește prescripțiile generale de proiectare pentru gratarele folosite la epurarea apelor uzate.

Dimensionarea gratarului se face la debitul de calcul Q_c egal cu $Q_{orar\ maxim}$, în cazul sistemului de canalizare separativ și la $2 Q_{orar\ maxim}$ în sistem unitar (tabel 9.3).

Secțiunea transversală a canalului din amonte și aval de gratar se determină în funcție de viteza apei.

Viteza apei în amonte de gratar va trebui să fie suficient de mare pentru a nu favoriza depunerea suspensiilor din apă și în același timp să nu depășească anumite limite pentru a nu disloca reinerile de pe gratar. Limita inferioară este 0,4 m/s iar cea superioară de 0,6 m/s.

Viteza apei prin interstițiile gratarului (v) trebuie să fie maximă de 0,6 m/s pentru debitul zilnic mediu și de 1,2 m/s pentru debitul orar maxim.

Aria secțiunii de trecere prin interstițiile dintre bare (A) este dată de relația:

$$A = \frac{Q_c}{v} \quad [m^2]$$

în care: Q_c este debitul de calcul, în m^3/s ;

v - viteza de trecere a apei prin interspațiile gratarului, în m/s .

L - lățimea gratarului (B_g) se determină cu relația:

$$B_g = n \cdot b + (n - 1)s \quad [m]$$

unde: n este numărul de interspații dintre bare;

s - grosimea barelor, în m ;

b - lățimea interspațiilor dintre bare, în m .

Pierderea de sarcină prin gratar trebuie astfel aleasă încât să nu producă un remuu prea mare care să pună sub presiune canalul de ape uzate ce intră în stație. Pierderea de sarcină se calculează astfel:

$$h_g = \xi \cdot \sin \alpha \cdot \frac{v_a^2}{2 \cdot g} \quad [m \text{ coloană apă}]$$

$$= \left(\frac{s}{b} \right)^{4/3}$$

în care: ξ este coeficientul de formă a barelor (fig.9.6) și se determină din tabelul 9.2;

s - grosimea barelor, în m ;

b - lățimea interspațiilor dintre bare, în m ;

v_a - viteza apei amonte de gratar, în m/s ;

- unghiul pe care îl face gratarul cu orizontala;

g - accelerația gravitației, în m/s^2 ;

- coeficientul de rezistență locală la trecerea prin gratar.

Pierderile de sarcină rezultate din calcul se multiplică cu trei pentru a ține seama de pierderile suplimentare datorită înfundării gratarului, dar nu va fi mai mic de 0,1 m coloană apă.

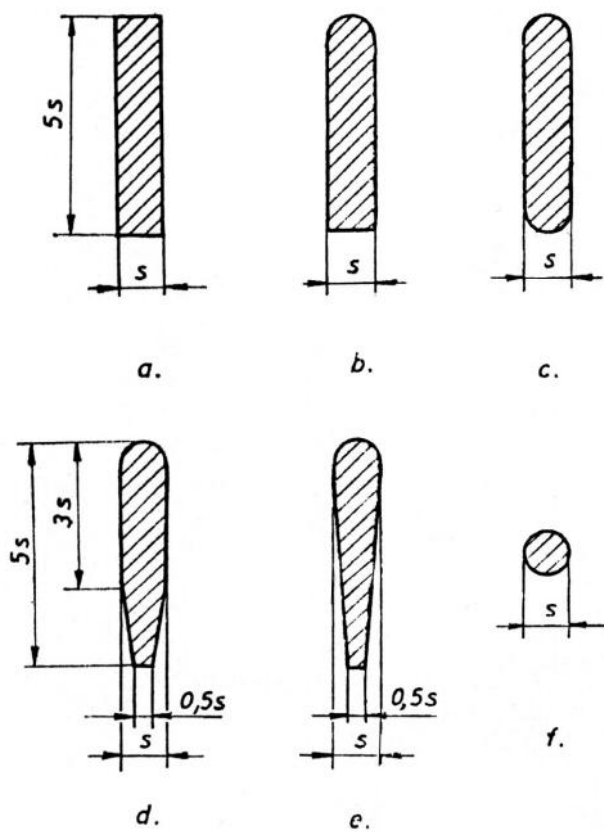


Fig.9.6 - Formele barelor la gr tare

Tabelul 9.2.

Valorile coeficientului în funcție de forma barelor

Forma barelor	a	b	C	d	e	f
	2,42	1,83	1,67	1,033	0,92	1,79

Cantitatea medie de depuneri, ce se colectează de pe grături și se evacuează, se determină având în vedere cantitatea de depuneri specifică precizată în tabelul 9.3 pentru un coeficient de variație orară 2.....5.

Umiditatea depunerilor pe grături se consideră 70 %, iar densitatea specifică a acestora de 0,75 - 0,95 t/m³.

Tabelul 9.3.

Cantitatea de depuneri specifică, dm³/om an

Limea interspațiilor dintre bare b, mm	Curenți	
	Manual	Mecanic
	Cantitatea de depuneri specifică dm ³ /om an	
16	-	6
20	4	5
25	3	3,5
30	2,5	3
40	2	2,5
50	1,5	2

Sitele

Sitele utilizate în stațiile de epurare sunt destinate reinerii materiilor în suspensie și a celor flotante provenite în special din apele uzate industriale, industria alimentară, a hârtiei etc.

Sitele constau din discuri perforate, împletituri de sârmă inoxidabil (cu ochiuri mai mici de 1 mm) sau grătare cu interspații foarte mici între bare. Din cauza cheltuielilor mari de investiții și exploatare sunt folosite rar, când se consideră necesar îndepărtarea corpurilor și suspensiilor mai fine. Materialul reținut este curățat cu perii și apoi depozitat temporar în vecinătatea sitei.

La stațiile mici de epurare, substanțele reținute sunt depozitate în depresiuni, gropi de gunoier etc. La stațiile mari reinerile sunt deshidratate și apoi incinerate sau fermentate, uneori împreună cu gunoierul menajer.

Separatoarele de grăsimi

Sunt construcții din beton sub formă de bazine care au drept scop separarea și îndepărtarea din apele de canalizare a uleiurilor și grăsimilor.

Se amplasează între deznisipator și decantoarele primare. Deznisiparea apelor uzate în amonte de separatoarele de grăsimi este obligatorie.

Prevederea separatoarelor de grăsimi în stațiile de epurare este obligatorie, cu excepția cazurilor când treapta biologică a stației de epurare nu se întinde până la realizarea într-un viitor previzibil și când apele uzate conțin mai puțin de 150 mg/dm^3 grăsimi.

Separatoarele sunt construcții descoperite și se prevăd cu cel puțin două compartimente în funcțiune.

Schema de principiu a unui separator de grăsimi cu insuflare de aer la joasă presiune conform STAS 12264-84 se prezintă în fig.9.7.

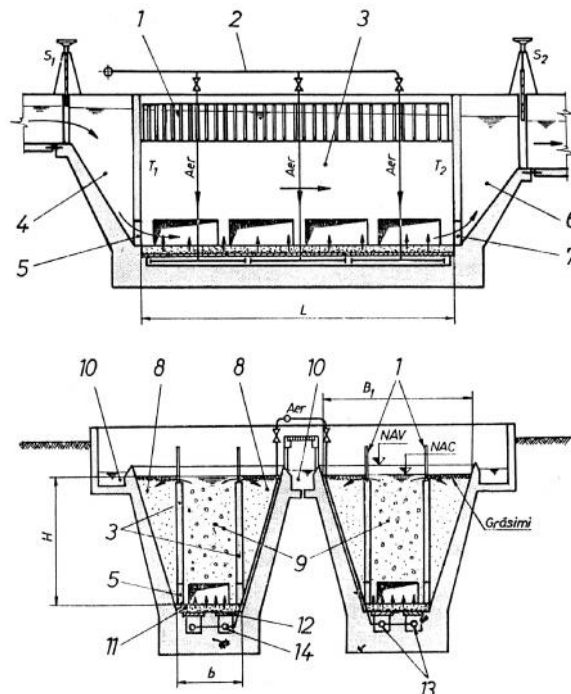


Fig.9.7-Separatoare de grăsimi cu insuflare de aer la joasă presiune (0,5- 0,7bari):

- 1- grătare de lini țire; 2- conduct de aer; 3- ecran longitudinal; 4- camer de admisie;
- 5- orificiu de intrare; 6- camer de evacuare; 7- orificiu de evacuare;
- 8- zone de lini țire (de separare); 9- zona activă; 10- jgheab pentru colectarea grăsimii;
- 11- straturi de pietri; 12- plăci poroase; 13- conducte perforate.

Separatoarele de grăsimi sunt alcătuite, în principal din:

- camere de admisie a apei brute;
- camera propriu-zisă de separare a grăsimilor;
- camere de evacuare a apei degresate;
- conducte și rigole de admisie și evacuare a apei brute, respectiv degresate;
- dispozitive de colectare și evacuare a grăsimilor;
- sisteme de admisie și distribuție a aerului.

Proiectarea bazinelor care tratează ape uzate provenite din sistemul separativ se face la debitul zilnic maxim $Q_{zi\ max}$ și se verifică la debitul orar maxim $Q_{orar\ max}$, iar în cazul sistemului unitar și mixt, calculul se face la debitul zilnic maxim $Q_{zi\ max}$ și verificarea la $nQ_{orar\ max}$.

Viteza ascensională (de ridicare) v_r a peliculei de grăsimi din separator se consideră de 8 până la 15 m/h.

Încercarea superficială u_s trebuie să îndeplinească condiția:

$$u_s = \frac{Q_c}{A} \leq v_r \quad [\text{m/h}]$$

unde: Q_c este debitul de calcul, în m^3/h ;

A - suprafața orizontală la oglinda apei, în m^2 .

$$A = n \cdot B_1 \cdot L \quad [\text{m}^2]$$

n - numărul de compartimente în funcție;

B_1 - lățimea unui compartiment măsurată la oglinda apei pentru debitul de calcul, în m. Se recomandă $B_1 = 2 - 4,5$ m.

L - lungimea utilă a separatorului, în m.

$$\frac{L}{B_1} \geq 2,5$$

Se recomandă raportul

Timpul mediu de trecere t a apei prin separatorul de grăsimi se determină cu relația:

$$t = \frac{L}{v_L} \quad [\text{s}]$$

în care: L este lungimea utilă a separatorului, în m;

v_L - viteza longitudinală, în m/s.

$$v_L = \frac{Q_c}{n} \cdot S_1 \quad [\text{m/h}]$$

S_1 - aria secțiunii transversale a unui compartiment, în m^2 ;

$$S_1 = \frac{b + B_1}{2} \cdot H$$

în care: b este lățimea compartimentului la partea inferioară, în m;

B_1 - lățimea unui compartiment măsurată la oglinda apei, în m;

H - adâncimea apei în separatorul de grăsimi, măsurată între oglinda apei pentru debitul de calcul și nivelul superior al plăcilor poroase. Se recomandă $H = 1,2 - 3$ m.

Viteza longitudinală a apei uzate (v_1) trebuie să îndeplinească următoarea condiție:

$$v_L \leq 15 u_s$$

Timpul mediu de trecere prin separator se recomandă să fie 5 - 12 minute. Debitul de aer Q_{aer} la presiunea relativă de 0,5 - 0,7 bari se determină cu relația:

$$Q_{\text{aer}} = q_{\text{aer}} \cdot Q_c \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

în care: q_{aer} este debitul specific, în $\text{m}^3 \text{ aer}/\text{m}^3 \text{ ap}$ uzat ;

$q_{\text{aer}} = 0,3 \text{ m}^3 \text{ aer}/\text{m}^3 \text{ ap}$ uzat în cazul insuflării prin materiale poroase;

$q_{\text{aer}} = 0,6 \text{ m}^3 \text{ aer}/\text{m}^3 \text{ ap}$ uzat în cazul insuflării prin tuburi perforate.

Recomandări constructive (conform STAS-ului 12264/84)

Insuflarea aerului se face prin plăci poroase sau blocuri de beton acoperite cu două straturi de pietriș sortat (strat inferior de 10 cm grosime din pietriș cu granule de 15 - 30 mm, iar stratul superior de 5 cm grosime din pietriș cu granule de 7 - 15 mm) sau prin plăci poroase din sticlă sinterizată cu diametrul porilor 200 - 400 μm .

Aerul insuflat se filtrează pentru a se evita colmatarea materialelor poroase.

Pentru colectarea uniformă a grăsimilor pereții deversorii ai jgheaburilor de colectare se recomandă să fie prevăzuți cu dispozitive de orizontalizare din plăci metalice sau din material plastic, cu dinți triunghiulari sau trapezoidali, reglabili pe verticală.

Eficiența reinerii grăsimilor în separatoare de grăsimi cu insuflare de aer de joasă presiune este de 50 - 85 %. Eficiența optimă se realizează prin insuflarea continuă a aerului în apă, cu excepția perioadelor de evacuare a grăsimilor și prin reglarea debitului de aer insuflat funcție de debitul de apă tratat.

Deznisipatoarele

Deznisipatoarele sunt bazine de reținere a particulelor minerale (în special nisip) care sedimentează independent unele de altele. Se amplasează după grădare și înaintea separatoarelor de grăsimi, decantoarelor primare sau stațiilor de pompare a apei de canalizare.

După direcția de curgere a apei de canalizare se disting deznisipatoare orizontale și verticale.

Alegerea tipului de deznisipator depinde de debitul apelor de canalizare, de cantitatea nisipului, de spațiul disponibil, în stația de epurare de pierderile de sarcin admisibile și echipamentele folosite.

Deznisipatoarele orizontale se compun din: camera de lini-tire și distribuție a apei de canalizare, camerele de depunere a nisipului, camera de colectare a apei deznisipate, dispozitive de curățare și golire și stivare (fig.9.8).

Menținerea constantă a vitezei la variațiile de debit este necesară, pentru a evita depunerea substanțelor în suspensie floculente, când viteza scade și pentru a împiedica antrenarea nisipului după când viteza depășește această valoare.

La stațiile mici de epurare menținerea vitezei constante se realizează prin forma secției transversale (trapez). Aceste deznisipatoare au fundul drenat iar curățarea nisipului se face manual, prin scoaterea din funcție a câte un compartiment.

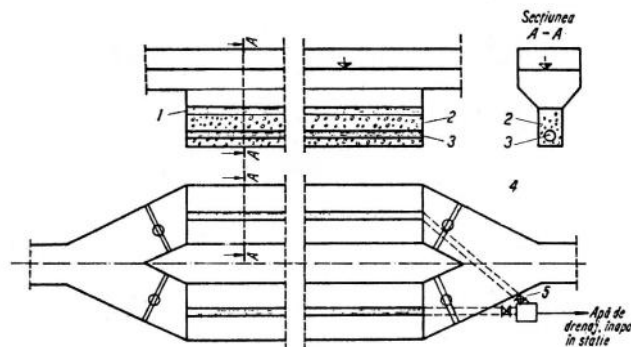


Fig.9.8 - Deznisipator orizontal:

1-spațiu pentru acumularea nisipului; 2-filtru invers; 3-dren; 4-stivă; 5-van

În acest scop la intrarea și ieșirea din fiecare compartiment se găsește un orificiu de venturare.

Pentru curgere se închid orificiile de venturare ale compartimentului, se deschide vana tubului de dren și se evacuează apa din deznisipator.

Împrejurul drenului se așază un filtru invers de pietri, pentru a evita antrenarea nisipului depus.

Evacuarea nisipului se face manual.

