

Acest dosar este prezentat exclusiv pentru informare.
Stimate cititor!

Daca DVS doriti sa copiat acest dosar, el urmeaza a fi inlaturat fara intirziere, imediat dupa ce ati facut cunostinta cu continutul lui.

Copiind si pastrind dosarul in cauza,
DVS va asumati toata responsabilitatea
in conformitate cu legislatia in vigoare.

Toate drepturile de autor asupra dosarului dat
se pastreaza dupa detinatorul de drept.

Orice utilizare in scopuri comerciale sau alte
scopuri, cu exceptia utilizarii 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 spiritualitatii
cititorilor si serveste drept reclama a editiilor de
hirtie a acestor documente.

Pof. dr. ing. MIHAI GIURCONIU
Pof. dr. ing. ION MIREL
Conf. dr. ing. ADRIAN CARABEȚ
Șef lucr. dr. ing. DUMITRU CHIVEREANU
As. ing. CONSTANTIN FLORESCU
As. ing. CRISTIAN STĂNILOIU

CONSTRUCȚII ȘI INSTALAȚII HIDROEDILITARE

EDITURA DE VEST
TIMIȘOARA, 2002

PARTEA ÎNTÂI

ALIMENTĂRI CU APĂ

CAPITOLUL 1

SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ

1.1. SCHEME DE ALIMENTĂRI CU APĂ

Alimentarea cu apă a unui centru populat, în cazul general, cuprinde construcții pentru captarea, tratarea, înmagazinarea, aducțiunea, distribuția și pomparea apei.

Schema de alimentare cu apă a unui centru populat din zona de câmpie este prezentată în figura 1.1. În malul râului sunt prevăzute construcțiile de captare *LC*. Stația de pompare *SPC* este amplasată după captare și ridică apa la stația de tratare *ST*. După ce își îmbunătățește proprietățile în stația de tratare, apa trece în rezervorul îngropat *RI*.

Pompele de distribuție din stația de pompare *SPD*, trimit apa tratată din rezervorul îngropat la castelul de apă *C*, prin conductele de transport *LA*. Apa trece apoi în rețeaua de distribuție *RD*, care face parte din sistemul de distribuție.

Rezervorul îngropat este o construcție de înmagazinare și constituie un depozit intermediar între stația de tratare, care poate funcționa în flux continuu și stația de pompare de distribuție, care poate funcționa și intermitent. Castelul de apă face parte tot din categoria construcțiilor de înmagazinare având rolul de a stoca apa în rezervor când debitul de apă furnizat de stația de pompare este mai mare decât debitul consumat în rețeaua de distribuție, sau de a completa debitul atunci când pompele de distribuție funcționează cu un debit mai mic decât cel necesar în rețea.

Liniile piezometrice (de sarcină) indică presiunea în diferite instalații. Nivelurile cele mai defavorabile pentru pompe sunt N_1 și N_2 , respectiv N_3 și N_4 . Pompele se pot amplasa și în aceeași clădire.

Schema de alimentare cu apă de izvor a unui centru populat amplasat într-o vale este redată în figura 1.2. Diferența H_1 dintre cotele terenului din

punctele extreme de consum din centrul populat, este mai mică de 30...40 m, iar în

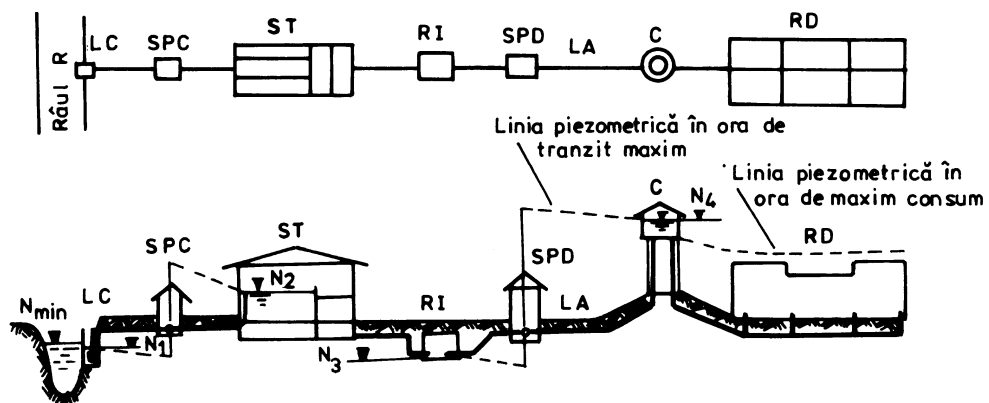


Fig 1.1. Schema de alimentare cu apă de râu.

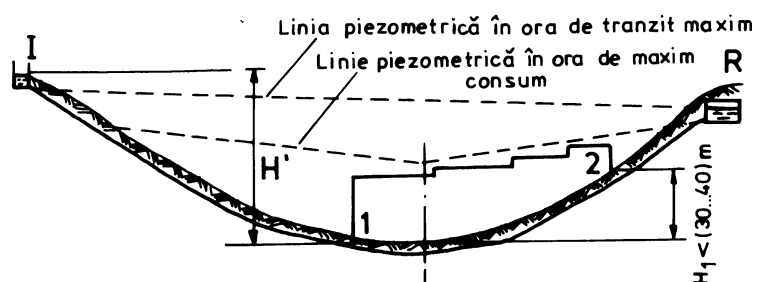


Fig.1.2. Schema de alimentare cu apă de izvor.

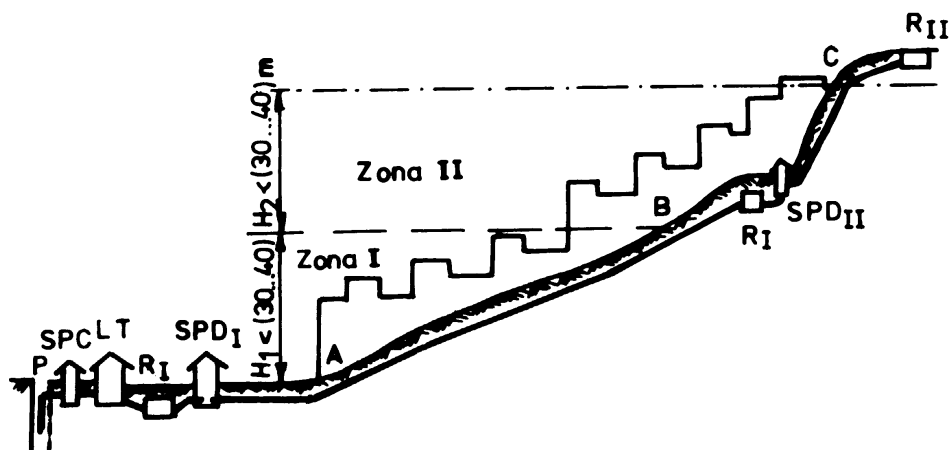


Fig. 1.3. Schema de alimentare cu apă pe zone.

punctele defavorabile există clădiri cu 1...5 etaje.

Izvorul *I* trimite apă de calitate ireproșabilă în mod constant în rețeaua de distribuție. Conducta de aducțiune trece prin rețeaua de distribuție și face parte din această rețea pe traseul 1-2.

Contrarezervorul *R* reglează debitele și presiunile din rețea. În anumite ore din zi debitul izvorului este mai mare decât consumul din rețeaua de distribuție și atunci surplusul de apă trece în contrarezervor. Acest surplus de apă trece de la contrarezervor la rețeaua de distribuție în orele în care izvorul nu poate acoperi singur tot consumul de apă din rețeaua de distribuție. În contrarezervor se înmagazinează și apă pentru incendii.

Pe traseul de la *R* la 2 conducta poate fi simplă sau dublă. Valoarea *H'* nu trebuie să depășească 60 m col. apă, pentru ca să nu se deterioreze instalațiile interioare din clădiri și să nu se producă pierderi prea mari de apă, la valori mai mari utilizându-se conducte și armături corespunzătoare.

Schema de alimentare cu apă a unui centru populat amplasat pe versantul unei văi este prezentată în figura 1.3. În acest caz, diferența cotelor terenu-lui punctelor extreme locuite *A* și *C* din rețeaua de distribuție este mai mare de 30 ...40 m. Apa din puțurile *P* este trimisă de pompele de captare la stația de tratare și de aici la rezervorul îngropat *RI*.

Rețeaua de distribuție se împarte în zone de presiune pe verticală (zona *I* între *A* și *B* și zona *II* între *B* și *C*), fiecare zonă tratându-se ca unitate independentă. Alimentarea zonelor fiind prevăzută în serie, apa este trimisă prin intermediul stației de pompare de treapta întâi *SPD_I* pentru consum în zona *I* și pentru acumulare în *R_I*, care este rezervor de compensare pentru zona *I* și de acumulare pentru zona *II*. Apa din rezervorul *R_I* este trimisă pentru consum în zona *II* prin intermediul stației de pompare de distribuție *SPD_{II}*, a zonei *II*. Zona de sus are rezervorul de compensare *R_{II}*, dar se poate alimenta și cu hidrofoare. Alimentarea zonelor se poate face și în paralel, când de la *SPD_I* pleacă câte o conductă pentru fiecare zonă. Se pot face zonări și pe orizontală.

În cazul alimentărilor cu apă cu caracter regional, de la o singură sursă se rezolvă alimentarea cu apă a mai multor comune sau orașe vecine, nu prea îndepărtate unele de altele și la care se poate prevedea un traseu comun de conductă de aducțiune.

1.2. PROPRIETĂȚILE APEI

Pentru a putea fi folosită în centrele populate sau în alte unități consumatoare, apa trebuie să îndeplinească anumite condiții de calitate, conform destinației.

În funcție de substanțele minerale, de substanțele organice, de gazele și de microorganismele pe care le poate conține, se analizează apa din punct de vedere al proprietăților: organoleptice (miros și gust), fizice (reacție, culoare, turbiditate etc), chimice (compuși azotoși, clor, duritate, fier, reziduu fix, substanțe organice etc.), radioactive, bacteriologice și biologice conform STAS 1342-91.

Mirosul se datorește substanțelor minerale (H_2S din pirite, de exemplu), sub-stanțelor organice în descompunere (putregaiuri, mucegaiuri, nămol etc.) și micro-organismelor vii (alge, protozoare etc.).

Gustul se datorește gazelor culese din atmosferă sau din pământ și substanțelor minerale și organice dizolvate. Proba gustului se face la temperatura de 7... 12°C, la locul captării. Valorile admise ale indicatorilor organoleptici ai apei potabile sunt date în tabelul 1.1. La gradația 2 mirosul și gustul sunt perceptibile numai de un consumator experimentat.

Reacția apei este proprietatea apei de a fi acidă, bazică sau neutră, în funcție de substanțele minerale dizolvate.

Dacă se notează cu pH potența hidrogenului ca valoare negativă a logaritmu-lui concentrației ionilor de hidrogen, conform relației:

$$pH = \log \frac{1}{[H^+]} = -\log[H^+] = -\log 10^{-7} = 7, \quad (1.1)$$

apa cu $pH=7$ este neutră, apa cu $pH<7$ este acidă, iar apa cu $pH>7$ este bazică. În 10^7 litri de apă neutră se găsește un ion-gram H^+ . O apă acidă este corozivă atacând conductele uneori până la perforare.

Culoarea este dată de substanțele minerale și organice în soluție (culoarea permanentă) sau în suspensie (culoarea trecătoare) și se determină în grade de culoare GC (un grad de culoare în scara platino-cobalt corespunzând soluției de 1 mg/dm³ platină).

Turbiditatea este dată de substanțele minerale și organice în suspensie și se determină în grade de turbiditate GT, unui conținut în suspensii în cantitate echivalentă cu 1 mg/dm³ SiO_2 corespunzându-i un grad de turbiditate.

Compușii azotoși pot avea proveniență anorganică, când rezultă din procese mecano-chimice, sau proveniență organică, când rezultă din acțiunea unor microorganisme asupra substanțelor organice din apă. Compușii de proveniență organică indică existența contactului apei cu focare de infecție sau cu ape de

Tabelul 1.1

Indicatori organoleptici

Indicatori	Valori admise	Valori admise excepțional	Metode de analiză
Miros, grade, maximum	2	2	STAS 6324-61
Gust, grade, maximum	2	2	STAS 6324-61

canalizare.

Clorul în cantități mari poate da apei gust amarui, fiind dăunător și fierului pe care îl atacă, în special când duritatea temporară este mică.

Duritatea se datorește sărurilor de calciu și magneziu și poate fi temporară sau permanentă, suma acestor durități dând duritatea totală. Duritatea temporară este dată de sărurile acidului carbonic cu calciu sau magneziu, în special de bicarbonații solubili, care se transformă în carbonați insolubili atunci când apa este fiartă:



iar carbonații insolubili se depun. Duritatea permanentă este dată de sărurile acizilor tari: clorhidric, sulfuric, azotic sau fosforic, cu calciu sau magneziu.

Duritatea se exprimă în grade, unui grad corespunzându-i 10 mg/l CaO.

O apă dură ajută nutriției, dezvoltă sistemul osos, întârzie fierberea legumelor, consumă mult săpun la spălarea rufelor, produce explozii la cazane și micșorări de secțiuni, prin crusta de carbonați depuși.

Indicatorii fizici ai apei potabile sunt prezentați în tabelul 1.2.

Fierul se găsește în apă sub formă de bicarbonați solubili sau sub formă de săruri ale acizilor sulfuric și humic. Apa cu mult fier se tulbură la contactul cu aerul, are gust neplăcut, produce depuneri de sedimente pe pereții conductelor și pătează în galben.

Reziduul fix la 105°C exprimă în mg/dm³ cantitatea de materii organice și minerale dizolvate în apă. Acesta se obține încălzind o probă de apă filtrată până la evaporare și uscând în continuare, la 105°C în etuvă, ceea ce rămâne.

Substanțele organice sunt de natură animală sau vegetală. Calcinând reziduul fix la 105°C, se obține reziduul de calcinare sau reziduul la roșu, care conține numai substanțe minerale, deoarece cele organice ard.

Concentrația admisă pentru indicatorii chimici ai apei potabile este prezentată în tabelul 1.3.

Tabelul 1.2

Indicatori fizici

Indicatori	Valori admise	Valori admise excepțional	Metode de analiză
Concentrația ionilor de hidrogen (pH)	6,5...7,4	maximum 8,5	STAS 6325-75
Conductivitatea electrică, mS/cm, maximum	1 000	3 000	STAS 7722-84
Culoare, grade, maximum	15	30	STAS 6322-61
Turbiditate, grade sau unități de turbiditate de formazină, maximum	5	10	STAS 6323-88

Tabelul 1.3

Indicatori chimici

Indicatori	Concentrația		Metode de analiză
	admisă	admisă excepțional	
1	2	3	4
Amine aromatice (fenil - B - naftalină), mg/dm ³ , maximum	0	-	STAS 11139-78
Aluminiu (Al ³⁺), mg/dm ³ , maximum	0,05	0,2	STAS 6326-90
Amoniac (NH ₄ ⁺), mg/dm ³ , maximum	0	0,5*	STAS 6328-85
Arsen (As ³⁺), mg/dm ³ , maximum	0,05	-	STAS 7885-67
Azotați (NO ₃ ⁻), mg/dm ³ , maximum	45	-	STAS 3048/1-77
Azotiți (NO ₂ ⁻), mg/dm ³ , maximum	0	0,3*	STAS 3048/2-90
Cadmium (Cd ²⁺), mg/dm ³ , maximum	0,005	-	STAS ISO 5961 STAS 11184-78
Calciu (Ca ²⁺), mg/dm ³ , maximum	100	180	STAS 3662-62
Cianuri libere (CN ⁻), mg/dm ³ , maximum	0,01	-	STAS 10847-77
Clor rezidual în apa dezinfectată prin clorinare (Cl ₂), mg/dm ³ ** -la consumator -clor rezidual liber -clor rezidual total -la intrarea în rețea -clor rezidual liber, maximum -clor rezidual total, maximum	0,10...0,25 0,10...0,28 0,50 0,55	- - - -	STAS 6364-78

Cloruri (Cl^-), mg/dm^3 , maximum	250	400	STAS 3049-88
Compuși fenolici distilabili ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$), mg/dm^3 , maximum	0,001	0,002	STAS 10266-87
Crom (Cr^{6+}), mg/dm^3 , maximum	0,05	-	STAS 7884-67
Cupru (Cu^{2+}), mg/dm^3 , maximum	0,05	0,10	STAS 3224-69
Detergenți sintetici, anionici, mg/dm^3 , maximum	0,2	0,5	STAS 7576-66
Duritate totală, grade germane, maximum	20	30	STAS 3026-76

1	2	3	4
Fier total ($\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+}$), mg/dm^3 , maximum	0,1	0,3 ($\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+}$)	STAS 3086-68
Fluor (F^-), mg/dm^3 , maximum	1,2	-	STAS 6673-62
Fosfați (PO_4^{3-}), mg/dm^3 , maximum	0,1	0,5	STAS 3265-86
Hidrocarburi policiclice aromatice, mg/dm^3 , maximum	0,01	-	***
Magneziu (Mg^{2+}), mg/dm^3 , maximum	50****	80	STAS 6674-77
Mangan (Mn^{2+}), mg/dm^3 , maximum	0,05	0,3 ($\text{Mn}^{2+} + \text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+}$)	STAS 3264-81
Mercur (Hg^{2+}), mg/dm^3 , maximum	0,001	-	STAS 10267-89
Nichel (Ni^{2+}), mg/dm^3 , maximum	0,1	-	***
Oxygen dizolvat (O_2), mg/dm^3 , maximum	6	6	STAS 6536-87
Pesticide (insecticide organoclorurate, organofosforice, carbonice, erbicide), mg/dm^3 , maximum -fiecare componentă -suma tuturor componentelor din fiecare clasă	0,1 0,5	- -	STAS 12650-88
Plumb (Pb^{2+}), mg/dm^3 , maximum	0,05	-	STAS 6362-85
Reziduu fix, mg/dm^3 -minim	100	30	STAS 3638-76

-maxim	800	1200	
Seleniu (Se^{2+}), mg/dm ³ , maximum	0,01	0,01	STAS 12663-88
Substanțe organice oxidabile -prin metoda cu permanganat de potasiu, exprimate în: -CCO-Mn(O ₂) -permanganat de potasiu (KMnO ₄) -prin metoda cu dicromat de potasiu, CCO-Cr(O ₂)	2,5 10 3	3,0 12 5	STAS 3002-85
Sulfati (SO_4^{2-}), mg/dm ³ , maximum	200	400	STAS 3069-87
Sulfuri și hidrogen sulfurat (HS^-), mg/dm ³ , maximum	0	0,1*	STAS 7310-66
1	2	3	4
Trihalometani, mg/dm ³ , maximum -total -din care clorofom (CHCl_3)	0,1 0,03	- -	****
Uraniu natural, mg/dm ³ , maximum	0,021	-	STAS 12130-82
Zinc (Zn^{2+}), mg/dm ³ , maximum	5	7	STAS 6327-81

* Valorile sunt valabile numai pentru ape din surse subterane, provenite de la adâncimi mai mari de 60 m, neclorizate cu condiția ca apa să fie corespunzătoare din punct de vedere bacteriologic;

** Clorul rezidual liber trebuie să reprezinte minimum 80 % din clorul rezidual total;

*** În cazul când concentrația sulfatilor (SO_4^{2-}) depășește 250 mg/dm³, concentrația maximă admisă pentru magneziu (Mg^{2+}) este de 30 mg/dm³.

**** Metodele de analiză sunt conform instrucțiunilor Ministerului Sănătății.

Radioactivitatea este proprietatea apei de a emite spontan radiații corpusculare (α , β) sau electromagnetice (γ) datorită dezintegrării unor elemente cu atomi grei din ea.

Valorile maxime admise pentru indicatorii radioactivi corespund unui aport al apei potabile la doza pentru populație de 5 mrem/an (0,05 mSv/an) la un consum zilnic de 2 dm³ de apă.

Activitatea globală alfa și beta, maxim admisă, se stabilește în funcție de aportul însumat maxim al radionuclidului radiu 226 alfa radioactiv și al radionuclidului stronțiu 90 beta radioactiv este prezentată în tabelul 1.4.

În cazul în care concentrațiile admise pentru alfa și beta sunt depășite, este necesară determinarea activității specifice a radionuclizilor prevăzuți în tabelul 1.5.

Tabelul 1.4

Concentrația maximă admisă pentru radioactivitatea globală la apa potabilă

Activitatea globală*	Concentrația, în bq/dm ³ **		Metoda de analiză
	admisă	admisă excepțional	
-alfa	0,1	3	STAS 10447/1-83
-beta	0,8	20	STAS 10447/2-83

* Nu include concentrația radonului și tritiului;

** 1 bq=27 pCi.

Tabelul 1.5

Concentrația maximă admisă a radionuclizilor în apa potabilă

Radionuclid izolat	Concentrația, în bq/dm³		Metoda de analiză
	admisă	admisă excepțional	
Radionuclid natural			
Hidrogen 3 (tritiu)	4000	-	STAS 12293-85
Potasiu 40*	13,42	-	STAS 11592-83
Radon 222	300	-	STAS 12031-84
Radiu 226	0,088	0,5	STAS 10447/3-85
Radiu 228	0,1	-	**
Plumb 210	0,025	0,4	STAS 12435-85
Poloniu 210	0,136	-	STAS 12444-86
Uraniu natural***	0,59	1	STAS 12130-82
Toriu natural****	0,04	0,1	STAS 12130-82
Radionuclid artificial*****			
Cobalt 58	60	-	**
Cobalt 60	10	-	**
Stronțiu 89	30	53	**
Stronțiu 90	0,55	-	STAS 12038-81
Iod 129	0,6	-	**

Iod 131	5	530	STAS 12218-84
Cesiu 134	4	-	**
Cesiu 137	5	600	STAS 12303-85
Americiu 241	0,1	-	**
Plutoni 239	0,024	2,3	**

* 1 mg potasiu are activitatea de 0,31 bq;

** Metodele de analiză sunt conform instrucțiunilor Ministerului Sănătății;

*** 1 mg uraniu natural (conține toți izotopii săi naturali) are activitatea de 25,35 bq;

**** 1 mg toriu natural are activitatea de 0,041 bq;

***** Prezența radionuclizilor artificiali nu este permisă în sursele subterane de apă potabilă.

Activitatea specifică admisă a fiecărui radionuclid prezent în apa potabilă este prezentată în tabelul 1.5.

Atunci când în apă există mai mulți radionuclizi, trebuie respectată relația:

$$\frac{A_1}{A_{s1}} + \frac{A_2}{A_{s2}} + \dots + \frac{A_i}{A_{si}} \leq 1, \quad (1.3)$$

în care: $A_1, A_2, \dots, A_i$ reprezintă activitatea specifică a radionuclidului 1, 2, ..., i, în

Tabelul 1.6

Indicatori bacteriologici

Felul apei potabile	Numărul total de bacterii care se dezvoltă la 37°C/cm³ (UFC/cm³)*	Numărul probabil de bacterii coliforme (coliformi totali)/ 100 cm³	Numărul probabil de bacterii coliforme termotolerante (coliformi fecali)/ 100 cm³	Numărul probabil de streptococi fecali/ 100 cm³	Metoda de analiză
Apă furnizată de instalații centrale urbane și rurale cu apă dezinfectată: -punct de intrare în rețea -punct din rețeaua de distribuție	sub 20 sub 20	0 0**	0 0	0 0	STAS 3001-91
Apă furnizată de instalații centrale urbane și rurale cu apă nedezinfectată: -punct de intrare în rețea	sub 100	Sub 3	0	0	

-punct din rețeaua de distribuție	sub 100	sub 3***	0	0
Apă furnizată din surse locale (fântâni, izvoare etc.)	sub 300	Sub 10	sub 2	sub 2

* UFC -unități formatoare de colonii;

** În 95 % din probele analizate în cursul anului, în cazul debitelor mari și a unui număr suficient de recoltări. Ocazional, fără a depăși 5 % din probele analizate și niciodată în recoltări consecutive, se admite maximum 3/100 cm³;

*** În 95 % din probele analizate în cursul anului, în cazul debitelor mari și a unui număr suficient de recoltări. Ocazional, fără a depăși 5 % din probele analizate și niciodată în recoltări consecutive, se admit sub 10/100 cm³.

Observație: Indicatorii bacteriologici prevăzuți în tabelul 1.6 nu sunt limitativi, aceștia putând fi completați cu condiția să fie aprobați de către Ministerului Sănătății.

apa potabilă, în bq/dm³; $A_{s1}, A_{s2}, \dots, A_{sj}$ - activitatea specifică admisă pentru radio-nuclizii 1, 2, ..., i, în apa potabilă, în bq/dm³.

Caracteristicile bacteriologice sunt determinate de bacteriile din apă, care pot fi patogene sau nepatogene. Nu se admit în apa potabilă bacterii patogene,

deoarece pot produce boli ca: febra tifoidă, holera, dezinteria etc. În tabelul 1.6

se prezintă indicatorii bacteriologici admiși în apa potabilă. Bacteriile nepatogene se admit în număr mic, deoarece pot produce boli prin cantitatea de toxine conținute.

Caracteristicile biologice sunt determinate de prezența unor organisme și particule abiotice care împreună alcătuiesc sestonul. Concentrațiile admise pentru caracteristicile biologice ale apei potabile se dau în tabelul 1.7. În industrie se cer condiții în funcție de procesul tehnologic.

Modul de luare și conservare a probelor de apă pentru determinarea caracteristicilor fizice, chimice și biologice sunt stabilite de STAS 28852-87. Buletinele de analiză ale apei se întocmesc de laboratoarele de specialitate.

Tabelul 1.7

Indicatori biologici

Indicatori	Concentrații admise	Metode de analiză
Volumul sestonului obținut prin filtrare prin fileu planctonic, cm ³ /m ³ , maximum: -în instalații centrale -în instalații locale	1 10	
Organisme animale, vegetale și particule	lipsă	

vizibile cu ochiul liber		STAS 6329-90
Organisme animale microscopice, număr/dm ³ , maximum	20	
Organisme care prin înmulțirea în masă modifică proprietățile organoleptice sau fizice ale apei la 100 dm ³	lipsă; se admit exemplare izolate în funcție de specie*	
Organisme indicatoare de poluare	lipsă	
Organisme dăunătoare sănătății; ouă de geohelminiții, chisturi de giardia, protozoare intestinale patogene	lipsă	

* Organisme care se admit în exemplare izolate se vor stabili de către Ministerul Sănătății.

1.3. CANTITĂȚILE APEI DE ALIMENTARE

Necesarul de apă potabilă pentru localități cuprinde total sau parțial, conform STAS 1343/1-95, următoarele categorii de apă:

- apă pentru nevoi gospodărești: băut, preparare hrană, spălatul corpului, spălatul vaselor, curățenia locuinței, utilizarea WC-ului, precum și pentru creșterea animalelor de pe lângă gospodăriile proprii ale locuitorilor;
- apă pentru nevoi publice, unități de învățământ de toate gradele, creșe, spitale, policlinici, băi publice, cantine, cămine, hoteluri, restaurante, magazine, cofetării, unități pentru distribuirea locală a băuturilor răcoritoare, fântâni de băut apă, completare la fântânile ornamentale, dacă nu sunt alte surse etc.;
- apă pentru stropitul spațiilor verzi;
- apă pentru stropitul străzilor, spălatul piețelor și străzilor, când nu se poate altfel, apa va fi luată din rețeaua de apă potabilă, total sau parțial;
- apă necesară pentru unități industriale: apă pentru nevoile igienico-sanitare și apă pentru procesele tehnologice ce necesită apă potabilă, când aceasta nu poate fi asigurată din surse proprii;
- apă pentru nevoi proprii ale sistemului de alimentare cu apă (preparare reactivi, evacuare nămol, spălare filtre, spălare aducțiuni, rezervoare, rețea etc.);
- apă pentru spălarea periodică a rețelei de canalizare: de regulă apa nu va fi potabilă decât în cazuri bine justificate;
- apă necesară pentru combaterea incendiului.

În conformitate cu STAS 1343/1-95, debitele caracteristice care se utilizează pentru localitățile țării noastre sunt următoarele:

a) debitul zilnic mediu, Q_{zimed} , reprezentând media volumelor de apă utilizate zilnic în cursul unui an:

$$Q_{zimed} = \frac{1}{1000} \sum_{k=1}^n \left[\sum_{i=1}^m N(i) \cdot q_s(i) \right]_k \text{ în m}^3/\text{zi}; \quad (1.4)$$

b) debitul zilnic maxim, $Q_{zi\max}$, reprezentând valoarea maximă a volumelor de apă utilizate zilnic în cursul unui an:

$$Q_{zi\max} = \frac{1}{1000} \sum_{k=1}^n \left[\sum_{i=1}^m N(i) \cdot q_s(i) \cdot k_{zi}(i) \right]_k \text{ în m}^3/\text{zi}; \quad (1.5)$$

c) debitul orar maxim, Q_{oramax} , reprezentând valoarea maximă a volumelor de apă utilizate zilnic în cursul unui an:

$$Q_{oramax} = \frac{1}{1000} \frac{1}{24} \sum_{k=1}^n \left[\sum_{i=1}^m N(i) \cdot q_s(i) \cdot k_{zi}(i) \cdot k_o(i) \right]_k \text{ în m}^3/\text{h}, \quad (1.6)$$

în care: $N(i)$ este numărul de utilizatori, consumatori fizici de apă (locuitori, elevi, animale) sau unități specifice de produs pentru care se folosește apa (metru pătrat spațiu verde, litru lichid îmbuteliat, tone pâine fabricată etc.); $q_s(i)$ - debitul specific sau cantitatea medie zilnică de apă necesară unui consumator pentru o activitate normală, în l/om·zi; $k_{zi}(i)$ - valoarea maximă a abaterii valorii consumului zilnic; $k_o(i)$ - valoarea maximă a abaterii valorii consumului orar; k - indice referitor la categoria necesarului de apă; i - indice referitor la tipul consumatorului.

În cazul în care nu se dispune de date suficiente, aprecierea numărului de locuitori dintr-o localitate cu dezvoltare normală se poate face cu relația:

$$N(i) = N_0(1 + 0,01p)^t \quad (1.7)$$

în care: $N(i)$ este numărul total al populației după o perioadă de timp de t ani pentru care se proiectează lucrările ($t=25$ ani pentru lucrări care nu se pot etapiza, $t=20$ ani pentru schema cadru și $t=10...15$ ani pentru lucrări care se pot etapiza); N_0 - numărul de locuitori la data efectuării calculului; p - procentul mediu de creștere a populației care se poate calcula în funcție de creșterea anterioară după datele recensămintelor și în lipsa acestora se poate lua comparativ cu centre populate asemănătoare de 1,2...1,4.

Valorile maxime ale abaterilor pentru coeficienții de neuniformitate a debitului zilnic, $k_{zi}(i)$, și a celui orar, $k_o(i)$, se calculează cu relațiile:

$$k_{zi}(i) = \frac{Q_{zi\max}(i)}{Q_{zimed}(i)}, \quad (1.8)$$

$$k_o(i) = \frac{Q_{o\max}(i)}{Q_{zi\max}(i)}. \quad (1.9)$$

Valorile debitelor specifice de apă pentru nevoile gospodărești (q_g) și cele publice (q_p) pot fi adoptate după datele din tabelul 1.8, atunci când nu pot fi justificate alte valori prin studii aprofundate.

În cazul când, în mod justificat, apa pentru stropit și spălat se asigură din rețeaua de apă potabilă, aceasta se calculează astfel:

- necesarul de apă pentru stropitul spațiilor verzi (q_{sv}) se poate calcula analitic sau se poate aprecia global ca o ploaie efectivă (25 l/m^2) la două săptămâni și 10 m^2 spațiu verde/cap locuitor sau $2 \text{ l/m}^2 \cdot \text{zi}$;

- necesarul de apă pentru stropitul străzilor și spălat piețe (q_{sp}) etc. se poate calcula analitic sau se poate aprecia în mod global la 5% din valorile prevăzute în tabelul 1.8 (coloana 4).