Uscarea și depozitarea temporară a nisipului evacuat se poate face pe platforme betonate așezate lângă deznisipator.

La deznisipatoarele mari care trebuie să prelucereze debite importante, cu secțiune transversală dreptunghiulară sau parabolică se folosesc la capătul aval deversoare proporționale sau Sutro (fig.9.9), respectiv canale cu secțiunea strâmtată care servesc în același timp și pentru stabilirea debitului ce trece prin deznisipator.

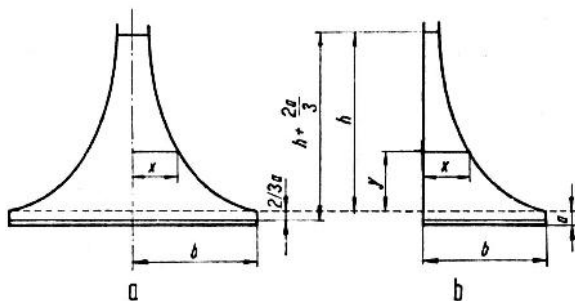
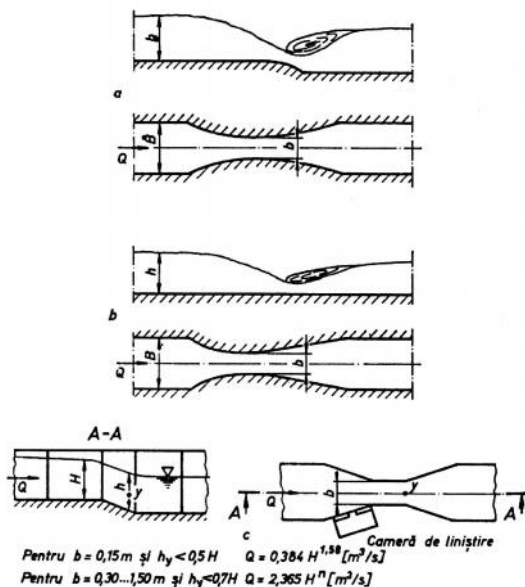


Fig.9.9 - Deversoare tip proporțional (a) și Sutro (b)

Aceste canale sunt cunoscute sub numele de canale sau debitmetre tip "Venturi" sau tip "Parshall".



b [mm]	0,30	0,75	1,00	1,50
N	1,522	1,558	1,572	1,585

Fig.9.10 - Debitmetre tip Venturi și Parshall:
a. venturi cu rupere de pant ; b. venturi cu fund drept; c. Parshall

Menținerea vitezei constante se poate face și prin insuflarea de aer, printr-o serie de conducte așezate pe radierul bazinului, în cantități mai mari sau mai mici astfel încât viteza în zona de depunere a nisipului, să se mențină în jur de 0,3 m/s (Negulescu, 1978).

Utilajele pentru curățirea deznisipatoarelor sunt de tipuri diferite, în majoritate automatizate. Unele folosesc lanțul cu raclete, altele pod mobil cu raclete, iar uneori nisipul este aspirat de echipamente mobile cu pompă, hidroelevator sau elevator pneumatic (fig.9.11).

La proiectarea deznisipatoarelor orizontale trebuie să se asigure dimensiunile corespunzătoare eficienței maxime în sedimentarea suspensiilor granulare. Influența hotărâtoare asupra eficienței are suprafața bazinului de sedimentare și nu adâncimea lui. Suprafața bazinului depinde, în afară de debit, de viteza de sedimentare.

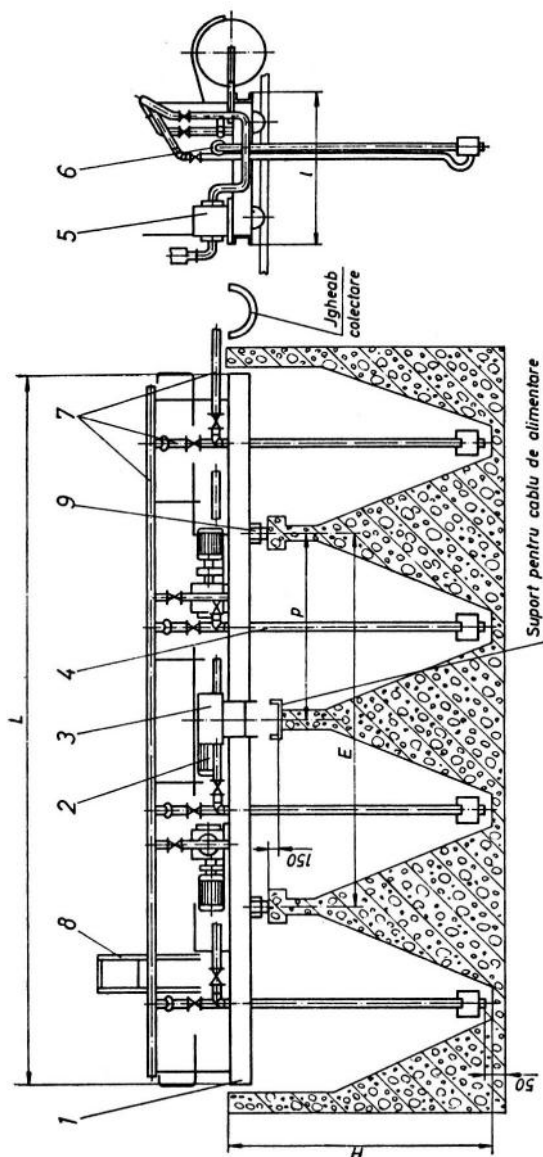


Fig.9.11 - Pod mobil cu elevator pneumatic pentru deznisipator:

1- platformă ; 2- motoreductor; 3- tambur pentru cablu electric; 4- elevator pneumatic; 5- suflant ; 6- robinet; 7- conduct de legătură ; 8- instalație electrică ;

9- cale de rulare.

Observație. Podul se execută pentru deznisipatoare cu 2, 3 sau 4 compartimente; pentru 2 compartimente podul este identic cu cel din figură, corespunzător cotei E.

În tabelul 9.4 sunt prezentate valorile vitezei de sedimentare, a particulelor de diferite dimensiuni după K.Imhoff pentru temperatura de 15°C, iar în tabelul 9.5 este redată viteza de sedimentare a nisipului după S.Stoianovici.

Tabelul 9.4.

Viteza de sedimentare v_s , în mm/s în funcție de diametrul granulelor (după K.Imhoff)

Diametrul granulei (mm)	1,0	0,5	0,2	0,1	0,05	0,01	0,005
Nisip	140	72	23	7	1,4	0,08	0,02
Corpuri	42	21	7	2	0,4	0,02	0,0004
Materii solide din ape uzate organice	34	17	5	0,8	0,2	0,008	0,002

Tabelul 9.5.

Viteza de sedimentare a nisipului v_s , în m/s (după S.Stoianovici)

Diametrul particulei	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1	2	5	10
La viteza orizontal $v_0=0$	0,002	0,007	0,023	0,04	0,056	0,072	0,15	0,27	0,47	0,74
La viteza orizontal $v_0=v_{cr}$	0	0,05	0,017	0,03	0,04	0,05	0,11	0,21	0,37	0,45
La viteza orizontal $v_0=0,3$ m/s	0	0	0,016	0,03	0,045	0,06	0,13	0,25	0,45	0,65

Eficiența deznisipatoarelor este legată de viteza orizontal v_0 cu care apa se mișcă în bazin și viteza critică de antrenare v_{cr} a depunerilor de pe radierul bazinului.

Viteza orizontală cu care se mișcă apa de canalizare în deznisipator trebuie să fie mai mică sau egală cu viteza critică, care antrenează substanțele organice depuse pe radier, nu însă și sedimentele.

Secțiunea transversală a deznisipatoarelor orizontale se determină astfel:

$$A_{tr} = Q_c / v_0$$

în care: Q_c este debitul de calcul al deznisipatorului, în m^3/s ;

v_0 - viteza orizontală, în m/s (0,3 m/s pentru debitul orar maxim).

Secțiunea orizontală a deznisipatorului rezultă din împărțirea debitului de calcul la viteza de sedimentare. Aceasta se mărește cu 30-50% datorită curenților care se formează în deznisipator, a vântului și turbulențelor.

$$A_0 = (1,3 - 1,5) \frac{Q_c}{v_s}$$

unde: v_s este viteza de sedimentare, în m/s (tabelul 12.2 și 12.3).

Lungimea deznisipatoarelor se determină din ecuația:

$$L = v_0 \cdot t$$

în care: t este timpul de reținere a apei în deznisipator (30-50 s).

Lungimea deznisipatorului depinde de mărimea secțiunii orizontale și a lungimii $B = A_0 / L$.

Raportul dintre lungime și lățime se recomandă să fie între 10 și 15.

Numărul de compartimente rezultă din împărțirea lățimii deznisipatorului la lățimea unui compartiment.

Lățimea unui compartiment se recomandă să nu depășească 3 m.

Numărul minim de compartimente este de două.

Deznisipatoarele verticale se folosesc în locurile unde amplasarea unui deznisipator orizontal ar necesita lucrări mari de terasamente și numai pentru debite care nu depășesc 100 l/s (fig.9.12).

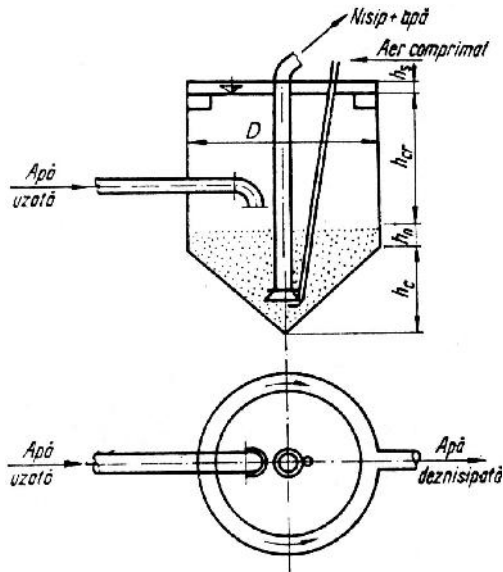


Fig.9.12 - Deznisipator vertical

Intrarea apei se face printr-un compartiment lateral sau central, de sus în jos, iar depunerea nisipului se face într-o cameră în care apa circulă de jos în sus. Colectarea apei deznisipate se face printr-un deversor lateral sau printr-un jgheab periferic de unde pornește conducta de apă deznisipată. Nisipul depus este evacuat periodic prin intermediul aerului comprimat. Înclinarea radierului se recomandă să fie de 45°. Diametrul deznisipatorului este între 6 și 8 metri, iar timpul de trecere a apei este de 30 - 180 secunde.

Volumul util se calculează cu relația:

$$V_u = Q_c \cdot t \quad [m^3]$$

unde: Q_c este debitul de calcul al deznisipatorului, în m^3/s ;
 t - timpul de trecere, în secunde.

Suprafața orizontală a deznisipatorului este:

$$A_0 = \frac{Q_c}{v_a} \quad [m^2]$$

în care: Q_c este debitul de calcul, în m^3/s ;

v_a - viteza ascensională a apei în deznisipator (0,02 - 0,05 m/s).

Înălțimea utilă a deznisipatorului se determină cu relația:

$$h_u = v_a \cdot t \quad [m]$$

Înălțimea totală a deznisipatorului rezultă din relația:

$$H = h_u + h_d + h_c + h_s \quad [m]$$

unde: h_u este înălțimea utilă a deznisipatorului, în m;

h_d - înălțimea stratului de depunere, în m;

h_c - înălțimea conului de bază, în m;

h_s - înălțimea de siguranță (0,3 - 0,5 m).

Decantoarele

Decantoarele sunt construcții de beton sau de beton armat utilizate pentru îndepărtarea din apele de canalizare a materiilor în suspensie.

Având în vedere amplasarea lor în schema stațiilor de epurare se întâlnesc:

- decantoare primare, amplasate înainte de instalațiile de epurare biologică

- decantoare secundare, amplasate dup instalatiile de epurare biologică .

Clasificarea decantoarelor primare.

Dup direcția de curgere a apei prin decantor acestea pot fi:

- decantoare orizontale;
- longitudinale;
- radiale;
- decantoare verticale;
- decantoare de tip special

În funcție de modul de curgere se deosebesc:

- decantoare cu curgere manuală ;
- decantoare cu sistem de curgere mecanic ;
- decantoare cu sistem de curgere hidraulic .

În decantoarele primare se poate realiza următoarea eficiență :

- 40 - 60 % în reducerea concentrației suspensiilor;
- 20 - 25 % în reducerea consumului biochimic de oxigen CBO_5 .

Conform STAS-ului 4162/1-89, decantoarele primare trebuie să fie precedate de instalații de deznisipare în cazul sistemelor de canalizare unitară, mixtă și numai dacă debitul de calcul este de cel puțin 3000 m³/zi și în sistemul separativ.

În funcție de eficiență și de condițiile de evacuare în emisar, decantarea poate constitui treapta finală sau intermediară în fluxul tehnologic al stației de epurare.

Decantoarele primare pot să nu fie prevăzute în următoarele cazuri:

- când epurarea se realizează în instalații biologice compacte de capacitate mică ;
- când se tratează exclusiv ape menajere cu debite până la 200 dm³/s și epurarea se face în bazine de aerare cu n mol activ;
- când natura suspensiilor conduce la eficiență de separare prin sedimentare aproximativ sub 40 %.

Decantoarele primare sunt alcătuite din compartimente de decantare cu sisteme de admisie, de distribuție și de colectare a apei, precum și cu dispozitive de curgere, colectoare și evacuare a n molului și din canale și conducte de serviciu pentru aducțiunea apei uzate, evacuarea apei decantate, evacuarea n molului, golirea decantorului și evacuarea materiilor plutitoare.

Dimensionarea decantoarelor se face pe baza studiilor de laborator sau a rezultatelor obținute în exploatarea unor stații de epurare similare.

Parametrii importanți care intervin în calculul decantoarelor sunt:

- debitul apelor uzate;
- viteza de sedimentare a particulelor (u);
- înălțimea superficială (us);
- viteza de curgere a apei (v);
- timpul de decantare (td).

Viteza de sedimentare a particulelor (u), poate fi stabilită în funcție de eficiența decantării care se urmărește și de concentrația inițială a suspensiilor, conform tabelului 9.6.

Viteza de sedimentare (după STAS 4162/1-89)

Reducerea concentrației suspensiilor în decantor %	Concentrația inițială a suspensiilor, în mg/dm ³		
	< 200	200...300	> 300
	Viteza de sedimentare a particulelor (u)m/h		
40...45	2,3	2,7	3,0
46...50	1,8	2,3	2,6
51...55	1,2	1,5	1,9
56...60	0,7	1,1	1,5

Încercarea superficială us, se determină cu relația:

$$u_s = \frac{Q_c}{A_0} \quad [\text{m/h}]$$

în care: Q_c este debitul de calcul al apelor uzate, în m³/h;
 A_0 - suprafața orizontală utilă de decantare, în m².

Încercarea superficială trebuie să îndeplinească condiția:

$$u_s \leq u$$

Viteza maximă de curgere a apei în compartimentul de decantare este de:

- 10 mm/s, la decantoarele orizontale; pentru decantoare primare,
- 0,7 mm/s, la decantoarele verticale;
- și de:
- 5 mm/s la decantoarele orizontale; pentru decantoarele secundare.
- 0,5 mm/s la decantoarele verticale;

Timpul de decantare (t_d) se stabilește cu relația:

$$t_d = \frac{h_u}{u_s}$$

unde: h_u este înălțimea zonei utile de sedimentare, în m;

u_s - încercarea superficială, în m/h.