Necesarul de apă industrială (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 potabilă se calculează conform STAS 1478-90 pentru nevoile igienico-sanitare ale personalului (grupuri sanitare, cantină etc.). În această grupă poate fi introdusă și stația de epurare ca unitate consumatoare de apă.

Necesarul de apă pentru nevoile proprii ale sistemului de alimentare cu apă (q_t) se poate calcula analitic sau se poate exprima ca un spor al necesarului global pentru celelalte consumuri, astfel:

- pentru sistemul de alimentare cu apă la care sursa asigură apa potabilă, întreținerea sistemului este mai ușoară și deci necesarul suplimentar de apă este mic (1-2 %) și este suficient a considera $k_s=1,02$;

Tabelul 1.8

Norme de consum și coeficienții de neuniformitate ale debitului zilnic

Nr. crt.	Zone ale centrului populat diferențiate în funcție de gradul de dotare a clădirilor cu instalații de alimentare cu apă rece și caldă	$q_g(i)$ (l/om·zi)	$q_p(i)$ (l/om·zi)	$q_{sp}(i)$ (l/om·zi)	$k_{zi}(i)$
1	Zone în care apa se distribuie prin cișmele amplasate pe străzi	40	25	65	1,30/1,45
2	Zone în care apa se distribuie prin cișmele amplasate în curți	80	30	110	1,20/1,35
3	Zone cu gospodării având instalații interioare de apă rece și canalizare	140	30	170	1,20/1,35

4	Zone cu clădiri având instalații interioare de apă și canalizare, cu preparare locală a apei calde	210	85	295	1,15/1,30
5	Zone cu clădiri având instalații interioare de apă și canalizare, cu preparare centralizată a apei calde (inclusiv cele cu clădiri racordate la termoficare)	280	100	380	1,10/1,25

Observații:

1. Valorile k_{zi} de deasupra liniei sunt date pentru localitățile cu climă continentală temperată, iar cele de dedesubt sunt date pentru localitățile cu climă continentală excesivă. Definirea climei se face pe baza numărului anual (n) în medie multianuală a zilelor de vară (cu temperatura maximă măsurată $\geq 25^{\circ}\text{C}$), astfel: $n \leq 80$ - climă continentală temperată; $n > 80$ - climă continentală excesivă.

2. Valoarea pentru $q_p(i)$ poate fi majorată cu: până la 15 % pentru orașe cu populație mai mare de 300.000 locuitori și mai mică de 1.000.000 locuitori; până la 25 % pentru orașe cu populația mai mare de 1.000.000 locuitori.

3. Pentru stațiuni balneoclimaterice (inclusiv stațiunile de pe litoralul Mării Negre), valorile debitelor (q_g și q_p) se stabilesc pe bază analitică, în funcție de tipul acestora.

- pentru sistemul de alimentare la care apa, înainte de folosire, trebuie tratată în vederea îmbunătățirii calității se poate adopta, la apreciere, în funcție de complexitatea tratării și de tehnologia de funcționare a obiectelor componente, un spor de debit de aproximativ 5...8 % ($k_s=1,05...1,08$) din apa necesară, iar după stația de tratare sporul de debit este de 1...2 % ($k_s=1,02$).

Necesarul de apă pentru întreținerea rețelei de canalizare (q_c) se calculează în funcție de starea rețelei, sistemul de canalizare, relieful terenului etc. Se

poate aprecia și global la un spor de debit de 1...2 % din necesarul total. În cazul în care acest necesar se asigură cu apă de altă calitate, problema se tratează special.

Necesarul de apă pentru combaterea incendiului se calculează în funcție de debitul zilnic pentru refacerea rezervei de incendiu Q_{ri} .

Pierderile tehnic admisibile de apă din sistem pot fi tratate tot ca un necesar de apă. În mod curent pot fi exprimate ca un spor de debit la necesarul general de apă (k_p). Pentru sistemele care se proiectează și vor fi executate, se poate aprecia că pierderile nu vor fi mai mari de 8...10 % ($k_p=1,08...1,10$). Pentru sistemele existente, la care se fac extinderi sau crește gradul de confort, pierderile pot fi apreciate mai mari, funcție de starea rețelei de distribuție, în special ($k_p=1,10...1,25$). Procentele mai mari ale pierderilor de apă sunt considerate anormale și impun luarea unor măsuri corespunzătoare.

Coeficientul de variație zilnică (k_{zi}) se apreciază pentru fiecare tip de consum. În cazul când pentru unele tipuri de nevoi de apă nu pot fi justificate alte valori, acestea vor fi adaptate ca egale cu cele pentru consumul gospodăresc, conform tabelului 1.8.

Coeficientul de variație orară (k_o) se adoptă pentru fiecare tip de necesar de apă, iar când nu sunt alte valori justificate se poate alege, în funcție de numărul de locuitori ai centrului populat, conform tabelului 1.9.

Stingerea incendiilor se poate face, cu ajutorul apei, prin hidranți interiori și hidranți exteriori. Pentru clădiri speciale (teatre, biblioteci etc.) sau industrii pot fi prevăzute sisteme speciale (șprinclere, drencere etc.).

Apa pentru hidranții interiori trebuie să fie potabilă. Pentru hidranții exteriori, de regulă se folosește apă potabilă din rețea. În cazuri speciale pentru combaterea din exterior se poate folosi și altă calitate de apă prin mijloace se-parate (mașini, cisterne proprii, rezerve de apă, rețele separate etc.).

Numărul de incendii teoretic simultane se adoptă în funcție de mărimea localității, după valorile din tabelul 1.10.

Debitul pentru combaterea incendiului cu ajutorul hidranților interiori, Q_{ii} , (numărul jeturilor și tipurile de construcții, care sunt echipate cu hidranți interiori) și debitul pentru instalații speciale (Q_{is}) se adoptă conform STAS 1478-90.

În cazul în care nu sunt studii speciale, debitul hidranților exteriori (Q_{ie})

Tabelul 1.9

Valorile coeficientului de neuniformitate a debitului orar

Numărul total de locuitori ai centrului populat sau ai zonei considerate (N_i)	k_o	Numărul total de locuitori ai centrului populat sau ai zonei considerate (N_i)	k_o
≤ 500	2,80	15.000	1,35
1.000	2,20	25.000	1,30
1.500	2,00	50.000	1,25
3.000	1,75	100.000	1,20
7.000	1,50	≥ 100.000	1,15

Observații:

1. În cazul în care distribuirea apei se nu face continuu ci după un program de furnizare propriu, coeficientul k_o poate fi mărit pe bază de calcule justificative. Alimentarea discontinuă cu apă trebuie considerată provizorie.

2. Pentru valori intermediare ale numărului de locuitori coeficientul k_o se calculează prin interpolare liniară.

3. Coeficientul se determină în funcție de numărul de locuitori (N_i) din fiecare zonă de presiune a rețelei, debitele maxime fiind sumate corespunzător.

4. Pentru rețele mari de distribuție este recomandabil să se folosească un coeficient de variație orară proporțional cu numărul de utilizatori prevăzuți în aval de secțiunea calculată.

5. Prin zonă de presiune se înțelege partea din rețeaua de distribuție alimentată independent, astfel ca presiunea să nu depășească 6 bari (60 m H₂O), în nici o situație.

se poate adopta după valorile din tabelul 1.10.

Durata de funcționare a hidranților interiori (T_i) se ia de 10 minute iar a hidranților exteriori (T_e) de 3 ore.

În cazul când în sau lângă localitate sunt prevăzute (există) unități industriale care se alimentează din aceeași rețea de distribuție publică, numărul de incendii teoretice simultane se poate adopta după valorile din tabelul 1.11, dacă nu sunt justificate alte valori. Debitul de incendiu pentru întreprinderi va fi adoptat funcție de pericolul pe care îl prezintă industria, conform STAS 1342/2-89 și 1478-90.

Dacă între întreprindere și localitate este întotdeauna un spațiu verde de minimum 300 m², cele două unități (localitatea și industria) se analizează separat.

Atunci când alimentarea cu apă a rezervorului este întreruptă, pentru combaterea sigură a incendiului se asigură în rezervor un volum de apă format din:

- necesarul de apă pentru combaterea efectivă a focului V_i , în m³, dat de relația:

$$V_i = \frac{1}{1000} \sum_{i=1}^k Q_{ii} \cdot T_{ii} \cdot 60 + 3,6n \cdot Q_{ie} \cdot T_{ie} + 3,6 \sum Q_{is} \cdot T_s \quad (1.10)$$

Tabelul 1.10

Numărul de incendii simultane din centrele populate

Numărul de locuitori din centrul populat $N(i)$	Numărul de incendii simultane n	Q_{ie} , în l/s	
		clădiri cu 1...4 caturi	clădiri cu peste 4 caturi
sub 5.000	1	5	10
5.001- 10.000	1	10	15
10.001- 25.000	2	10	15
25.001- 50.000	2	20	25
50.001- 100.000	2	25	35

100.001- 200.000	2	30	40
200.001- 300.000	3	40	55
300.001- 400.000	3	-	70
400.001- 500.000	3	-	80
500.001- 600.000	3	-	85
600.001- 700.000	3	-	90
700.001- 800.000	3	-	95
800.001-1.000.000	3	-	100

Observații:

1. Valorile din tabelul 1.10 se aplică și în cazul cartierelor izolate, separate de centrul populat printr-o zonă neconstruită mai lată de 300 m; în acest caz $\Sigma N(i)$ reprezintă numărul de locuitori pentru fiecare cartier.

2. Debitul pentru un incendiu exterior, Q_{ie} și numărul incendiilor simultane, n , pentru centrele populate cu peste 1.000.000 locuitori se determină pe bază de studii speciale.

3. Localizarea incendiilor simultane, în perimetrul luat în calcul la dimensionarea rețelelor de distribuție, se face astfel încât un incendiu -teoretic- să revină unei suprafețe locuite de cel mult 10.000 locuitori.

4. În cazul rețelelor cu zone de presiune, se analizează și situația în care fiecare zonă funcționează independent în caz de incendiu.

Tabelul 1.11

Numărul de incendii simultane la unitățile industriale

Numărul de locuitori din localitate $N(i)$	Suprafața teritoriului întreprinderilor S , în ha	Numărul de incendii simultane n	Modul de considerare a incendiilor simultane
<10.000	<150	1	La localitate sau la zona industrială, luând în considerare debitul de incendiu cel mai mare
10.001...25.000	<150	2	Unul în localitate și unul în zona industrială, sau ambele în localitate luând în considerare suma valorilor maxime
≤25.000	≥150	2	Unul în localitate și unul în zona industrială, ambele în localitate sau ambele în zona industrială corespunzător sumei valorilor maxime
>25.000	<150	2	Unul în localitate și unul în zona industrială, ambele în localitate sau ambele în zona industrială corespunzător sumei valorilor maxime
>25.000	>150	Se determină conform tabelului 1.10 pentru	În localitate și zona industrială, în numărul care rezultă pentru fiecare

		localitate și conform STAS 1478-90 pentru zo-na industrială, însurându-se	
--	--	---	--

- necesarul de apă pentru consumul la utilizator pe durata stingerii incendiului, V_{cons} , în m^3 , dat de relația:

$$V_{cons} = a \cdot Q_{o\max} \cdot T_{ie}, \quad (1.11)$$

în care Q_{ij} reprezintă debitul pentru stingerea incendiilor, care se ia conform STAS 1478-90, în l/s; T_{ij} - durata de calcul a funcționării sistemului de combatere din interior a incendiului, conform STAS 1478-90, în minute; T_{ie} - durata de calcul, în ore, a funcționării hidranților exteriori pentru combaterea incendiului, care pentru centre populate se ia 3 ore; a - coeficient adimensional a cărui valoare se ia: $a=0,7$ - pentru rețele de distribuție care nu asigură la hidranții exteriori presiunea necesară stingerii directe a incendiului, această presiune nu poate fi mai mică de 7 m col. apă și $a=1$ - pentru rețele de distribuție care asigură la hidranții exteriori presiunea necesară stingerii directe a incendiului; n - numărul de incendii simultane care se ia, pentru centre populate, în funcție de numărul de locuitori, conform tabelului 1.10, iar în cazul alimentării cu apă din același sistem a centrelor populate și a unor zone industriale conform tabelului 1.11; Q_{ie} - debitul pentru un incendiu exterior, în l/s, care se stabilește astfel: - pentru centre populate, în funcție de mărimea centrului popu-lat și de numărul de niveluri ale clădirilor, conform tabelului 1.10, - pentru clădiri industriale conform prevederilor din STAS 1478-90; Q_{is} - debitul instalațiilor speciale, în l/s; T_s - durata de funcționare normată a instalațiilor speciale, în ore.

Volumul total de apă (V_{ri}) ce se va acumula în rezervor, ca rezervă intangibilă, se poate determina cu relația:

$$V_{ri} = V_i + V_{cons}. \quad (1.12)$$

După consumarea apei în urma combaterii incendiilor normate, refacerea rezervei de apă se va face cu debitul Q_{ri} , în m^3/h , în timpul T_{ri} , dat de relația:

$$Q_{ri} = \frac{V_{ri}}{T_{ri}}. \quad (1.13)$$

Durata pentru refacerea rezervei de incendiu, T_{ri} , pentru centrele populate și zonele industriale aferente acestora, se ia conform tabelului 1.12.

În cazul mai multor surse de apă, ce alimentează același sistem, se analizează și posibilitatea ca, pe durata stingerii incendiilor normate, cel puțin una din surse să fie în funcțiune, de regulă cea mai sigură sau cea cu debitul mai mic. Ca atare, volumul de apă asigurat de aceasta va fi scăzut din volumul total V_{ri} .

Tabelul 1.12

Durata pentru refacerea rezervei de incendiu

Localități și zone industriale aferente centrelor populate		T_{ri} , în ore
Localități		24
Zone industriale cu construcții din categoriile de pericol de incendiu	A și B	24
	C, având: $Q_{ie} > 25$ l/s $Q_{ie} \leq 25$ l/s	24 36
	D și E având: $Q_{ie} > 25$ l/s $Q_{ie} \leq 25$ l/s	36 48

Observații:

1. În cazul în care $Q_{ie} \leq 10$ l/s, iar debitele resurselor de apă sunt insuficiente la sursă, durata pentru refacerea rezervei de incendiu T_{ri} se poate mări până la cel mult 72 ore.

2. În cazurile în care debitele de apă nu pot asigura refacerea rezervei de incendiu în duratele maxime T_{ri} prevăzute în tabelul 1.12, se admite prelungirea acestor durate, cu condiția măririi rezervei de incendiu V_{ri} cu volumul de apă ce nu poate fi asigurat în timpul normal.

3. Păstrarea rezervei intangibile se va face în una sau mai multe cuve de rezervor, funcție de situația locală și de siguranța cerută în exploatare.

Debitele de dimensionare ale obiectelor sistemului de alimentare cu apă se stabilesc astfel:

- toate elementele schemei de alimentare cu apă de la captare până la construcțiile de înmagazinare inclusiv vor fi dimensionate la debitul Q_I , în m^3/zi , calculat cu relația:

$$Q_I = k_p \cdot k_s \cdot Q_{zi \max} + 24Q_{ri} \quad (1.14)$$

În acest caz consumatorii nu vor funcționa cu restricții în zona de refacere a rezervei de apă pentru incendiu.

Atunci când pot fi luate măsuri pentru reducerea consumului de apă, prin eliminarea efectivă a unor consumuri neraționale (spălat străzi, stropit spații verzi etc.), în ziua de refacere a rezervei de incendiu, după consumarea acesteia, debitul de dimensionare Q_{ia} , în m^3/zi , se poate calcula cu relația:

$$Q_{ia} = k_p \cdot k_s \cdot Q_{zi \max} \quad (1.15)$$

În cazul în care schema de alimentare are stație de tratare, valoarea Q_I se calculează pe tronsoane (Q_{ia} și Q_I) prin adoptarea de valori diferite pentru coeficientul k_s , funcție de calitatea apei.

Valoarea maximă obținută din formulele (1.14) și (1.15) constituie cerința de apă (Q_s) la sursă;

- toate elementele componente ale schemei de alimentare cu apă după rezervorul de compensare a consumului se dimensionează la debitul Q_{II} dat de relația:

$$Q_{II} = k_p \cdot k_s \cdot Q_{o\max} + k_p \sum_{i=1}^k Q_{ii} . \quad (1.16)$$

Pentru această valoare a debitului, toți utilizatorii luați în calcul, inclusiv hidranții interiori, pot folosi apa în cantitatea normată și după schema stabilită (direct la presiunea din rețea sau cu mijloace intermediare).

În cazul rețelei cu mai multe zone de presiune, debitul Q_{II} se calculează pentru fiecare zonă cu coeficienții k_o adecvați și la dotarea clădirilor cu hidranți interiori.

Verificarea rețelei de distribuție se face pentru două situații distincte:

- funcționarea în caz de folosire a apei pentru stingerea incendiului folosind hidranții exteriori;

- funcționarea rețelei în caz de avarie a unor tronsoane importante.

Verificarea rețelei la funcționarea hidranților exteriori se face astfel ca în orice poziție normată la cele n incendii teoretice simultane să se asigure în rețea (la hidranții în funcțiune):

- minimum 7 m col. apă pentru rețele de joasă presiune la debitul:

$$Q_{II(V)} = a \cdot k_p \cdot k_s \cdot Q_{o\max} + 3,6n \cdot k_p \cdot Q_{ie} ; \quad (1.17)$$

- presiunea de folosire liberă a hidranților la rețele de înaltă presiune pentru debitul:

$$Q_{II(V)} = k_p \cdot k_s \cdot Q_{o\max} + 3,6n \cdot k_p \cdot Q_{ie} . \quad (1.18)$$

Pentru asigurarea funcționării corecte a hidranților interiori trebuie făcută și verificarea în cazul în care pentru orice incendiu interior (la clădirile dotate cu hidranți) presiunea de funcționare este asigurată în orice situație, inclusiv când celelalte incendii sunt stinse din exterior.

$$Q_{II(V)} = a \cdot k_p \cdot k_s \cdot Q_{o\max} + 3,6n \cdot k_p \cdot Q_{ii} + 3,6(n-1)k_p \cdot Q_{ie} . \quad (1.19)$$

La rețelele localităților importante, cu peste 50000 locuitori, va fi analizată și siguranța în funcționare a rețelei în cazul unor avarii pe arterele importante. Pe durata existenței avariei trebuie să se verifice:

- posibilitatea funcționării rețelei în caz de incendiu;

- asigurarea presiunii normale de funcționare a rețelei în lipsa tronsonului avariat și blocată pentru ceilalți utilizatori.

Funcție de situația locală, proiectantul poate justifica și alte verificări necesare, cum ar fi:

- verificarea umplerii contrarezervorului și alimentarea rețelei numai din contrarezervor;

- alimentarea între rețele a două zone de presiune vecine în rețea;

- funcționarea cu o singură sursă de alimentare.

La rețelele localităților foarte mari, cu peste 300000 locuitori, se recomandă ca rețeaua să fie verificată în ipotezele de dimensionare luate în calcul și pentru determinarea timpului real de curgere a apei în rețea în corelare cu calitatea apei.

Cerința de apă pentru centrele populate se stabilește pe baza necesarului de apă, folosind relațiile:

$$Q_{szimed} = k_p \cdot k_s \cdot Q_{zimed} , \quad (1.20)$$

$$Q_{szi\ max} = k_{zi} \cdot Q_{szimed} , \quad (1.21)$$

$$Q_{so\ max} = \frac{1}{24} k_o \cdot Q_{szi\ max} . \quad (1.22)$$

Aceste debite pot fi folosite la determinarea debitelor caracteristice de ape uzate, conform STAS 1846-90.

CAPITOLUL 2

CAPTAREA APEI

Pentru alimentarea cu apă centralizată cu distribuție prin rețele de conducte se folosește apa în stare lichidă, care trebuie preluată din surse captabile cu ajutorul lucrărilor de captare.

2.1. SURSE CAPTABLE

În general, sursele captabile sunt: ape subterane și ape de suprafață.

Apele subterane pot fi:

- Cursuri subterane în roci fisurate sau carst.
- Ape freatice aflate în straturi superioare ale litosferei, straturi constituite din roci detritice, granulare necoezive și mai rar din roci stâncoase fisurate sau cu un grad înaintat de alterare, sub influența directă a fenomenelor hidrologice și meteorologice.
- Ape de adâncime aflate sub patul impermeabil al stratului freatic în roci detritice granulare coezive sau necoezive sau în roci stâncoase fisurate sau afectate de fenomene carstice.
- Izvoare din straturi care ies la suprafață datorită condițiilor geomorfologice locale.
- Apă subterană aflată în nisipuri de dune marine sau în cordoane litorale.

Apele de suprafață pot fi:

- Ape curgătoare naturale (pârâuri, râuri, fluvii).
- Ape curgătoare artificiale (canale de navigație, de irigație sau de deviere).
- Ape stătătoare naturale (lacuri montane sau de șes).
- Ape stătătoare artificiale (lacuri de acumulare, iazuri).

În cazuri speciale se pot folosi și ape subterane îmbogățite artificial.

Pentru satisfacerea necesităților de apă într-o zonă, trebuie să se ia în considerare toate sursele de apă din acea zonă care pot fi valorificate, iar pentru proiectarea lucrărilor de captare se vor elabora studii conform prescripțiilor date de

STAS 1628/1-87: - studii geologice, hidrogeologice, hidrologice și topografice; - studii hidraulice pe modele analogice fizice și matematice; - studii hidrochimice, biologice și bacteriologice; - studii de tratabilitate a apei; - studii geofizice în zona captării; - studii de climatologie și meteorologice; - studii privind influența lucrărilor ingineresti asupra surselor de apă; - studii de prognoză privind relațiile dintre sursele și captările de apă, în condițiile de amenajare hidrotehnică: - studii privind asigurarea captărilor de apă în cazul nivelurilor maxime și minime ale surselor de apă de suprafață; - studii privind comportarea în timp a captărilor de apă din surse subterane; - studii de prognoză privind dezvoltarea în perspectivă a folosințelor de apă.

În funcție de faza de proiectare, de importanța obiectivului proiectat și de condițiile locale de teren, se poate renunța la executarea unora dintre aceste studii sau se pot efectua și alte studii apreciate de proiectant sau cercetător ca necesare.

Studiile se efectuează în baza unei teme de conținut întocmită de proiectant sau de cercetător în colaborare cu cel ce execută. O dată cu tema de conținut se întocmește și un program de efectuare a studiilor, cu etalonarea în timp a realizării acestora.

Temele de conținut se întocmesc după analizarea prevederilor din programul național de perspectivă privind lucrările de dezvoltare și investiții din zonă și amplasamentele pentru care sunt solicitate studiile, documentarea generală și recunoașterea pe teren a zonei interesate. Aceste teme trebuie să cuprindă: amplasamentul obiectivului pentru care se proiectează alimentarea cu apă, cerința de apă, condițiile de calitate a apei din sursă, gradul de asigurare a folosinței și clasa de importanță a obiectivului proiectat.

Documentarea generală constă în studiul hărților de ansamblu și a cadastrului apelor de suprafață și de adâncime și în analiza prevederilor din planurile directe, proiectele și studiile existente, planurile de amenajare a bazinelor hidrografice locale, planurile și detaliile de sistematizare teritorială, avizele de gospodărire a apelor, documentațiile hidrogeologice de stabilire și omologare a rezervelor de ape subterane în structurile hidrogeologice studiate etc.

La recunoașterea pe teren se identifică zona și amplasamentele și se constată lucrările existente privind captările de apă din zonă, căile de comunicații, precum și condițiile generale orografice, hidrologice, hidrogeologice, hidrochimice, de inundabilitate, de stabilitate a terenului, asupra posibilităților de evacuare a apelor reziduale etc. De asemenea, pe teren se face o informare asupra condițiilor social-economice a folosinței terenului.

Alegerea sursei se face ținând seama de următoarele considerente: satisfacerea din punct de vedere calitativ și cantitativ a cerinței de apă, siguranța pe care o prezintă sursa în exploatare, posibilități de extindere în viitor

a captării respective și realizarea unei gospodării raționale în exploatarea sursei, pentru a nu se depăși rezervele exploatabile ale acesteia.

Din punct de vedere calitativ, vor fi preferate în primul rând izvoarele și apele subterane, care vor fi utilizate prioritar pentru alimentarea cu apă potabilă a centrelor populate.

Din punct de vedere cantitativ, apele de suprafață sunt singurele care pot satisface cerințele centrelor populate mari sau în accentuată măsură.

Apa mărilor și oceanelor se poate folosi în mod excepțional, deoarece conține multe săruri și necesită lucrări de tratare costisitoare.

Protecția surselor se face prin amenajarea de zone de protecție sanitară cu regim sever și de zone de protecție sanitară de restricție, conform instrucțiunilor din Hotărârea de Guvern nr. 101/1997. Zona de protecție sanitară cu regim sever se împrejmuiește, iar cea de restricție se marchează prin borne sau semne vizibile.

2.2. CAPTAREA APEI SUBTERANE

Apa subterană se află în porii sau în golurile din scoarța pământului și poate fi apă de infiltrație, apă de condensare sau apă juvenilă.

Apa de infiltrație provine prin infiltrarea în virtutea gravitației în scoarța pământului a celorlalte categorii de apă, adică a apelor de precipitații, în mod natural, sau a apelor de suprafață, în mod natural sau artificial.

Apa de condensare provine din condensarea vaporilor din atmosferă pe stratul superior al scoarței sau prin condensarea vaporilor aflați în golurile din interiorul terenului.

Apa juvenilă poate proveni din răcirea vaporilor magmei incandescente și apare în general ca apă minerală sau termală.

În general, apele subterane sunt ape de infiltrație, cu temperatura aproape constantă, cu debite și niveluri variabile și cu conținut îndeosebi de calciu, magneziu, fier și mangan, dizolvate din straturi în timpul infiltrării și mișcării. Aceste ape pot fi lipsite de bacterii.

Straturile acvifere sunt formate în general din roci sedimentare necoezive (nisip, pietriș etc.) fiind denumite **aluvionare**, **diluvionare** sau **eoliene**, după cum provin din forța de transport a apei, a gheții, respectiv a vântului. Straturile acvifere aluvionare de șes sunt cele mai indicate pentru captare, deoarece au și dimensiuni mai mari și material prin care se poate filtra în mod natural, fiind compuse din nisip. Sub straturile acvifere se află straturi impermeabile de suport, care primesc și cedează greu apă fiind formate din roci sedimentare coezive ca marnă, lut, argilă etc.

Determinarea caracteristicilor straturilor acvifere se face prin foraje (sondaje) care străbat întregul strat sau complex acvifer, prin pompări experimentale din fiecare strat sau complex cu determinarea coeficientului de filtrație și debitului minim al stratului de apă, prin analize granulometrice ale materialului din fiecare strat acvifer și prin analize ale apei.

Forările sunt săpături cu secțiunea orizontală redusă în raport cu adâncimea și se execută de la suprafața terenului cu garnituri de foraj alcătuite din mecanisme de acționare și cu scule de săpat. La adâncimi până la 30...40 m se poate fora mecanic sau manual, iar la adâncimi mai mari se forează mecanic. Ca procedee de forare există metoda uscată și metoda hidraulică. Metoda uscată percutantă-mecanic sau rotativă-manual sau semimecanică constă în sfărâmarea rocii prin lovire sau rotire, extragerea sfărâmurilor de rocă cu linguri și consolidarea găurii forajului cu burlane de tubaj din oțel, cu pereți de 7...12 mm grosime, care se îmbină cu filet, iar metoda hidraulică rotativă sau percutantă constă în sfărâmarea rocii prin rotirea sau lovirea uneltei de săpat și îndepărtarea rocii sfărâmate cu un curent sub presiune de apă și argilă cu circulație directă sau inversă. Metoda hidraulică este mai economică și cere un timp de execuție mai mic, însă nu dă rezultate așa de bune, indicându-se la orice adâncime, în cazul rocilor dure, iar în cazul rocilor obișnuite, la adâncimi mai mari de 100...150 m.

În cazul metodei percutante se construiește o turlă sau un trepied din lemn sau din metal de 15...20 m înălțime, pentru susținerea atât a utilajului de prindere a uneltelor de săpat și de extragere a materialului sfărâmat (prăjini, cabluri), cât și a burlanelor de protecție (fig. 2.1). Se montează apoi un trolu sau o mașină acționată de un motor de 10-15 kW putere și cu turația de 400 rot/min, pentru manevrarea prăjinilor și burlanelor, după cum forarea se face manual sau mecanic.

În centrul turlei se sapă o groapă de 1,5x1,5 m și 2-3 m adâncime cu pereți bine sprijiniți și peste ea se execută o podină de dulapi de lemn, în care se lasă un orificiu de diametru corespunzător primului burlan de tubaj. La partea de jos a gropii se sapă cu un burghiu, introducând primul burlan de tubaj prevăzut cu sabot la capătul de jos. La capătul prăjinii sau al cablului se fixează sapa și cu ajutorul unui balansier se produce sfărâmarea rocii prin căderea acestuia de la o înălțime de 0,3-0,5 m în cazul forării manuale sau de la o înălțime de 0,12-0,75 m în cazul forării mecanice. După fiecare lovitură se rotește apoi sapa cu 1/8-1/10 dintr-o rotație completă. La forarea mecanică numărul loviturilor este de 8-12 pe minut. Balansierul este o bară așezată perpendicular pe planul din figura 2.1 de care se leagă cablul prevăzut la manevrarea acesteia.

După înaintarea cu 0,25-0,50 m, sapa se înlocuiește cu lingura de scoatere la suprafață a rocii sfărâmate, la ridicarea acestei linguri lăsându-se să cadă burlanele de protecție prin greutatea proprie.

Până la adâncimea de 20 m în rocile moi, săparea se face cu un burghiu în formă de lingură sau de spirală, care înaintează prin rotirea de către 2 muncitori, eliberarea acestuia de roca săpată, când este umplut și nu mai înaintează, făcându-se după extragerea la suprafață.

Din metru în metru și la schimbarea straturilor se iau probe din teren, care se păstrează în lădițe compartimentate și etichetate.

În timp de 8 ore se forează manual 1-2 m, iar mecanizat 3-8 m.

Dacă se ajunge la un strat acvifer, se trece prin acesta până la stratul impermeabil de bază și se introduce apoi filtru provizoriu, ridicându-se coloana de protecție pe înălțimea stratului acvifer.

Dacă apa rămâne la același nivel și în strat și în foraj, stratul este cu nivel liber, iar dacă apa întâlnește, o dată cu intrarea în stratul acvifer, se ridică în tubul de foraj, stratul este cu nivel sub presiune, fiind denumit strat ascendent sau artezian, după cum se ridică până sub teren (fig. 2.2) sau până la suprafața terenului.

Nivelul apei în foraj se poate determina la adâncimi de câțiva metri cu o șipcă de lemn vopsită cu cretă, iar la adâncimi mai mari cu o vergea de fier vopsită cu cretă și atârnată de un cablu, marcat din metru în metru sau cu ajutorul sondei fluier sau sondei electrice (fig. 2.3), care este un tub de alamă prevăzut cu o tăietură în formă de fluier, la partea superioară și cu 10 inele cu șanț de câte 1 cm înălțime. Se atârână sonda la capătul unui cablu sau al unei panglici de oțel etalonate și când aceasta ajunge în apă, se umplu câteva inele cu apă și apoi se produce un sunet, datorită aerului comprimat în tub care iese cu viteză prin orificiu.

Sonda electrică se atârână ca sonda fluier și este prevăzută cu semnalizare optică (bec) sau acustică (sonerie) la atingerea nivelului apei. Variația în timp a nivelului apei din foraj se poate înregistra pe foaia gradată, prevăzută pe tamburul dispozitivului din figura 2.4.

Pentru efectuarea pompărilor experimentale se utilizează pompe centrifuge cu ax orizontal, pompe cu piston cu cilindru înecat sau pompe mamut. Pompele centrifuge se utilizează la nivele hidrostatice până la 5-6 m, pompele cu piston la nivele hidrostatice mai adânci de 5-6 m și la debite mici, iar pompele mamut la adâncimi mai mari. Debitele pompate se măsoară cu apometre sau cu deversoare iar apa de refulare se conduce prin jgheaburi până la distanța care să nu influențeze experimentările. Se determină coeficientul de filtrație și coeficientul de porozitate al terenului, întocmindu-se și o curbă granulometrică a acestui teren. Se iau probe de apă în timpul pompării pentru efectuarea de analize.

Dacă acest strat nu corespunde calitativ sau cantitativ, se continuă forarea. Se izolează primul strat acvifer și se studiază independent următorul strat

acvifer (fig. 2.5), trecându-se în stratul impermeabil la o coloană de protecție cu doi țoli mai mică.

De obicei o coloană de protecție de un diametru oarecare nu poate merge pe o înălțime mai mare de 30...40 m, deoarece, din cauza frecării cu terenul, nu mai poate coborî sub acțiunea greutateii proprii și datorită frecării cu terenul nu

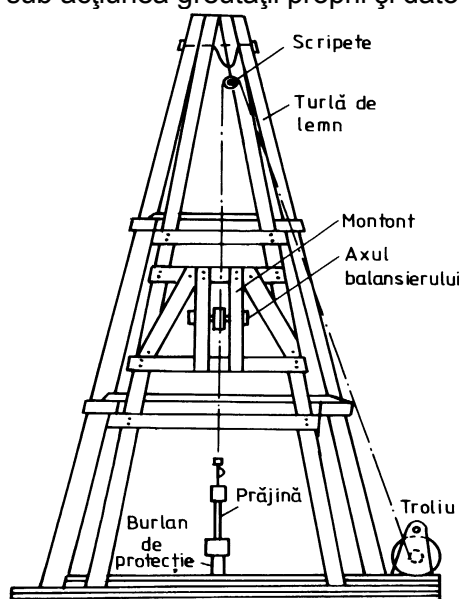


Fig. 2.1. Schema utilajului pentru forarea percutantă manuală.

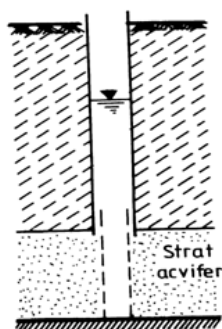


Fig. 2.2. Filtru provizoriu la primul strat acvifer

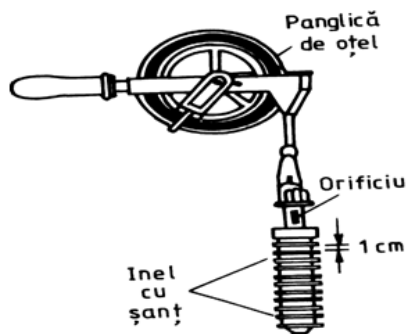


Fig. 2.3. Sonda fluier.

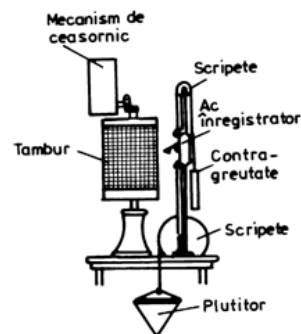


Fig. 2.4. Dispozitiv pentru înregistrarea continuă a nivelului apei în foraj.

mai poate fi extrasă la suprafață. Când o coloană de protecție nu mai poate înainta din cauza frecării prea mari cu terenul, se extrage garnitura de săpat, se înlocuiește sapa printr-una mai mică iar săpătura nouă este urmărită prin

sprijinire de o coloană cu 2" mai mică, introdusă de la suprafață în coloana oprită. La coloana cu diametru mai mic frecările cu pereții săpăturii încep de la zero. Diametrul coloanelor de protecție variază între 4 și 24 țoli, în funcție de adâncimea săpăturii și de diametrul forajelor submersibile instalate în coloană. După terminarea măsurătorilor și probelor de pompare se extrag burlanele din foraj, recomandându-se ca înainte de extragere să se introducă în foraj o coloană de 50...75 mm, pentru observarea variației nivelului în viitor.

În baza probelor de teren înregistrate, se alcătuește profilul hidrogeologic al forajului (fig. 2.6).

Înregistrând nivelul hidrostatic în foraje prevăzute în colțurile unor triunghiuri echilaterale, conform figurii 2.7, se pot trasa prin interpolare hidroizohipsele corespunzătoare situației la data efectuării studiilor. Rezultatele obținute la fiecare din grupurile G_1 , G_2 etc. se consideră aplicabile pe semisuma distanțelor dintre două grupuri învecinate. Direcția de curgere a curentului subteran este normală pe hidro-izohipse.

Panta curentului subteran J se determină cu relația:

$$J = \frac{\Delta h}{L}, \quad (2.1)$$

în care: Δh este diferența de nivel dintre două hidroizohipse, în m; L - distanța între cele două hidroizohipse, măsurată pe direcția de curgere a curentului subteran, în m.

Pentru determinarea grosimii medii a stratului acvifer în studiu, se întocmesc profiluri hidrogeologice după direcția de curgere a curentului subteran și perpendicular pe acesta (fig. 2.8).

În urma efectuării cercetărilor se poate determina debitul stratului acvifer Q_s , în m³/s, din relația:

$$Q_s = L \cdot H \cdot K \cdot J, \quad (2.2)$$

în care: L este lungimea stratului acvifer măsurată perpendicular pe direcția de curgere a apei, în m; H - grosimea medie a stratului acvifer pe lungimea frontului de capatre, la nivelul hidrostatic cel mai scăzut, în m; K - coeficientul de filtrație mediu al stratului acvifer, în m/s; J - panta piezometrică a curentului subteran.

Alimentarea straturilor acvifere trebuie să fie posibilă cu asigurarea minimă de 5 %.

Pentru acoperirea efectului de colmatare în timp se va aplica un coeficient de siguranță de 1,2...1,3, iar la captări de mare adâncime se vor considera niveluri cu 0,5-2 m sub cele indicate în studiile hidrogeologice sau de măsurătorile directe pentru acoperirea scăderii viitoare de debit datorită istovirii rezervei seculare a stratului acvifer și a unor secete mai mari decât cele cunoscute.

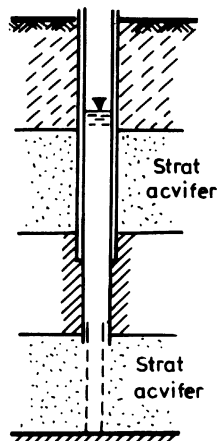


Fig. 2.5. Filtru provizoriu în al doilea strat acvifer întâlnit.

Formația geologică	Cota stratulor față de		Grosimea stratului	Profil geologic	Descrierea straturilor	Nivel apă subterană
	Nivelul mării	Foraj				
Cuaternar	242,97	000				
	241,77	1,20	1,20		Sol vegetal nisipos cateniu uscat	N.H. 1,80
			4,40		Pietriș până la 7 cm și bolovani de 10..20 cm nisip mediu și grosier foarte presat	
	237,37	5,60			Marnă compactă cenușie foarte tare	
	233,17	9,80				

Fig. 2.6. Profilul hidrogeologic al unui foraj.

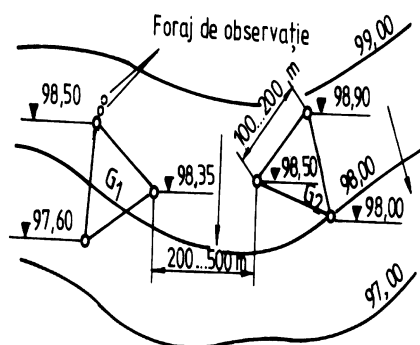


Fig. 2.7 Amplasamentul forajelor pentru determinarea caracteristicilor straturilor acvifere.

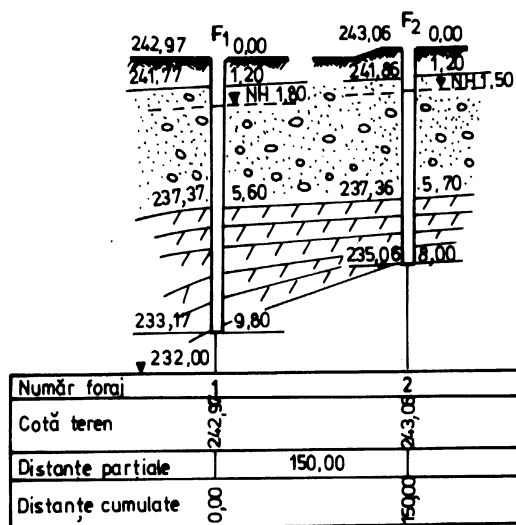


Fig. 2.8. Profilul hidrogeologic al unui strat.

În figura 2.9 se poate urmări modul de execuție a unui foraj cu metoda hidraulică. Masa rotativă, acționată cu un motor termic, pune în mișcare tijele și dalta de săpat. Sub greutatea tijei, daltă de săpat rotită sfarmă roca și se adâncește. Pompa de noroi trimite o soluție argiloasă prin furtunul flexibil armat, prin vârtej, prin tija pătrată și prin tija tubulară, la daltă de săpat și de aici, această soluție antrenează sfărâmurile de rocă (detritusul), ieșind împreună cu ele la suprafață, unde este dirijată prin jgheab, la decantorul de nămol (batal). Când tija pătrată se adâncește pe aproape întreaga ei lungime, se introduc noi tije tubulare, cu ajutorul unui cablu prins de un troliu amplasat lângă masa rotativă, în spatele ei. Soluția argiloasă mai are rolul de a răci unealta de săpat și de a menține pereții găurii forajului, pe care formează o membrană de consolidare, evitându-se astfel prăbușirea materialului din strat și blocarea utilajului de forare. Cablul care pleacă la troliu trece peste un scripete la partea de sus a turlei și se leagă de cârlig. Se forează încontinuu pe adâncimea de 100...150 m, câte 30-50 m în 8 ore și apoi se tubează cu un singur diametru, însă tuburile odată introduse nu mai pot fi scoase la suprafață, dacă puțul nu dă rezultate favorabile, datorită frecării cu terenul.

La metoda hidraulică cu carotieră, daltă de săpat se înlocuiește cu o carotieră. În acest caz se extrag probe de teren (carotaj mecanic) în mod continuu, cu carote de 6...8 m, pe toată adâncimea forată.

Se pot executa și foraje prin metoda hidraulică cu circulație inversă la care soluția argiloasă circulă liber descendent prin spațiul dintre peretele forajului și prăjină și de la baza forajului aceasta este aspirată împreună cu materialul dislocat cu ajutorul pompelor speciale de apă sau pompelor mamut.

Straturile de apă se pot identifica cu ajutorul termometrului electric din figura 2.10. Rezistențele 1 și 2 care depind de temperatura mediului sunt montate la exteriorul unui tub de oțel, iar rezistențele 3 și 4 care nu depind de temperatura mediului sunt montate în interiorul tubului. Reprezentând grafic temperaturile înregistrate, la salturi locale ale curbei există straturi subterane de apă.

Se vor identifica focarele ce ar putea contamina apa și modul probabil de alimentare a straturilor subterane.

Apa se va analiza în diferite anotimpuri și în special în perioadele secetoase sau ploioase pentru a constata dacă îndeplinește și își păstrează calitățile de potabilitate, dacă sunt necesare lucrări de tratare (deferizare, dedurizare etc.) și dacă în anumite perioade se tulbură sau își pierde potabilitatea din cauza legăturii directe cu apa de suprafață.

Construcțiile de captare ale apei subterane se pot clasifica după dimensiunea principală, în construcții verticale și în construcții orizontale (drenuri). Conform STAS 1629/0-81, construcțiile verticale pot fi: puțuri realizate prin înfigerea unui tub în stratul acvifer (puțuri Norton sau abisiniene), puțuri forate și puțuri săpate.

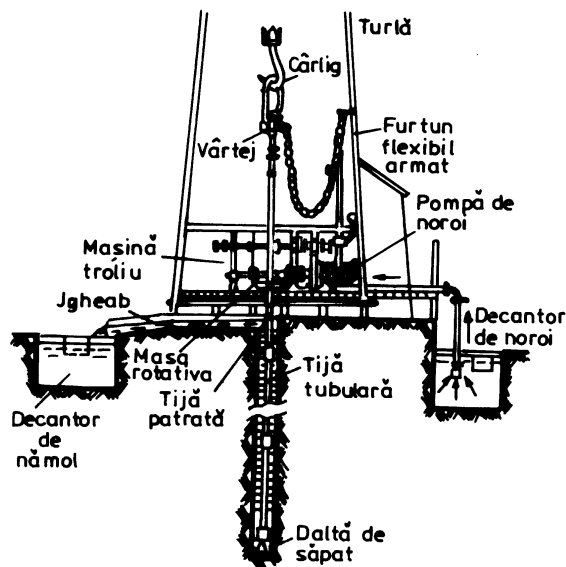


Fig. 2.9. Schema utilajului pentru forajul mecanic rotativ.

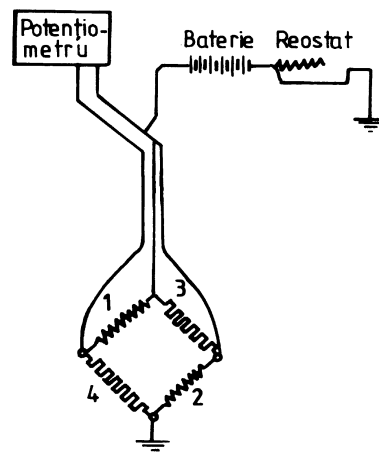


Fig. 2.10. Schema unui termometru electric.

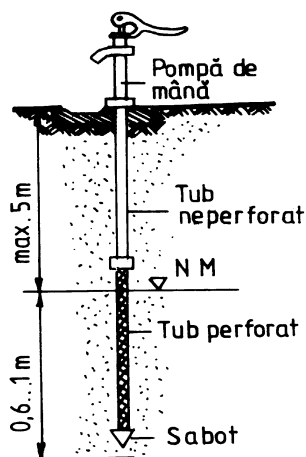


Fig. 2.11. Puț abisinian.

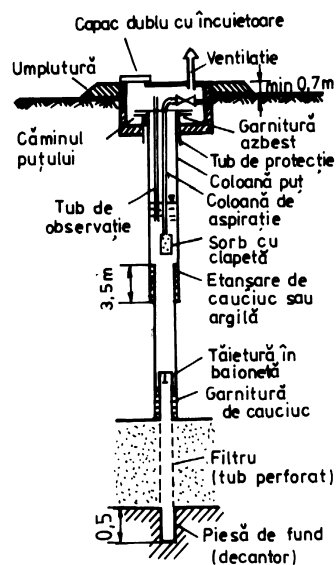
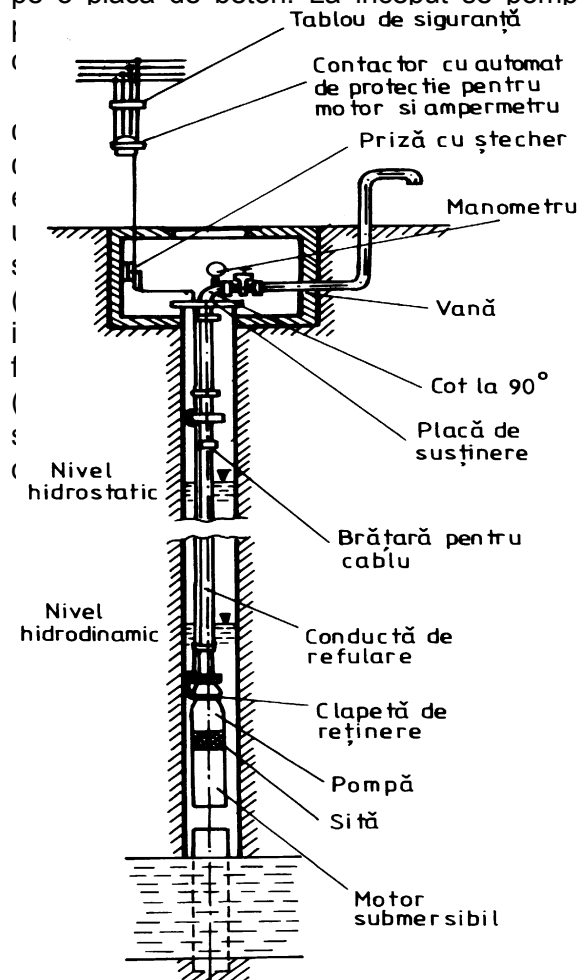


Fig. 2.12. Puț de formă telescopică.

Puțurile forate se pot prevedea pentru captarea apei din straturi acvifere mai adânci de 10 m. Puțurile săpate se folosesc în straturi cu nivel liber de capacitate mică sau acolo unde poate fi captat un debit mare într-un strat foarte

permeabil, la adâncime relativ mică sau acolo unde poate fi captat un debit mare într-un strat foarte permeabil, la adâncime relativ mică (12...15 m). Captarea prin drenuri se face în general în straturi acvifere freatiche cu grosime mică (2-5 m) și cu adâncime de pozare sub 10 m. Conform STAS 1629/3-82, captările prin drenuri pot fi nevizitabile sau vizitabile. Drenurile vizitabile sau galeriile de captare se vor folosi în cazul captărilor importante cu debite peste 200 l/s și acolo unde condițiile de captare justifică această soluție (curățirea periodică a depunerilor de calciu, fier, mangan etc.). Mai recent, se construiesc captări mixte compuse din puțuri cu drenuri radiale, în cazul straturilor acvifere de orice grosime, situate până la 25 m adâncime și cu permeabilități variabile. Apele de râu infiltrate prin maluri și apele de dune se pot capta prin drenuri sau prin puțuri. Apele infiltrate artificial în pământ prin șanțuri, bazine de infiltrație, ploaie artificială, puțuri sau drenuri se pot capta prin drenuri sau puțuri. S-a observat în practică că prin infiltrație artificială în teren apa a devenit sterilă după 45 zile, cu temperatura constantă după 140 zile și fără gust după 190 zile, viteza de mișcare în strat fiind de 0,5 m/zi. Infiltrarea se face după o prealabilă decantare.

Puțuri abisinieni se execută la alimentări cu apă de mică importanță (în campanii) sau la puțuri de observație, numai dacă adâncimea la care se află nivelul apei subterane nu trece de 4...5 m (fig. 2.11). Se bate cu ajutorul unei sonete, berbecul acesteia alunecând în jurul tubului și lovind o brătară fixată pe acest tub de oțel galvanizat de 50...100 mm diametru, prevăzut la capătul de jos cu un sa-bot ascuțit și cu orificii de 2...3 mm diametru pe o înălțime corespunzătoare grosimii stratului acvifer și apoi se montează pompa de mână pe o placă de beton. La început se pompează până se limpezește apa. Se



acțiuni, de explorare-exploatare sau lu-se numai când se dispune de o asemenea, un foraj de explorare-de exploatare. Din foraje în sistem ică (fig. 2.12), prin tăierea cu cuțite puțuri cu tubul interior de protecție turor coloanelor, în afară de cea ă prin introducerea unei coloane a otecție (fig. 2.14) și puțuri fără filtru ecție exterioare, spațiul rămas liber ului captat și cu nisip grăunțos, în

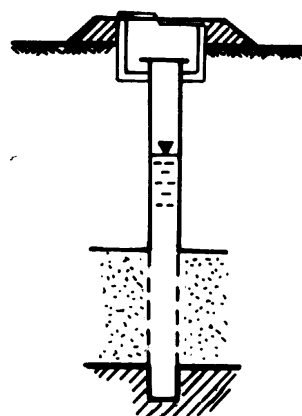


Fig. 2.14. Puț cu filtru pierdut.

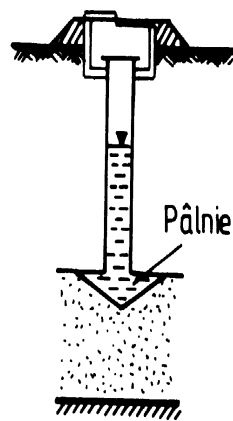


Fig. 2.13. Puț cu tubul interior de protecție pierdut.

Fig. 2.15. Puț fără filtru.

de sus a puțului se prevede un cămin sau o cabină etanșă cu capac sau ușă metalică și cu închizătoare corespunzătoare, iar la partea de jos se poate prevedea o piesă de fund. În cămin se montează un tub de observație a nivelului apei, dacă stratul de apă este cu nivel liber (fig. 2.12) sau un manometru, dacă stratul de apă este artezian sau dacă puțul este prevăzut cu pompe submersibile (fig. 2.13). În piesa de fund cu lungimea de circa 10 % din lungimea coloanei de filtru, dar nu mai mică de 2 m, se decantează nisipul fin, care mai poate fi antrenat din strat. Nisipul fin se curăță periodic cu o lingură specială.

Flanșa inferioară a piesei speciale de închidere a capătului coloanei definitive

din cămin sau cabină, trebuie să fie la o înălțime de 0,5 m deasupra pardoselii încăperii și să permită trecerea pompelor verticale, a conductei de aspirație sau de refulare, a tubului pentru observarea nivelului de apă sau a țevii manometrului.

Tubul de ventilație se va înălța cu minimum 2 m deasupra nivelului de gardă al accesului, adoptându-se sisteme constructive care să nu permită demontarea din exterior sau pătrunderea substanțelor sau a corpurilor străine în încăperea etanșă.

Accesul în cămin sau cabină trebuie să aibă o gardă de minimum 0,7 m deasupra terenului, în terenuri inundabile prevăzându-se deasupra nivelului apelor mari ale viiturilor care corespund asigurării de calcul pentru obiectivele deservite de captare. La stabilirea înălțimii gârzii se va lua în considerare și acțiunea valuri-lor.

În interiorul căminelor sau cabinelor se coboară pe scări metalice fixe, protejate cu vopsea anticorozivă, iar la evacuarea apelor din interiorul acestora este interzisă racordarea directă la rețeaua de canalizare.

Filtrul puțurilor din figurile 2.12 și 2.13 se coboară la adâncime sau se ridică la suprafață cu ajutorul unei chei speciale, care se introduce în tăietura în baionetă.

Filtrul puțului din figura 2.14 nu mai poate fi scos la suprafață pentru curățire, revizie sau înlocuire decât surpând complet puțul.

Puțul din figura 2.15 nu are filtru, deoarece tavanul stratului acvifer este rezistent. Pentru formarea pâlniei de la baza coloanei de foraj se introduce o coloană coaxială cu coloana de foraj și se pompează forțat prin spațiul dintre coloane, apa și nisipul antrenat ieșind la suprafață prin coloana interioară.

Filtrul puțurilor trebuie să opună rezistență mică la trecerea apei (0,20... 0,30 m), să permită o bună deznisipare și folosirea mijloacelor chimice, mecanice sau hidraulice pentru spălare, să oprească nisipurile grosiere, pentru a nu se produce surpări de teren, să coste cât mai puțin, să dea posibilitatea unei execuții industrializate și să permită trecerea nisipurilor fine, pentru curățirea stratului din jur. Materialul din care se execută trebuie să fie rezistent la acțiunea chimică, mecanică, biologică și electrică a apei sau a stratului subteran și să nu se schimbe calitatea apei captate. Se execută filtre cu tub perforat (fig. 2.16, a), filtre cu pietriș (fig. 2.16, b), filtre cu buzunare (fig. 2.16, c), filtre clopot (fig. 2.16, d) etc.

Filtrul cu tub perforat se execută din oțel cu crom sau emailat, bronz, alamă, cupru, bazalt artificial, material plastic, în cazul apelor agresive sau cu conținut de fier, iar în cazul apelor neagresive, din oțel sau beton. Aceste filtre sunt ieftine și se pot construi în orice atelier modest.

Filtrele cu pietriș cu diametrul granulelor descrescând spre exterior se folosesc în straturi cu nisip fin, până la adâncimea de 30...40 m, necesitând un diametru mare de forare.

Filtrele cu buzunare umplute cu pietriș din care apa trece în interiorul tubului prin orificii și filtre clopot, în care apa intră printr-un spațiu de 0,2 m lățime de jos în sus, pentru a nu antrenă nisipul, se folosesc în straturi cu nisip fin, la adâncimi mai mari de 30...40 m.

Pentru evitarea realizării contactului apă-aer în zona filtrului se va păstra un spațiu de gardă de circa 1 m între nivelul dinamic și limita la care încep fantele.

Înainte de darea în funcțiune și la anumite intervale de timp în exploatare, puțul trebuie deznisipat. În acest scop se pompează cu ajutorul pompelor mamut debite cu 25 % mai mari decât cele de exploatare cel puțin 72 ore, până se obține refularea fără nisip.

La proiectare se va ține seama de toate captările de apă subterană existente în zonă și posibilitatea de interferare cu captarea proiectată, de prezența unor obiective care ar putea polua straturile acvifere considerate, de chimismul apelor de suprafață (în cazul captărilor cu infiltrare prin mal), de natura plantațiilor agricole și sistemul de culturi, de viituri, de existența drumurilor, a canalelor și a conductelor subterane sau supraterrane pentru evacuarea apelor uzate.

În funcție de debitul care trebuie captat Q_c , în m^3/s , de coeficientul de filtrație K , în m/s , de panta curentului subteran J și de grosimea minimă a stratului acvifer cu nivel liber H , sau sub presiune m , în m , se determină lungimea frontului de captare L , în m , cu relațiile:

$$L = \frac{Q_c}{K \cdot J \cdot H}, \quad (2.3)$$

$$L = \frac{Q_c}{K \cdot J \cdot m}. \quad (2.4)$$

Debitul Q , în m^3/s , care poate fi pompat dintr-un puț forat în strat acvifer cu nivel liber (fig. 2.17) sau sub presiune (fig. 2.18) se calculează cu relațiile (2.5) și (2.6):

$$Q = K \cdot \pi \frac{H^2 - h^2}{\ln \frac{R}{r}} = K \cdot \pi \frac{s \cdot (2H - s)}{\ln \frac{R}{r}}, \quad (2.5)$$

$$Q = 2K \cdot m \cdot \pi \frac{H - h}{\ln \frac{R}{r}} = 2K \cdot m \cdot \pi \frac{s}{\ln \frac{R}{r}}, \quad (2.6)$$

în care: K este coeficientul de filtrație, în m/s ; H - grosimea stratului cu nivel liber, în m ; h - înălțimea apei din puț, în m ; m - grosimea stratului acvifer sub

presiune, în m; R - raza de influență a puțului, în m; r - raza puțului, în m; s - depresiunea sau denivelarea apei în puț, în m.

Raza de influență a puțului R , se poate calcula aproximativ cu una din re-

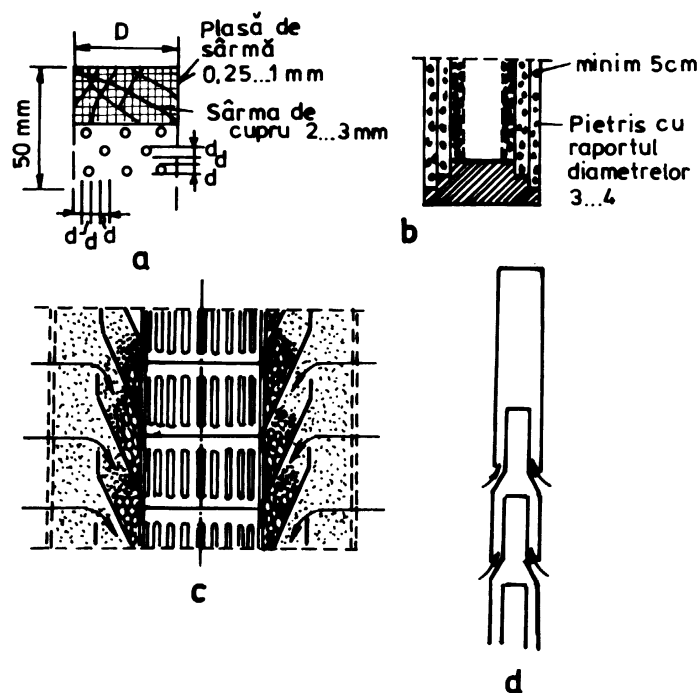


Fig. 2.16. Filtre de puțuri.

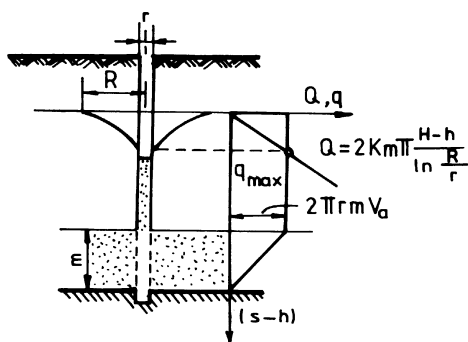


Fig. 2.17. Diagramă pentru calculul captărilor apelor subterane cu nivel liber.

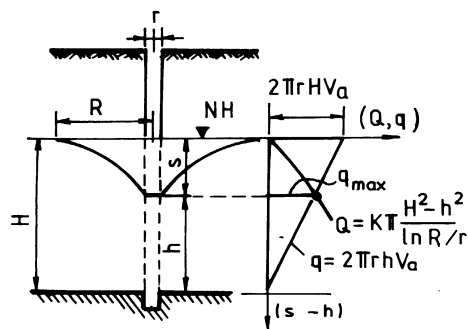


Fig. 2.18. Diagramă pentru calculul captărilor apelor subterane sub presiune.

lațiile empirice stabilite de Sichardt (2.7) sau Kusachin (2.8):

$$R = 3000s\sqrt{K}, \quad (2.7)$$

$$R = 575s\sqrt{K \cdot H}, \quad (2.8)$$

în care: s este denivelarea apei din puț ce se creează datorită pompării, în m; K - coeficientul de filtrație, în m/s; H - grosimea minimă a stratului, în m.

Debitul maxim al puțului q_{max} , în cazul stratului acvifer cu nivel liber (fig. 2.17) sau în cazul stratului cu nivel sub presiune (fig. 2.18) se obține la intersecția curbilor debitului pompat Q și a debitului puțului q , care se calculează cu relațiile (2.9) și (2.10):

$$q = 2\pi \cdot r \cdot h \cdot v_a, \quad (2.9)$$

$$q = 2\pi \cdot r \cdot m \cdot v_a, \quad (2.10)$$

în care: r este raza puțului, în m; h - înălțimea apei din puț, în m; m - grosimea stratului acvifer sub presiune, în m; v_a - viteza apei la periferia puțului, în m/s.

Viteza v_a la periferia puțului trebuie să fie mai mică decât viteza de antrenare a granulelor de nisip și în lipsa datelor experimentale se ia de 2 mm/s, 1 mm/s sau de 0,5 mm/s, după cum 40 % în greutate din granulele stratului trec la ciuruire prin sita de 1 mm, de 0,5 mm, respectiv de 0,25 mm.

Dacă există date experimentale, viteza v_a se stabilește din relația:

$$v_a = \frac{\sqrt{K}}{a}, \quad (2.11)$$

în care: K este coeficientul mediu de filtrație al stratului, în m/s; a - se ia în general egal cu 15, iar la straturile acvifere cu granulație foarte fină se ia egal cu 18.

Diametrul interior minim al coloanei filtrante va fi de 150 mm.

Numărul de puțuri n și distanța dintre puțuri l , în m, se determină cu relațiile:

$$n = \frac{Q_c}{q_{max}}, \quad (2.12)$$

$$l = \frac{L}{n}. \quad (2.13)$$

În mod rațional $l=2R$ iar dacă $l<2R$ puțurile se interferează și în felul acesta se asigură o exploatare mai completă a stratului subteran. În lipsa unui calcul exact, la puțurile în straturi adânci cu nivel sub presiune distanța minimă între puțuri trebuie să fie de 200 m pentru ca prin influența reciprocă debitul captat să nu scadă cu mai mult de 15 %.