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

În cazul în care decantoarele primare constituie treapta finală sau sunt urmate de treapta de epurare biologică cu bazine de aerare cu nămol activ se recomandă ca timpul de decantare la debitul de verificare să fie de cel puțin 30 minute în cazul sistemelor de canalizare unitară și mixte, respectiv o oră, în cazul sistemelor separate.

Sistemele de admisie și de distribuție a apei în compartimentul de decantare și de colectare trebuie realizate astfel încât să asigure uniformitatea vitezelor în toate secțiunile.

Debitul colectat pe un metru de deversor trebuie să nu fie mai mare de 60 m³/h pe timp uscat, respectiv 189 m³/h pe timp de ploaie.

Decantoarele orizontale longitudinale sunt bazine dreptunghiulare, în care apa circulă cu o viteză medie orizontală de 5 mm/s.

În fig.9.13 sunt arătate două tipuri de decantoare orizontale, unul cu curărire cu pod raclor (a) și unul cu curărire cu lan (b).

La ambele tipuri se constată că radierul are o pantă de circa 1 ‰ spre pâlnia de n mol, a ezată la intrarea apei în decantor, iar intrarea apei se face prin fante deflectoare. Ieirea apei din decantor se realizează peste deversoare și n molul se evacuează din pâlnie prin presiune hidrostatică.

Decantoarele longitudinale STAS 4162/1-89 (fig.9.13) sunt alcătuite din:

- dispozitive de distribuție a apei;
- jgheab (pâlnie) pentru colectarea substanțelor plutitoare;
- perete semiînecat;
- deversor triunghiular;
- jgheab pentru colectarea apei decantate;
- pâlnie colectoare pentru n mol.

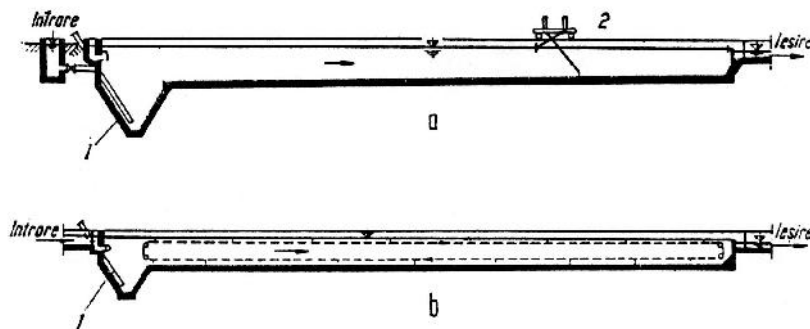


Fig.9.13 - Decantor orizontal:

1- conduct de evacuare a n molului; 2- dispozitiv de curățire a n molului
a- cu pod raclor; b- cu raclor cu lan

Viteza de deplasare a mecanismului de curățire trebuie să fie de 20-50 mm/s, astfel încât ciclul tur-retur să nu depășească 45 minute.

Evacuarea n molului din pâlnia colectoare se face hidrolic (prin sifonare sau prin pompare). Timpul dintre două evacuări ale n molului din pâlnie se stabilește în funcție de complexitatea stației de epurare, a caracteristicilor n molurilor, recomandându-se să nu depășească 4 ore.

Sistemul de colectare a apei decantate trebuie să asigure o colectare uniformă și deversarea în regim neînecat.

Viteza de curgere în rigola de colectare și în conductele de evacuare a apei din n molului trebuie să fie minim 0,7 m/s.

Una din condițiile importante ce trebuie asigurate decantoarelor în vederea obținerii unei bune decantări este realizarea unor dispozitive de intrare a apei în decantoare, cât mai adecvate, în vederea distribuirii curenților de apă cât mai uniform.

La decantoarele longitudinale se folosesc pereți semiînecați, pereți guriți, deflectoare etc.

Pentru proiectarea decantoarelor longitudinale debitele de calcul Q_c de dimensionare și verificare sunt date în tabelul 9.3.

Se alege pentru cantitatea de suspensii din apă (dat prin tema de proiectare), reducerea concentrației suspensiilor și viteza de sedimentare u (tabelul 9.6).

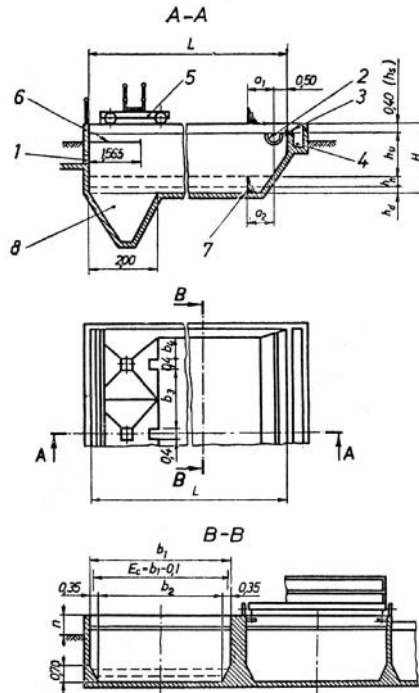


Fig.9.14 - Decantor orizontal:

1- dispozitiv de distribu ie a apei; 2- jgheab; 3- perete semiîncat; 4- deversor triunghiular; 5- jgheab de colectare; 6- pod raclor; 7- pâlnie colectoare de n mol. 8- fundul conic.

Volumul de decantare, aria seciunii orizontale i transversale rezult din ecua iile:

$$V_{\text{dec}} = Q_c \cdot t_d; \quad A_0 = \frac{Q_c}{u}; \quad A_{\text{tr}} = \frac{Q_c}{v}$$

în care: Q_c este debitul de calcul, în m^3/h ;

t_d - timpul de decantare, în h;

u - viteza de sedimentare a particulelor, în m/h;

v - viteza de curgere a apei, în m/h.

Lungimea decantorului L se stabile te cu ecua ia:

$$L = v \cdot t_d \quad [\text{m}]$$

i se verific dac este respectat rela ia:

$$4 \cdot b_i \leq L \leq 10 \cdot b_i$$

b_i este l imea decantorului, în m.

În l imea total a decantorului se determin astfel:

$$H = h_u + h_d + h_n + h_s$$

unde: h_u este în l imea zonei utile de decantare care trebuie s satisfac rela ia:

$$\frac{L}{10} \geq h_u > \frac{L}{25}$$

h_d - în l imea zonei de depunere a n molului (0,2 - 0,5 m);

h_n - în l imea zonei neutre (0,3 m);

h_s - în l imea zonei de siguran (0,3 m).

Decantoarele orizontale radiale sunt caracterizate prin forma lor circular în plan i prin direc ia orizontal de curgere a apei (fig.9.15).

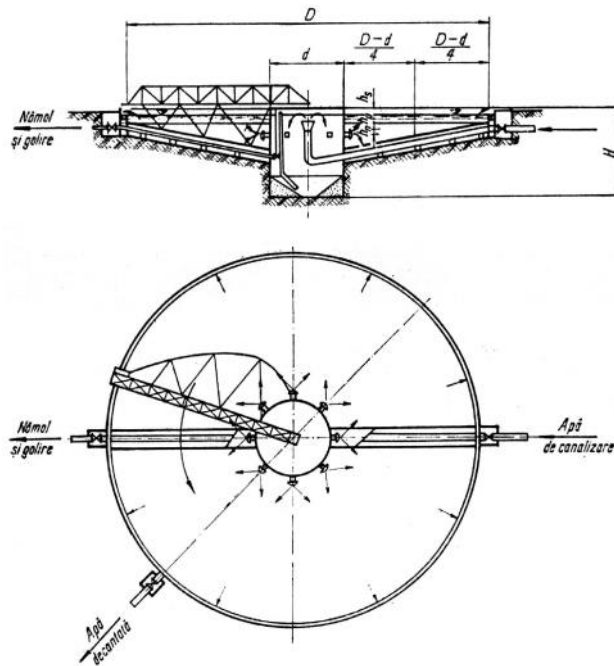


Fig.9.15 - Decantor radial

Au diametre maxime de 50 m și medii de 30 m, în lăzile maxime sunt de 4,0 m iar medii de 2,5 m.

Sunt cunoscute și sub denumirea de decantoare DORR.

Apa uzată este adusă printr-o conductă în centrul decantorului de unde distribuția uniformă se realizează prin defletoarele unui perete cilindric cufundat în apă până la nivelul inferior al peretelui exterior.

Evacuarea apei decantate se face printr-un jgheab periferic.

Colectarea nămolului se realizează cu ajutorul unui pod curburat care are la partea de jos palete reglabile, ce conduc nămolul către pâlnia centrală de colectare.

Evacuarea nămolului din pâlnia de colectare se face hidraulic (prin sifonare sau prin pompare).

Viteza periferică de deplasare a podului raclor este de maxim 40 mm/s astfel încât să se realizeze 1-3 rotații pe oră.

Radierul decantorului trebuie să aibă o pantă minimă de 2% (de obicei 6-8%).

Decantoarele verticale

Se folosesc numai când suprafața de teren destinată stației de epurare este mică și când nivelul apei subterane nu este prea aproape de suprafața solului iar debitul nu depășește 10.000 m³/zi.

Decantoarele verticale pot fi în secțiune orizontală și tratate, dar cele mai folosite sunt cele circulare.

Apa purtătoare printr-o conductă într-un tub central, coboară până la partea de jos a acestuia de unde se ridică până la jgheabul periferic și printr-o conductă apa decantată este evacuată (fig.9.16).

Dimensionarea hidraulică a compartimentului de decantare se face pe baza vitezei ascensionale, care se determină experimental. În lipsa datelor experimentale, viteza ascensională se poate considera de max.0,7 mm/s.

Diametrul maxim al decantoarelor verticale este de 7 m.

În lăzile medii utilizabile este de maxim 4,0 m, valoarea ei trebuind să se verifice relația:

$$\frac{h_u}{D-d} \geq 0,8$$

în care: D este diametrul decantorului, iar
d - diametrul tubului central.

Sec iunea tubului se determină cu relația:

$$A_{tc} = \frac{Q_c}{v_{tc}} \quad [m^2]$$

unde: Q_c este debitul de calcul, în m³/s;

v_{tc} - viteza descendentă în tubul central, în m/s; max. 100 mm/s.

În lîimea totală a decantorului H rezultă din relația:

$$H = h_u + h_d + h_n + h_s \quad [m]$$

în care: h_u este în lîimea utilă ;

h_d - în lîimea zonei de depunere a n molului în funcție de debit, de concentrația inițială în suspensii, de eficiența de decantare, de intervalul de timp între două evacuări;

h_n - în lîimea zonei neutre (0,4 - 0,6 m);

h_s - în lîimea de siguranță (0,3 - 1 m).

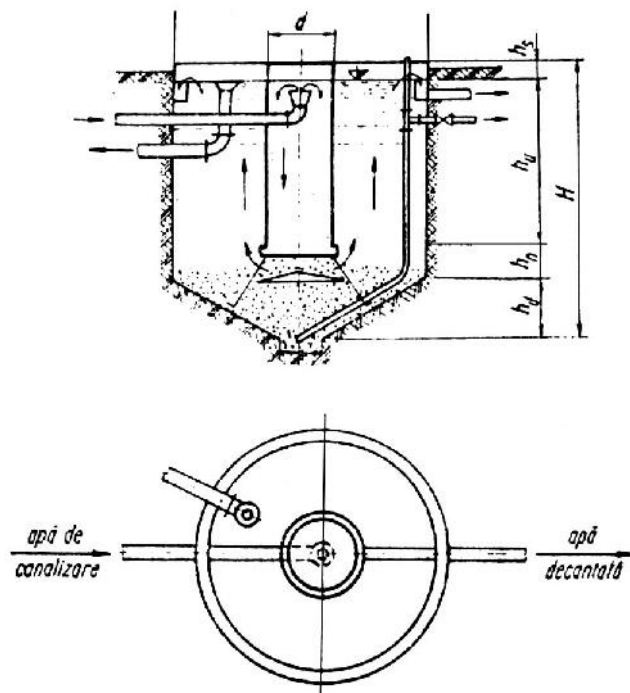


Fig.9.16 - Decantor vertical

Evacuarea apei decantate în rigola de colectare se face pe toată circumferința. La decantoarele cu suprafața orizontală mai mare de 12 m² colectarea apei decantate se recomandă să se facă printr-o rețea de rigole sau conducte radiale perforate, care o evacuează într-un colector general.

În rigola de colectare a apei decantate și în conducta de evacuare a apei viteza minimă este de 0,7 m/s.

Evacuarea n molului din pâlnia colectoare ca și la celelalte decantoare se poate face hidraulic (prin sifonare sau pompare).

Decantoarele cu etaj

Sunt construcții din beton armat de formă cilindrică sau paralelipipedică în care are loc decantarea apelor de canalizare (la partea superioară în jgheaburi) și fermentarea anaerobă a substanțelor organice decantate (la partea lor inferioară (fig.9.17).

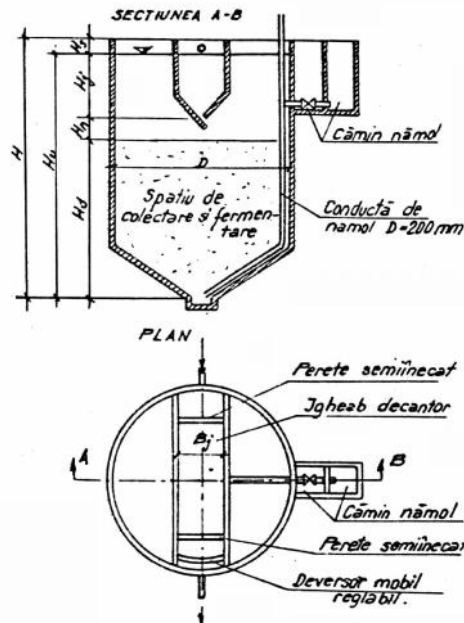


Fig.9.17 - Decantor cu etaj

Apa de canalizare intră în jgheabul decantor unde se deplasează longitudinal, iar în timpul deplasării depunerile cad prin fanta longitudinală de la partea inferioară a jgheabului în spațiul de colectare și fermentare.

Distribuția uniformă a apei în decantor se realizează cu ajutorul unor pereți semiînclinați, așezați la distanța de 0,5 - 0,7 m de la intrarea apei în jgheab.

La ieșirea apei din jgheab sunt prevăzute deversoare reglabile pentru a se obține evacuarea apei cât mai uniform pe întreaga lățime a jgheabului.

Jgheaburile decantoare sunt formate din o parte dreptunghiulară superioară și una triunghiulară inferioară. Pereții înclinați ai părții inferioare au o pantă minimă de 1,2:1 pentru asigurarea unei bune alunecări a materiilor decantabile spre fanta longitudinală. Un perete se prelungește cu min.15 cm față de celălalt pentru a forma o icană în scopul împiedicării gazelor de a urca la suprafața apei. Spațiul de fermentare are formă de trunchi de con cu înclinarea pereților de 1:1 sau 1:2.

Fermentarea nămolului proaspăt ajuns în spațiul de fermentare începe după câteva ore, sub acțiunea nămolului mai vechi. Substanțele organice se descompun astfel în proporție de 50 %, durata de descompunere fiind în funcție de temperatura apelor de scurgere.

Amestecarea depunerilor proaspete cu cele fermentate se face prin bule de gaz care se ridică și prin căderea depunerilor proaspete când se evacuează cele fermentate.