Puțurile se amplasează în amonte de centrele populate, în linie perpendiculară, pe direcția de curgere a apei subterane, luând în considerare posibilitatea de extindere viitoare și instituirea zonei de protecție sanitară, în baza studiilor hidrologice și hidrogeologice și aprobării organelor locale și agricole. Puțurile în straturi de mare adâncime cu apă sub presiune se pot plasa

în vârfurile unui poligon sau pe un cerc. Grupurile de puțuri care captează apa infiltrată prin mal se vor așeza paralel cu malul.

În straturi cu apă sub presiune puțurile se pot amplasa și în interiorul centrelor deservite sau chiar în aval, asigurându-se izolarea straturilor în pericol de infecție. Această izolare se realizează printr-o coloană metalică separată și cimentată sub presiune, înfiptă în stratul impermeabil superior stratului acvifer care se exploatează.

Pentru menținerea calității apei se vor lua măsuri de protecție împotriva inundațiilor provocate de cursurile de apă învecinate, a staționării apelor meteorice și a infiltrărilor poluante de orice natură în straturile acvifere.

În cazul terenurilor inundabile, se construiesc diguri de protecție a captării așezate, când este posibil, la o depărtare astfel determinată ca apa de inundație pătrunsă în subsol să parcurgă această distanță în cel puțin 20 zile, pentru zona de regim sever și de 50 zile pentru zona de restricție, în acest timp apa purificându-se prin procese naturale. Se poate abate și cursul de apă iar în preajma captării se execută lucrări de consolidare a malurilor și de stabilizare a albiei care să nu împiedice alimentarea captării prin infiltrație și să nu provoace colmatarea albiei regularizate.

În jurul părților de construcție care depășesc nivelul terenului, în locuri inundabile, se va prevedea o umplutură de pământ cu taluzuri protejate.

Dacă stratul acvifer nu este la adâncime mare, perimetrul de regim sever se fixează astfel ca timpul de parcurgere până la locul de captare, prin stratul acvifer, a oricărei picături de apă, presupusă contaminată, să fie de minimum 20 zile, fără a lua în considerare timpul de infiltrație până la stratul acvifer. Pentru determinarea acestui perimetru se poate reprezenta și spectrul hidrodinamic al mișcării. Distanța parcursă până la captare nu se va prevedea mai mică de 50 m, în amonte de captare, față de sensul de curgere al apei, iar în aval, la captare distanța minimă se prevede la 20 m.

Puțurile din straturi cu nivel sub presiune la adâncimi mai mari de 50 m sub nivelul terenului, având deasupra straturi impermeabile groase, se prevăd cu un perimetru de protecție de 10...20 m în jur.

Apa freatică neprotejată suficient trebuie dezinfectată încontinuu sau numai în anumite perioade, când ploile sau inundațiile provoacă infiltrații periculoase.

La captări trebuie prevăzute măsuri de securitate și supraveghere (împrejmui-re, posibilități de acces, pază, iluminat etc.) necesare exploatării, în conformitate cu reglementările specifice în vigoare.

În privința grupării puțurilor, se prevede fiecare puț cu pompă, când nivelul hidrodinamic este la mai mult de 8 m de la suprafața terenului, sau se grupează câte 4...5 puțuri la câte o conductă în sifon ce duce apa într-un puț colector (fig. 2.19) așezat cam la jumătatea distanței dintre puțurile extreme sau la câte o conductă de aspirație ce duce apa într-un cazan de vacuum (fig. 2.20), dintr-o

stație de pompare când nivelul hidrodynamic este la mai puțin de 8 m de la suprafața terenului.

Conducta sifon se prevede în rampă către puțul colector și se dimensionează la o viteză de 0,5...1,0 m/s cu formulele de la conductele obișnuite. Pe traseul conductei în sifon se prevăd piese de observație cu geam în cămine, prin care să se observe aerul care circulă. Amorsarea sifoanelor și evacuarea aerului și a gazelor dizolvate în apă, care se degajă în timpul funcționării și se așează în punctele înalte, se realizează cu pompe de vacuum.

Când nivelul apei subterane este ridicat, conducta sifon se poate așeza sub acest nivel, reducându-se posibilitatea de pătrundere a aerului în ea, însă crescând costul de montare.

La adâncimi mai mari conducta sifon se poate așeza în galerii.

La montare, înainte de astuparea tranșeei, conducta sifon se verifică la supra-presiunea de 10 m col. apă sau la un vacuum de 7 m col. apă și dacă după o oră manometrul, respectiv vacuummetrul arată o variație de presiune de maximum 10 mm col. mercur, conducta se poate acoperi.

Conducta sifon și puțurile se spală cu apă în contracurent printr-o conductă de legătură la conducta de refulare a pompelor de distribuție.

Pentru circulație se prevede o alee în lungul conductei sifon.

Cu cât puțurile sunt mai departe de puțul colector, cu atât debitele lor sunt mai mici, datorită pierderilor de sarcină prin conducta sifon mai mare, respectiv depresiunilor mai mici. Prin înclinarea cu mărimi diferite a vanelor de pe conduc-

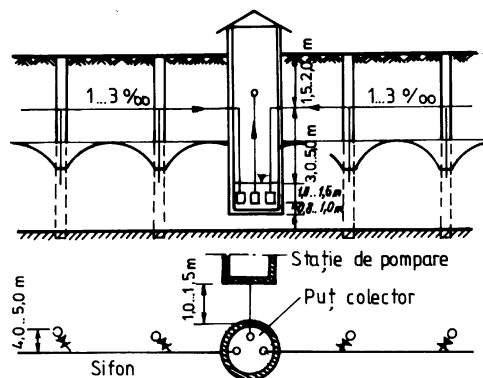


Fig. 2.19. Colectarea apei din mai multe puțuri la un puț colector.

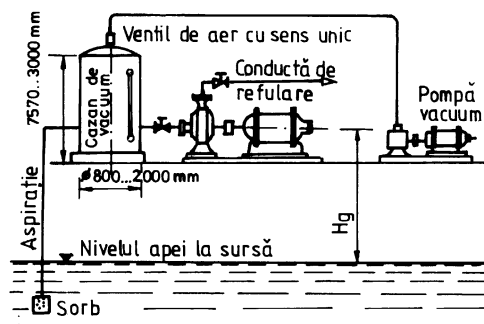


Fig. 2.20. Colectarea apei din mai multe puțuri la un cazan de vacuum.

tele de legătură la conducta sifon se pot realiza depresiuni și debite egale în toate puțurile.

Puțul colector are diametrul de 3...6 m, în cazul captărilor mici trebuind să se asigure o rezervă de 10...15 minute între nivelul static și nivelul dinamic.

Curățirea de nisip a acestui puț trebuie să se facă periodic cu ajutorul unei pompe de nămol sau cu ajutorul unui ejector, pompele obișnuite fiind distruse de nisip.

Cazanele de vacuum sunt rezervoare cilindrice construite din tablă de oțel de 6 mm grosime la pereți și de 8 mm grosime la funduri. Pompele de vacuum creează vacuumul necesar ridicării apei în cazanul de vacuum cu minimum 0,5 m deasupra pompei centrifuge. Ventilul de aer cu sens unic de pe conducta de legă-tură împiedică pătrunderea apei în pompa de vacuum. Dacă pompele de vacuum lucrează în permanență, cazanul de vacuum se adoptă constructiv de 1,5...3 m³.

Determinarea debitului puțurilor se face cu apometre, la ape care nu sunt feruginoase sau manganoase, sau cu indicatoare de nivel montate în cămin.

Îmbătrânirea puțurilor forate se poate datora unor cauze fizice (colmatarea), chimice (corodarea) sau biologice (sedimente datorate bacteriilor).

Proiectul unei captări prin puțuri trebuie să cuprindă amplasamentul în plan al captării cu marcarea zonei de protecție sanitară, a lucrărilor hidrotehnice și a construcțiilor anexe; secțiuni hidrogeologice longitudinale și transversale pe linia puțurilor și prin foraje de observație definitive; detalii constructive pentru puțuri și construcții aferente; detalii pentru extragerea apei din puțuri și pentru sistemele de acționare pe conductă și de control.

După echiparea puțurilor cu agregate de pompare se va determina diagrama de pompare reală, care va fi predată beneficiarului.

Se va reconsidera curba de pompare $q=f(s)$ după fiecare deznisipare de întreținere și se vor lua măsuri corespunzătoare regimului de exploatare a puțului.

Proiectul captării prin puțuri va cuprinde și un program de urmărire de către beneficiar a comportării în timp a sursei pentru obținerea de date care să permită aprecieri asupra necesității unor măsuri de remediere sau asupra posibilității unor lucrări de extindere a captării. După dezinfectarea cabinei instalațiilor hidraulice, captările pentru alimentarea cu apă sau ape minerale pentru cură intensivă se dau în exploatare funcție de avizul organelor de resort.

Puțurile săpate se execută în general prin săparea în cheson deschis sau prin săpare în interiorul unui batardou și au pereții din zidărie de piatră, din zidărie de cărămidă, din beton sau din beton armat, cu diametrul interior de 1,5...3 m.

Se sapă în interiorul unui batardou în cazul nisipurilor fine la adâncime mică. La puțuri izolate cu adâncime de 6...8 m, se poate săpa manual cu epuizmente mecanice, iar la celelalte puțuri săparea se face cu excavatoare cu cupe, cu excavatoare cu graifăr, cu hidroelevatoare sau prin hidromecanizare.

În cazul săpării în cheson, se sapă în taluz până aproape de nivelul apei

freatice și apoi, pe o platformă orizontală se construiește colacul chesonului, care servește la avansarea în timpul execuției și la distribuirea egală a eforturilor în pereți, iar peste acesta se execută zidăria peretelui chesonului deschis pe o înălțime de 2...3 m, așa cum se prezintă în figura 2.21. Grosimea peretelui δ , în cm, în funcție de diametrul puțului D , în cm, se determină din relația:

$$\delta = 0,1D + 10, \quad (2.14)$$

pentru ca chesonul să aibă greutatea suficientă la coborâre, cu toate că din punct de vedere static rezultă grosimi mai mici, peretele fiind solicitat la compresiune. După întărirea betonului și tencuirea la interior și exterior, se sapă în mod uniform în interior în jurul colacului, iar chesonul coboară datorită greutății proprii cu viteză cât mai constantă, în tot timpul coborârii păstrându-se nivelul apei cât mai coborât cel mult până la partea superioară a cuțitului. La pereții din beton simplu se prevăd armături verticale și centuri de beton armat, pentru a rezista la solicitările de întindere, ce iau naștere în timpul execuției, din cauza neverticalității coborârii sau înțepenirii chesonului într-o poziție în care acesta rămâne atârnat. Dacă din cauza frecării între pereți și teren chesonul nu mai coboară, se încarcă la suprafață cu saci care conțin nisip, traverse de oțel etc. Dacă chesonul este coborât 2...2,5 m, se continuă zidăria în sus pe 2...2,5 m.

În timpul execuției se montează chiar în cofrajul chesonului cutii de lemn troncpiramidale cu baza mare la partea interioară a puțului care se scot înainte de montarea în golurile (barbacanele) rămase a pieselor speciale de împiedicare a antrenării în puț a materialului fin din strat, după deznisipare.

În cazul adâncimilor peste 8 m se dă întregului cheson sens numai pe treimea de la partea de jos a acestuia un fruct de 1:50, respectiv de 1:20-1:25 pentru

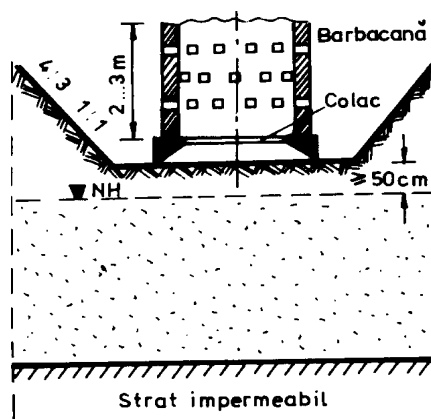


Fig. 2.21. Execuția puțului în cheson deschis.

a coborî mai ușor.

Se recomandă să se prevadă la execuție o coloană metalică exterioară de protecție ancorată în colac, care se recuperează.

La construcții importante se iau măsuri speciale: coborârea cu cheson cu aer comprimat, înghețarea pământului, coborârea nivelului apei prin puțuri exterioare pentru a se putea lucra la uscat etc.

În funcție de debitul stratului acvifer, chesonul se poate introduce până la stratul impermeabil de bază, când se realizează un puț perfect alimentat prin pereți sau se poate opri în stratul acvifer, când se realizează un puț imperfect alimentat prin pereți sau prin pereți și radier.

Puțurile imperfecte în straturi cu nisip fin se prevăd la partea de jos cu radier din beton simplu turnat la uscat sau sub apă pentru a evita tasările ulterioare iar la puțurile imperfecte fără radier se amenajează la partea de jos un filtru in-vers, prin care trece apa din strat în puț. Când există pericolul refulării stratului de sub talpa puțului, radierul se va amplasa cu cel puțin 1,50 m sub nivelul cel mai scăzut al apei în puț în timpul exploatării.

În cazul săpării în interiorul unui batardou, se sapă în taluz până aproape de nivelul apei freatice și apoi se bat palplanșe, de la început până la stratul impermeabil, sau treptat câte 0,3...0,5 m, pe măsură ce coboară și săpătura, creându-se o incintă cu 1,5 m mai mare decât diametrul exterior al puțului care se construiește. În timpul execuției de jos în sus a zidăriei puțului din piese prefabricate sunt necesare epuizmente, dacă nu predomină nisipul fin în strat. În spațiul dintre pal-planșe și peretele puțului, pe înălțimea barbacanelor, se execută un filtru invers din

straturi cu grosimea minimă de 10 cm, raportul granulației straturilor fiind 3...4, în afară de stratul exterior, care are mărimea granulelor de 7...8 ori mai mare decât diametrul sitei prin care trece 40 % din materialul stratului acvifer.

În săpătura de la exteriorul puțului, deasupra nivelului inițial al apei subterane, se recomandă să se execute un guler de argilă cu cimentare, cu o grosime minimă de 50 cm și cu o lățime de 2-3 m, pentru împiedicarea infiltrării directe a apelor de suprafață prin pământul de umplutură.

După executarea săpăturii la cota definitivă, se poate amenaja puțul ca în figura 2.22.

Piese speciale prefabricate din beton cu orificii în 3 straturi de material filtrant (fig. 2.23) se montează de la partea de jos prin înzidire cu mortar cu priză rapidă, menținând nivelul apei cu 0,50 m mai coborât decât rândul care se montează.

Dimensionarea, amplasarea și gruparea puțurilor săpate perfecte se face în mod identic ca la puțurile forate perfecte.

Golurile din peretele puțului încep cu 20-30 cm deasupra fundului puțului, reprezintă 6-15 % din suprafața totală udată și se amplasează astfel încât să asigu-

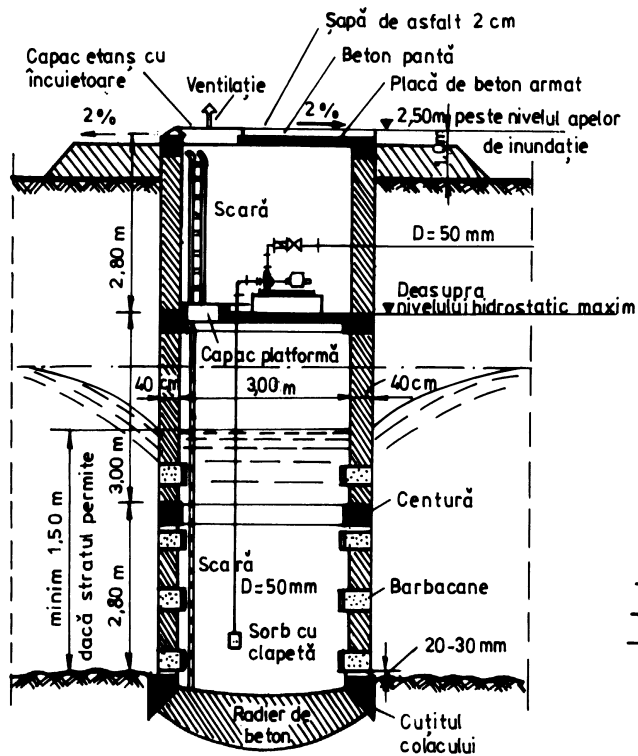


Fig. 2.22. Puț săpat.

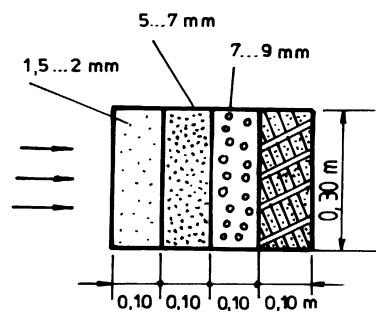


Fig. 2.23. Piesă specială prefabricată.

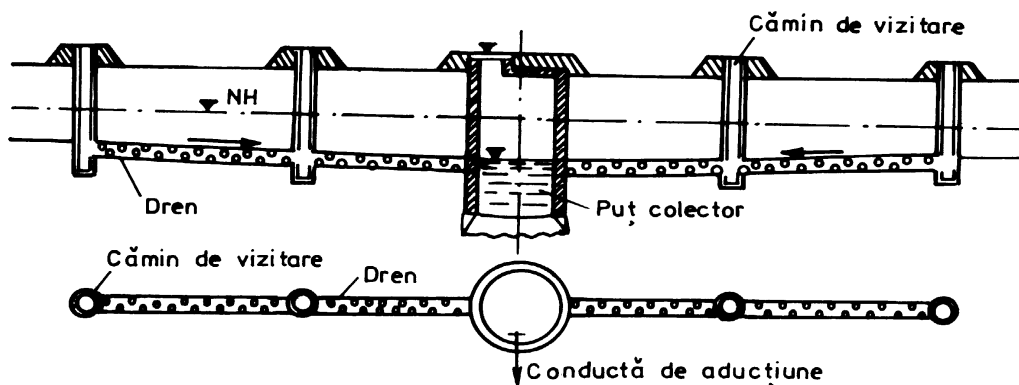


Fig. 2.24. Captare prin drenuri.

re captarea pe tot perimetrul puțului, în mod uniform, a debitului din strat.

În interiorul puțului se amenajează platforma de acces și manevrare, așezată cu cel puțin 0,5 m deasupra nivelului maxim al apei din strat și prevăzută pe tot

conturul liber cu un rebord de minimum 10 cm și cu balustrade de minimum 90 cm. Golul de acces din platformă se va prevedea cu un capac metalic, așezat pe o ramă de 20 cm înălțime. La puțurile pentru captarea de apă potabilă sau de apă minerală pentru cură intensivă, capacul metalic va fi etanș și cu încuietoare, iar rama va depăși platforma cu cel puțin 30 cm.

Drenurile sunt tuburi din beton simplu monolit sau prefabricat, din beton armat monolit sau prefabricat, din azbociment, din materiale plastice, sau din ceramică (în cazul apelor cu duritate sub 4 grade și care conțin peste 8 mg/l CO₂) prevăzute la partea superioară, pe 50 % din perimetru și pe 3-4 % din suprafața totală a zonei perforate, cu orificii circulare având diametrul de 1 cm spre exteriorul drenului și de 1,25-1,50 cm spre interiorul acestuia. La tuburile din beton orificiile vor fi realizate prin așezarea în cofraj a unor dibluri calibrate. Tuburile se montează, în general, la baza stratului acvifer pentru a putea intercepta întregul curent subteran (dren perfect), cu panta minimă de 0,001 către un puț colector sau o cameră colectoare (fig. 2.24). La schimbarea de direcție sau de pantă și în aliniament (la distanța de 60-80 m în cazul diametrelor mici și de cel mult 100 m în cazul drenurilor nevizitabile vizitabile cu înălțimea interioară mai mare de 0,80 m) se prevăd cămine de vizitare din beton, cu diametrul minim de 1 m, cu radierul mai coborât cu cel puțin 0,50 m față de radierul drenului (pentru colectarea nisipului) și cu capacul mai sus cu minimum 0,70 m față de teren iar în locuri inundabile, deasupra nivelului apelor mari, cu asigurarea de 1 %, ținându-se seama și de suprapunerea efectului valurilor.

La captările pentru apă potabilă accesul în cămine și puțuri colectoare va fi prevăzut cu capace sau și uși metalice, cu un sistem de încuietoare corespunzător, iar ventilația cu site la cămine se așează la cel puțin 2 m deasupra nivelului de gardă al accesului.

La dimensionarea hidraulică:

$$q \leq q_1 \text{ sau } q \leq K \cdot J \cdot H, \quad (2.15)$$

în care: q este debitul de calcul pe metru de captare, în m³/s·m; q_1 - debitul minim al stratului acvifer pe metru de lățime, considerat în ipoteza că apa pătrunde numai dintr-o singură parte, perpendicular pe direcția drenului, în m³/s·m; K - coeficientul de filtrație, în m/s; J - panta curentului subteran; H - grosimea minimă a stratului acvifer, în m.

În funcție de debitul necesar pentru captare Q_c , în m³/s, se poate determina lungimea totală L , în m, necesară pentru captare, din relația:

$$L = \frac{Q_c}{q}. \quad (2.16)$$

Dacă se așează captarea oblic față de direcția curentului apei subterane, între direcția oblică și cea perpendiculară există unghiul $\alpha < 45^\circ$, lungimea L_1 necesară pentru captare se determină din relația:

$$L_1 = \frac{L}{\cos \alpha}. \quad (2.17)$$

Se prevăd tuburi circulare cu diametrul interior de minimum 300 mm sau tuburi ovoide, în care apa să curgă cu nivel liber, înălțimea de curgere fiind 1/2 din înălțimea totală a secțiunii. Debitul de calcul, pentru determinarea secțiunii de curgere trebuie să fie cu (10-20) % mai mare decât debitul captat, pentru acoperirea colmatării în timp.

În execuție se construiesc întâi căminele de vizitare și apoi drenul dintre ele, începând de la puțul colector. Se sapă în taluz până aproape de nivelul apei subterane și apoi se bat palplanșe până la stratul impermeabil sau pe adâncimea de 0,6 m. Se fac epuizmente și săpături în interiorul pereților de palplanșe și dacă palplanșele n-au fost bătute până la stratul impermeabil, după câte 0,3 m săpătură, se bat și ele câte 0,30 m. Dacă s-a ajuns la stratul impermeabil de bază, se toarnă betonul de egalizare sau se montează plăci prefabricate, pe care se așează tuburile de drenaj (fig. 2.25). Când nu există pericol de afuiere, drenurile se așează direct pe stratul de nisip sau pietriș.

Tuburile folosite la dren sunt prevăzute cu mufă sau cep și buză. În jurul și deasupra drenurilor se așează un strat filtrant de piatră spartă sau pietriș, cu mări-mea minimă a granulelor mai mare decât diametrul minim al orificiilor. Acest strat va avea grosimea de 0,40 m și se va ridica deasupra drenului, cel puțin până la nivelul hidrostatic minim al apei subterane. Dacă în stratul acvifer predomină nisipul, se execută în jurul drenului un filtru invers, compus din cel puțin două straturi de granulații, în funcție de compoziția granulometrică a nisipului din stratul acvifer și de dimensiunile orificiilor drenului.

Stratul izolat de argilă plastică se va executa numai la captări de apă potabilă cu grosimea minimă de 0,40 m în dreptul axului drenului, sub adâncimea de îngheț și încastrat cu cel puțin 30 cm în pereții tranșeei.

Spațiul de deasupra argilei se completează cu pământ bine bătut în straturi de 20 cm grosime, formând un bombament deasupra solului.

Dacă stratul acvifer are pantă mare și grosime mică, se execută un prag de argilă sau de beton în aval de dren, între betonul de egalizare și argila compactă, iar drenului nu i se mai prevăd barbacane în aval.

Se poate executa și cu mijloace mecanizate, în taluz fără palplanșe, în acest caz argila compactată trebuind să depășească marginile excavației cu minimum 1,0 m în fiecare parte.

Puțul colector se dimensionează și se execută ca la puțurile forate, trebuind să fie prevăzute dispozitive de măsurarea debitului captat, vane pentru închiderea drenurilor, preaplin (dacă este cazul), conducte de golire fixe sau mobile, sorburi la conductele de plecare a apei, ventilații și spațiu necesar pentru depunerea nisipului antrenat de apă. Pentru măsurarea debitului se pot prevedea deversoare triunghiulare la intrarea în puțul colector. Deasupra puțului

colector se poate monta utilajul de presurare în încăperi etanșe iar pentru acces se prevede o gardă ca la căminele de vizitare și capace de acces metalice așezate pe un rebord de 20 cm deasupra plăcii. Treckerile conductelor prin placa ce acoperă puțul colector trebuie să fie etanșe. Umplutura de pământ din jurul părților de construcție care depășește nivelul terenului, în locuri inundabile trebuie prevăzută cu taluzuri pereate.

Se recomandă ca drenurile să se amplaseze în amonte de centrele deservite și normal pe direcția de curgere a curentului de apă subteran.

Pentru menținerea calității apei se vor lua măsuri de protecție împotriva apelor de inundație, a șiroirii apelor meteorice și a infiltrațiilor poluante în straturile acvifere. Lucrările de captare se vor asigura cu perimetru de protecție sanitară iar în terenurile inundabile se vor prevedea diguri de protecție în aceleași condiții ca la puțuri.

La captările de apă cu infiltrații prin mal, lucrările de consolidare a malurilor și de stabilizare a albiei, necesare pentru protecția captării se vor executa în măsura posibilităților, concomitent cu drenurile, astfel încât să nu împiedice alimentarea captării prin infiltrații și să nu provoace colmatarea albiei regularizate.

Șanțurile, viroagele sau pâraiașele de deasupra sau din imediata apropiere a drenurilor vor fi deviate și îndepărtate, asigurându-se scurgerea lor pe un pat larg de argilă sau zidărie.

Dacă împrejurimile locale nu asigură protecția apei potabile, se prevăd instalații de dezinfectare.

Pentru spălarea drenurilor în timpul exploatării se vor prevedea stavile în căminele de vizitare, la distanța maximă de 300 m. Prin închiderea stavilelor se acumulează apă în cămine iar prin deschiderea bruscă a stavilei de pe peretele din aval al căminului se formează un curent de apă care spală drenul până la căminul cu stavile din aval.

Galeriile de captare sunt construcții cu dimensiuni interioare mari (lățimea mai mare de 0,70 m și înălțimea mai mare de 1,70 m), care se proiectează, se amplasează și se execută ca și drenurile. Bancheta de circulație se va amplasa cu cel puțin 30 cm mai sus de nivelul de scurgerea apei în cunetă. În cazuri speciale înălțimea liberă deasupra banchetei de circulație cu rebord se va prevedea de 1,20 m. Căminele de vizitare se amplasează la schimbări de direcție, iar pe porțiunea în aliniament la cel mult 400 m. În figura 2.26 este redată schema unei galerii de captare amplasată într-un acvifer cu pantă mare.

Se vor proiecta și organiza măsuri de securitate și supraveghere ca la puțuri iar beneficiarul va urmări comportarea sursei, pentru obținerea de date pentru exe-

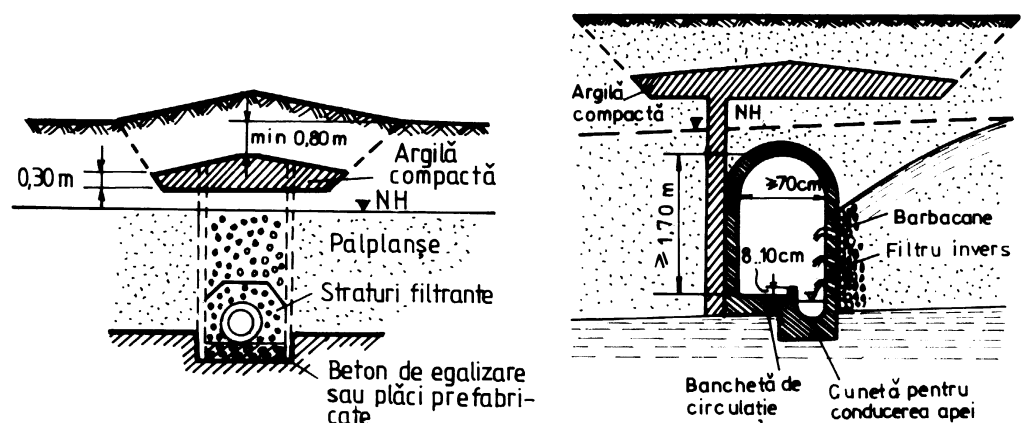


Fig. 2.25. Secțiune transversală printr-un dren.

Fig. 2.26. Galerie de captare.

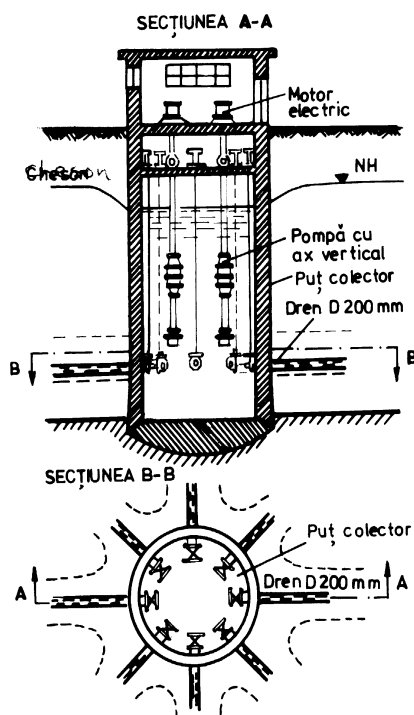


Fig. 2.27. Puț cu drenuri radiale.

cutarea ulterioară a unor lucrări de ameliorare și de extindere a captării.

Puțurile cu drenuri radiale sunt puțuri cu diametrul de 3...5 m și adâncimea de 7... 30 m, din care pleacă radial 5...9 drenuri de 30 m lungime, la baza straturilor acvifere sau la mai multe niveluri (fig. 2.27). Se execută puțul și apoi se introduc orizontal tuburi de foraj, cu ajutorul preselor hidraulice. Se montează în tuburi coloana filtrantă alcătuită dintr-un tub de tablă zincată perforată și apoi tuburile se extrag tot cu ajutorul preselor hidraulice. Prin micșorarea vitezei de intrare a apei de 20...30 ori, se evită înnisiparea stratului și se micșorează pierderile de sarcină.

2.3. CAPTAREA IZVOARELOR

Izvoarele sunt ape subterane ieșite la suprafață în punctele unde situația geo-morfologică este favorabilă și se pot găsi în zone sărace în ape, pot avea apă de calitate bună și în cantitate mare, pot alimenta gravitațional diferiți consumatori însă pot necesita aducțiuni lungi.

După modul de ieșire la zi a apei, conform STAS 1629/1-81, există izvoare descendente și izvoare ascendente. Izvoarele descendente (de coastă) apar pe versanții munților sau colinelor, sub formă de vână concentrată sau răsfirate de-a lungul intersecției versantului cu stratul impermeabil (fig. 2.28,a), iar izvoarele ascendente apar în terasele aluvionare ale cursurilor de apă de adâncime, dacă nivelul piezometric al stratului acvifer din care provin se află deasupra solului (fig. 2.28,b). Văile săpate în sinclinal pot avea izvoare pe ambii versanți, cele din anticlinal nu au izvoare permanente (fig. 2.28,c) iar cele săpate între sinclinal și anticlinal pot avea izvoare numai pe un versant. În zone cu falii, izvoarele se captează imediat în amonte de aceste falii (fig. 2.28,d) deoarece la rupturi apa se poate infiltra în straturi inferioare. Izvoarele intermitente (fig. 2.28,e și f) funcționează numai la niveluri ridicate ale apei putându-se folosi pentru alimentarea cu apă când nu au întreruperi de lungă durată. Izvorul din roca fisurată carstic, din figura 2.28,f, se întrerupe la nivelul II și începe să funcționeze prin sifonare, când apa se ridică în grotă la nivelul I.