Nămolul fermentat trece prin conducta de nămol, în diametru minim de 200 mm din spațiul de colectare și fermentare în căminul de nămol, iar de aici este trimis gravitațional sau prin pompare la uscare.

Volumul jgheaburilor decantoare (V_j) se determină din ecuația:

$$V_j = Q_c \cdot t_d \quad [m^3]$$

în care: Q_c - este debitul de calcul, în m^3/h ;

t_d - timpul de decantare, care se consideră ca la decantoarele longitudinale, în h.

Lungimea jgheabului (L_j) rezultă din relația:

$$L_j = \frac{V_j}{A_j} \quad [m]$$

în care: V_j - este volumul jgheabului, în m^3 ;

A_j - aria secțiunii transversale a jgheabului, în m^2 ;

Aria secțiunii transversale a jgheaburilor se determină înănd seama că lățimea b a acestuia trebuie să fie de maxim 3 m, iar în lățimea de maxim 2 m.

Volumul spațiului de colectare și fermentare (V_d) se calculează cu ecuația:

$$V_d = \frac{m \cdot N}{1000} \quad [m^3]$$

unde: m - este capacitatea specifică de fermentare (tabelul 9.7);

N - numărul de locuitori deserviți.

Tabelul 9.7.

Capacitatea specifică de fermentare a decantoarelor cu etaj

Temperatura medie anuală a aerului °C	Capacitatea specifică de fermentare m l/loc	Timpul de fermentare (zile)
7	75	150
8	65	120
10	50	90

În lățimea totală a decantoarelor cu etaj (H) rezultă din expresia:

$$H = H_d + H_m + H_g + H_s \quad [m]$$

în care: H_d - în lățimea spațiului de colectare și fermentare, în m;

H_n - în lățimea spațiului neutru (0,4 - 0,5 m) care separă spațiul de fermentare de cel de decantare, în m;

H_j - în lățimea jgheabului decantor, în m;

H_s - în lățimea de siguranță (0,3 - 0,4 m), în m;

Suprafața orizontală a jgheaburilor dintr-un decantor trebuie să fie de maxim 80 % din suprafața orizontală a decantorului, pentru a asigura prin suprafața orizontală o curățare liberă a gazele din spațiul de fermentare.

Diametrul decantorului se consideră egal cu lungimea unui jgheab, dar nu trebuie să depășească 10 m; dacă se proiectează decantoare perechi, la lungimea jgheabului se adaugă 0,5 - 1,0 m, care reprezintă distanța dintre ele.

Când rezultă din calcul un număr mai mare de decantoare cu etaj, acestea se pot grupa câte două sau câte patru (fig.9.18).

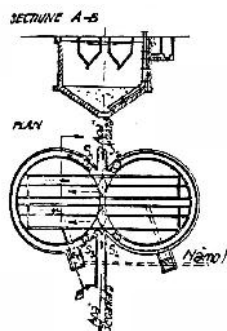


Fig.9.18 - Gruparea decantoarelor cu etaj

De cele mai multe ori împrejurul decantoarelor sunt construite rigole, cu ajutorul cărora în altele stăvilare se poate schimba sensul de curgere a apei, respectiv ordinea de intrare a apei în jgheaburi, în scopul uniformizării depunerilor.

Panta fundului decantorului se prevede de minim 1:1,8.

Compartimentul de nămol va avea un compartiment uscat pentru depozitarea vanei și un compartiment umed pentru primirea nămolului fermentat scos pentru evacuare. Pentru a feri apele de canalizare de îngheț, decantoarele cu etaj sunt construite îngropate.

La un număr mai mare de 30.000 de locuitori rezultă un spațiu mare de colectare și fermentare.

9.3. Coagularea suspensiilor din apă

Coagularea suspensiilor din apă sau precipitarea chimică este o operație ajută toare procesului de decantare, intervenind înaintea decantării. Coagulanții acționează asupra particulelor fine și coloidale din apa de canalizare, care nu sedimentează prin decantare.

Pentru apele de canalizare folosirea coagulării este recomandată :

- când apele au variații mari de debite, și concentrații, sau se cer grade diferite de epurare;
- când este necesar să se realizeze un grad de epurare mai mare decât cel obținut prin sedimentarea simplă ;
- pentru evitarea formării de mirosuri neplăcute în stațiile de epurare;
- în cazul apelor de canalizare în care ponderea importantă este apa uzată industrială .

9.3.1. Coagulanți

Coagulanții folosiți sunt sărurile de fier (clorura ferică sub formă de soluție și pudră, sulfat feric granule, sulfat feros granule, cristale și pulbere) și în măsură mai mică cele de aluminiu (sulfat de aluminiu, bulgări, plăci și pudră).

Varul, sub formă de oxid de calciu și hidroxid de calciu este folosit cu rezultate bune. Coagularea suspensiilor se realizează numai prin folosirea a doi sau chiar trei coagulanți în același timp.

Alegerea coagulanților și determinarea dozei optime de coagulant se face prin cercetări de laborator, ele depinzând de cantitatea de suspensii ce trebuie reținute, de natura acestora, de gradul de epurare necesar, de debitul apelor de canalizare etc.

Pentru instalațiile mici depozitarea coagulanților pulverulenți se face în saci iar la stațiile mijlocii și mari în buncuri și silozuri executate din metal sau beton armat sub formă cilindro-conică .

Coagulanții lichizi se depozitează în recipiente de livrare (damigene, butoaie etc.) sau în recipiente speciali din oțel cu sau fără înveliș intern de protecție, material plastic etc.

9.3.2. Construcții și instalații pentru coagularea suspensiilor din apă

Procesul de coagulare a suspensiilor din apă cuprinde trei operații distincte și anume: prepararea și dozarea, amestecul și reacția propriu-zisă .

Prepararea și dozarea coagulanților se face în bazine sau vase din materiale rezistente la coroziune. Dozarea are drept scop trimiterea în apa de canalizare a unor cantități bine definite de coagulant și se poate realiza pe cale uscată sau umedă .

Pentru dozarea uscată se folosesc aparate de dozare iar pentru cea umed pompe dozatoare, ambele posedând dispozitive de dozare electronică, în funcție de debitul apei de canalizare și cantitatea de suspensii.

Transportul coagulanților de la depozit până la instalațiile de dozare se face mecanic cu ajutorul benzilor transportoare pentru pulbere și granule și a pompelor pentru cei lichizi.

Amestecarea coagulanților cu apa de canalizare se face în bazine de amestec astfel încât să se obțină o cât mai bună omogenitate. Amestecul durează între 0,5-3 minute.

Bazinele pentru amestec sunt:

- cu amestec gravitațional, în care mișcarea apei se face printr-o serie de pereți înclinați sau perpendiculari pe direcția de curgere a apei;
- cu amestec pneumatic, în care aerul sub presiune este răspândit pe radierul bazinului, prin tuburi gaurite sau plăci poroase;
- cu amestec mecanic, în care amestecul este realizat de agitatoare mecanice cu palete al căror ax poate fi vertical sau orizontal.

Reacția sau floclarea realizată în bazine de reacție, are rolul de a forma flocoane care aglomerează substanțele fine și coloidale, acestea fiind mai grele decât substanțele inițiale se decantează.

Floclarea se realizează tot prin amestecul apei, mai rapid la început când flocoanele sunt mici și mai încet când flocoanele sunt mai mari, cître avalul bazinului de floclare. Timpul necesar pentru reacția coagulantului cu apele de canalizare este de 10-30 minute.

Viteza de amestec trebuie să nu distrugă flocoanele și să nu permită depunerea lor în bazinul de reacție.

Floclarea se realizează fie în bazine, de tip gravitațional, pneumatic sau mecanic, fie în bazine comune cu decantorul. Acest din urmă sistem are avantajul că evită spargerea flocoanelor prin trecerea lor din bazinele de reacție în decantor.

Folosirea coagulanților produce în decantoare un volum de nămol de 2-3 ori mai mare decât cel de la decantoarele fără coagulant.

În cazul când floclarea și precipitarea sunt îngreunate de variațiile pH-ului, de temperatura scăzută a apei sau de faptul că flocoanele sunt prea ușoare și se depun greu, se folosește un factor de activare a floclării, un element care ajută la neutralizarea sarcinilor electrice și astfel rezultând un precipitat mai compact. Substanțele folosite la activarea floclării sunt silicea activă, bentonitele, taninul etc.

Tratarea cu coagulant presupune o bună stăpânire și cunoaștere a debitelor tratate precum și a pH-ului apei de canalizare.

Nămolul conținând coagulanți fermentează în condiții bune, această fiind de un real folos în operațiile de deshidratare a nămolului.

Înainte de coagulare este necesară desnisiparea pentru a evita depunerea nisipului în bazinele de floclare.

10. EPURAREA BIOLOGICĂ A APELOR DE CANALIZARE

10.1. Epurarea biologică naturală

Construcțiile necesare epurării biologice naturale sunt:

- câmpurile de irigare și filtrare;
- filtrele de nisip;
- câmpurile de filtrare subterane și
- iazurile de stabilizare.

Epurarea biologică naturală se recomandă când apa descărcată în emisar trebuie să fie cât mai curată, eficiența epurării fiind de 95 - 98 %. Suprafețele mari necesare realizării construcțiilor le face de multe ori neeconomice.

Câmpuri de irigare și filtrare

Câmpurile de irigare și filtrare au drept scop atât epurarea apelor uzate cât și valorificarea acestora datorită substanțelor fertile conținute.

Câmpurile de filtrare sunt folosite doar la epurarea apelor uzate.

Câmpurile de irigare sunt asociate cu câmpurile de filtrare, ultimele fiind folosite în perioadele de ploii abundente, în perioadele de îngheț etc.

Se recomandă în zonele cu precipitații slabe (sub 600 mm/an), pentru localități care nu depășesc 10.000 locuitori, când substanțele fertilizante din apele uzate sunt în cantități mari iar folosirea lor este avantajoasă.

La irigare cu ape uzate se preferă plantele cu un consum mare de apă cât și de substanțe dizolvate în apă uzată și sunt mai rezistente la excesul de umiditate.

Schema câmpurilor de irigare și filtrare include în primul rând un bazin de decantare, necesar reinerii substanțelor solide în suspensie, un bazin de egalizare, care are rolul și de a înmagazina în anumite perioade apele uzate.

Terenul destinat irigației se împarte în parcele, cu lungimi de 1000 - 1200 m și lățimi de 150 - 250 m - nivelat în prealabil.

Canalele principale și de distribuție se execută de obicei închise, iar cele de irigare sunt deschise, ele având caracter provizoriu.

Metoda de udare poate fi: prin aspersiune sau prin scurgere la suprafață (brazdă sau inundare), alegerea metodei depinzând de cultură, natura și panta terenului.

Colectarea apei infiltrate se face printr-o rețea de desecare.

Pentru buna funcționare a câmpurilor de irigare și filtrare, acestea sunt prevăzute cu stâlpi, vane, cmine pe conducte și canale, drumuri de acces între parcele cu lățimi de 2,5 - 3,0 m, diguri de separare a parcelelor, plantații etc.

În timpul de iarnă, apele uzate pot fi trimise pe câmpurile de filtrare care datorită permeabilității mari, permit debite de infiltrare mari iar căldura apelor uzate împiedică înghețarea solului sau se continuă irigația sub gheață.

În timpul de ploaie, apa poate fi trimisă pe câmpurile de filtrare sau reținută în bazinele de egalizare.

Amplasamentul câmpurilor de irigare și filtrare trebuie ales la o distanță de cel puțin 300-500 m de centrele populate, canalele să fie pe cât posibil închise, se vor cultiva plante ce nu se consumă crude iar ultima udare se va face cu cel puțin 15 zile înainte de recoltare, personalul de exploatare va fi supravegheat periodic din punct de vedere sanitar. Fertilitatea chiar și la o bună exploatare descrescete cu timpul și după 20-25 ani este necesară o pauză pentru regenerarea solului.

La proiectarea acestor câmpuri este necesar să se cunoască cantitatea de apă necesară culturilor (norma de irigare), pentru ameliorarea unor soluri (norma de suprafață).

Suprafața câmpurilor de irigare se poate determina cu relația:

$$A_i = \frac{Q_{zi\ med}}{q_i} \quad [ha]$$

unde: A_i este suprafața câmpurilor de irigare, în ha;

$Q_{zi\ med}$ - debitul zilnic mediu, în m³/zi;

q_i - consumul mediu zilnic al culturii, în m³/ha zi.

Suprafața câmpurilor de infiltrație A_f este $A_f = (0,15-0,50)A_i$, iar cea a digurilor și a drumurilor $A_d = (0,15 - 0,25) \cdot (A_i + A_f)$.

Suprafața totală rezultă din însumările lor, adică:

$$A_t = A_i + A_f + A_d \quad [ha]$$

Se recomandă ca înălțimea stratului de gheață să nu depășească 0,7-0,8 m deoarece rezultă diguri prea înalte.

Distanța dintre drenuri se calculează în funcție de debitul de evacuat rezultat din relația:

$$Q_d = \frac{1000 \cdot \alpha \cdot n \cdot t \cdot q_i}{86.400} \cdot t_d \quad l/s \cdot ha$$

în care: α este coeficient în funcție de infiltrație $\approx 0,5$;

n - coeficient de neuniformitate $\approx 1,5$;

t - perioada între două udări succesive în zile (în medie 5 zile);

q_i - consumul mediu zilnic m³/ha zi;

t_d - timpul în care trebuie să se producă eliminarea excesului, în zile $t_d = (0,4-0,5) t$.

Filtre de nisip

Filtrele de nisip sunt construcții de epurare realizate numai pe solurile nisipoase. Apa uzată traversează filtrul de sus în jos la intervale egale de timp I sînd astfel terenul să se aereze natural.

Parcelele filtrante au o suprafață de 0,4-0,5 ha. Stratul vegetal se decopertează pînă se ajunge la nisip și este folosit la construcția digurilor dintre parcele.

Alimentarea cu apă a parcelor se face prin conducte îngropate în digurile dintre parcele și mai departe prin jgheaburi.

Evacuarea apelor din sol se face cu drenuri, amplasate la aproximativ 1 m adîncime și la 10 m distanță între ele (fig.10.1).

Încercarea hidraulică cu ape uzate a filtrelor de nisip în funcție de dimensiunea eficientă de a granulelor, după Imhoff, este dată în tabelul 10.1.

Tabelul 10.1.

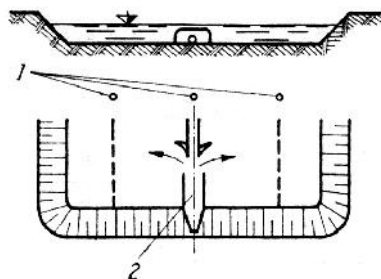
Încercarea hidraulică a filtrelor de nisip (după K.Imhoff)

Dimensiunea eficientă (mm)	Încercarea hidraulică (m ³ /m ² și h)
0,2	0,8 - 2,1
0,3	2,1 - 4,2
0,4	2,4 - 8,4
0,5	8,4 - 12,5

Răspîndirea apelor uzate se face prin umplerea rapidă a fiecărei parcele, pînă se atinge o grosime de apă de 5-10 cm, de cele mai multe ori o dată pe zi.

Dacă timp de 4 ore apă uzată nu s-a infiltrat în nisip se scoate parcela din funcție, se așteaptă uscarea stratului de nisip care s-a acumulat deasupra nisipului, se îndepărtează și apoi parcela poate fi folosită din nou.

După câțiva ani de funcționare stratul de nisip trebuie înlocuit, după 10-15 ani filtrul se abandonează deoarece se colmatează complet și nu mai poate fi repus în funcțiune.



**Fig.10.1 - Filtre de nisip:
1- drenuri; 2- gheață**

În timpul iernii se practică irigarea sub gheață, iar pentru aerarea stratului de nisip se recomandă deschideri în stratul de gheață.

Iazuri de stabilizare

Iazurile de stabilizare sau iazurile biologice sunt bazine deschise în pământ (depresiuni naturale sau gropi de carieră) unde se realizează epurarea apelor brute de canalizare sau epurate într-o oarecare măsură, folosind în acest scop numai factorii naturali.

După procesul biologic care predomină în iaz, se pot distinge:

- iazuri anaerobe cu fermentare metanică predominantă;
- iazuri facultativ anaerobe-aerobe, în care au loc procese de oxidare anaerobă, oxidare aerobă și fotosinteză în diferite proporții. Oxigenul necesar proceselor aerobe este furnizat de alge, prin fotosinteză și este produs numai până la adâncimea la care pătrund razele solare. La fundul iazurilor depunerile de material organic sunt stabilizate prin fenomene de anaerobie;
- iazuri aerobe de mare eficiență și de mare încercare, în care oxidarea și fotosinteza sunt în echilibru.

Variante ale iazurilor aerobe (iazuri cu recirculare, iazuri aerobe în mod artificial) implică sisteme constructive suplimentare.

Tipul iazului se stabilește în mare măsură, în funcție de natura terenului, de amplasarea lui și de performanțele pe care trebuie să le realizeze.

Dimensionarea lor depinde de gradul de epurare cerut de la acestea, de calitatea apei uzate, condițiile climatice (temperatură și luminozitate), de adâncimea iazului etc.

Adâncimea iazului este între 0,6 și 1,5 m, iar timpul de reținere a apei în iaz de la 2 zile până la câteva luni.

Accesul apei în iaz se recomandă să fie făcut prin mai multe puncte pentru a evita formarea de zone moarte.

Construcțiile pentru evacuarea apei sunt reglabile pentru a capta apă de la diferite adâncimi.

Iazurile sunt construite în serie, două până la patru.

În situația iazurilor aerobe, ultimele sunt populate cu pește.

Pentru compartimentarea iazurilor se construiesc diguri de separare, taluzurile fiind înierbate sau cu pereuri din beton. Radierul iazului în anumite condiții hidrogeologice, se impermeabilizează.

10.2. Epurarea biologică artificială

Cele mai importante construcții pentru epurarea biologică artificială sunt filtrele biologice și bazinele cu nămol activ.

După construcțiile epurării biologice artificiale sunt amplasate întotdeauna decantoare secundare, care au drept scop reînnoirea peliculei biologice desprinse de pe stratul filtrant sau a flocoanelor de nămol activ din bazinele cu nămol activ.

Filtrele biologice se prezintă sub forma unor spații închise umplute cu material filtrant, traversat de apă uzată de sus în jos (fig.10.2). Necesită suprafețe de construcție mult mai mici în comparație cu câmpurile de irigație și filtrare dar au dezavantajul că necesită diferențe mari de nivel între intrarea și ieșirea apei (3 - 4 m), diferențe care în majoritatea cazurilor determină executarea unei stații de pompare.

Tipuri de filtre biologice și unele caracteristici ale acestora sunt indicate în tabelul 10.2.

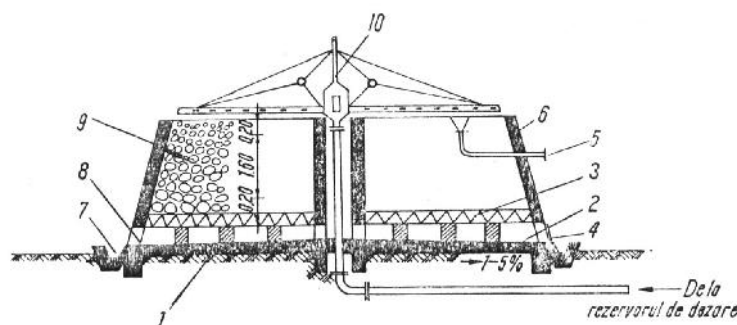


Fig.10.2 - Filtru biologic:

1-grinzi de sus inere a radierului drenant; 2-radier compact; 3-radier de sus inere a stratului filtrant; 4-st. vilar; 5-conduct de preaplin; 6-peretele filtrului biologic; 7-rigol periferic ; 8-orificii pentru ventilație; 9-material filtrant; 10-distribuitor rotativ.

Tabelul 10.2.

Tipuri de filtre biologice

Felul filtrului biologic	Alimentare	Aerare	Recirculare
Filtru de contact	Periodic	Natural	Nu
Filtru de mică încălzire	Continu	Natural	cu filtr
Filtru de mare încălzire	Continu	Natural	cu filtr
Filtru cu două trepte	Continu	Natural	cu filtr
Filtru turn	Continu	Natural	nu
Filtru scufundat	Continu	Artificial	nu
Aerofiltru	Continu	Artificial	nu

Forma în plan depinde de tipul distribuitorului de apă uzată ales: dreptunghiular pentru distribuitor de tip "du-te-vino" și circular pentru cele rotative,

Pereții de sus inere a materialului filtrant sunt executați din beton armat cu grosimi de 20 - 30 cm, pentru dimensiuni mai mici de filtrare se renunță la pereți, materialul filtrant așezându-se sub unghiul taluzului natural. Pereții au rolul de protejarea materialului filtrant contra frigului, favorizând tirajul necesar ventilației filtrului.

Stratul de material filtrant este caracterizat prin natura, dimensiunile granulelor și înălțimea lui. Se poate folosi ca material filtrant zgură de cazane, cocs, rocă spartă de natură diferită, cărmidă, materiale plastice etc.

Materialul filtrant trebuie să îndeplinească o serie de condiții anume: să reziste la variațiile de temperatură și de compoziție a apelor uzate, granulele să aibă o suprafață cât mai poroasă și rugoasă, să fie rezistent la acțiunea mecanică a stratului superior, să fie lipsit de substanțe care ar putea degrada fauna bacteriană, să aibă o constituție uniformă, să nu conțin părți fixe și să nu fie acoperit cu pământ, să nu fie așezat prin presare.

Dimensiunile părților constructive ale materialului filtrant variază între 20 - 30 mm la partea superioară (0,20 m), la mijloc pe o înălțime de 1,6 m granule de 30 - 50 mm, iar stratul de susinere de la partea inferioară are granulele de 50 - 70 mm și înălțimea de 0,20 m.

În Anglia, dimensiunile granulelor sunt cuprinse între 20 și 50 mm, în SUA se preferă dimensiuni mai mari, recomandându-se 60 - 100 mm iar în Germania 40 - 80 mm.

Înălțimea stratului filtrant depinde în mare măsură de concentrația apelor (este mai mare la concentrație mare), oscilând între 1,5-2,4 m.

Radierul de susinere a stratului filtrant și radierul compact creează un spațiu necesar ventilației filtrului (0,3 m). Radierul de susinere a stratului filtrant se execută de obicei din prefabricate, plăci de beton cu dimensiuni 1,0 x 1,0 x 0,08 m cu fante de 0,03 m înălțime, așezate pe grinzi de susinere care la rândul lor se reazem pe radierul compact. Radierul compact se realizează din beton armat pe un strat de pietriș sau nisip.

Ventilarea filtrelor biologice asigură oxigenul necesar proceselor aerobe și în același timp îndepărtează și bioxidul de carbon rezultat din mineralizarea substanțelor organice.

În toate filtrele biologice se produce o ventilație naturală datorită diferenței de temperatură între interiorul și exteriorul filtrului.

Ventilarea artificială este mai rar folosită ea aplicându-se numai la filtrele biologice închise (în încăperi).

Distribuirea apei uzate la suprafața filtrelor biologice se face prin distribuitoare fixe și mobile.

Distribuitoarele fixe răspândesc apa uzată printr-o serie de duze (sprinklere) alimentate de o rețea de conducte, iar cele mobile prin conducte care se rotesc (în cazul filtrelor circulare), sau fac o mișcare de du-te-vino, la construcțiile longitudinale. Distribuția apei la filtre poate fi continuă sau intermitentă.

Distribuitoarele fixe utilizate rar și numai la filtrele biologice mici, constau din jgheaburi sau conducte perforate (fig.10.3) amplasate direct pe stratul granular, la o distanță de 1,2 - 2,0 m unele de altele. Diametrul tuburilor este de 0,2 - 0,3 m, iar al orificiilor de 0,01 - 0,02 m, aflate la o distanță de 0,5 - 1,0 m.

Ca distribuitoare fixe se mai folosesc duze stropitoare (sprinklere) amplasate la 0,1 - 0,2 m față de stratul filtrant.

Instalația de sprinklere este cea mai răspândită dintre distribuitorii fixe, ea necesitând filtre dreptunghiulare în plan și existența unui rezervor de dozare. Constă dintr-o rețea de conducte din materiale rezistente la coroziune pe care sunt montate sprinklere.

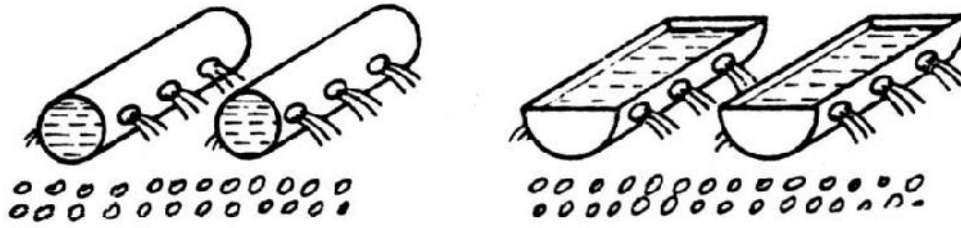


Fig.10.3 - Distribuitoare fixe. Jgheaburi și conducte perforate

Sprinklerile sunt constituite dintr-un ajutoraj (cap) și dintr-o pâlnie deflectoră reglabil pentru împărțire (fig.10.4), se execută din materiale rezistente la coroziune (alamă sau bronz).

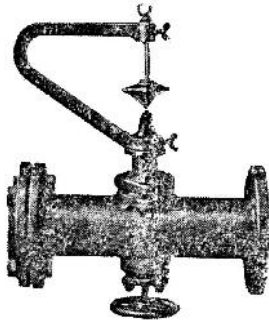


Fig.10.4 - Sprinkler

În funcție de sarcina H (m H_2O) pentru un anumit diametru al duzei, din diagrama din fig.10.5. Se determină suprafața de acțiune a unui sprinkler și debitul q .

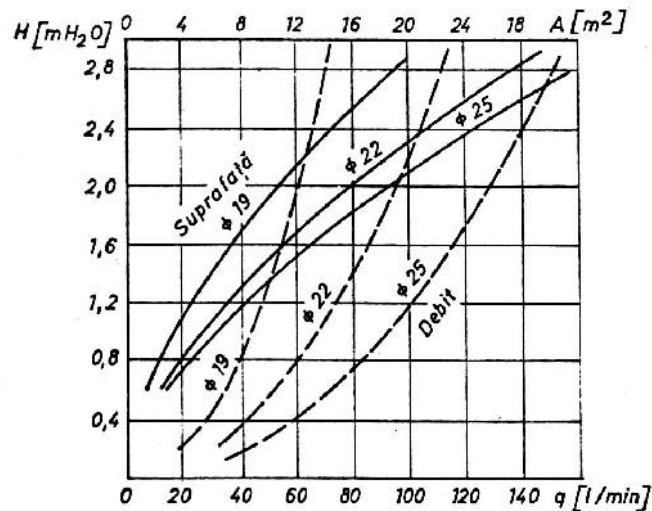


Fig.10.5 - Corelația debit de apă, suprafața udată în funcție de presiunea unui sprinkler

Distanța între sprinklere se determină cu relația: $l_1 = 1,732 R_s$ [m] unde R_s este raza de acțiune a unui dispozitiv, în m.

Distanța dintre irurile de sprinklere este $l_2 = 1,5 R_s$, iar numărul acestora rezultă din raportul suprafeței totale a filtrului și suprafața de acțiune a unei duze.

Distribuitoarele mobile sunt de tipul distribuitoarelor cu mișcare alternativă rectilinie (du-te-vino) și rotative.

Distribuitoarele cu mișcare alternativă rectilinie sunt utilizate pentru filtrele biologice cu secțiuni dreptunghiulare, în plan.

Ele sunt alc tuite dintr-un pod transportor (fig.10.6) care sus ine conducta perforat i cilindrul de antrenare. Podul transportor este amplasat pe ro i a ezate pe ine fixe în pere ii longitudinale ai filtrului. Pe exteriorul cilindului de antrenare sunt amplasate palete drepte, care servesc la rotirea acestuia i la propulsarea podului.

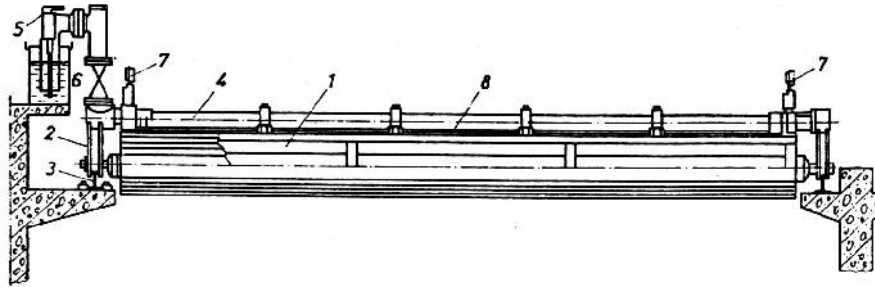


Fig.10.6 - Distributor cu mi care alternativ pentru filtre biologice

Apa uzat din conduct , iese prin orificiile de 30-50 mm, cade pe paletele cilindrului provocând mi carea de rota ie a acestuia.

La cap tului filtrului biologic podul love te dou tampoane, care rabat conducta perforat astfel încât apa este deversat în zona opus cilindrului i distribuitorul se deplaseaz invers.

La construc ia distribuitorului se iau m suri de protec ie contra coroziunii i înghe ului.

Primul distribuitor rotativ a ap rut în 1906 în Anglia i s-a extins datorit avantajelor constructive i func ionale (.Stoianovici, 1982).

Distribuitorul rotativ este alc tuit din dou coloane verticale, una fix i alta rotativ de care sunt fixate 2-4 (bra e orizontale) conducte de distribu ie a apei pe filtru prev zute cu orificii situate la 0,150 - 0,250 m fa de stratul granular (fig.13.8).

Diametrul conductelor se stabile te în func ie de viteza limit de colmatare a apei uzate (pentru viteze superioare valorii de 1 m/s, rezultând diametre între 100-200 mm).

Cap tului conductei se etan eaz cu dop, sau flan oarb cu garnitur sau cu un capac u or demontabil.