Izvoarele minerale (cu conținut de săruri dizolvate mai mare de 1000 mg/l), cele termale (cu temperatura mai mare de 20 °C) și cele termominerale se captează și se utilizează pentru terapia medicală.

La proiectarea captărilor de izvoare se fac studii și cercetări conform STAS 1628/1-87. Se determină natura și proveniența izvorului, punctul real de izvorâre, modul de alimentare, suprafața bazinului de alimentare, structura litologică, formațiunile geologice din acest bazin (zone cu pietriș și nisip sau zone cu roci calca

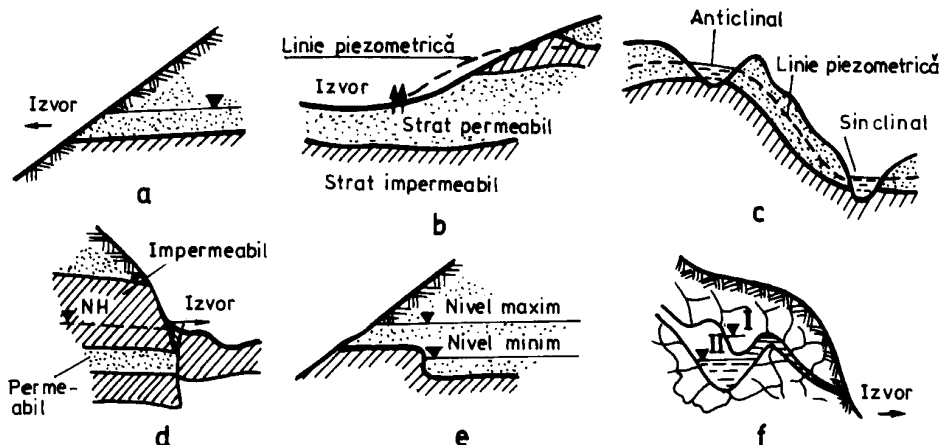


Fig. 2.28. Izvoare.

roase sau dolomitice), debitul izvoarelor, variația debitelor, a temperaturii și a turbidității în timp și corelarea lor cu precipitațiile, calitatea apei (în special după perioadele de secetă sau de precipitații abundente) și variațiile ei în timp, precum și posibilitățile de captare, siguranță în exploatare și pentru apa potabilă, posibilitatea realizării protecției sanitare. Debitul se va determina săptămânal sau la 10 zile, pe o perioadă de minimum 1-2 ani, chiar după realizarea captării. În măsurători trebuie să existe cel puțin o epocă secetoasă și una ploioasă în diferite anotimpuri și la diferite epoci (îngheț, dezgheț, ploi torențiale). Debitele minime măsurate direct se reduc în raport cu înălțimea precipitațiilor din anii cei mai secetoși ai regiunii respective. Izvoarele alimentate din ploi sau zăpezi permanente au debitul aproape constant. Se consideră izvoare bune pentru captare, acelea la care raportul dintre debitul maxim și debitul minim este mai mic de 10.

Debitele măsurate se reprezintă grafic în timp împreună cu precipitațiile atmosferice de la o stație apropiată, pentru a se vedea când se resimte influența precipitațiilor. Cu cât timpul de la începerea precipitațiilor până la apariția influenței lor la izvor este mai mare, cu atât debitul și calitatea apei izvorului sunt mai constante și izvorul este mai sigur în funcționare și relativ mai ușor de exploatat.

La un decalaj de câteva luni necesar strângerii, infiltrării și ajungerii apei, izvoarele se consideră bune iar în cazul creșterii turbidității după ploi sau din topirea zăpezilor, izvoarele nu se captează, suferind infiltrații.

Când se măsoară debitele se măsoară și temperatura și conductivitatea electrică și la variații mici de temperatură (2-3 °C) într-un an și la o

conductivitate electrică cât mai constantă izvoarele se consideră bune pentru captat, la valori mai

mari acestea putând avea contact cu ape de suprafață.

Corespund pentru captare izvoarele provenite din straturi de pietrișuri și nisipuri.

La proiectarea lucrărilor de captare de izvoare se va ține seama de următoarele:

- Proiectarea trebuie corelată cu schemele de gospodărire a apelor din bazinul hidrografic respectiv și cu prevederile planurilor de sistematizare teritorială.

- Lucrările de captare se vor amplasa în locul de ieșire real al izvorului. Dacă se amplasează mai sus, izvorul poate să dispară prin deviere, iar dacă se amplasează mai jos, se exploatează până la epuizare un debit prea mare, drenajul zonei fiind puternic.

- Se va capta întregul debit al izvorului, chiar dacă eventualul surplus va fi eliminat prin preaplin.

- Se va ține nemodificat regimul hidraulic natural al curgerii apei izvorului, pentru a nu scădea în timp debitul pe care s-a contat.

- Proiectul trebuie să cuprindă lucrările de construcții și instalații aferente captării, amenajările hidrotehnice corespunzătoare, precum și zonele și măsurile de protecție sanitară și hidrogeologică.

- Pentru menținerea calității apei se vor lua măsuri de protecție împotriva apelor meteorice, de șiroire, evitându-se stagnarea și infiltrarea acestora în ansamblul captării precum și împotriva inundațiilor provocate de cursurile de apă învecinate. Pentru excluderea pătrunderii apelor de suprafață din împrejurimile izvorului la lucrările de captare se vor proiecta șanțuri de gardă, diguri, ecrane de etanșare etc. În zonele inundabile lucrările de captare se vor proiecta cu asigurările de calcul prevăzute de STAS 4273-83 și STAS 4068/2-85, iar în jurul părților de construcție care depășesc nivelul terenului se vor prevedea umpluturi de pământ cu taluzuri protejate.

- Se vor proiecta și organiza măsuri de securitate și supraveghere (împrejmuire, pază, iluminat, acces etc.) necesare în timpul exploatării.

- Captarea să fie ușor vizibilă de personalul de exploatare, însă la adăpost de accesul animalelor și persoanelor care n-au legătură cu ea. Se vor prevedea în aval de captare lucrări anexe, necesare unei bune exploatări: cabină de pază, stații de pompare și drum de acces, după importanța captării și la distanțe care să nu afecteze regimul hidric și sanitar al izvoarelor captate.

Un exemplu de cameră de captare pentru izvoare descendente concentrate este dat în figura 2.29. În compartimentul 1 de colectare și sedimentare se face depunerea nisipului în timp de 30...60 s, la o viteză a apei mai mică de 0,1 m/s. Compartimentul 2 de priză servește pentru captarea propriu-zisă, iar în

compartimentul 3 de exploatare, care trebuie să asigure accesul personalului de exploatare și spațiul pentru manipularea instalațiilor, se instalează vanele, conductele forțate

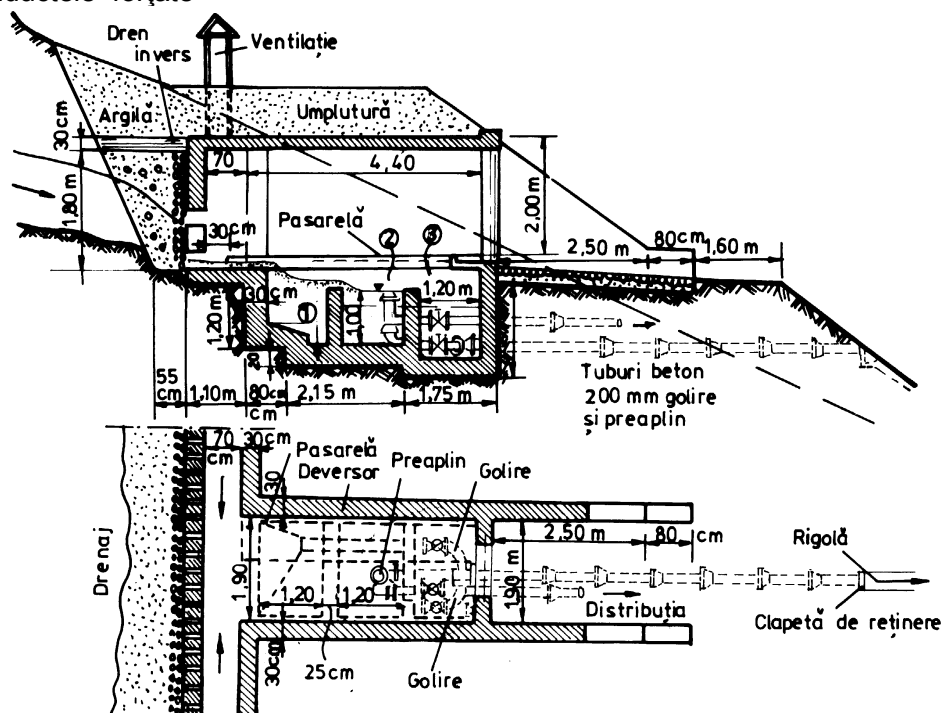


Fig. 2.29. Captare de izvoare descendente.

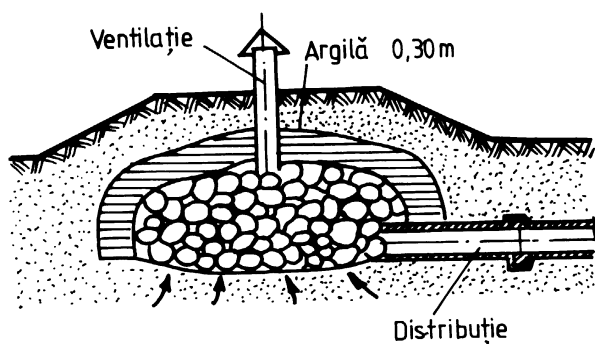


Fig. 2.30. Captare de izvoare ascendente pentru debite mici.

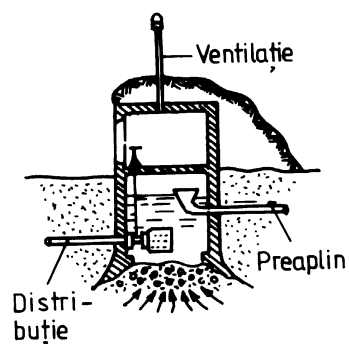


Fig. 2.31. Captare de izvoare ascendente pentru debite mari.

Forma și dimensiunile camerei de captare vor fi impuse de situația locală și de mărimea debitului captat. Sorbul conductei de preluare a apei se va

prevedea la minimum 0,3-0,4 m sub apă. Conducta de golire va fi legată la toate compartimentele camerei de captare, pentru a se asigura golirea fiecăruia în parte, va avea diametrul minim de 200 mm și va fi prevăzut la ieșire cu o clapetă și o sită cu ochiuri cu latura de cel mult 5 mm, care să împiedice accesul vietăților din exterior (șobolani, șerpi, broaște, gândaci etc.). Înainte de a ieși din camera de captare conducta de golire se va prevedea cu sifon. Cota preaplinului în compartimentul de priză va fi deasupra nivelului maxim al apelor în emisar, în punctele de descărcare. Se vor prevedea dispozitive de măsurare a debitului (deversor, debit-metru etc.) și a nivelurilor.

În cazul terenurilor stâncoase fără nisipuri poate lipsi compartimentul 1, iar în cazul izvoarelor răsfirate, se construiesc și drenuri cu galerii, ca la captările orizontale.

Un exemplu de captare de izvor ascendent, pentru debite de până la 5 l/s, este prezentat în figura 2.30.

Filtrul invers de pietriș și bolovăniș de la partea de jos reține particule fine antrenate din strat. La debite mai mari se execută construcții cu barbacane, ca la puțurile săpate, diametrul puțului determinându-se după viteza mișcării verticale a apei, care nu trebuie să depășească 100 mm/s (fig. 2.31).

Izvoarele ascendente răsfirate se captează prin drenuri sau galerii, către puțul colector amplasat în locul în care vâna este concentrată.

La execuția izvoarelor excavațiile se vor face manual, cu ciocane pneumatice sau electrice, explozibili care ar putea pune în pericol existența izvorului putând fi folosiți numai cu avizul hidrogeologic de specialitate.

Materialele folosite la construcțiile și instalațiile sistemului de captare trebuie să reziste la eventuala agresivitate a apei izvorului. Pragul de intrare în camera de captare va fi de cel puțin 0,70 m deasupra nivelului terenului iar în locuri inundabile deasupra nivelului apelor mari, luându-se în considerare și efectul valurilor.

La captările de apă potabilă capacele și ușile de acces din exterior se vor prevedea cu încuietori, pentru interzicerea intrării persoanelor străine și a animalelor în compartimentele camerei de captare.

Tubul pentru ventilație va fi prevăzut cu căciulă și sită protectoare cu ochiuri de cel mult 2 mm latura și va fi înălțat cu cel puțin 1 m peste acoperișul camerei de captare sau cu cel puțin 2 m peste nivelul de gardă al accesului. Dacă în camera de captare se degajă gaze, care prin acumulare pot deveni periculoase, se prevăd instalații speciale de ventilație.

Zona de protecție sanitară cu regim sever, la izvoarele descendente, este delimitată în amonte de distanța pe care o parcurge apa în 20 zile, iar lateral și aval de o lungime de 20...50 m. La izvoarele ascendente, zona de protecție se de-limitează ca la puțuri.

Proiectul de execuție va cuprinde elemente ca la puțuri.

Înainte de darea în exploatare a lucrărilor de captare pentru apa potabilă, instalațiile se curăță, se spală și se dezinfectează.

2.4. CAPTAREA APEI DE RÂU

Apele de râu satisfac cu prisosință necesitățile de apă ale centrelor populate, însă necesită lucrări de tratare, având conținut ridicat de materii în suspensie, temperatura variabilă după aceea a aerului și duritate mică, pe măsura depunerii de la izvor până la vărsare a sărurilor de calciu și de magneziu. De asemenea, aceste ape au un conținut ridicat de substanțe organice și de bacterii, mai ales după trecerea prin centrele populate sau prin apropierea acestora.

În conformitate cu prescripțiile date de STAS 1629/4-81, proiectarea captării de apă din râu trebuie să fie precedată de studii și cercetări de teren conform STAS 1628/1-87 și STAS 1242/1-81 și să se coreleze cu schemele de amenajare a bazinului hidrografic și de gospodărire a apelor râurilor din zonă, cu luarea în considerare din punct de vedere calitativ și cantitativ a tuturor folosințelor, restricțiilor și servituților de pe râu (captări existente, navigație, plutărit, piscicultură, irigații, agrement etc.). La proiectare se va ține seama și de posibilitățile de alimentare în comun a consumatorilor din zonă, de extindere în viitor a centrului populat și a captării și de creare a zonelor de protecție sanitară.

În zona prevăzută pentru captare se vor efectua studii topo-hidrografice pe câte o lungime de râu de cel puțin zece lățimi de albie stabilizată a râului în axul captării, care să cuprindă atât capătul amonte al curbei de remuu cât și zona în care pot apare depuneri de aluviuni sau în care este posibil să apară și alte lucrări de artă necesare realizării și funcționării captării de apă: îndiguiri, apărări de maluri, corecții de torenți, modificări de trasee pentru drumuri sau căi ferate, clădiri etc.

Pentru proiectarea captării apei se vor întocmi și studii asupra evoluției în timp a albiei râului, efectelor vânturilor și valurilor, delimitării zonelor de protecție sanitară cu regim sever și de restricție, surselor posibile de poluare a apelor (canalizări, exploatare miniere etc.), afuiierilor albiei, sufoziei fizice și chimice a te-renului din albia râului, apelor subterane, agresivității apei asupra materialelor de construcții preconizate pentru a fi folosite.

Pentru captările încadrate în clasele de importanță I sau II conform STAS 4273-83 sau în condițiile de amplasament dificile, proiectarea se recomandă să fie precedată de încercări pe model, în aceste cazuri ridicările topo-hidrografice

fiind efectuate de comun acord cu organizația care execută cercetări de laborator.

Captările de apă trebuie să poată fi revizuite și reparate integral sau parțial cu asigurarea în permanență a debitului de apă, a calității apei și a nepătrunderii în priză a aluviunilor, plutitorilor, gheții, zaiului, plantelor și viețuitoarelor acvatice, peste cantitățile și dimensiunile proiectate.

Construcțiile și instalațiile captării de apă din râuri trebuie să asigure prelevarea debitului de apă necesar, nivelul de apă corespunzător și spălarea aluviunilor din fața prizei de apă, stabilitatea albiei minore în zona captării și racordarea construcției captării în maluri, curgerea fără vârtejuri a apei în zona prizei, prevenirea efectelor dăunătoare ale lucrărilor de captare asupra cursului râului și zonelor limitrofe, migrarea pe râu a peștilor la barări de cursuri de apă, evacuarea în aval a debitelor maxime și prevenirea efectelor dăunătoare ale zaiului, nămolului, gheții și plutitorilor asupra prizei de apă.

La captări executate la adăpostul unui batardou, proiectele vor prevedea efectuarea probelor de funcționare și manevrare a tuturor instalațiilor mecanice (stavile, grătare etc.) înaintea desființării acestuia.

Zonele de protecție sanitară se vor delimita în funcție de condițiile hidrogeologice, hidrologice și geomorfologice locale.

Lucrările de captare se vor proiecta la asigurările de debite și niveluri maxime și minime ale râurilor, în conformitate cu STAS 4273-83, STAS 4068/2-83 și STAS 1343/0-89, iar pentru lucrările de regularizare aferente captării de apă se vor lua în considerare prevederile STAS 8593-79.

Platformele de exploatare, manevrare și acces la captări vor fi amplasate la minimum 0,5 m deasupra nivelului maxim din râu și cu 0,5 m deasupra nivelului maxim la care pot ajunge valurile.

În proiectarea pasarelelor și podurilor pe cursul râului, care fac parte integrantă din captare, se vor lua în considerare prevederile STAS 10111/1-77 și STAS 10111/2-87.

Construcția prizei de apă se dimensionează pentru debite maxime de apă captate în următorii 25 ani, cu posibilități de eşalonare și echipare pe etape. Pentru captările din clasele de importanță I și II debitul de calcul din perioada de execuție se va lua conform STAS 4273-83 și STAS 4068/1-82, iar pentru celelalte clase de importanță debitul se va stabili de proiectant și se va aproba de beneficiar în funcție de eventuala întârziere a dării în exploatare a captării.

Prin proiect se vor prevedea măsuri de securitate și supraveghere (împrejmuire, pază, iluminat, drum de acces etc.) în timpul exploatării lucrărilor iar construcțiile, instalațiile și utilajele captărilor din râuri navigabile sau pe care se face plutărit trebuie semnalizate cu balize iluminate noaptea, ca cele folosite la dirijarea transporturilor pe râu.

La amplasarea prizei se vor lua în considerare următoarele:

- Captarea se amplasează în amonte de localitatea care trebuie alimentată cu apă (fig. 2.32) sau de alte surse de poluare a apei râului (guri de vărsare a apelor uzate, depozite de lemne și alte materiale poluante etc.), proprietățile apei râului în aval fiind inferioare celor din amonte.
- Captarea se amplasează cât mai aproape de centrul populat, pentru a reduce costul lucrărilor de aducțiune mai ales dacă panta râului este mică și nu se pot face economii la pompare.
- Captarea se amplasează într-o zonă cât mai stabilă a albiei râului în plan și în profil longitudinal, cu regim hidraulic favorabil, la toate nivelurile aluviunilor și ghețurile trebuind să se scurgă liber.
- Se vor evita locurile unde albia se împarte în mai multe brațe și praguri de trecere, unde se formează bancuri de nisip iar fundul este nestabilizat.
- Dacă nu se poate amplasa lucrarea de captare pe o porțiune în aliniament a râului, în nici un caz nu se amplasează pe malul convex, unde se produc depuneri care duc la împotmolire, ci în partea aval a celui de al treilea sfert al curburii malului concav, care trebuie apărat contra eroziunilor, în baza studiilor efectuate.
- La amplasarea în concavitatea malului se recomandă ca raza R a curbei să aibă valoarea $3B \leq R \leq 5B$, B fiind lățimea albiei stabile în axul captării.
- Amplasarea trebuie să corespundă poziției optime a lucrărilor de captare, a stației de pompare, a deznisipatoarelor și a altor lucrări de tratare.
- Captarea se amplasează înainte de confluența râurilor, pentru a o feri de aluviuni și mai ales de formarea bancurilor, ce ar împotmoli-o.
- Se vor evita amplasamentele situate imediat în aval de confluente sau de alte surse de impurificare.
- Este interzisă amplasarea prizelor de apă potabilă într-un adăpost de nave sau într-un bazin portuar.
- La mare se va ține seama de vânt iar la munte se va ține seama de acțiunea avalanșelor.
- La râuri regularizate prin baraje, captarea se va amplasa în amonte de cădere, cu evitarea conturbării altor utilizări ale apei.
- Se va ține seama de curenții de apă, amplasându-se priza într-un loc în care apa nu stagnează.
- În regiuni seismice se vor evita versanții abrupti, deoarece la 6-7 grade de seismicitate pot avea loc alunecări de teren.
- Se va ține seama de navigație, plutărit, captări existente, piscicultură și irigații, evitându-se zonele în care circulă în apropiere nave și plute.
- Se va ține seama de grosimea și acțiunea gheții în timpul exploatării, evitându-se meandrele, locurile unde se formează îngrămădiri ale gheții de suprafață

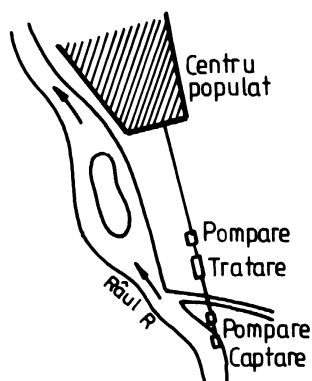


Fig. 2.32. Amplasamentul captării apei de râu.

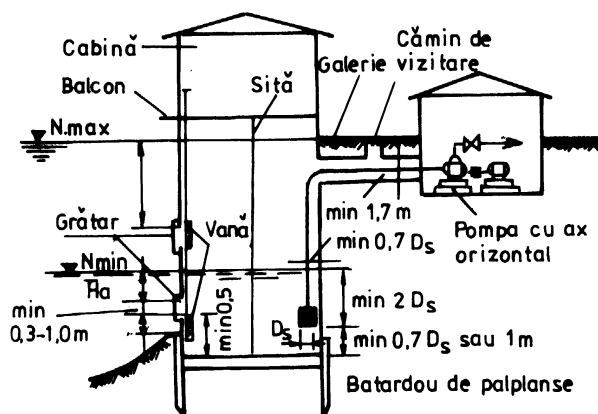


Fig. 2.33. Captarea de râu în mal.

(zăpori), zăi sau gheață de fund, precum și locurile unde apa nu îngheață (ochiuri).

- Lucrările de captare trebuie să fie ușor accesibile personalului de întreținere în tot timpul anului.

- La amplasare se va ține seama și de rezultatele unui calcul tehnico-economic comparativ pe ansamblul sistemului de alimentare cu apă, incluzând diferitele variante de amplasament.

În cazul râurilor cu adâncimile de apă $H_{min} \geq H_{nec}$, captările se pot face: în mal, în albie, în bazin și mobile, iar în cazul râurilor cu adâncimile de apă $H_{min} < H_{nec}$, se pot face captări de mal cu prag de fund, cu baraje fixe sau mobile, cu adâncirea fundului râului și sub fundul râului, H_{min} fiind adâncimea de apă în fața prizei, corespunzătoare debitului minim Q_{min} afluent pe râu în amplasamentul prizei, cu aceeași asigurare cu folosința deservită conform STAS 1343/0-91, iar H_{nec} adâncimea de apă minimă necesară la priză, pentru a permite prelevarea debitului de calcul Q_c .

Captările în mal se construiesc când înălțimea de captare se obține lângă mal, de obicei la râuri mari cu debite $Q_{min} \geq 4Q_c$, cu variații de nivel sub 10 m și cu maluri mai abrupte, stabile și rezistente (fig. 2.33). Apa trece prin orificii sau ferestre prevăzute cu grătare, în primul compartiment de captare al camerei de captare, apoi prin sită trece în compartimentul al doilea de aspirație, de unde este aspirată apoi și refulată la lucrările de tratare. La niveluri ridicate se deschide orificiul superior și se închide orificiul inferior cu o stavilă, pentru a opri intrarea aluviunilor de fund în priză.

Camera de captare este dreptunghiulară sau ovală în plan, la dimensionare

luându-se în considerare amplasarea rațională a sitelor, a vanelor, a conductelor de aspirație și a restului de utilaj, precum și vizitarea și repararea ușoară a acestora. Valoarea acoperirii de apă H_a , în m, a crestei orificiului camerei va fi:

$$H_a \geq h_v + h_{g1} + h_{g2}, \quad (2.18)$$

în care: $2h_v$ este înălțimea valului, în m; h_{g1} - grosimea maximă a gheții, în m; h_{g2} - garda minimă față de suprafața apei, în m (minimum 0,5 m).

Camera se construiește din beton sau din beton armat și se verifică la alunecare, la răsturnare și la plutire. Verificarea la alunecare se face în cazul nivelului minim al apei iar în cazul nivelului maxim al apei când nu există apă coeficientul de stabilitate se consideră de 1,15-1,40.

Grătarele sunt formate din bare dreptunghiulare, pătrate sau de formă specială, la distanța de 20...200 mm între ele, barele dreptunghiulare având dimensiunile secțiunii transversale de 6/50...10/60 mm. Dacă sunt fixe, grătarele se montează înclinat cu 70° față de orizontală iar dacă sunt mobile acestea se montează vertical. Pierderea de sarcină la trecerea apei prin grătare se consideră în calcule de 0,1 m iar vitezele de trecere a apei prin grătare necesare pentru dimensionarea orificiilor prizei se recomandă a se adopta conform tabelului 2.1.

Orificiile pot fi dreptunghiulare, pătrate, circulare etc. și se amplasează pe aceeași verticală sau decalate. Dimensiunile, numărul și amplasarea lor sunt în

Tabelul 2.1

Viteza de trecere a apei prin grătarele captărilor de mal

Măzda de trecere a apei prin grătarele captantelor de apă			
Condiții existent e pe râu	Debite captate, în m³/s		Observații
	până la 0,5	peste 0,5	
	Viteza de intrare a apei prin grătare, v_g , în m/s		
Zai	maximum 0,1	maximum 0,3	Poate fi mărită la maximum 0,6 m/s dacă se iau măsuri speciale împotriva zaiului (încălzirea grătarului, apărător de plutitor și zai, acoperire superficială de apă la grătar)
Plutitori	maximum 0,3	maximum 0,4	Valorile indicate sunt valabile în cazul grătarelor fără curățire mecanică. Viteza poate fi mărită până la maximum 0,6 m/s dacă se iau măsuri împotriva plutitorilor (apărător de plutitor și zai, acoperire suficientă de apă la grătare etc.)

	de la 0,3 la maximum 0,6	maximum 0,6	Valorile indicate sunt valabile în cazul grătarelor fără curățire mecanică. Valorile minime se vor lua când nu se cunosc debitele necesare în viitorii 25 ani
--	--------------------------	-------------	---

funcție de considerente constructive și de exploatare, astfel încât să nu slăbească prea mult pereții construcției de captare iar montarea și curățirea atât a grătarelor cât și a vanelor să se poată efectua independent.

Sitele rețin impuritățile mici, au ochiuri de 5/5...25/25 mm și pot fi fixe sau rotative. Viteza de trecerea apei se consideră de 0,1-0,2 m/s la sitele fixe și de 1 m/s la sitele rotative iar pierderea de sarcină la sitele fixe se consideră de 0,1-0,2 m. La captări mari sitele se amplasează într-o construcție.

Galeria are acoperișul sub formă de boltă sau drept și se prevede la captările mari, când terenul prezintă tasări neuniforme sau când conductele de aspirație sunt din fontă. Spațiul de la perete la conductă sau dintre conducte trebuie să fie de minimum 0,5 m.

Casa pompelor se amplasează în afara zonei alunecărilor terenului în timpul execuției. Pentru siguranța funcționării se prevăd două conducte de aspirație, fiecare dimensionată la 50 % din debit și la viteza de 1...1,5 m/s. Se prevăd pompe cu ax orizontal când oscilațiile de nivel ale apei din râu sunt mici și deci nu este depășită sarcina de aspirație.

În cazul terenurilor aluvionare camera de captare se construiește într-o incintă cu pereții din palplanșe care se mențin după execuție, pentru asigurarea la afuiere iar în cazul condițiilor nefavorabile aceasta se construiește în cheson.

Grătarele se curăță manual sau mecanic cu perii, cu greble sau cu un jet de apă iar împotriva gheții acestea se pot încălzi cu aburi sau cu apă caldă de la industrie sau electric. Împotriva gheții de fund barele grătarelor se pot confecționa din lemn iar barele metalice se acoperă cu ceară, asphalt, gudron etc.

Sitele se pot curăța cu un jet de apă iar conductele de aspirație cu un jet de apă în sens invers, cu viteza de 1,0-1,5 m/s.

Camera de captare se poate curăța manual, cu ejectoare sau cu pompe deoarece ea nu are scurgere.

Pentru asigurarea alimentării neîntrerupte cu apă camera se împarte în două sau mai multe compartimente, care să funcționeze independent unul de celălalt.

La captări mici (10...15 l/s) pot lipsi sitele, cabina și galeria, iar la aspirație se poate prevedea o singură conductă. Dacă lipsește și peretele cu orificii mai ales când nivelul apei nu variază pe înălțimi prea mari, trebuie prevăzute grătare în interiorul camerei, iar în pereții camerei se mai prevăd nișe, în care să se poată introduce batardoul, când se separă camera de râu.

Camera de captare poate fi proiectată în construcție comună sau alăturată cu stația de pompare sau cu deznisipatoarele.

Dacă se depășește sarcina de aspirație a pompei cu ax orizontal aceasta se coboară mai jos sau se prevăd pompe cu ax vertical într-o construcție comună cu camera de captare.

Dacă electropompele sunt amplasate sub nivelul maxim al apei din râu, trebuie izolată camera pompei sau trebuie prevăzute motoare electrice capsulate și pompe de evacuare a apelor de infiltrație.

Captarea fără pompe se poate realiza în amonte de un baraj sau la distanțe mari în amonte de stația de tratare.

Captările în albie se construiesc când înălțimea maximă de captare este asigurată numai la o anumită distanță de mal, când $Q_{min} \geq 4Q_c$, când proprietățile apei sunt necorespunzătoare la mal sau când intervin alte considerente locale. În schema din figura 2.34 este reprezentată o captare în albie cu conducta de curgere de la albie la puțul de mal, prin gravitație.

Sorburile conductelor care duc apă la puțul de mal sunt protejate într-un crib, construcție formată din piloți de lemn cu diametrul de 25 cm, legați cu moaze de 10/20 cm, între care sunt așezați dulapi de stejar de 5/30 cm, ce formează un grătar care nu permite trecerea corpurilor grosiere. Deasupra piloților se prevede tot un grătar de lemn.

Acoperirea minimă de apă a grătarelor H_a , în m, va fi în general:

$$h_v + p \leq H_a \geq h_v + h_{vt} + h_{g1} + h_{g2}, \quad (2.19)$$

în care: $2h_v$ este înălțimea valului, în m; p - pescajul maxim al navelor care circulă, în m; h_{vt} - acoperirea de apă necesară evitării vortexului, în m; h_{g1} - grosimea maximă a gheții, în m; h_{g2} - garda minimă față de suprafața apei, în m (minimum 0,5 m).

Conducta care duce apa la puțul de mal se dimensionează la viteza de 0,7...0,9 m/s și se prevede la capătul din aval cu o vană. În scopul unei mai bune aerisiri conducta se așează cu o ușoară înclinare spre râu. De la crib până la intersecția cu malul, aceasta se sprijină pe piloți mozați. Se execută din oțel și se coboară de pe schele plutitoare sau de pe schele de piloți, după ce a fost făcută proba de încercare pe mal și a fost adusă prin plutire la locul de așezare. Spălarea se poate face cu un curent de apă în sensul de curgere, după realizarea unui nivel minim în puțul de mal și deschiderea vanei sau cu un curent de apă în sens invers din conducta de refulare a pompelor, la viteze de 1,0-1,5 m/s.

Pentru asigurarea unei alimentări neîntrerupte și pentru realizarea spălării cu contracurent a fiecărui crib și a conductei respective, folosind apa prelevată cu celelalte criuri se prevăd minimum două criuri interconectate cu funcționare independentă.

Dacă conducta de curgere prin gravitație trebuie îngropată la adâncimi mari, atât execuția cât și exploatarea sunt neraționale și în acest caz se aduce apa în

puțul de mal printr-un sifon (linia punctată din figura 2.34), luându-se măsuri de amorsare cu o pompă de vacuum.

Dacă nu se pot bate piloți, sorbul se va proteja într-o căsoaie de lemn lestată cu anrocamente sau într-un puț de beton armat, prevăzut cu barbacane, cu suprafața de 10-15 ori mai mare decât suprafața secțiunii conductelor.

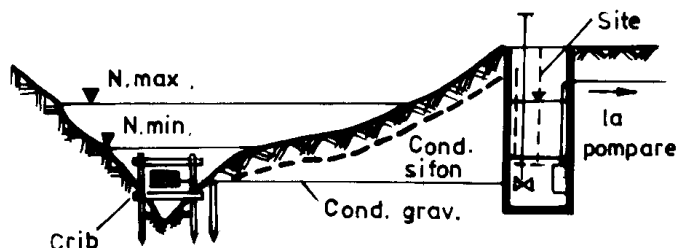


Fig. 2.34. Captare de apă de râu în albie.

La adâncimi prea mici priza trebuie prevăzută cu o semnalizare vizibilă ziua și noaptea pentru vasele navigabile.

La captări mici provizorii sorbul poate fi ne-protejat sau în loc de sorb se poate lărgi conducta prevăzând și un grătar de captare și dirijând intrarea la 90° sau la 180° față de direcția de curgere a apei, pentru ca impuritățile să nu pătrundă în conductă.

În cazul alimentărilor cu apă provizorii și când apa din râu este relativ curată poate lipsi puțul de mal.

În unele cazuri puțul de mal poate fi prevăzut chiar în mal cu ferestre de admisie pentru intrarea apelor mari de râu sau poate fi înlocuit cu cazane de vacuum amplasate în casa pompelor.

Dacă adâncimea de apă este insuficientă pentru folosirea cribului sau dacă este necesar un grad mai mare de siguranță se pot prevedea captări turn sau pilă, forma acestora alegându-se în funcție de mărimea ghețurilor care curg pe râu și de frontul necesar pentru ferestrele de admisie.

La captările mari din fluvii se poate prevedea o pilă executată cu ajutorul aerului comprimat, în interiorul căreia se construiește un puț de captare cu diametru mare, legat printr-o galerie cu un alt puț așezat pe mal. În puțul de captare se prevăd pompe și mai multe vane așezate la niveluri diferite pentru reglarea debitului captat la diferite niveluri ale apei din fluviu.

Captările cu bazin se prevăd acolo unde există pericol de aluviuni. Bazinele sunt construcții în formă de pungă, săpate în malul râului sau create printr-un dig în lungul albiei, din care se pompează apa. Practic, s-a observat că în bazine în care apa intră prin amonte, pătrund mai mult curenți de suprafață,

care transportă zai, iar în bazine cu acces din aval, pătrund mai mult curenți de fund, care transportă aluviuni.

Dacă trebuie apărută captarea iarna de zai și vara de aluviuni, bazinul se construiește cu acces din ambele părți, priza și stația de pompare se amplasează la mijloc iar dirijarea apei se face după necesități.

Lungimea bazinului se calculează în funcție de reținerea la priză a zaiului sau de depunerea înainte de priză a aluviunilor pătrunse în interior. Adâncimea bazinului se prevede mai mare decât adâncimea râului iar lățimea bazinului se determină în funcție de debite și de viteze, astfel încât să aibă acces drăgile pentru curățire.

Captările mobile sunt lucrări cu caracter provizoriu, sezonier sau intermitent, în râuri cu debite mari ($Q_{min} \geq 4Q_c$) variații mari de niveluri, la care se prevăd pompe într-o barcă pe un ponton, care se deplasează în plan (captări plutitoare) sau într-o cabină care se mișcă pe șina amplasată perpendicular pe direcția de curgere a apei (captări lunecătoare), sau la care conducta de aspirație este articulată, prin intermediul unui troliu cu cablu, sorbul putându-se fixa la diferite adâncimi (captări pendulare) cu cât sunt mai puține aluviuni.

În zona stațiilor de pompare plutitoare, utilizate în perioada în care nu curg ghețuri periculoase pe râu și cu mai multe linii tehnologice ca la captările cu cri-buri, înălțimea minimă de apă H_{min} , în m, va fi:

$$p + h_{gn} \leq H_{min} \geq h_{g1} + h_{g2} + h_v + h_{vt} + h_s, \quad (2.20)$$

în care: p este pescajul maxim al ambarcațiunii cu stația de pompare, în m; h_{gn} - garda de navigație a vasului față de fundul lacului, în m; h_{g1} - grosimea maximă a gheții, în m; h_{g2} - garda minimă față de suprafața apei, în m; $2h_v$ este înălțimea valului, în m; h_{vt} - acoperirea de apă necesară evitării vortexului, în m; h_s - distanța minimă a sorbului față de fundul lacului pentru a nu antrena aluviunile inadmisibile, în m.

Captările de mal cu prag de fund se recomandă la râuri cu debite mari ($Q_{min} \geq 4Q_c$), pragul de fund dimensionându-se pentru realizarea la priză a adâncimii $H_{min} \geq H_{nec}$ și pentru asigurarea spălării aluviunilor pe tot frontul prizei de apă. Acest tip de captare cu stavile în prag la deschiderile de spălare a aluviunilor se pot utiliza și la râuri cu debite mici ($Q_{min} \leq 4Q_c$) cu condiția ca:

$$Q_c + Q_s \geq Q_{min}, \quad (2.21)$$

$$Q_s > Q_i, \quad (2.22)$$

în care: Q_s este debitul de servitute ce trebuie lăsat în aval de priza de apă; Q_i - debitul care se pierde prin infiltrații pe sub și pe lângă prag.

Captările cu baraje fixe pot fi cu baraje și priză în culeie, cu baraje și priză pe coronament sau cu baraje cu priză în culeie și pe coronament (fig. 2.35).

Captările cu baraje fixe și priză în culeie se pot utiliza când nu este posibilă o captare de mal cu prag de fund, malurile sunt înalte, inconveniente provocate de ridicarea fundului râului și nivelului maxim al apelor sunt compensate economic de reducerea investiției la captare, $Q_{min} \leq 4Q_c$ și barajul asigură la priză $H_{nec} \geq H_{min}$.

Captarea cu baraj fix și priză pe coronament se recomandă pe cursul superior al râului când panta $i \geq 1\%$ și aluviunile cu diametrul $d \leq 6$ mm reprezintă maximum 25 % din debitul solid total al râului.

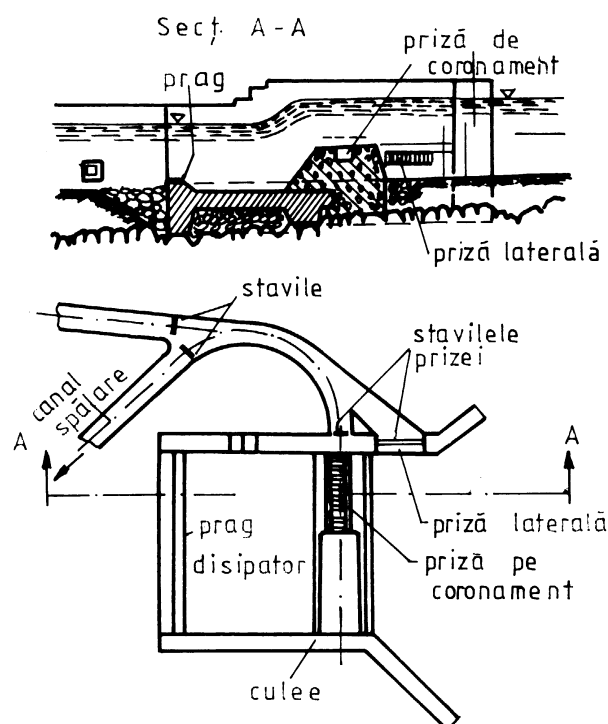


Fig. 2.35. Captare de apă de râu cu baraj de derivație.

Barajul submersibil se amplasează acolo unde albia este mai îngustă și condițiile de fundare și de încastrare în maluri sunt sigure. Corpul barajului se construiește din zidărie de piatră cu mortar de ciment, din beton sau din beton ciclo-pian iar radierul și elementele prizei se construiesc din beton armat sau din beton cu armătură de siguranță. Suprafața deversantă trebuie executată din material rezistent la uzură iar amortizarea căderii apei se poate face printr-o saltea de apă sau într-un disipator de energie. În maluri barajul se leagă prin intermediul unei culei. Pentru trecerea peștilor din bieful aval în bieful amonte se

poate prevedea o scară de pești iar pentru plute se poate prevedea o trecere. Pe o pasarelă sprijinită pe corpul barajului se poate circula între maluri.

În cazul barajelor cu priză pe coronament (baraje tiroleze), grătarul prizei este format din bare cu spații de 15... 20 mm între ele, viteza de curgere a apei la trecerea prin grătar fiind de 0,2...0,3 m/s. Dacă sunt necesare pompe, acestea se amplasează după deznisipator, destul de jos pentru a se amorsa automat. Se prevede și o priză de iarnă, protejată de un apărător și de un stăvilar, care se ridică

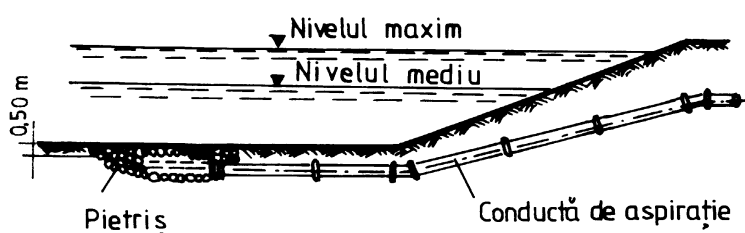


Fig. 2.36. Captare de apă de râu cu crepină sub fundul râului.

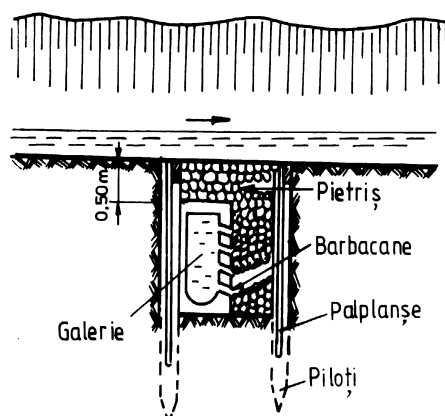


Fig. 2.37. Captare de apă de râu cu galerie sub fundul râului.

iarna, când priza de pe coronament este stânjenită de gheață. În amonte de aceste baraje se construiesc unul sau mai multe baraje din lemn și din anrocamente pentru reținerea unei părți din debitul solid.

Captările cu baraje mobile se recomandă când nu este posibilă o captare de mal cu prag de fund sau nu este recomandabilă o captare cu baraj fix, când $Q_{min} \leq 4Q_c$ și când barajul asigură la priza de apă $H_{min} \geq H_{nec}$. La dimensionarea captărilor cu baraje mobile se va considera că la evacuarea debitelor maxime

una din stavile este blocată iar la debitele de verificare toate stavilele se consideră deschise.

Stavilele barajelor mobile se vor prevedea cu acționare dublă (manuală și electrică) sau cu acționare electrică provenită din două surse separate și independente, dacă timpul de manevrare manuală a stavilelor conduce la depășirea nivelurilor de calcul și de verificare.

Captările cu adâncirea fundului râului constau în dragarea fundului râului în dreptul prizei sau în săparea prin hidromecanizare, pe o lungime suficientă pentru ca șenalul tăiat, în care se amplasează priza, să aibă panta continuă, ținându-se seama de direcția curentului la viiturile de primăvară și la apele mijlocii. Sunt lucrări provizorii de scurtă durată, prevăzute la râurile cu fundul stabil care transportă cantități mici de aluviuni.

Captările sub fundul râului constau dintr-o crepină așezată sub fundul râului (fig. 2.36) sau dintr-o galerie transversală pe râu (fig. 2.37). Aceste captări se construiesc, în general, în cursul superior al râurilor cu patul alcătuit din stâncă, pietriș sau nisip, fără tendință de adâncire și se recomandă numai la lucrări provizorii.

Adaptarea proiectului de captare de apă de râu la situațiile rezultate în teren se va face numai cu acordul proiectantului, iar în cazul unor condiții complexe, cu asistență tehnică de specialitate.

După prevederile stabilite în proiect, beneficiarul va întocmi regulamentul de exploatare și va elabora condițiile de recepționare a lucrărilor.

Proiectul va cuprinde indicații de exploatare și întreținere a construcțiilor și instalațiilor proiectate precum și indicații și dotări pentru urmărirea și consemnarea de către beneficiar a debitelor și nivelelor apelor, a fenomenelor de iarnă din râu și a comportării instalațiilor de la captare în timp.

Dacă nu s-au putut prevedea la captare instalații pentru măsurarea debitelor prelevate, acestea se vor prevedea pe conducte sau pe canal, în apropiere de captare.

2.5. CAPTAREA APEI DE LAC

Captarea apei din lacuri naturale sau artificiale se face după prescripțiile de proiectare date de STAS 1629/5-81, multe dintre aceste prescripții fiind identice cu cele date de STAS 1629/4-81 pentru captarea apei din râuri.

Din punct de vedere calitativ, apa lacurilor este mai bună decât apa râurilor, deoarece materiile se sedimentează în mod natural, iar aerul, lumina solară și diferiți bacteriofagi o purifică din punct de vedere bacteriologic.

La apele din lacuri se vor întocmi studii și asupra curenților din lac și se vor lua măsuri pentru combaterea alunecărilor de maluri și corectarea torenților care pot influența calitatea apei la priză sau stabilitatea lucrărilor de captare.

La alegerea amplasamentului captării se va ține seama de:

- Rezultatele studiilor asupra calității apei din lac.
- Asigurarea unei adâncimi pentru priza de apă cel puțin egale cu de 3 ori înălțimea valului ($2h_v$) provocat de vânt sau de circulația navelor.
- Malurile și fundul lacului (stabilitate, împădurire, înămolire, creșterea plantelor etc.) cu evitarea zonelor de instabilitate.
- Evitarea zonelor în care vânturile dominante pot îngrămădi prin curenții formați plutitori, alge, gheață, zăi sau alte impurități din locuri contaminate.
- Evitarea zonelor din imediata apropiere a punctelor de descărcare a canalizărilor sau de vărsare a izvoarelor, râurilor și torenților în lac, care pot aduce apă de calitate rea, aluviuni sau ape mineralizate.
- Evaporarea apei care poate provoca creșterea durtății.
- Planctonele (alge și protozoare) care pot colora și da miros rău apei.
- Delimitarea zonelor de protecție sanitară.
- Posibilitatea de primenire a apei și de asigurare a adâncimii pentru care apa să aibă o temperatură cât mai constantă.
- Spațiul cel mai potrivit pentru amplasarea stațiilor de pompare și de filtre.
- Rezultatele calculului tehnico-economic comparativ pe ansamblul sistemului de alimentare cu apă, incluzând diferite variante de amplasament sau tip de captare.

Tipul de captare se alege în funcție de: felul lacului (natural sau artificial), tipul barajului (în cazul lacurilor artificiale), variația nivelului apei din lac, variația în timp a nivelului fundului lacului, variația pe verticală și cu distanța de la țărm a calității apei din lac, posibilitățile de etapizare ale execuției captării și de extindere a captării; siguranța necesară în exploatare, ușurința în exploatare și economicitatea lucrării.

Captările din lacuri naturale se fac în general la lacurile dulci cu întindere și adâncime suficientă.

Se pot proiecta captări în mal, după tipul captărilor de râu dacă înălțimea minimă de apă necesară, H_{min} , este asigurată lângă mal și se cere un grad mai mare în exploatare. Înălțimea pragului ferestrei față de fundul lacului lângă el se stabilește în funcție de posibilitatea introducerii aluviunilor în priză de către valuri, dar nu mai mică de 0,5 m.

Când adâncimea de captare se află mai departe de mal și se captează debite mici, se pot proiecta captări la diferite distanțe de mal (fig. 2.38). Crepina se execută din metal care nu ruginește având laterale orificii dreptunghiulare de 4/25... 10/40 mm, cu suprafața totală de 3...4 ori mai mare decât secțiunea conductei. Are diametrul egal cu înălțimea utilă și cu 25... 50 % mai mare decât

diametrul conductei. Este susținută de o construcție metalică, iar contra depunerilor este apărată de o căciulă metalică.

Conducta de aducțiune, care leagă priza de puțul colector, se poate construi din tuburi de oțel protejate contra ruginii. Este prevăzută cu îmbinări mobile sferice, care permit deformării unghiulare de până la 6° (fig. 2.39), pe fundul lacului. Etanșarea se face cu frânghie gudronată și plumb sau cu garnitură de cauciuc. Conducta poate rezema și pe piloți, la distanța potrivită de fund terminându-se cu o pâlnie orizontală, prevăzută cu grătar format din bare verticale sau poate

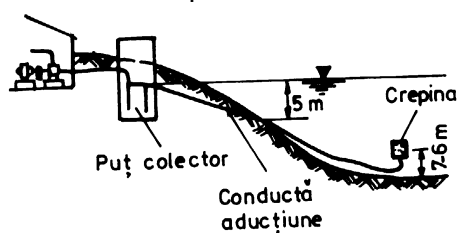


Fig. 2.38. Captare în mal de apă de lac.

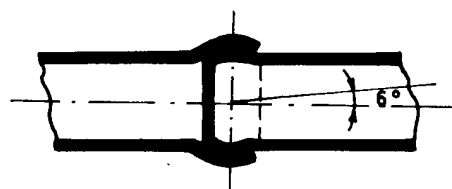


Fig. 2.39. Imbinarea elastică a conductelor metalice.

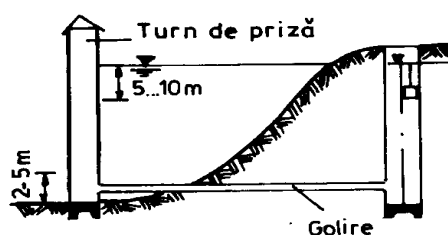


Fig. 2.40. Captare de apă de lac cu turn.

fi îngropată pe fundul lacului.

Puțul colector poate lipsi sau poate fi înlocuit cu un cazan de vacuum, amplasat în casa pompelor.

Când conducta de aducțiune are diametru mai mare de 1 m, fundul lacului este stabil în timp, nu există pericolul blocării grătarelor cu gheață, zai sau plutitori și nu constituie obstacol pentru navigație (dacă este cazul), captarea se prevede cu crib ca la râuri.

Pentru debite foarte importante, când înălțimea de apă există numai la anumite distanțe de mal, apa nu are calitatea corespunzătoare lângă mal, malurile sunt instabile, fundul lacului variază în timp și la mal se aglomerează plutitorii, vegetația acvatică, zai sau gheață, priza se poate face ca la râuri printr-un turn construit în lac, în care apa pătrunde prin două sau trei deschideri, așezate la

adâncimi diferite, prevăzute cu grătare și vane (fig. 2.40). Semnalizarea în timpul nopții se face printr-un far, iar legătura cu malul se face printr-o barcă sau, dacă distanța nu este prea mare printr-o pasarelă. La execuție conducta de aducțiune se lansează de pe un pod de vase (pontoane) pe care sunt prevăzute trolii manuale. De la mal spre larg se coboară tuburile astfel încât unghiul dintre ele să nu depășească unghiul articulației. Verificarea așezării corecte a construcției și prizei se face cu scafandrii.

Pentru alimentări cu apă provizorii, sezoniere sau intermitente, când lacul are variații mari de nivel iar captarea necesită investiții mai mici decât alte tipuri și prezintă gradul de siguranță corespunzător folosirii apei, se recomandă captări cu stații de pompare plutitoare, ca la captările de apă de râu.

Captările din lacurile artificiale se fac din lacurile formate prin bararea văilor la înălțime față de centrele populate, în locuri ferite de impurități. Văile în care se execută barajul trebuie să fie cât mai strâmte și în regiuni cât mai muntoase iar terenul în care se amplasează barajul trebuie să fie cât mai rezistent și cu stânci sau piatră la fund la o adâncime cât mai mică. Calculul și execuția barajului se efectuează astfel încât acesta să nu alunece, să nu se răstoarne și să nu se scufunde. În cazul lacurilor artificiale se poate amenaja inițial bazinul lacului (zonă de protecție sanitară, împăduriri, consolidarea terenului etc.), se pot obține adâncimi dorite (recomandabil 35 m), se poate curăța mai ușor în exploatare, iar apa lacului se poate primi mai ușor și mai des. În general, se obține o apă cu temperatură constantă și se poate crea un loc de agrement pentru orașe.

Volumul minim util se poate determina grafic, prin suprapunerea curbelor anuale de consum și de alimentare, ca la rezervoarele de compensare.

Curba de consum se obține prin însumarea succesivă a tuturor cantităților de apă consumate lunar, în m^3 , lacul putând să aibă și alte utilizări, pe lângă alimentarea cu apă a centrelor populate.

Curba de alimentare se obține însumând cantitățile de apă efective acumulate lunar în spatele barajului. Aceste cantități lunare V , în m^3 , se determină din relația:

$$V = \alpha \cdot \Phi \cdot S \cdot h, \quad (2.23)$$

în care: S este suprafața bazinului, în m^2 ; h - înălțimea precipitațiilor medii lunare repartizate uniform pe tot bazinul, cu ajutorul izohietelor medii lunare, în m ; Φ - coeficientul de scurgere lunar mediu pe tot bazinul, în funcție de altitudine, pantă, temperatură medie, permeabilitatea terenului, vegetație, procent de împădurire; α - coeficient de reducere pentru anii secetoși, care poate fi exprimat prin raportul dintre precipitațiile anuale minime cunoscute în regiune și precipitațiile anuale medii.

Pentru obținerea volumului brut al lacului, se adună la volumul util rezerva necesară pentru perioadele de secetă cele mai lungi cunoscute în regiune

(30... 45 zile în regiuni de munte și 60...90 zile în alte regiuni), volumul mort, cantitatea inutilizabilă ca apă potabilă și rezerva pentru pierderi prin evaporare și prin infiltrare. Prin evaporare se pierde anual 400 mm în regiunile de munte, 600 mm în regiunile de deal și 800 mm în regiunile de câmpie.

La lacurile artificiale se pot prevedea tipurile de captări de la lacurile naturale, în zonele din aval, unde nu se depun masiv aluviunile sau captări în barajul lacului de acumulare, dacă nu este periclitată siguranța barajului și rezultă investiții mai reduse, la aceeași siguranță în exploatare.

Înălțimea pragului ferestrei de prelevare a debitului se va considera de la cota superioară a volumului mort al lacului.

În cazul când există turn cu golire de fund este obligatorie examinarea oportunității utilizării acestuia drept priză de apă.

La captări în barajul lacului de acumulare priza de apă cu instalațiile respective se vor executa concomitent cu barajul, în condițiile executării de reparații la baraj, fără oprirea prizei de apă.

În cazul conductelor care se trec prin corpul barajului se vor lua măsuri severe pentru evitarea pierderilor de apă pe lângă conducte în timpul exploatării normale sau la avarii și numai în cazuri speciale, când s-ar putea periclita stabilitatea și siguranța barajului sau terenului străbătut în timpul avariilor la conducte, conductele se vor monta în galerii.

2.6. REGULARIZAREA ALBIILOR ÎN ZONA CAPTĂRII

Prin lucrările de regularizare se stabilizează albia unei ape curgătoare, în scopul de a-i da un profil transversal cuprins între maluri fixe consolidate, un profil longitudinal continuu și un traseu stabil.

La captările de apă trebuie să se realizeze următoarele condiții:

- Să se capteze debitul necesar la orice nivel și la orice debit al râului.
- Să se împiedice accesul aluviunilor de fund și să se capteze un procent cât mai redus din aluviunile în suspensie.
- Să se împiedice blocarea prizei de către corpuri plutitoare și de către ghețuri, precum și accesul acestora în priză și mai departe în derivație.

În aval de prizele în curent liber se micșorează debitul și încep să se depună aluviunile. Micșorându-se panta prin supraînălțarea fundului, aluviunile înaintează spre amonte și pot duce la colmatarea prizei, la supraînălțarea nivelurilor și la inundații.

La prizele cu prag de fund și stavile de spălare au loc fenomene diferite înainte de colmatarea pragului de fund și după colmatarea acestui prag. Înainte

de colmatarea pragului de fund se produce în amonte de construcție un remuu și un mic lac de acumulare în care se depun aluviunile târâte din aluviunile în suspensie. Apa care trece peste prag este mai limpede și în acest mod se mărește capacitatea de transport a râului în aval, unde pot apărea eroziuni periculoase pentru fundațiile construcțiilor din această zonă. Depunerea aluviunilor în amonte poate duce la inundații, la ridicarea nivelului apei freatice și la crearea unor zone de apă cu adâncime redusă. După colmatarea pragului de fund au loc fenomene ca la prizele în curent liber.

În amonte de captare se execută lucrări de regularizare pentru asigurarea prizei împotriva pericolului de ocolire și colmatare, pentru dirijarea curentului în scopul captării unei ape cât mai curate și obținerii adâncimii necesare în fața prizei, pentru apărarea împotriva inundațiilor, pentru împiedicarea ridicării nivelului apelor subterane și pentru amenajări diverse (stabilizarea malurilor, evitarea înmlăștinirii terenurilor etc.).

În aval de captare se execută lucrări de regularizare pentru ușurarea scurgerii aluviunilor și ghețurilor, pentru înlăturarea eroziunilor, pentru apărarea împotriva inundațiilor, pentru împiedicarea supraînălțării nivelului apei freatice, pentru amenajări diverse etc.

La râurile cu albie mică și stabilă nu sunt necesare lucrări speciale pentru asigurarea prizei împotriva pericolului de ocolire și colmatare iar la râurile cu albie nestabilă și eventual cu mai multe brațe trebuie să se execute lucrări de stabilizare a albiei, care cuprind: epiuri, diguri longitudinale etc.

Pentru captarea unei ape cât mai curate, trebuie să se producă în albie o circulație transversală și să se capteze straturile superioare sau inferioare de apă, după cum se cere să se evite aluviunile de fund sau gheața. Pentru îndepărtarea aluviunilor de fund de priză, se poate realiza un traseu curb (fig. 2.41).

Pentru apărarea contra inundațiilor, se construiesc în general diguri longitudinale.

Pentru împiedicarea ridicării nivelului apei subterane, datorită remuului produs, se prevăd lucrări de drenaj, apa drenată fiind evacuată în aval de priză.

Lucrările de stabilizare a malurilor trebuie tratate în mod deosebit, deoarece prăbușirea malurilor în urma modificării regimului de scurgere al râului poate duce la colmatarea prizei sau la ocolirea ei.

Pentru a ușura scurgerea aluviunilor și a ghețurilor, se poate mări capacitatea de transport a râului, fie prin mărirea (rectificarea meandrelor, eliminarea unor praguri de fund naturale etc.), fie prin lucrări de modificare a secțiunilor de scurgere

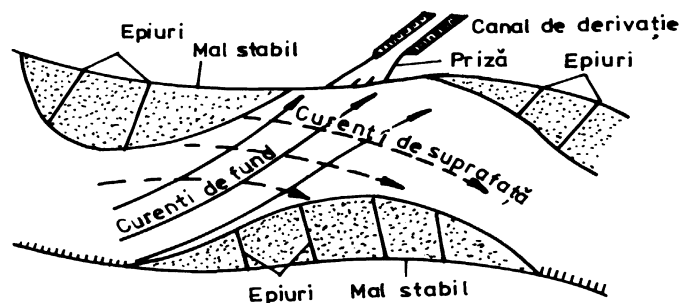


Fig. 2.41. Lucrări de regularizare pentru înlăturarea aluviunilor de fund la prize. (îngustarea albiei).

La alegerea construcțiilor de regularizare trebuie să se țină seama de următoarele: - scopul și durata de utilizare a construcțiilor; - configurația, evoluția în timp și tendințele de dezvoltare a albiei; - mărimea debitului lichid și variația acestuia în timp; - mărimea și condițiile de scurgere a debitului solid; - condițiile de formare și de scurgere a ghețurilor; - materialele de construcție; - perioada și condițiile tehnico-economice de execuție a lucrării.

Materialele și construcțiile care urmează să se folosească la lucrările de apărare de maluri trebuie să se aleagă în funcție de importanța și rolul lucrării, de teren (fundatie, mal), de poziția față de nivelul apei, de durata apelor mari, de acțiunea gheții, acțiunea apei subterane etc. În terenuri foarte stabile sau erodabile se prevăd lucrări elastice, care să urmărească deformațiile terenului fără a se deteriora, iar la lucrări amplasate numai sub apă sau numai deasupra apei se folosește lemnul.

La apărări de maluri se folosesc materiale inerte (piatră de carieră, pietriș, beton, lemn, bitum etc.) materiale vii (nuiele, pari, țaruși etc.).

Piatra de râu sau piatra spartă are dimensiuni în funcție de destinație. Pentru părțile interioare ale construcțiilor se pot folosi pietre mai mărunte și de rocă mai slabă cu latura de 8-10 cm și cu greutatea de 3 daN. Pentru lucrări exterioare, cum sunt pereurile, se pot folosi pietre cu latura de 25...50 cm și cu greutatea de 30...50 daN. Se folosesc, de asemenea, sub formă de anrocamente, bucăți masive de piatră.

Betonul simplu sau armat se folosește ca umplutură în corpul zidurilor, la pereuri, la confecționarea plăcilor, blocurilor etc.

Lemnul se folosește sub formă de nuiele, ramuri, piloți, scânduri, garduri etc. În mod frecvent este folosit sub formă de nuiele de: salcie, alun, mestecăn, plop, arin, stejar, fag etc., din care se confecționează prin înmănunchiere fascine, în perioada octombrie-mai, când seva nu circulă. La munte se folosește

sub formă ro-tundă la confecționarea căsoaielor, adică a construcțiilor cu pereți alcătuiți din lemne rotunde suprapuse și umplute cu piatră.

Bitumul se folosește ca element de protecție și de izolare sub formă de șape, de beton asfaltic etc.

Construcțiile de regularizare pot fi de tip greu (epiuri, diguri longitudinale de dirijare, praguri de fund) sau de tip ușor (împletituri de nuiele, garduri, perdele de ramuri etc.). Epiurile sunt lucrări transversale de regularizare, iar digurile sunt lucrări longitudinale de regularizare. În râuri mici se pot executa epiuri dintr-un gard împletit, din căsoaie sau dintr-un masiv de anrocamente, iar în râuri cu viteze mari și cu patul afuiabil, epiurile se pot executa din suluri de fascine, din anrocamente sau din gabioane. Pe funduri stabile se pot prevedea diguri din piatră, iar pe funduri afuiabile și mai puțin stabile se pot prevedea diguri alcătuite din elemente de

nuiele (parchetaje, fascine, suluri, saltele) combinate cu nuiele.

În zona de deasupra nivelului apelor mari, malul se poate apăra prin înierbare sau cu brazde de iarbă.

În zona de oscilație a nivelului apei se pot utiliza pentru apărarea malurilor cleionaje, pereuri etc.