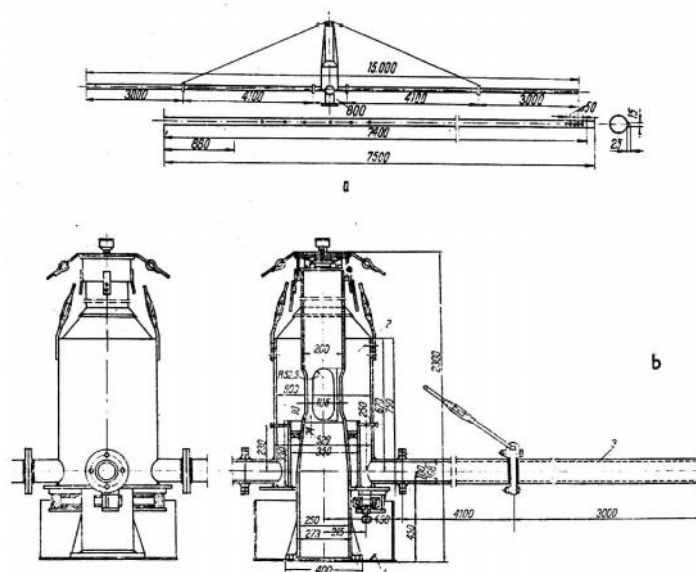


Fig.10.7 - Distributor rotativ:

a) ansamblu; b) detalii;

1- parte fix ; 2- parte mobil ; 3- conducte de distribu ie a apei

Orificiile au diametrul între 10-20 mm și se amplasează pe conduct la distanță variabilă, mai departe spre centru (200 mm) și mai aproape la periferie (75 mm).

Distribuitorul este rotit cu o viteză de 2 rot./min în cazul distribuitorilor mici și cu 0,5 rot./min la construcțiile mari. Mișcarea de rotație este creată prin antrenare de la un motor electric capsulat sau prin autopropulsie datorită reacției jeturilor de apă.

Filtrele biologice de contact - au fost primele instalații care au folosit procesul de epurare biologică. Constau din bazine etanșe cu adâncimi de 1,0 m umplute cu material filtrant în care se introduce apa uzată de 2 - 3 ori pe zi iar după 2 - 3 ore de la introducerea apei este evacuat.

În restul timpului, filtrul rămâne fără apă pentru aerare, formarea membranei biologice etc.

Filtrele biologice de mic și mare încărcare

Sunt numite astfel în funcție de cantitatea de impurificări organice (încărcare organică) și de ape uzate (încărcarea hidraulică) care le solicită.

Principiile constructive ale unui filtru biologic de mic și mare încărcare sunt arătate în fig. 10.8.

Înălțimea stratului filtrant variază între 1,5 - 2,5 m la cele de mic încărcare și 1,0 - 2,0 m la cele de mare încărcare.

Metodele de funcționare sunt: fără recirculare, cu perioade de repaus determinate de variațiile de debit (care nu trebuie să depășească 5 minute), cu recircularea apei decantate secundară pentru ca perioadele de repaus să fie minime, cu recircularea apei decantate secundară pentru a reduce concentrația apelor uzate ce sunt primite pe filtrul biologic.

În ceea ce privește recircularea, ea constă în înapoierea unei părți din apa trecută prin filtrul biologic și prin decantorul secundar și uneori numai prin filtrul biologic. Prin ea se mărește eficiența filtrelor biologice obținându-se reducerea pierderilor de repaus, micșorarea grosimii membranei filtrante, prevenirea mirosului prin îmbărsănirea apei.

Parametrii care intervin în dimensionarea filtrelor cu recirculare sunt:

- raportul de recirculare $Rec. = Q_r / Q_c$, reprezentând raportul dintre debitul de recirculare Q_r și debitul de calcul Q_c a filtrului biologic;
- factorul hidraulic al recirculării:

$$F_h = 1 + \frac{Q_r}{Q_c}$$

- factorul biologic al recirculării:

$$F_b = 1 + \frac{f \cdot Q_r}{Q_c}$$

care depinde de produsul dintre debitul de recirculare Q_r și proporția de materie organică independentă f (exprimată în CBO) la fiecare trecere a apei prin filtru.

În fig.10.8 și fig.10.9 sunt prezentate scheme de recirculare pentru filtre biologice de mic și mare încărcare, cu o singură treaptă, respectiv cu două trepte.

Încărcările filtrelor biologice sunt redată în tabelul 10.3.

Filtrele biologice de mic încărcare produc un efluent aproape stabil, conținând cantități mari de nitrați și având o cantitate de oxigen de circa 50 % din cel de saturație.

Volumul filtrelor biologice de mic și mare încărcătură se determină :

$$V = \frac{C_0}{l_0} \quad [m^3]$$

unde: C_0 este cantitatea total de CBO_5 intrat în filtru într-o zi;
 l_0 - încărcarea organică, conform tabelului 13.3.

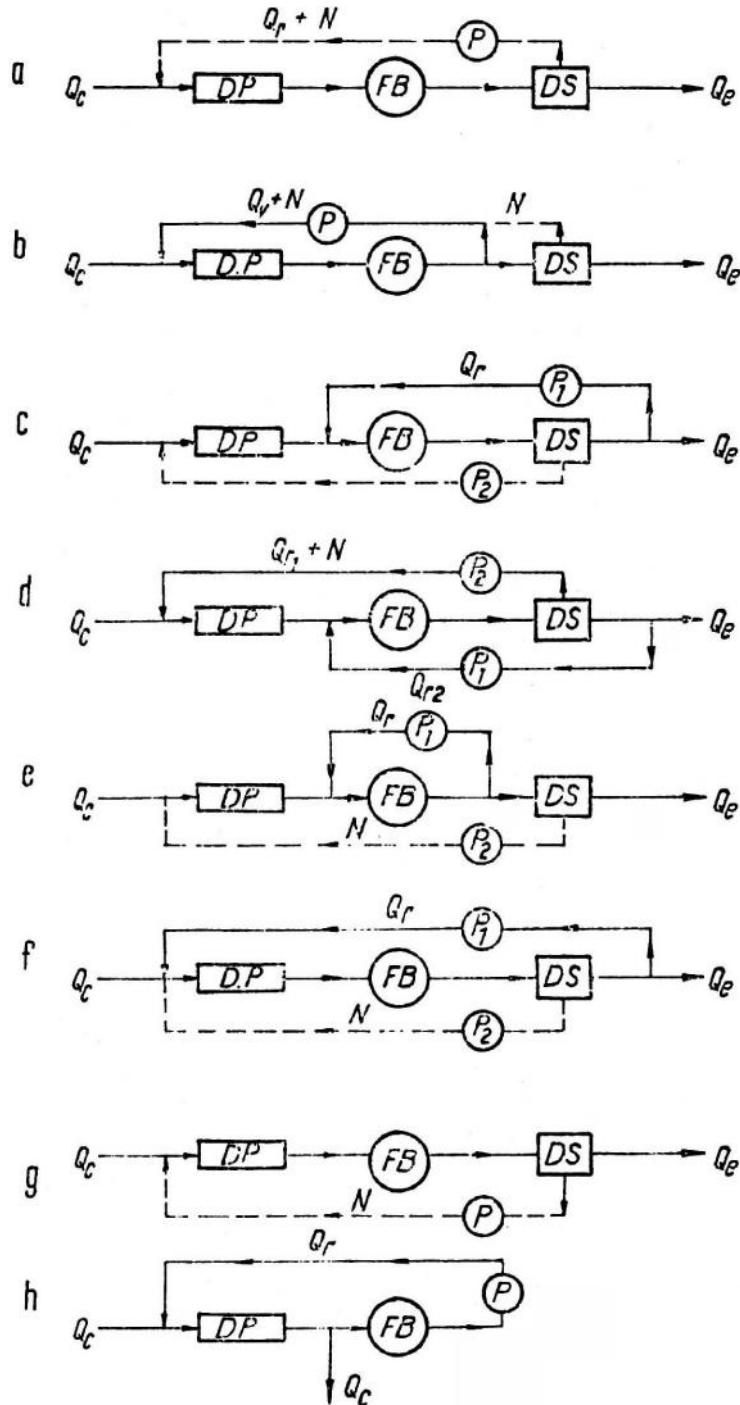


Fig.10.8 - Scheme de recirculare pentru filtre biologice de mic și mare încărcare cu o singură treaptă

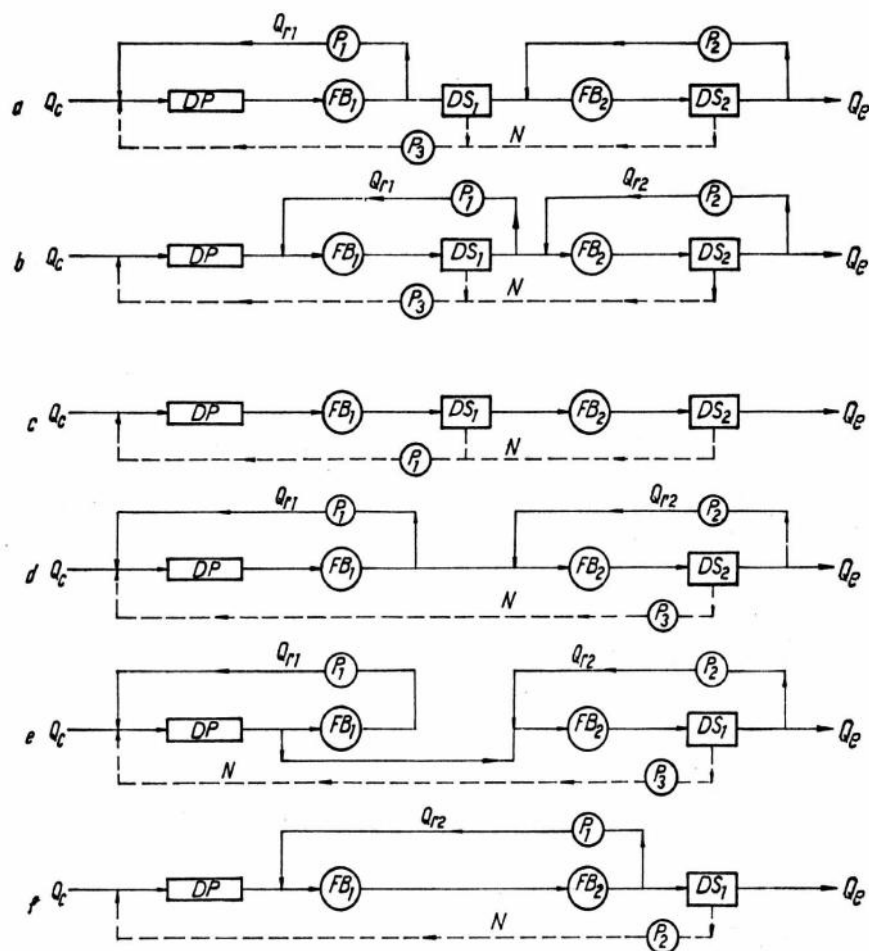


Fig.10.9 - Scheme uzuale de recirculare la filtre biologice cu dou trepte

Semnificatia nota ilor din fig.10.8, 10.9 este urm toarea:

Q_c - debitul de calcul; Q_r - debitul de recirculare; Q_e - debitul de evacuat;
 DP - decantor primar; FB - filtru biologic; DS - decantor secundar; N - n mol proasp t; P - stadii de pompare.

Tabelul 10.4.

Înc rc rile filtrelor biologice de mic i mare înc rcare
 (dup M. Negulescu)

Filtre biologice	Înc rcarea organic I_o (g.CBO ₅ / m ³ material filtrant i zi)	Înc rcare hidraulic I_h (m ³ ape uzate / m ³ filtru i zi)	Înc rcare locuitori II (loc/m ³ material filtrant)
de mic înc rcare	80 - 400 recomandat 175	1 - 4 recomandat 2,5	2 - 12 recomandat 5
de mare înc rcare	400 - 4800 recomandat 700	10 - 40 recomandat peste 20	12 - 140 recomandat 20

Se stabilesc apoi natura materialului filtrant, dimensiunile granulelor constructive, în l imea stratului filtrant, etc.

Suprafata orizontal a filtrelor rezult din rela ia:

$$A_0 = \frac{V}{H} \quad [\text{m}^2]$$

H este în lîimea stratului filtrant, în m.

Distribu ia apei se poate face s fie prin rezervoare de dozare fie continuu.

Dimensiunile rezervorului de dozare rezult din luarea în considerare a debitelor de intrare i ie ire, de num rul de sprinklere, de durata ciclului de umplere i golire a rezervorului (max. 5 minute).

Instala ia de sprinklere se dimensioneaz înând seama de debitul ce poate fi furnizat de un sprinkler q_s i de suprafa a pe care stropete apa uzat A_s .

Re eaua de distribu ie a apei uzate, constând din conducta sifon a rezervorului de dozare, conductele de distribu ie, vane, etc. se dimensioneaz astfel încât s se asigure o vitez de 1,0 m/s.

Distribuitorul rotativ se alege în func ie de dimensiunile filtrului biologic i caracteristicile date de fabrica furnizoare.

Diametrele conductelor orizontale sunt cuprinse între 0,15 - 0,2 m.

Filtrele biologice cu dou trepte - realizeaz a a numita dubl filtrare. În lîimea filtrelor (care de obicei sunt de tipul filtrelor biologice de mare înc rcare), variaza între 1 - 1,5 m.

Împ rirea filtr rii apei în dou trepte conduce la suplimentarea aer rii apei, prin dubla distribu ie a ei realizându-se în acela i timp i o mai bun reparti ie a apei în corpul filtrului.

Datorit în lîimii mici a stratului filtrant se ob ine o aerare mai bun în compara ie cu filtrele biologice de mic înc rcare.

Filtrele biologice turn - au sec iune circular , fiind executate de regul din beton armat (fig.13.11). Materialul filtrant (granule 4 - 10 cm) este a ezat în straturi a c ror în lîime variaza între 2,0 - 4,5 m, cu interspa iile de 0,4 - 0,5 m pentru aerarea cât mai intens a filtrului. Deoarece pentru cantit i mari de ape uzate diametrele i în lîimile rezultate din calcul sunt mari, folosirea lor se limiteaz la localit i care nu dep esc 50.000 locuitori, datorit îns puterii lor mari de oxidare, rezultat al unei bune aer ri sunt folosite pentru ape uzate cu înc rc ri organice mari. Se recomand ca înc rcarea organic $l_0 \approx 3500 \text{ gf CBO}_5 / \text{m}^3$ i zi; înc rcarea hidraulic $l_h = 120 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \text{ zi}$; raportul $h/D = 1:6 - 1:8$.

Apa este distribuit continuu, r spândirea la suprafa a filtrului f cându-se cu sprinklere. Recircularea apei este rar folosit .

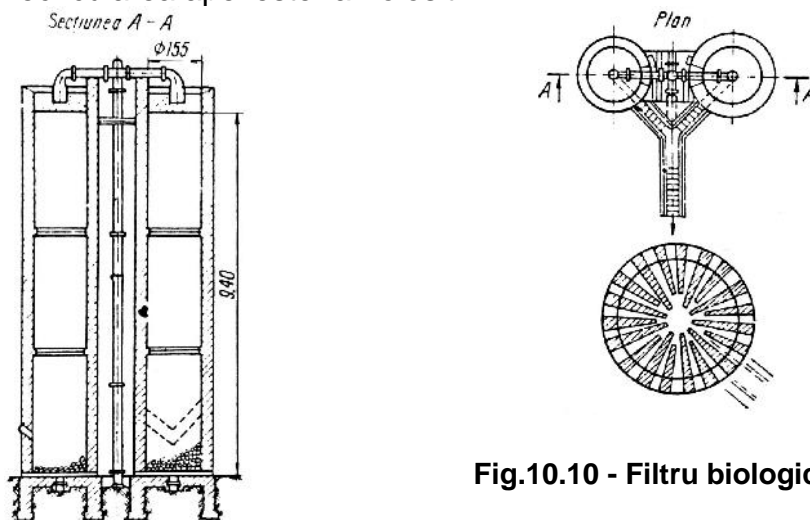


Fig.10.10 - Filtru biologic turn

Filtrele biologice scufundate - sunt caracterizate prin aerarea artificială și prin menținerea în permanență sub apă a stratului filtrant. Materialul filtrant al acestor filtre constă din coacăș, buci de lemn, talaș, plăci ondulate de aluminiu, etc.