În zona de sub nivelul apelor se utilizează lucrări de piatră (anrocamente, plăci de beton, blocuri de beton, gabioane) sau lucrări de lemn (piloți cu scânduri, palplanșe, suluri sau saltele de fascine etc.).

Înierbările sunt lucrări ușoare de apărare a malurilor, care se realizează prin semănare de sămânță de diferite ierburi, în pământ vegetal de 5...10 cm grosime. Se seamănă primăvara sau toamna 0,2...0,5 kg iarbă pe o suprafață de 100 m².

Brăzduirile se fac cu brazde de iarbă, care se recoltează în general de pe terenuri umede din lunci. Brazdele se așează pe lat (fig. 2.42, a) sau în formă de zid (fig. 2.42, b), pe pământ vegetal de 2...5 cm grosime, prinderea lor făcându-se prin țărushi mici uscați, bătuți în cele 4 colțuri, pentru ca în perioada de înrădăcinare să nu fie dislocate.

Cleionajele constau din gărdulețe de nuiele în carouri umplute cu piatră spartă (fig. 2.43).

Pereul este o îmbrăcămintă de piatră sau de beton. Din piatră se poate exe-

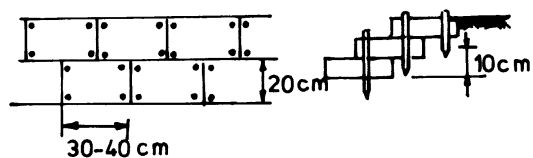


Fig. 2.42. Apărări de maluri prin brazde.

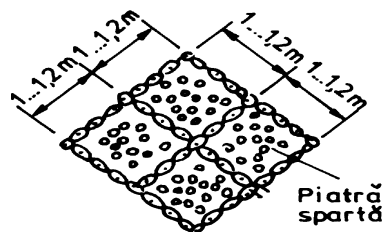


Fig. 2.43. Apărări de maluri prin cleionaje.

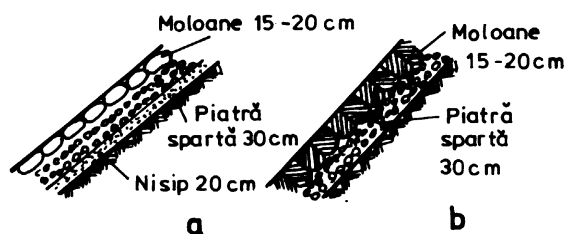


Fig. 2.44. Apărări de maluri prin pereuri. piloți cu scânduri.

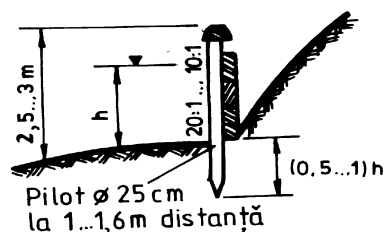


Fig. 2.45. Apărări de maluri prin piloți cu scânduri.

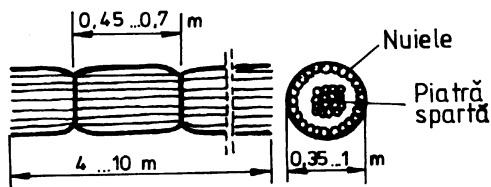


Fig. 2.46. Fascină.

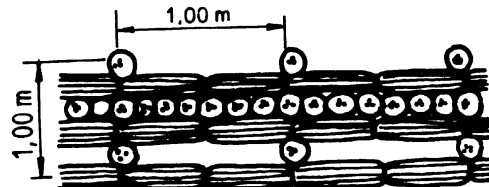


Fig. 2.47. Sul de fascină.

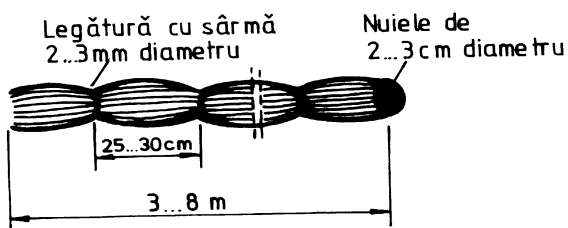


Fig. 2.48. Saltea de fascine.

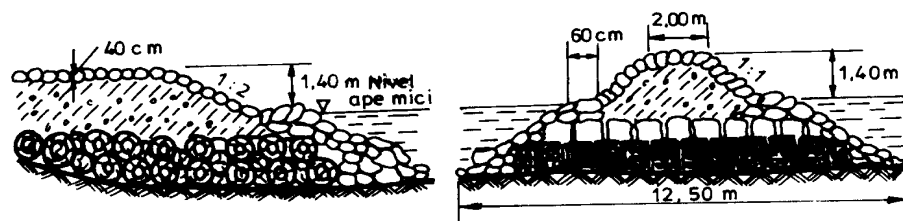


Fig. 2.49. Epiuri pe râu cu curent puternic.

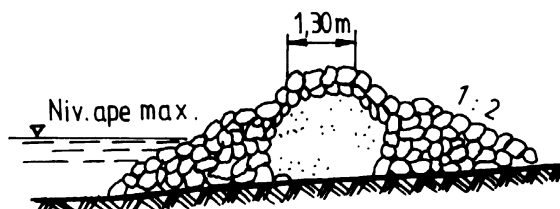


Fig. 2.50. Dig longitudinal de dirijare din piatră.

executa un pereu uscat (fig. 2.44, a) sau un pereu zidit (fig. 2.44, b).

La pereurile uscate tasate se umplu rosturile dintre elemente cu mortar de ciment pe o adâncime de 4...5 cm. Sub pereu se poate prevedea un filtru invers, care împiedică antrenarea pământului printre rosturi, la valuri sau la viituri. La pereul zidit elementele sunt legate prin mortar.

Plăcile din beton, folosite la pereuri, pot avea formă pătrată sau hexagonală, cu latura de 40 cm.

Pereurile pot coborî cu maximum 30 cm sub nivelul apelor mici și necesită o fundație din saltele fascine sau din anrocamente.

Anrocamentele sunt îngrămădiri de piatră care se execută prin aruncare sau prin aranjare cu răngi. Acestea pot urmări deformația terenului pe care se așează, deoarece sunt elastice.

Gabioanele sunt cutii paralelipipedice din sârmă zincată, cu latura de 1... 5 m, umplute cu piatră.

Piloții cu scânduri se execută conform datelor din figura 2.45.

Fascinele sunt mănunchiuri de nuiele de 4...12 m lungime și 12...30 cm diametru, legate cu nuiele subțiri și elastice sau cu sârmă (fig. 2.46).

Sulul de fascine este un corp cilindric realizat dintr-un înveliș de nuiele și o umplutură de piatră spartă sau de râu (fig. 2.47).

Saltelele de fascine constau din straturi de fascine de 15...20 cm diametru, așezate încrucișat. În figura 2.48 este reprezentată o saltea alcătuită din 6

straturi de fascine. Cele două straturi de la mijloc formează scheletul de rezistență și sunt joactive, iar cele două straturi superioare și cele două straturi inferioare formează grătare pentru așezarea anrocamentelor de lestare, respectiv pentru fixarea saltelei pe fund. Saltelele de fascine au dimensiuni în plan de 30x60 m. Se execută pe mal sau pe un plan înclinat, de pe care se lansează, fiind remorcate la locul lucrării și fixate în cele 4 colțuri, cu ajutorul bărcilor. Lestarea saltelelor se face din amonte spre aval.

În figura 2.49 este prezentat un epui pe râuri cu curent puternic și funduri inafuiabile, cu infrastructură din suluri de fascine, iar în figura. 2.50 este prezentat un tip de dig longitudinal de dirijare din piatră.

CAPITOLUL 3

TRATAREA APEI

Apa surselor care nu corespunde calitativ trebuie tratată, evitându-se astfel și acțiunea dăunătoare a acestora asupra rezervoarelor, rețelelor de conducte, contoarelor etc.

3.1. METODE DE TRATARE

Metodele folosite pentru tratarea apei reproduc în mod artificial și rapid fenomene din natură și pot fi: mecanice, fizice, chimice și biologice.

Metodele mecanice constau în reținerea substanțelor din apă prin decantare și filtrare.

Metodele fizice se bazează pe acțiunea căldurii, luminii, electricității, razelor ultraviolete, ultrasunetelor etc., asupra substanțelor conținute în apă.

Metodele chimice se bazează pe acțiunea ozonului, clorului, coagulanților etc., asupra substanțelor din apă.

Metodele biologice se bazează pe acțiunea biochimică a bacteriilor aerobe din membrana filtrelor lente.

Din punct de vedere al proprietăților organoleptice, se pot îmbunătăți mirosul și gustul, calități apreciate în primul rând de consumatori, în următoarele moduri:

- Prin filtrarea apei într-un strat de cărbune activ de lemn fără gudroane, granular ($0,06...0,12 \text{ m}^3$ la m^3 de apă filtrată pe oră). Cărbunele activ favorizează limpezirea apei, reține virusurile, îmbunătățește procesul de coagulare, reduce consumul de clor pentru dezinfectare și absoarbe ierbicidele, insecticidele, detergenții și alte substanțe care dau apei miros și gust. La $3...20 \text{ mg/l}$ conținut de substanțe organice în apă, doza de cărbune activ sub formă de praf se consideră de $5...30 \text{ mg/l}$.

- Prin introducerea în apă a permanganatului de potasiu, în cazul mirosului și gustului provenit în urma clorării.

- Prin degazeificare și prin deferizare, în cazul mirosului și gustului dat de gaze, respectiv de fier.

Limpezirea apei se poate face în deznisipatoare, în decantoare, în prefiltre și în filtre.

Răcirea apei se poate face infiltrând-o în teren, trecând-o prin bazine naturale sau artificiale de răcire sau prin turnuri de răcire.

Îmbunătățirea proprietăților chimice constau în reducerea sau mărirea durtății, în eliminarea fierului și manganului, îndepărtarea gazelor dizolvate etc.

Prin dezinfectare se distrug bacteriile din apă.

Cariile dentare se evită prin fluorizarea apei, unii compuși ai fluorului, ca: fluorilicatul de sodiu, fluorura de silicat de sodiu sau fluorura de sodiu, protejând dantura prin mărirea rezistenței dintelui la declanșarea și evoluția procesului carios, o dată cu încorporarea în malț a fluorului sub formă de fluorapatită și prin inhibarea de către fluor a metabolismului bacteriilor cariogene în mediul zaharat. Doza de fluor se recomandă de 0,8-1,1 mg/l.

3.2. SCHEME DE STAȚII DE TRATARE

Lucrările necesare pentru tratarea apei alcătuiesc o stație de tratare, care se amplasează în teren stabil în extravilan, într-o zonă de protecție sanitară și cu posibilități de extindere, fără reconstrucție sau întreruperea exploatării normale. Se va ține seama de relieful terenului, realizându-se curgerea gravitațională între diferite obiecte și se va alege schema cea mai simplă de circulație a apei care se tratează.

Evacuarea apei de spălare a diferitelor obiecte se va face cât mai economic. Conducta de aducțiune și racordurile electrice trebuie să fie cât mai scurte. Se va ține seama de drumul de acces la stație.

Între diferitele obiecte ale stației de tratare trebuie lăsate spații de circulație, care în afară de obiectele destinate direct tratării apei, mai cuprind: stații de pompare și de compresoare, laboratoare, magazii (de substanțe chimice, de piese de rezervă, de piese de schimb pentru materialul de întreținere), încăperi pentru personalul conducător și de întreținere etc. La stații mai mari de 5.000 m³/zi se prevede un laborator pentru analize fizico-chimice, iar la stații de peste 30.000 m³/zi și destinate obținerii apei potabile se prevede și un laborator de microbiologie.

Proiectarea stațiilor de potabilizare a apelor din surse de suprafață se face în baza studiilor de teren și cercetărilor de laborator date de STAS 12277-84.

Schema în plan a unei stații de tratare de apă de râu pentru 10.000... 15.000 m³/zi se prezintă în figura 3.1. Pompele de la captare trimit apa în camera de amestec, unde se mai aduc reactivii de coagulare, reactivii de alcalinizare și clorul de preclozare. Apa trece apoi în camera de reacție, prin decantoare și dintr-un puț de aspirație este trimisă prin pompe la stația de filtre.

Camera de reacție și decantoarele pot fi descoperite, cu cota pereților exteriori deasupra nivelului maxim al apei râului.

În unele cazuri filtrele se amplasează în stația de filtre numai de o singură parte a galeriei de conducte.

De la filtre apa este trimisă la rezervoare printr-o conductă în care se introduce și clorul de postclorare. Apa trece apoi la un puț de aspirație al pompelor de distribuție, de unde este aspirată și refulată în centrul populat. Apa de spălare de la rezervor, filtre, decantor și camera de reacție este evacuată în râu tot cu pompe.

În camera de amestec se poate introduce și silicat de sodiu, în partea finală a camerei de reacție se poate introduce cărbune activ în formă de praf, între decantoare și filtre se poate prevedea o aerare sau o amonizare iar după filtrare se poate prevedea o tratare cu cărbune activ granulat. La captări amplasate în amonte de un baraj se elimină și pompele de captare și pompele de spălare, apa de spălare evacuându-se în aval de baraj.

Ușile de intrare de la toate construcțiile se amplasează deasupra nivelului maxim al apei din râu.

Schemele verticale prin diferite elemente ale stației redau cotele nivelului apei și cotele caracteristice acestora. Cotele nivelului apei se determină pornind de la rezervor, unde nivelul maxim al apei se poate considera în general identic cu nivelul

terenului și adunând aproximativ următoarele pierderi de sarcină: 0,5 m de la rezervor la filtre; 3 m între filtrele rapide deschise; 0,10...0,15 m de la filtre la decantor; 0,15 m în decantor; 0,10 m de la decantor la camera de reacție; 0,40...0,60 m în camera de reacție; 0,10 m de la camera de reacție la camera de amestec; 0,30...0,40 m în camera de amestec.

O secțiune verticală printr-o stație pentru tratarea apei subterane de la 30...40 m adâncime, cu o capacitate de 8.000...15.000 m³/zi, se prezintă în figura 3.2. Apa brută de la puțuri conținând fier peste limitele admisibile este pulverizată și apoi trecută printr-un strat de cocs, printr-un bazin de sedimentare și prin filtre. De la filtre apa este evacuată în rezervorul de apă curată și apoi este trimisă în centrul populat cu pompele de distribuție.

Pentru reducerea cheltuielilor de construcție, a suprafețelor de teren ocupate și a rețelelor de legătură, precum și pentru o deservire cât mai comodă, diferitele obiecte ale stației de tratare se vor comasa, iar stațiile de tratare pentru debite mai mici de 15 l/s se vor prevedea de tip monobloc, comasând într-o singură construcție toate lucrările, cu excepția decantoarelor.

Se pot introduce la stații de tratare conducte de ocolire pentru unele sau chiar pentru toate obiectele, în diferite perioade variind proprietățile apei.

Zona de protecție sanitară cu regim sever se va prevedea până la minimum 20 m, în baza calculelor.

Stațiile de tratare mari trebuie automatizate iar controlul parametrilor caracte-

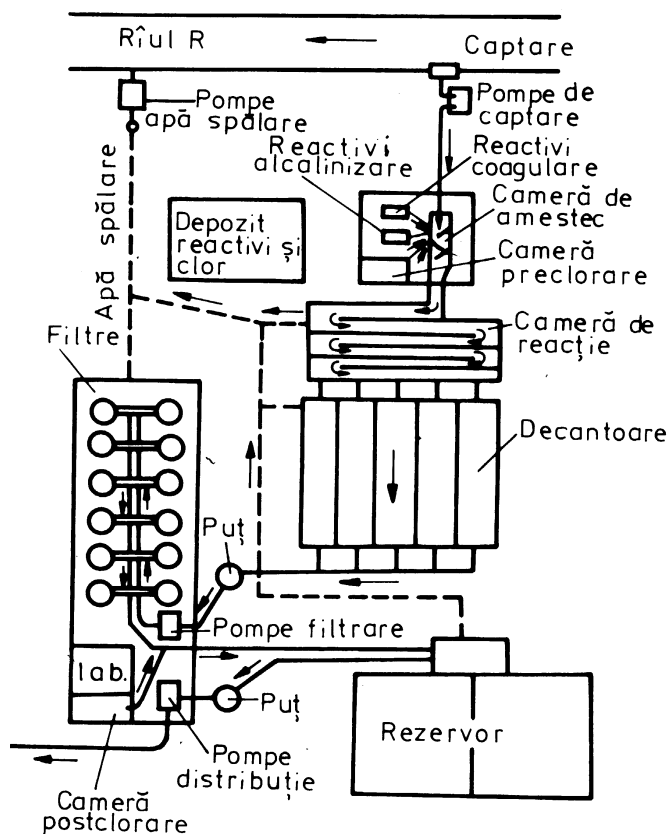


Fig. 3.1. Schema stației pentru tratarea apei de râu.

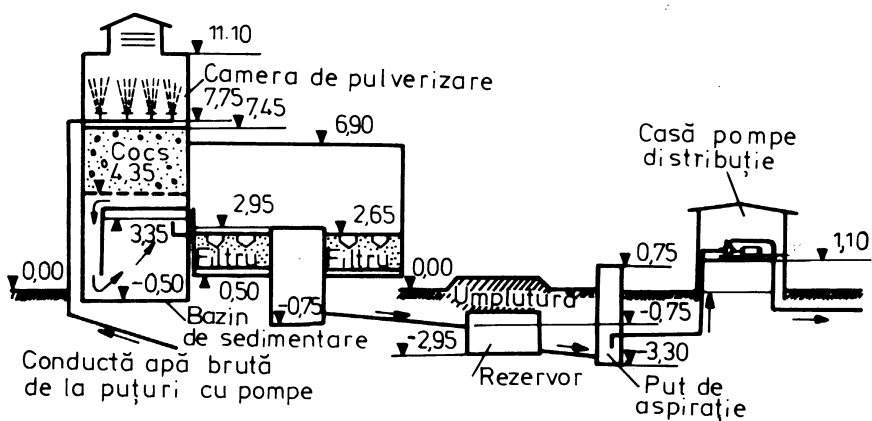


Fig. 3.2. Schema stației pentru tratarea apei subterane.

ristici trebuie să se facă automatizat. Instalațiile de automatizare, transmiterea și comanda de la distanță a instalațiilor de tratare se vor adopta pe bază de justificări în documentația tehnico-economică.

În baza specificațiilor stabilite în detaliile de execuție, beneficiarul împreună cu proiectantul vor înlocui regulamentul de exploatare și vor elabora condițiile de recepționare a lucrării.

3.3. DEZNISIPAREA ȘI DECANTAREA APEI

În cadrul proceselor de deznisipare și decantare apa este parțial limpezită prin sedimentarea suspensiilor gravimetrice și coloidale la curgerea cu viteză mică, în bazine de sedimentare denumite deznisipatoare și decantoare.

O particulă este antrenată într-un bazin de sedimentare de o viteză orizontală V , datorită diferenței între nivelurile oglinzii apei din amonte și din aval de decantor și de o viteză de sedimentare V_s , datorită greutății proprii (fig. 3.3). Particula se deplasează după rezultanta vitezelor și dacă traiectoria intersectează radierul, ea se depune. În caz contrar, particula este antrenată mai departe.

Particulele în suspensie antrenează și bacterii și parte din substanțele care dau culoare apei.

Deznisipatoarele pot fi orizontale sau verticale, conform STAS 3573-80, iar decantoarele cu separare gravimetrică pot fi orizontale longitudinale, orizontale radi-ale sau verticale, conform STAS 3620/1-85.

După modul în care se face sedimentarea, deznisipatoarele sunt cu sedimentare naturală sau cu sedimentare activată de coagulanți, în cazul sedimentării naturale depunându-se numai suspensii mecanice iar în cazul sedimentării activate de coagulanți depunându-se parțial și suspensii coloidale.

Bazinele de sedimentare se prevăd în funcție de datele din diagrama depunerilor, care redă concentrația materiilor în suspensie depuse în vase de probă, în timpul t , în care s-a făcut sedimentarea (fig. 3.4).

Dacă procentul de reținere a suspensiilor din apă, într-un interval de timp de 2-3 minute, este de 25-30 %, iar diametrul minim al suspensiilor este de 0,2 mm, se vor prevedea deznisipatoare amplasate independent de ansamblul captării, înainte de decantoare.

La rețineri de suspensii gravimetrice din apă de 60...80 % în timp de 2... 4 ore se vor prevedea decantoare cu sedimentare naturală, iar în cazul reținerii de suspensii gravimetrice și coloidale de 80...90 % în timp de 1,5...2,5 ore se vor prevedea decantoare cu sedimentare activată de reactivi de coagulare.

După direcția de curgere a apei în interiorul lor, deznisipatoarele pot fi ori-

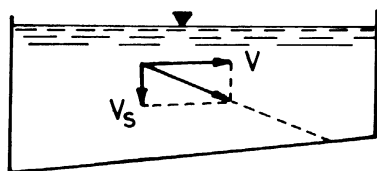


Fig. 3.3. Deplasarea particulelor în bazine de sedimentare.

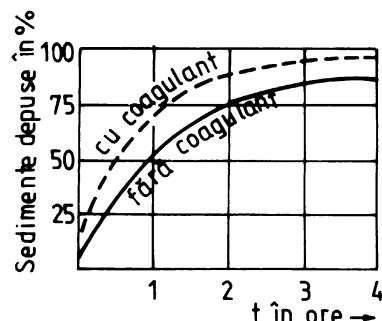


Fig. 3.4. Diagrama de sedimentare a suspensiilor în apă.

zontale sau verticale, conform STAS 3573-80, iar decantoarele pot fi orizontale longitudinale, orizontale radiale sau verticale, conform STAS 3620/1-85.

Soluția de decantare, precum și tipul, numărul și mărimea decantoarelor se stabilesc pe considerente tehnico-economice și studii tehnologice pe ansamblul schemei de tratare a apei, în funcție de cantitatea și calitatea apei brute și de calitatea apei decantate.

Concentrația în suspensii a apei decantate trebuie să fie de 30-50 mg/l înainte de filtrele lente și de 15-30 mg/l înainte de filtrele rapide. Dacă decantarea constituie treapta finală, această concentrație trebuie să fie conform cerințelor beneficiarului apei furnizate.

În exploatare mai există decantoare suspensionale, decantoare cu tuburi sau cu lamele și decantoare etajate.

Deznisipatoarele orizontale sunt bazine din beton simplu sau armat folosite în general la ape de râu. Apa trece printr-un grătar, cu spațiul dintre bare de 4...5 cm, în camera de liniștire și de distribuție, unde se reduce treptat viteza apei până la cea de scurgere în camera de depunere a nisipului și se distribuie curentul apei cât mai uniform, pe toată secțiunea transversală. Camera are, în acest scop, pereții laterali evazați în plan față de direcția de curgere a apei, cu o înclinare de 5/1-10/1 și bare de liniștire compuse din țevi verticale cu diametrul de 30...50 mm dispuse în zigzag la 25...35 cm distanță (fig. 3.5). Stavila S_1 permite intrarea apei în această cameră. Prin intermediul stavilei S_2 apa trece în camera de deznisipare, unde curge cu viteza orizontală $V=0,1...0,4$ m/s, în timpul $t_d=30...100$ secunde. Vi-

teza de sedimentare a granulelor de nisip V_s se ia din tabelul 3.1, în care sunt indicate datele pentru grăunții de cuarț cu greutatea specifică de 26,5 kN/cm³ la temperatura de 10 °C.

Prin intermediul stavilei S_3 apa trece în camera de colectare și de acolo în canalul din aval de deznisipator. Prin ridicarea stavilei S_4 depunerile din deznisipa-

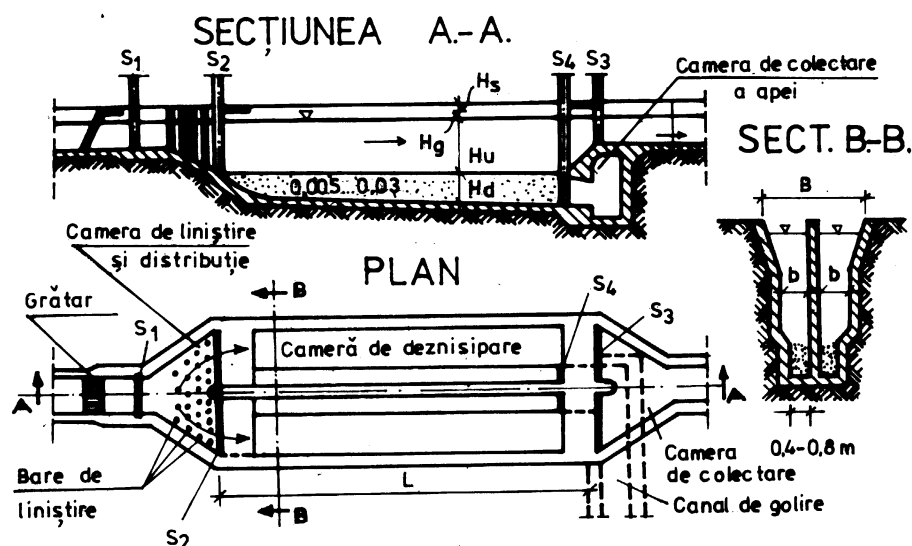


Fig. 3.5. Deznisipator orizontal.

Tabelul 3.1

Viteza de sedimentare la deznisipatoarele din alimentări cu apă

Diametrul granulei D , în mm	0,2 0	0,3 0	0,4 0	0,5 0	0,6 0	0,7 0	0,8 0	0,9 0	1,0 0
Viteza de sedimentare V_s , în mm/s	21, 6	32, 4	43, 2	54, 0	64, 8	73, 2	80, 7	87, 5	94, 4

tor trec în canalul de golire.

Dimensionarea hidraulică se face cu relațiile:

$$V_{dez} = Q \cdot t_d, \quad (3.1); \quad A = \frac{Q}{v_s}, \quad (3.2); \quad H_u = \frac{V_{dez}}{A}, \quad (3.3)$$

$$L = \alpha \frac{v}{v_s} H_u, \quad (3.4); \quad B = \frac{A}{L}, \quad (3.5); \quad n = \frac{B}{b}, \quad (3.6)$$

$$V_d = p \cdot a \cdot Q \frac{T}{\gamma_d}, \quad (3.7); \quad H = H_d + H_u + H_g + H_s, \quad (3.8)$$

în care: V_{dez} este volumul de deznisipare, în m^3 ; Q - debitul de calcul, în m^3/s ; t_d - timpul de trecere, în s; A - aria secțiunii orizontale, în m^2 ; v_s - viteza de sedimentare, în m/s ; H_u - înălțimea utilă, în m, care se consideră de 0,6-2,5 m; L - lungimea, în m; α - un coeficient, care se consideră de 1,5...2; v - viteza orizontală, în m/s ; B - lățimea, în m; n - numărul de compartimente, care trebuie să fie de cel puțin 2, în cazul curățirii intermitente; b - lățimea unui compartiment, în m, care se consideră de 0,8-2,5 m; V_d - volumul depunerilor, în m^3 ; p - procentul de sedimentare, care se consideră de 25...35 %; a - concentrația maximă a materiilor în suspensie din apa care se limpezește, în kg/m^3 ; T - timpul între două curățiri, în secunde; γ_d - greutatea specifică a depunerilor, în daN/m^3 (1500...1700 daN/m^3); H - înălțimea totală medie a camerei de deznisipare, în m; H_d - înălțimea medie a spațiului pentru colectarea nisipului, în m, care depinde de debitul conținut de suspensii, sistemul de curățire și intervalul între două curățiri succesive; H_g - înălțimea spațiului de siguranță pentru îngheț, care se consideră de 0,30-0,50 m; H_s - înălțimea spațiului de siguranță suplimentară, care se consideră de 0,10-0,15 m.

Raportul între lățimea și lungimea unui compartiment se consideră de 1/6-1/10, raportul între înălțimea și lungimea unui compartiment se consideră de 1/10-1/15, iar timpul între două curățiri se recomandă de 5-10 zile la evacuarea manuală, de maximum 12 h la evacuarea mecanică și la evacuarea hidraulică prin sifonare și de maximum 5 zile la evacuarea hidraulică gravitațională.

În rigola longitudinală de colectare a nisipului, lată de 0,4-0,8 m și cu panta de 0,5...3 %, în sensul evacuării apei, trebuie să se asigure o viteză de evacuare a nisipului de minimum 2 m/s. În cazul când se alege un singur compartiment, trebuie să se prevadă și un canal de ocolire.

Curățirea intermitentă a depunerilor se poate face manual (la debite până la 0,1 m^3/s pe compartiment, prin scoaterea acestuia din funcțiune), mecanic (când se dă întrebuințare nisipului) sau hidraulic (când nisipul se poate arunca în râu). Curățirea continuă se face mecanic cu mecanisme de dragare, mișcate cu macarale în lungul deznisipatorului sau hidraulic prin sifonare.

Deznisipatoarele verticale se prevăd numai la debite mai mici de 10.000 m^3/zi , când spațiul este limitat și când se execută fără epuizmente costisitoare. Aceste deznisipatoare funcționează ca decantoarele verticale și se compun din camera de intrare, camera de depunere a nisipului și jgheabul de colectare a apei deznisipate.

În camera de intrare, amplasată central sau lateral camerei de depunere, accesul apei se face în jos, cu o viteză de 0,3-0,5 m/s.

În camera de depunere a nisipului, de formă circulară sau hexagonală în plan, apa circulă de jos în sus cu o viteză mai mică decât viteza de sedimentare, într-un timp de 30-100 secunde.

Spațiul pentru colectarea nisipului, prevăzut la partea inferioară a camerei de depunere a nisipului, trebuie să aibă pereții laterali înclinați la minimum 45° .

Jgheabul de colectare a apei deznisipate de la partea superioară se prevede excentric camerei de depunere.

La deznisipatoarele verticale se prevăd înălțimile H_d , H_u , H_g și H_s ca la deznisipatoarele orizontale, o înălțime a zonei neutre $H_n=0,2-0,4$ m între capătul inferior al camerei de intrare și nivelul superior al spațiului pentru colectarea nisipului.

Din deznisipatoarele verticale, depunerile se evacuează mecanic sau hidraulic.

Decantoarele orizontale longitudinale au în mod obișnuit forma în plan dreptunghiulară (fig. 3.6) și se execută din beton armat. Apa intră în camera de distribuție, în care trebuie să circule cu o viteză mai mare de 0,5 m/s, pentru a nu se produce depuneri și apoi trece și se repartizează în mod uniform în compartimentul de decantare, unde are loc procesul de reținere a suspensiilor. Dacă sistemul de trecere a apei în mod uniform în compartimentul de decantare nu s-a stabilit prin cercetări pe model la scară redusă, se recomandă unul din sistemele:

- Deflectoare dimensionate pentru un debit de $4...7$ l/s·m² și așezate la distanță de $1...1,25$ m, atât pe orizontală, cât și pe verticală.
- Perete străbătut de fante înclinate în jos prin care apa curge cu viteza de $0,2-0,3$ m/s.
- Perete străbătut de orificii circulare cu deflectoare.
- Deversor înecat peste care apa curge cu viteza de $0,05$ m/s.

Din compartimentul de decantare apa trece în mod uniform pe toată lățimea acestui compartiment în camera de colectare sau într-un jgheab de colectare prin deversoare triunghiulare sau prin orificii și fante înecate sub nivelul stratului de gheață. În camera sau jgheabul de colectare și în conducta de evacuare a apei viteza de curgere a apei se adoptă de $0,3...1,0$ m/s. În grătar se opresc frunzele. Pâlnia de nămol poate înmagazina $30...50$ % din depuneri pe o lungime de $2,5... 5,0$ m, iar trecerea în galeria de colectare de depuneri se face printr-o vană.