Aerul comprimat, necesar aerării artificiale este insuflat la partea inferioară a stratului filtrant printr-o serie de tuburi grupate la o înălțime de obicei la 30 cm unul de altul.

Este mai economic și mai eficient să se folosească tuburile cu mișcare pendulară.

Pentru o ușoară exploatare, deoarece materialul filtrant este deseori colmatat, el este înălțat în cutii care pot fi scoase din filtru pentru curățare sau înlocuite. Se folosesc pentru localități mici datorită în special greutăților de exploatare.

Filtrele biologice scufundate (fig.10.11) cu discuri, biodiscuri, sunt alcătuite din o serie de discuri din masă plastic poroasă cu grosimi de 1-1,5 mm înălțate la distanțe de 1,5-2,0 mm, pe un ax formând 3-4 fascicule, fiecare având câte 20-25 discuri. Distanța dintre discuri permite ca în cazul unei pelicule biologice de 4 mm grosime să rămână loc pentru circulația apei și a aerului. Axul cu discuri este înălțat în bazine în care apa circulă perpendicular pe ax. La aceste instalații s-a constatat că membrana se desprinde ușor de pe discuri eliminându-se astfel dezavantajul colmatării filtrului.

S-a constatat că înălțarea în mai multe trepte dau randament mai bun.

Pentru a se evita înghețarea apei bazinului în care lucrează biodiscul poate fi acoperit. Acoperișul este prevăzut cu orificii pentru circulația gazelor. Este un filtru biologic economic și cu un bun randament, indicat pentru epurarea biologică a apelor de pe un teritoriu restrâns cu un număr mic de locuitori.

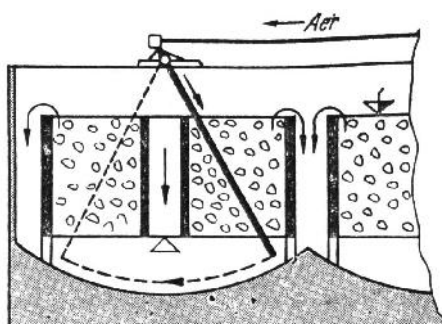


Fig.10.11 - Filtru biologic scufundat

Aerofiltrele - Particularitățile acestor filtre constau în aerarea artificială a lor, în lipsa marelui strat filtrant și existența unor obturatoare hidraulice, care au drept scop evacuarea apei epurate și în același timp împiedicarea pierderii aerului insuflat la partea de jos a aerofiltrului pe unde se colectează și apa epurată.

Granulele stratului filtrant au dimensiuni de 30 - 40 mm.

Pentru o bună funcționare a aerofiltrelor, cantitatea de materie organică din apele uzate care trece prin acestea nu trebuie să fie prea mare, CBO_5 - variază între 100 - 200 mg/l.

Volumul aerofiltrelor se stabilește cu relația:

$$V = \frac{C_0}{l_0} \quad [m^3]$$

unde: C_0 este cantitatea totală de CBO_5 într-o zi, în g;

l_0 - încărcarea organică, de 200-300 g /CBO₅/m³ material filtru / zi.

Suprafața orizontală rezultă din ecuația:

$$A_0 = \frac{V}{H} \quad [\text{m}^2]$$

în care: H este înălțimea aerofiltrului, în m (frecvent 4 m).

Încărcarea hidraulică l_h trebuie să rămână în jur de 4 m³ ape uzate/m² · zi.

Cantitatea de aer necesară se determină din relația:

$$V_{\text{aer}} = \frac{\text{CBO}_{5i} - \text{CBO}_{5e}}{21} \quad [\text{m}^3 \text{ aer} / \text{m}^3 \text{ ape uzate}]$$

unde: CBO_{5i} este CBO₅ al apelor la intrarea în erofiltru, în mg/dm³;

CBO_{5e} - CBO₅ al apelor la ieșirea din erofiltru, în mg/dm³.

Aerofiltrele de cele mai multe ori forme dreptunghiulare, în plan apă este distribuită prin sprinklere, nu este folosită recircularea apei.

11. BAZINE CU N MOL ACTIV. DECANTOARE SECUNDARE

11.1. Bazine cu n mol activ

Epurarea apelor uzate în bazinele cu n mol activ are loc în prezența unui amestec de n mol activ cu apă uzată agitat în permanență și aerat.

Din punct de vedere al eficienței la aerare, bazinele de n mol activ sunt mult mai flexibile în comparație cu filtrele biologice, de asemenea nu produc în jurul lor miros neplăcut și nu constituie un mediu propice pentru dezvoltarea insectelor.

Bazinele cu n mol activ nu necesită diferențe mari de nivel între intrarea și ieșirea apei (în comparație cu filtrele biologice), au nevoie însă de puteri mari pentru punerea în mișcare a utilajului de furnizarea aerului în procesul de epurare.

Factorii care condiționează buna desfășurare a procesului de epurare sunt: n molul activ, oxigenul necesar desfășurării proceselor aerobice, durata de traversare a bazinelor etc.

O caracteristică deosebit de importantă a procesului de epurare în bazinele cu n mol activ în comparație cu filtrele biologice, constă în uniformitatea desfășurării procesului datorită formei bazinelor, care permite o distribuție uniformă a apei uzate, a n molului și a oxigenului și respectiv uniformizarea amestecului din acestea.

La fel ca și la epurarea apei în filtrele biologice, epurarea în bazinele cu n mol activ este precedată de o epurare mecanică în decantare primară, fiind urmată de o limpezire finală în decantare secundară.

În fig.11.1 sunt prezentate diferite scheme ale epurării cu n mol activ.

Schema epurării clasice (a) - este prima schemă utilizată pentru epurarea apei cu n mol.

Schema distribuției în etape a încărcării organice din apă (b), se caracterizează prin distribuirea apei în mai multe puncte.

Alimentarea biomasei este mai echilibrată, devenind aproape egală în lungul bazinului.

Prin adoptarea acestei scheme volumul bazinului se poate reduce cu 25 - 30%.

Schema distribuției uniforme a încărcării organice din apă în n mol (c) realizează o distribuție egală a încărcării provenită din apă în n mol. Prin accesul apei sau n molului la suprafața apei din bazin se produce o aerare suplimentară a acesteia care ar distruge și spuma produsă în special de detergenți.

Schema epurării în două trepte (d) se realizează prin trecerea apei printr-o pereche de bazine de aerare și de decantare secundară.

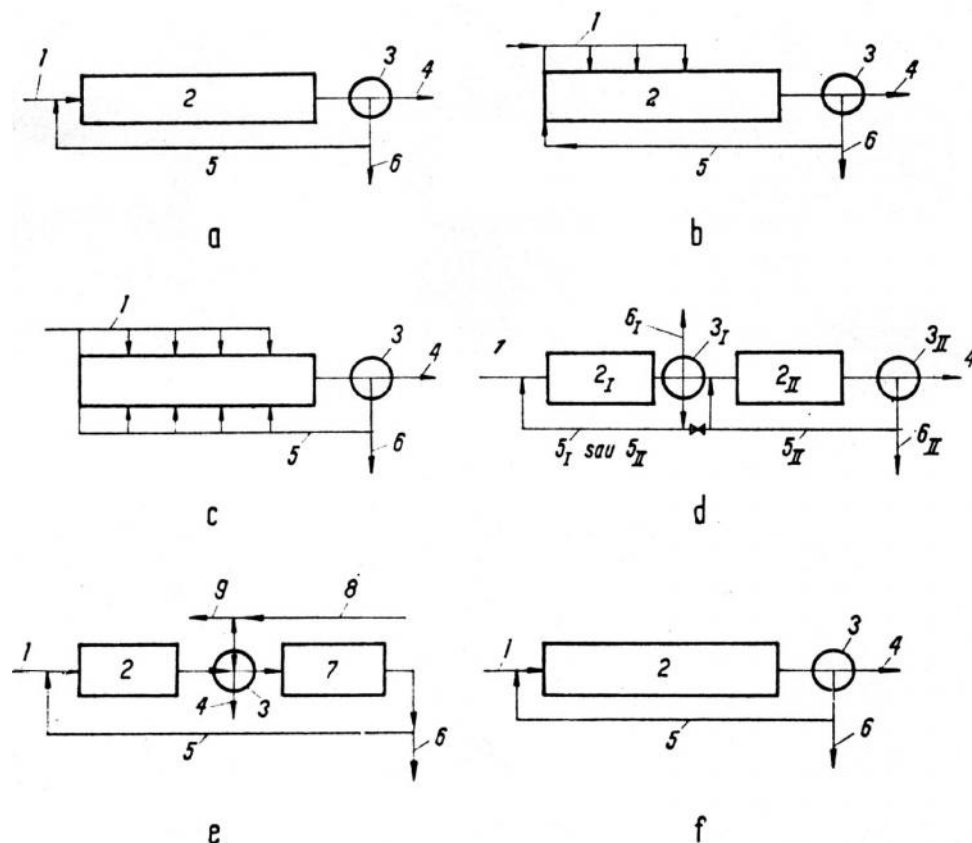


Fig.11.1 - Schemele epurării apelor uzate cu n mol activat:
1- ap decantat ; 2- bazin cu n mol activat; 3- decantor secundar; 4- ap epurat biologic; 5- n mol de recirculare; 6- n mol în exces; 7- bazin pentru reaerarea n molului; 8- supernatant în bazinul de fermentare a n molului; 9- evacuare preaplin; I - treapta întâi; II - treapta a doua

Schema de epurare cu reaerare (regenerare) a n molului (e) a fost realizat pentru îmbunătățirea calității n molului în vederea recirculării.

Schema de epurare cu stabilizarea n molului sau cu aerare prelungită (f) are drept scop stabilizarea n molului ce se formează în bazin, ceea ce conduce la obținerea de cantități mici de n mol în exces.

Schema epurării apei în bazine cu n mol activat de mare încărcare este asemănătoare cu a epurării clasice, deoarece timpul de aerare mic (max. 2 h), iar concentrațiile în materii solide în suspensie, fie mare, fie mic, eficiența din punct de vedere a CBO_5 este mică (60 - 80%).

Construcțiile și instalațiile bazinelor cu n mol activat sunt grupate în 3 categorii, după echipamentele de omogenizare a apei: pneumatice, mecanice sau mixte.

În fig.11.2 sunt prezentate schematic echipamentele de oxigenare în procesele de epurare biologică cu n mol activat.

Acestea trebuie să corespundă următoarelor condiții: să transfere cât mai bine apei uzate și n molului activat oxigenul necesar procesului de epurare, să faciliteze circulația flocoanelor și să împiedice sedimentarea lor, să permită o intervenție rapidă în cazul unei avarii.

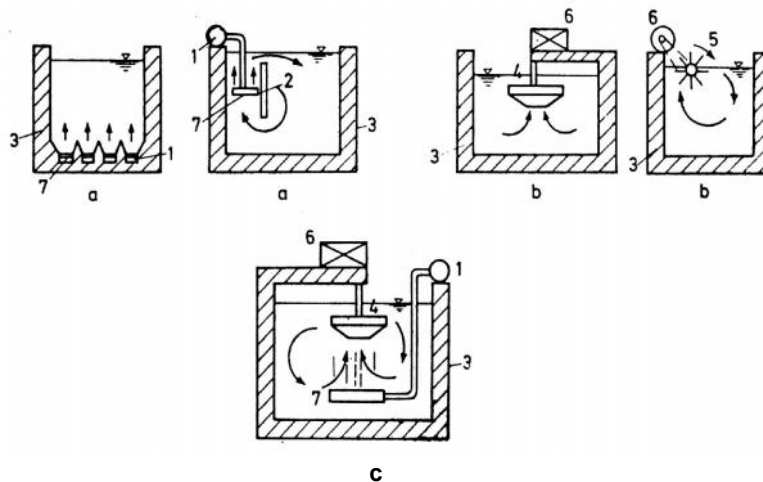


Fig.11.2 - Presentarea schematică a echipamentelor de oxigenare în procesele de epurare biologică cu n mol activ:

a- aerare pneumatic ; b- aerare mecanic ; c- aerare mixt ;

1- aer comprimat; 2- perete de dirijare a curenților hidrodinamici în bazin;

3- bazin sau canal de aerare; 4- rotor de aerare; 5- perie de aerare;

6- grup de antrenare; 7- difuzori poroși

La aerarea pneumatică, oxigenul necesar procesului de epurare este rezultatul însuflării de aer comprimat către aerul de la suprafața apei. Sistemele pneumatice sunt alcătuite din stații de comprimare a aerului (suflante sau compresoare), rețea de distribuție, dispozitive de dispersie a aerului în apă și aparatul de măsurare și control al debitului.

Aeratoarele mecanice funcționează pe principiul pomperii lichidului la suprafața liberă sau la o cotă oarecare a apei din adâncimea bazinului. Debitul de lichid antrenat aerul atmosferic îl împarte în masa de apă sub formă de bule.

Echipamentele mixte funcționează pe principiul dispersării aerului în masa de apă și forarea convecției cu echipamente mecanice.

Bazinele cu aerare pneumatică sunt construite din beton armat în care aportul de oxigen se face prin intermediul aerului comprimat. Bulele de aer (realizate ca urmare a introducerii aerului la nivelul inferior al bazinului), după dimensiunea lor sunt:

- fine, cu diametrul până la 1,5 mm, iar difuzarea lor are loc prin difuzoare poroase;
- mijlocii, cu diametre de 1,5 - 3,0 mm, însuflarea aerului se face prin tuburi perforate;
- mari, rezultate în urma distribuirii aerului fie prin conducte sau plane perforate, fie prin ajutaje.

Dimensiunea bulelor depinde de intensitatea aerării.

Pentru evitarea formării de spații fără circulație de apă pereții bazinelor sunt prevăzuți cu vute, înălțimea acestora fiind de 30 - 50 cm, iar înclinarea lor de 45°.

Radierul bazinelor poate fi plan sau în formă de dinți de fierstru.

Bazinele cu radierul în formă de dinți de fierstru au așezate între dinți corpuri poroase, prin care aerul în bule fine se răspândește în bazin. Până la suprafața apei, bulele transferă oxigenul apei, realizând în același timp și amestecul

în molului activ cu apă uzată. Suprafața ocupată de corpurile poroase nu trebuie să depășească 15-20% din suprafața radiatorului.

La bazinele cu radiator plan, corpurile poroase sunt amplasate lângă unul din pereții bazinului, realizându-se un curent în spirală (fig.11.3).

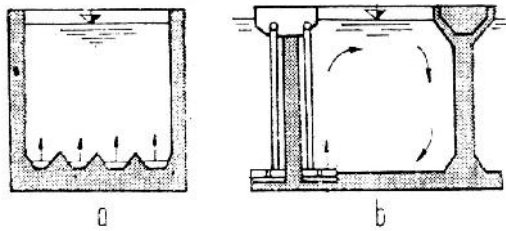


Fig.11.3 - Bazine de aerare:
a- cu radiere în formă de dinți de fier stru;
b- cu radiator plan

Corpurile poroase se execută în diferite forme constructive și dimensiuni:

- plăci poroase - cu dimensiuni 300 × 300 × 25...40 mm, ce se amplasează pe radiatorul bazinului (fig.11.4);
- difuzoare poroase de tip (fig.11.5), se montează direct pe conductele de pe radiator, avantajul acestora constând în mișcarea elicoidală indusă de curentul de aer amestecat în masa de apă din bazin;
- difuzoare poroase de tip tubular (fig.11.6) se amplasează la 50 - 70 cm față de radiatorul bazinului, în grupuri de câte 8 pe un braț basculant. Toate componentele sunt executate din materiale rezistente la coroziune. Bulele realizate sunt medii, iar debitul de aer este între 5 - 15 m³/or (pe bucat);

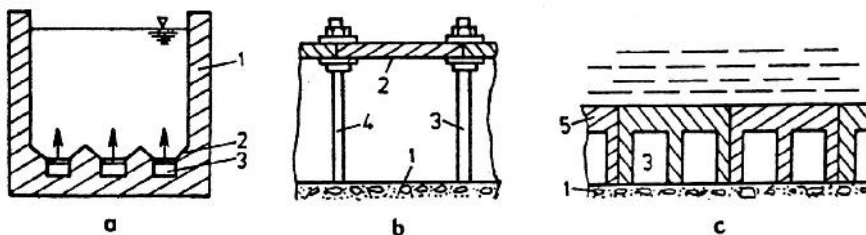


Fig.11.4 - Bazine de aerare cu plăci poroase:
a- bazin cu dinți de fier stru și plăci poroase; b- detaliu de montaj a plăcilor poroase pentru un bazin cu radiator orizontal; c- detaliu de montaj a corpurilor poroase amplasate pe radiator orizontal; 1- bazin din beton armat; 2- placă poroasă; 3- canal de aer comprimat; 4- bol de montaj; 5- corp poros tip bloc

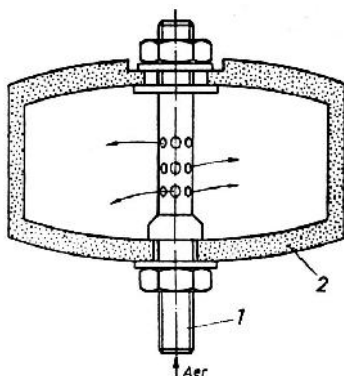


Fig.11.5 - Difuzor poros de tip Dom:
1- urub de fixare în conducta de aer; 2- corp poros

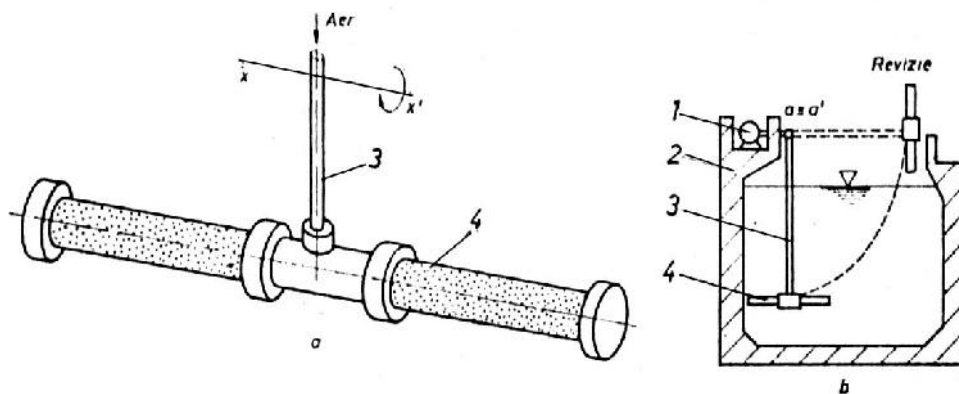


Fig.11.6 - Bazin de aerare cu difuzor poros tubular:
a- pozi ie de reglare i de revizie; b- detaliu difuzor poros; 1- conduct de aer comprimat; 2- bazin; 3- tij ; 4- difuzor

- difuzoare poroase de tip disc (fig.11.7), executate din materiale plastice, la diametre între 150 - 300 mm, conduc la ob inerea bulelor de aer mari, pentru debite de 2 - 5 m³/or i disc;

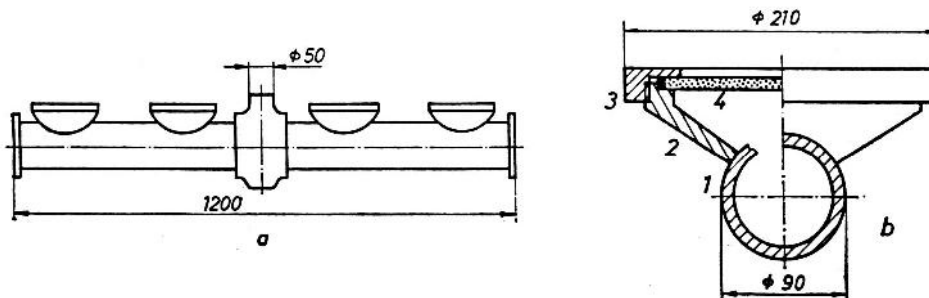


Fig.11.7 - Difuzor poros de tip disc:
a- difuzoare de tip disc montate pe bra ; b- detaliu difuzor; 1- conduct de aer comprimat; 2- corp; 3- capac; 4- disc poros

- difuzoare cu orificii de tip INKA (fig.11.8), alc tuite din duze montate pe o conduct orizontal plasat la o adâncime medie în bazin de 0,6 - 0,9 m. Duzele au diametrul de 1 - 7 mm; pentru evitarea înfund rii orificiilor duzele se monteaz în partea inferioar a conductei orizontale cu direc ia de insuflare a aerului spre radier.

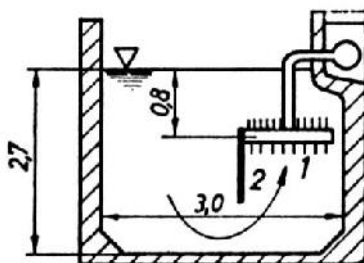


Fig.11.8 - Tuburi perforate de tip INKA:
1-difuzor; 2-ecran

Pentru realizarea corpurilor poroase pot fi folosite betoane speciale, materiale ceramice, materiale plastice, metale poroase.

Toate acestea trebuie s fie rezistente la uzur i coroziune. Dimensiunea medie a porilor este între 5 - 100 micrometri.

Debitul de aer necesar este în funcție de încălcarea cu materiale organice a apei și de eficiența de epurare ce trebuie realizată.

Echipamentul pentru purificarea aerului este necesar pentru protecția dispozitivelor de dispersie. Se recomandă ca aerul care trece prin difuzoarele poroase să nu conțină praf peste $0,015 \text{ mg/m}^3$.

Pentru reținerea impurităților din aer se folosesc filtre uscate, filtre umede sau electrofiltre.

Condițiile de purificare impuse aerului sunt mai puțin severe pentru instalațiile cu tuburi perforate.

La amplasarea tuburilor în lichid trebuie verificată flotabilitatea acestora în special în cazul materialelor plastice ușoare. În cazul plutirii, acestea se lestează corespunzător pentru menținerea cotei de imersiune.

Pe conductele principale de aer se montează robinete de izolare, debitmetre, manometre, supape de siguranță etc.

Bazine cu aerare mecanic

În aceste bazine, executate din beton armat, amestecul apei de canalizare și al nămolului se face cu mijloace mecanice, acestea realizând în același timp și aportul de oxigen necesar.

În funcție de echipamentul mecanic folosit, bazinele cu aerare mecanic sunt cu perii de aerare și cu aeratoare mecanice cu rotor.

Forma bazinelor aerate cu perii este alungită, suprafețele transversale fiind între $2,5$ și 15 m^2 . Peria de aerare, deși constructiv aceeași, se utilizează în următoarele moduri:

a) amplasată la marginea bazinului de aerare, paralel cu peretele vertical și pe jumătate imersate, rotindu-se în jurul axei orizontale, perii Kesener (fig.11.9)

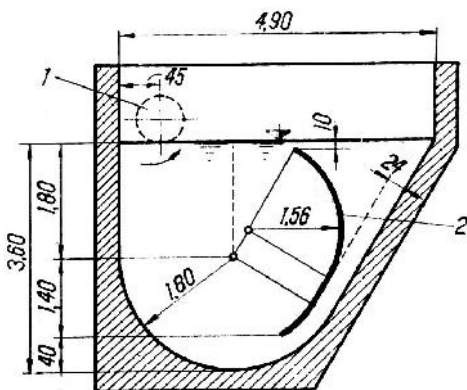


Fig.11.9 - Bazin cu aerator mecanic cu perii:
1- perie Kesener;
2- perete de direcționare a curentului

Pentru favorizarea apariției vitezelor superioare în zona radierului se realizează un perete vertical care accelerează mișcarea în zona inferioară a bazinului;

b) plasate transversal într-un canal de mică adâncime, rotindu-se în jurul axei orizontale (fig.11.10);

c) amplasate pe flotoare (fig.11.11) în sistem de epurare biologică naturală, cu posibilitatea mării suprafeței active prin rotirea întregului ansamblu în jurul unui ax vertical.

În fig.11.12 se prezintă diferite tipuri constructive de perii de aerare cu elemente active de tipul unor pale continue sau cu palete tip segment. Poziția radială a fiecărei pale este decalată cu 30° în raport cu precedenta.

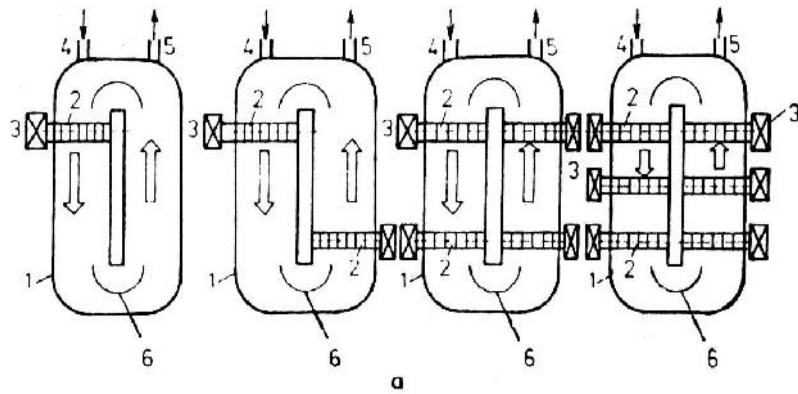


Fig.11.10 - an uri de oxidare cu perie de aerare în diverse variante de instalare:

a- diverse an uri de oxidare; b- sec iune prin an ul de oxidare; 1- an de oxidare;

2- perie de aerare; 3- electromotor; 4- admisie ap uzat ; 5- evacuare ap tratat

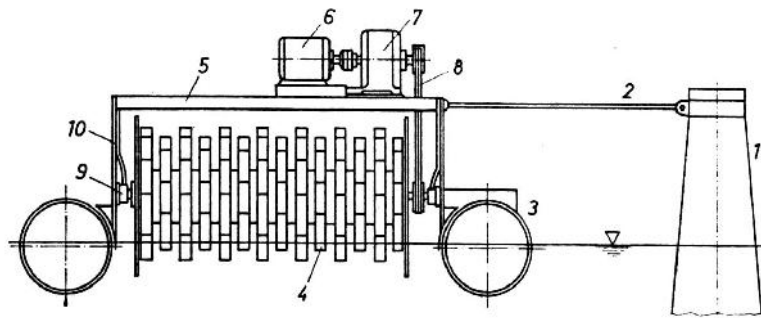
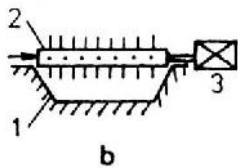


Fig.11.11 - Perie de aerare amplasat pe flotor:

1- povot fix; 2- bra de ancorare cu posibilitate de rota ie; 3- flotor cilindric;
4- perie de aerare; 5- cadru; 6- motor; 7- reductor; 8- antrenatre cu lan ;
9- lag r; 10- instala ie de ungere

Periile de aerare sunt mai pu in utilizate în sta iile de epurare, în compara ie cu aeratoarele mecanice de suprafa , datorit performan elor mai reduse i a vitezelor mai mici induse în masa de ap .

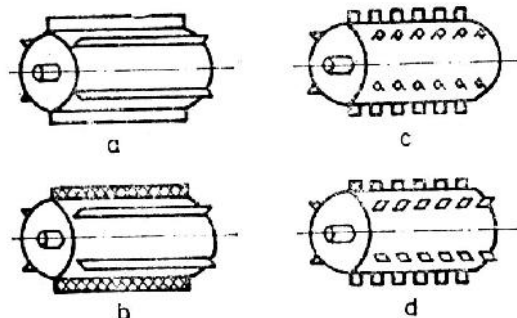


Fig.11.12 - Periile de aerare: a- perie cu pal continu ; b- perie cu pal tip plas
c- perie cu corniered- perie cu palete tip segment

Bazinele cu aeratoare mecanice cu rotor (fig.11.13, fig.11.14).

Forma în plan a unui bazin cu aerator mecanic cu rotor este p trat , dac num rul de aeratoare este mai mare, bazinul are forma unui canal, a c rui l ime este egal cu latura p tratului corespunz toare amplas rii unui singur aerator. În

lungul bazinului spațiile corespunzătoare unui singur aerator sunt de obicei separate prin pereți transversali direcției de curgere a apei, și au la partea de jos fante pe toată lățimea bazinului. Aeratoarele mecanice cu rotor trebuie să realizeze în apropierea radiatorului o viteză minimă de 0,15 m/s.

În cazul când apa de canalizare conține substanțe organice biorezistente sau substanțe anorganice care trebuie eliminate prin oxidare se folosesc procedee speciale de oxidare chimică.

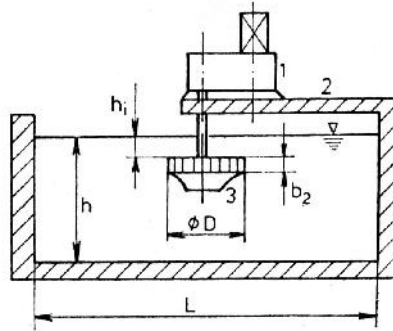


Fig.11.13 - Bazin de aerare echipat cu aerator mecanic:
1- grup de antrenare; 2- pasarel ; 3- rotor

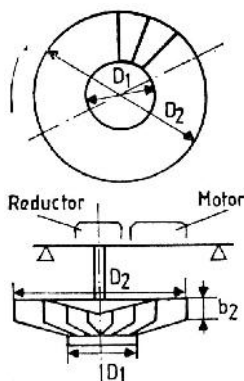


Fig.11.14 - Aerator mecanic cu rotor

Astfel pot fi eliminate: fierul, sulfurile, cianurile, detergenții, fenolii, produse fitofarmaceutice etc.

Oxidarea chimică se poate realiza cu oxigen pur, oxigen activ, oxigen molecular ozon sau prin oxidarea cu clor, cu peracizi, sau oxidare electrochimică.

11.2. Decantoare secundare

Decantoarele secundare constituie o componentă importantă a epurării biologice.

Elementele în membrana biologică sau flocoanele de n mol activ, evacuate odată cu apa din filtrele biologice sau din bazinele cu n mol activ.

N molul din decantoarele secundare este ușor, are un conținut mare de apă dacă rămâne un timp mai îndelungat în decantoarele secundare, bulele de azot care se formează prin procesul de reducere îl ridică la suprafață și este greu de evacuat. Din acest motiv, evacuarea n molului din decantoarele secundare trebuie realizată în mod continuu.

Sunt recomandate decantoarele verticale la stații mari de epurare se recurge la decantoare radiale sau longitudinale.

Constructiv, aceste tipuri de decantoare sunt similare cu cele primare.