Dimensionarea hidraulică se face cu relațiile:

$$V_{dec} = Q \cdot t_d, \quad (3.9); \quad A = \frac{Q}{v_s}, \quad (3.10); \quad H_u = \frac{V_{dez}}{A}, \quad (3.11)$$

$$L = \frac{v}{v_s} H_u, \quad (3.12); \quad B = \frac{A}{L}, \quad (3.13); \quad n = \frac{B}{b}, \quad (3.14)$$

$$V_d = p \cdot a \cdot Q \frac{T \cdot c}{\gamma_d}, \quad (3.15); \quad H = H_d + H_u + H_g + H_s, \quad (3.16)$$

$$L = L_u + 2, \quad (3.17)$$

în care: V_{dec} este volumul de decantare, în m^3 ; Q - debitul de calcul, în m^3/s ; t_d - timpul de decantare, în secunde; A - aria secțiunii orizontale, în m^2 ; v_s - viteza de sedimentare, în m/s ; H_u - înălțimea utilă, în m ; L_u - lungimea utilă, în m ; v - viteza orizontală de curgere a apei, în m/s , care se consideră de 2...5 mm/s la decantoarele fără coagulare; B - lățimea decantorului, în m ; n - numărul de com-

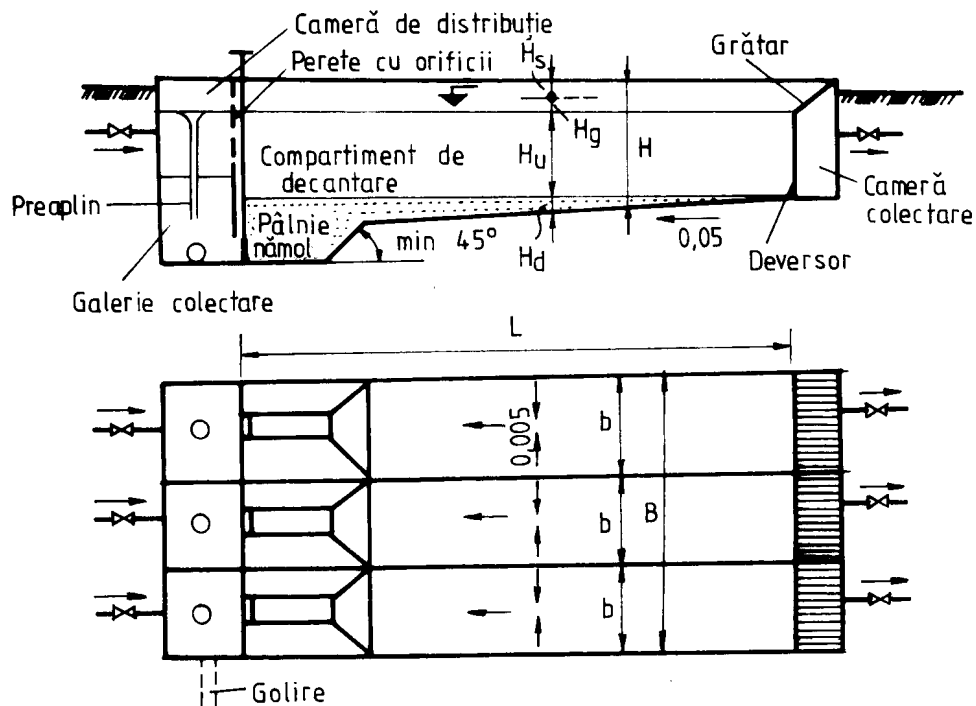


Fig. 3.6. Decantor orizontal longitudinal.

partimente, care trebuie să fie de minimum 3; b - lățimea unui compartiment, în m ; V_d - volumul depunerilor, în m^3 ; p - procentul de sedimentare, care se consideră de 70...80 % la apa de băut; a - concentrația materiilor în suspensie din apa care se decantează, în kg/m^3 ; T - timpul între două curățiri, în secunde, curățirea făcându-se o dată la 1-2 luni; γ_d - greutatea specifică a depunerilor, care se consideră de 1200 daN/ m^3 ; c - concentrația în substanță solidă a nămolului depus (de obicei 5...10 %, restul fiind apă); H - înălțimea totală medie a compartimentului de decantare, în m ; H_d - înălțimea medie de depuneri, în m , care se determină în funcție de cantitatea de depuneri și caracteristicile utilajului

de colectare a nămolului; H_g - înălțimea stratului de gheață, care se consideră de 0,3...0,5 m; H_s - înălțimea spațiului de siguranță, care se consideră de 0,3 m; L - lungimea decantorului, în m; α - coeficient de siguranță (1,2...1,5).

Viteza de sedimentare se stabilește prin diminuarea vitezei de sedimentare rezultată în laborator, cu viteza medie de pulsație a particulelor.

În lipsă de cercetări de laborator se recomandă la decantoarele cu sedimentare naturală $v_s=0,6-1,5$ m/s; $t_d=2-4$ ore și $v=1-3$ mm/s iar la decantoarele cu sedimentare activată cu reactivi de coagulare $v_s=0,8-2,1$ m/s; $t_d=1,5-2,5$ ore iar, $v=5-10$ mm/s.

Lățimea unui compartiment de decantare b trebuie să fie de cel mult 1/10 din lungimea acestuia și maximum 8 m.

Îndepărtarea depunerilor din galeria colectoare de depuneri se face hidraulic prin sifonare, gravitațional sau prin pompare, prin canale cu diametrul minim de 150 mm și cu viteza minimă de 1 m/s.

Contra infiltrațiilor sau exfiltrațiilor, decantoarele se tencuiesc în interior și se izolează în exterior cu carton și cu bitum.

Prin proiect se vor lua măsuri de asigurare în perioadele de îngheț a funcționării neîntrerupte (evazarea pereților laterali la partea superioară, evacuarea apei decantate sub nivelul de îngheț, instalație de colectare a nămolului submersibilă, sub nivelul de îngheț etc.).

În cazuri justificate, cum sunt cele de pericol de impurificare a apei datorită poluării mediului înconjurător, decantoarele se vor prevedea acoperite.

Pentru evitarea accidentelor trebuie să se prevadă balustrade și scări la decantoare.

Curățirea depunerilor din decantoare se poate face mecanic, hidraulic sau manual. Curățirea mecanică se poate face cu ajutorul unui pod raclor, care are un dispozitiv ce rade și împinge depunerile spre pâlnia de nămol în timpul deplasării pe două șine așezate deasupra pereților longitudinali, cu o viteză egală sau mai mică decât viteza orizontală a apei.

Radierul decantorului la curățirea mecanică se realizează orizontal.

La decantoarele cu curățire hidraulică gravitațională, radierul compartimentului de decantare se prevede cu o pantă transversală de minimum 5 % spre o rigolă sau o conductă perforată longitudinală de colectare și evacuare a nămolului, în care acesta să curgă cu viteză mai mare de 1 m/s. La decantoarele cu curățire mecanică, radierul se realizează orizontal.

Decantoarele orizontale radiale se recomandă pentru debite mai mari de 30.000 m³/zi și au formă circulară (fig. 3.7). Apa intră în camera de distribuție centrală de unde trece prin orificii deflectoare în compartimentul de decantare. Aici se depun suspensiile și apa decantată este colectată în jgheabul periferic.

Camera de distribuție trebuie să asigure repartizarea uniformă a apei brute în compartimentul de decantare, iar în cazul sedimentării activate cu coagulant

acesta poate îndeplini și rolul camerei de reacție. Distribuția apei în compartimentul de decantare se poate face și pe sub un perete semiînecat concentric camerei de distribuție centrală, cu marginea inferioară la o adâncime egală cu $\frac{2}{3}$ din înălțimea utilă H_u , iar colectarea apei în jgheabul periferic se face pe toată circumferința prin deversoare triunghiulare amplasate pe acesta sau prin fante înecate, sub nivelul stratului de gheață.

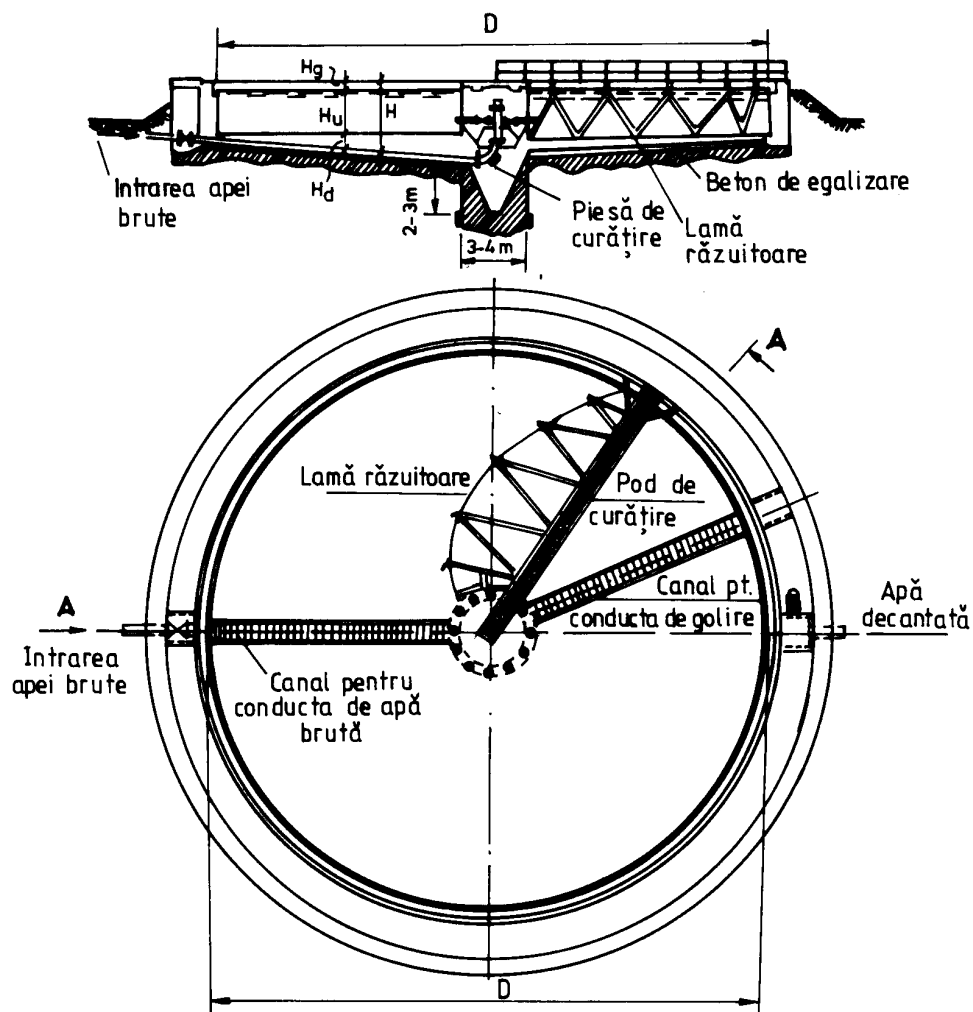


Fig. 3.7. Decantor radial.

Radierul compartimentului de decantare se prevede cu o pantă de 5-10 % spre pâlnia de colectare a nămolului, amplasată în axul decantorului cu pereți înclinați la cel puțin 45° .

Dimensionarea hidraulică se face cu relațiile:

$$V_{dec} = Q \cdot t_d, \quad (3.18); \quad A = \frac{Q}{v_s}, \quad (3.19); \quad H_u = \frac{V_{dez}}{A}, \quad (3.20)$$

$$D = v \cdot t_d, \quad (3.21); \quad n = \frac{A}{\frac{\pi \cdot D^2}{4}}, \quad (3.22); \quad H = H_d + H_u + H_g + H_s, \quad (3.23)$$

în care: V_{dec} este volumul de decantare, în m^3 ; Q - debitul de calcul, în m^3/s ; t_d - timpul de decantare, în secunde; A - aria secțiunii orizontale, în m^2 ; v_s - viteza de sedimentare, în m/s ; H_u - înălțimea utilă, în m ; D - diametrul decantorului, în m ; v - viteza de curgere a apei în secțiunea din mijlocul compartimentului de decantare, în m/s , care se consideră de $0,02 \text{ m/s}$; n - numărul de decantoare; H - înălțimea totală medie a compartimentului de decantare, în m ; H_d - înălțimea medie a stratului de depuneri a nămolului, în m ; H_s - înălțimea medie a stratului de gheață, în m , care se ia de $0,3 \dots 0,5 \text{ m}$; H_g - înălțimea spațiului de siguranță, care se consideră de $0,3 \text{ m}$.

Valorile t_d și v_s se consideră ca la decantoarele orizontale longitudinale, viteza în conducta de admisie la decantor se adoptă de $0,7-1,0 \text{ m/s}$ iar viteza la deflectoare se adoptă de $0,20-0,45 \text{ m/s}$.

La decantoare cu diametre mai mari de 45 m se recomandă să se facă colectarea apei decantate prin jgheaburi radiale, care o evacuează într-un colector general.

Curățirea se face mecanic, în mod continuu, cu poduri racloare care circulă cu viteza periferică de $0,04-0,06 \text{ m/s}$ pe pereții decantorului, împingând suspensiile în pâlnia de colectare a nămolului cu ajutorul unor lame metalice.

La decantoarele cu jgheaburi radiale de colectare a apei decantate, podul raclor se prevede submersibil.

Evacuarea nămolului din pâlnia de colectare se face prin sifonare sau prin pompare.

Decantoare verticale se construiesc pentru debite mai mici de $10.000 \text{ m}^3/\text{zi}$, în special la ape tratate cu coagulanți, când este lipsă de spațiu și construcția în adâncime nu prezintă greutăți constructive (teren nestâncos și fără epuizmente costisitoare). Se execută din beton simplu sau din beton armat și au formă cilindrică (fig. 3.8) sau poligonală.

Apa brută intră prin conducta de distribuție, prin care curge de sus în jos și apoi intră în compartimentul de decantare unde curge de jos în sus. Camera de distribuție îndeplinește și rolul de cameră de reacție în cazul sedimentării activate cu coagulanți.

Apa decantată este evacuată în jgheabul de colectare pe toată circumferința (interior sau exterior) prin deversoare triunghiulare sau prin fante înecate sub nivelul superior al gheții, dacă decantorul este descoperit.

Depunerile se colectează în pâlnia centrală de la partea de jos.
Dimensionarea hidraulică se face cu relațiile:

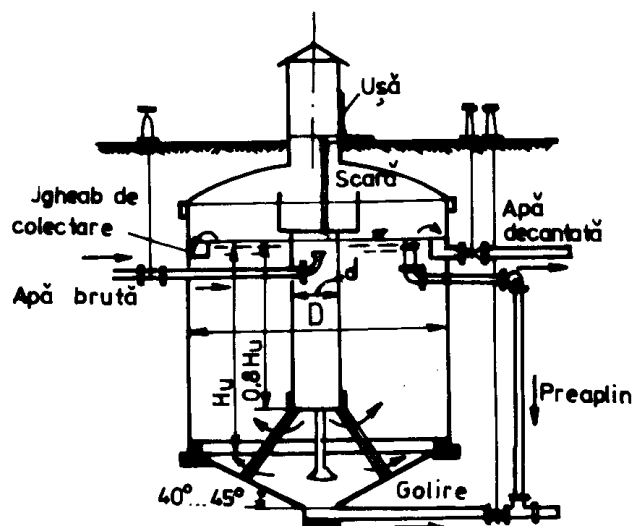


Fig. 3.8. Decantor vertical.

$$V_{dec} = Q \cdot t_d, \quad (3.24); \quad A = \frac{Q}{v_a}, \quad (3.25); \quad a = \frac{A}{v_c}, \quad (3.26)$$

$$H_u = \frac{V_{dez}}{A}, \quad (3.27); \quad n = \frac{A+a}{\frac{\pi \cdot D^2}{4}}, \quad (3.28); \quad d = \sqrt{\frac{4a}{\pi \cdot n}}, \quad (3.29)$$

în care: V_{dec} este volumul de decantare, în m^3 ; Q - debitul de calcul, în m^3/s ; t_d - timpul de decantare, în secunde; A - aria secțiunii orizontale, în m^2 ; v_a - viteza ascensională, în m/s ; a - aria secțiunii orizontale a camerei de distribuție, în m^2 ; v_c - viteza apei în camera de distribuție, în m/s , care nu trebuie să depășească $0,1 m/s$; H_u - înălțimea utilă, în m ; n - numărul de decantoare care se prevede de minimum 2; D - diametrul decantorului, în m , care se recomandă de maximum 8 m ; d - diametrul camerei de distribuție, în m .

Timpul de decantare t_d se consideră ca la decantoarele orizontale longitudinale, viteza ascensională v_a se poate considera de $0,50-0,75 mm/s$, în lipsa datelor experimentale, iar înălțimea utilă a compartimentului de decantare H_u trebuie să verifice relația $H_u \geq 0,8(D-d)$. Intre zona de sedimentare și zona de depunere a nămolului se prevede o zonă neutră cu înălțimea de $0,4-0,6 m$. Viteza ascensională se poate determina prin împărțirea vitezei de sedimentare

obținută în laborator cu un coeficient de neuniformitate a repartiției vitezelor $\beta=1,3-1,5$, în funcție de forma decantorului.

La decantoarele cu suprafața mai mare de 12 m^2 apa decantată se poate colecta într-o rețea de jgheaburi sau conducte radiale cu orificii, care o evacuează într-un colector general. Viteza în orificii se consideră de $0,2 \text{ m/s}$ iar amplasarea lor se face astfel încât să se asigure uniformitatea colectării.

În jgheabul colector și în conducta de plecare la filtru se consideră viteza de $0,7-1,0 \text{ m/s}$.

Conducta de apă brută se prevede până la $1,0 \text{ m}$ sub nivelul apei.

Îndepărtarea depunerilor se face periodic pe la partea de jos, folosind mijloace hidromecanice (sifoane sau pompare ajutate cu apă sub presiune, pentru afânarea depozitelor întărite).

Decantoarele suspensionale se recomandă la ape cu conținut mare în suspensii sau când trebuie obținută o bună limpezire a apei după trecerea printr-un strat de suspensii floculate anterior în spațiul de sedimentare. Aceste decantoare pot fi fără recircularea nămolului, cu recircularea mecanică a nămolului, cu hidrojector sau de tip pulsator.

În cazul decantoarelor suspensionale fără recircularea nămolului, apa brută este adusă printr-o conductă la partea de jos a decantorului (fig. 3.9), unde este distribuită prin țevi cu orificii. Trece apoi printr-un fund cu orificii în spațiul de sedimentare, unde străbate ascensional stratul de depuneri. Apa decantată este colectată la partea superioară prin jgheaburi și trimisă la filtrare sau la rezervoare de înmagazinare, dacă nu necesită filtrare iar excesul de depuneri cade la nivelul de separație de apă în rezervorul de nămol, unde după îndesare se îndepărtează periodic.

La debite mai mici de $10.000 \text{ m}^3/\text{zi}$, în lipsă de cercetări experimentale, se recomandă la dimensionarea hidraulică următoarele: viteza ascensională în spațiul de sedimentare de $0,8-1,2 \text{ mm/s}$; timpul de sedimentare de $1,5-2,0$ ore; înălțimea stratului de suspensii $h=2-2,5 \text{ m}$; viteza apei în conducta de intrare de $0,4-0,6 \text{ m/s}$ iar

în orificiile țevelor de distribuție de $1,5-2,0 \text{ m/s}$, când camera de reacție cu coagulant se află în spațiul de sub fundul găurit sau de $0,3-0,5 \text{ m/s}$, când această cameră se află înainte de sistemul de distribuție; diametrul orificiilor țevelor de distribuție de minimum 20 mm ; viteza prin orificiile fundului găurit de $0,1-0,2 \text{ m/s}$, iar suprafața acestor orificii de $1-2 \%$ din suprafața secțiunii orizontale a construcției; înălțimea spațiului dintre funduri $h_2 \geq 2 \text{ m}$; viteza maximă de $0,4-0,5 \text{ m/s}$ la jgheaburile colectoare radiale (minimum 4 la $D \leq 6 \text{ m}$ și minimum 6 la $D > 6 \text{ m}$); viteza în conducta ce transportă apa decantată de $0,7-1,0 \text{ m/s}$; concentrația suspensiilor în stratul de suspensii de $1.800-20.000 \text{ mg/l}$ iar în rezervorul de nămol de $36.000-60.000 \text{ mg/l}$, concentrațiile minime

corespund concentrației suspensiilor de 100 mg/l în apa brută, utilizării sulfatului de aluminiu și duratei de acumulare a nămolului între două curățiri de 3 ore, iar concentrațiile maxime corespund concentrației sus-

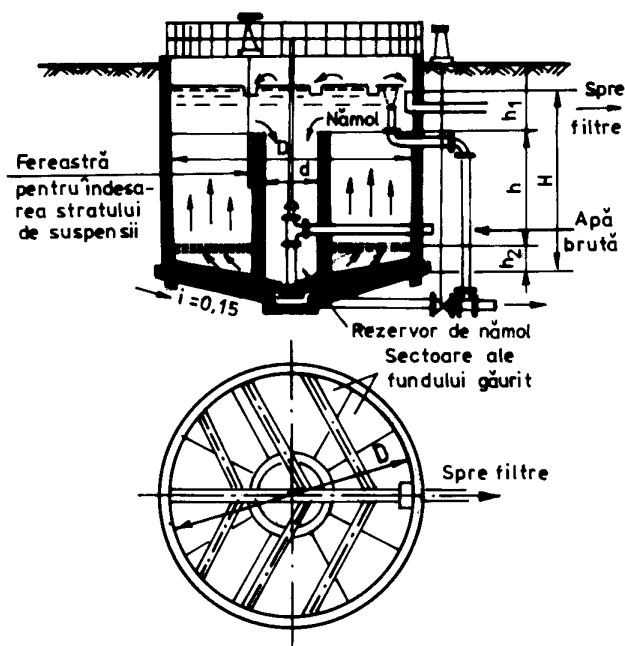


Fig. 3.9. Decantor suspensional fără recircularea nămolului.

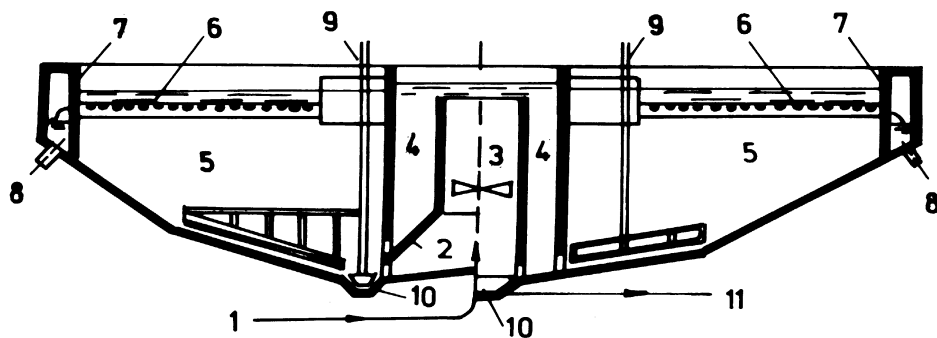


Fig. 3.10. Decantor suspensional cu recircularea nămolului.

pensiilor de 2.500 mg/l în apa brută, utilizării sărurilor de fier și de var și duratei de acumulare a nămolului între două curățiri de 6 ore.

În cazul decantoarelor suspensionale cu recircularea mecanică a nămolului (fig. 3.10), apa brută intră prin conducta 1 în spațiul de amestec 2, prevăzut cu

rotor cu palete 3, în care se realizează amestecul intim al acestora cu nămolul re-circulat din spațiul de limpezire și eventual cu reactivi de tratare. Amestecul de nămol și apă trece în continuare prin spațiul de reacție 4 și prin spațiul de limpezire 5, unde se separă, nămolul căzând la partea inferioară iar apa decantată evacuându-se prin conductele radiale perforate 6 în rigola periferică 7 și din aceasta în conducta sau canalul de transport 8. Podul raclor 9 realizează împingerea nămolului către conducta circulară sau bașa centrală de colectare 10 iar nămolul care nu se recirculă se evacuează periodic prin conducta 11.

În lipsa datelor experimentale sau a rezultatelor obținute în exploatare la instalații existente care funcționează în condiții similare, se pot adopta, pentru obținerea apei decantate cu o concentrație maximă în suspensii de 30 mg/l, următoarele date de proiectare: viteza de rotație a rotorului cu palete de antrenare 0-18 rot/min, în raport cu gradul de recirculare necesar; viteza apei la ieșirea din spațiul de amestec de 0,15-0,20 m/s; timpul de reacție total, corespunzător parcursului apei de la intrarea în spațiul de amestec până la intrarea în spațiul de limpezire de 15- 20 min; viteza de ieșire din spațiul de reacție de 0,06-0,08 m/s; timpul de limpezire în spațiul de limpezire 1,5-2,0 ore; viteza ascendentă a apei în spațiul de limpezire de maximum 3 m/oră; înălțimea spațiului de gardă, între nivelul maxim al apei în spațiul de limpezire și bordura decantorului de 0,30 m; viteza apei decantate în conductele radiale și în rigola periferică de 0,7-0,8 m/s; diametrul conductelor radiale de minimum 100 mm; panta longitudinală a conductelor radiale spre rigola periferică de 0,004; gradul de umplere a conductelor radiale de maximum 0,85; diametrul orificiilor de intrare a apei în conductele radiale de minimum 10 mm; distanța între două orificii alăturate de intrarea apei în conductele radiale de maximum 30 cm; viteza apei la trecerea prin orificiile de intrare în conductele radiale de 1,5-2,0 m/s; înălțimea apei peste creasta conductelor, la nivelul minim de funcționare a decantorului de 0,30 m; viteza periferică a podului raclor de 3- 6 cm/s, astfel încât să se realizeze 1-2 rotații complete pe oră; umiditatea nămolului ce se evacuează de 96 %; viteza apei cu nămol în conductele de evacuare de minimum 1,2 m/s; diametrul conductelor de evacuare a nămolului de minimum 100 mm.

La decantorul suspensional cu hidroejector se prevede un hidroejector în locul rotorului cu palete de la decantorul suspensional cu recircularea mecanică a nămolului.

La decantorul de tip pulsator (fig. 3.11), contactul apei cu nămolul se asigură printr-o alimentare intermitentă, mișcarea intermitentă pulsatorie contribuind la

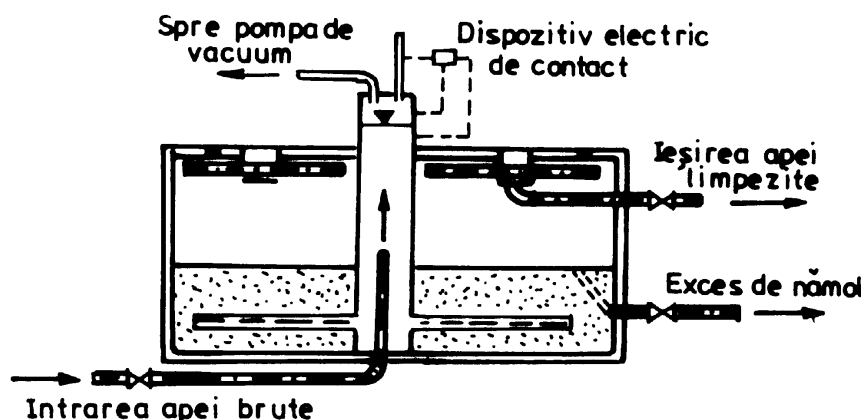


Fig. 3.11. Decantor pulsator.

îmbunătățirea procesului de limpezire. Apa brută se trimite în spațiul central, unde se ridică datorită vacuumului creat aici. La un anumit nivel se face contactul cu aerul atmosferic printr-un dispozitiv electric și apa din spațiul central se golește brusc în spațiul de decantare, unde după străbaterea stratului de nămol, este culeasă prin jgheburile de la partea superioară. Excesul de nămol se evacuează prin canalul lateral. Golirea apei din spațiul central se face în 5 secunde, la intervale de 20 secunde.

În baza observației că eficiența de reținere a particulelor în suspensie este direct proporțională cu suprafața de sedimentare și în strânsă dependență de mărimea hidraulică a acestor particule, fără a depinde de timpul de reținere, se pot prevedea decantoare tubulare, decantoare etajate de mică adâncime sau decantoare lamelare. Decantoarele tubulare pot fi bazine prevăzute în interior cu 45 de tuburi din PVC-M cu diametrul de 110/99,4 mm și lungimea de 6 m, dispuse cu o înclinare de 25° față de orizontală pe 10 rânduri a câte 5, respectiv 4 tuburi pe rând, la o viteză de curgere de 6,7 mm/s și un timp de decantare de 15 minute. Decantoarele etajate de mică adâncime sunt bazine prevăzute cu mai multe compartimente suprapuse de lățime egală cu lățimea bazinului, la care se mărește suprafața de sedimentare și se micșorează adâncimea apei, particulele atingând mai repede radierul.

Decantoarele lamelare se pot prevedea ca cele tubulare, însă cu plăci ondulate în locul tuburilor.

Se pot prevedea și decantoare în două trepte cu decantoare de tip radial, suspensional sau cu strat lestat și orizontal cu lanț cu racleți, în treapta I și cu decantoare lamelare, cu pulsație și lamele, cu recircularea nămolului, în treapta II.

Tratarea apei cu coagulanți se face înainte de decantare, pentru grăbirea depunerii suspensiilor gravimetrice și precipitarea suspensiilor coloidale micșorând astfel timpul de decantare și măbind eficiența decantoarelor. Reactivii

de coagulare recomandați sunt: sulfatul de aluminiu, sulfatul feros, clorura ferică, sulfatul feric, polielectroliți organici etc.

Soluțiile coloidale conțin particule cu dimensiuni de 10^{-4} ... 10^{-6} mm încărcate cu sarcini electrice negative. Datorită mișcării browniene particulele se izbesc între ele, însă nu se pot grupa prin adsorbție, deoarece sarcinile de același fel provoacă respingerea lor.

Sulfatul de aluminiu se folosește în mod curent și în special la apele care conțin un plancton abundent. Introdus în apă, acesta intră în reacție cu bicarbonatul de calciu conform relației:



Hidroxidul de aluminiu $\text{Al}(\text{OH})_3$ format este greu solubil în apă și formează o soluție coloidală, ale cărei particule sunt încărcate pozitiv. Neutralizându-se sarcinile particulelor coloidale, acestea se aglomerează concomitent, precipitându-se sub formă de fulgi sedimentabili gravimetric, care mai antrenează în cădere prin adsorbție pe suprafața mare și lipicioasă a lor substanțe fine gravimetrice mai greu sedimentabile, substanțe care dau culoare apei, bacterii etc. O ușoară agitație a lichidului favorizează formarea fulgilor, iar cu adjuvanți sau ajutători de coagulare ca: silicatul de sodiu, silicea activă, polielectroliți organici, bentonita, cărbunele activ în forma de praf etc., introduși la 2-3 minute după coagulanți, se activează procesul de floculare, prin formarea unei soluții coloidale cu particule încărcate cu sarcini electrice negative. Se cere să se realizeze, la un domeniu al pH-ului de 5,0-8,5, o amestecare intensă între apa brută și soluția de coagulant, o formare intensă de fulgi, prin utilizarea puterii catalitice a unor fulgi deja formați asupra celor în curs de formare și o zonă de curgere laminară, pentru depunerea fulgilor. La temperaturi mai ridicate este mai mare și viteza de depunere a sedimentelor.

Dozele de reactivi se pot stabili prin procedeul Jartest în laborator sau în stații pilot de experimentare. În 4-6 cilindri de 1,0 l prevăzuți într-un suport, se introduce apa de studiat împreună cu doze de coagulant variabile din 5 în 5 mg/l în jurul valorilor de la ape similare. Pentru amestec, apa din cilindri se agită timp de 3-5 minute la o turație de 150 rot/min iar pentru flocularea suspensiilor se continuă agitarea timp de 5 minute, la o turație de 40-50 rot/min. După o pauză de 30 minute pentru sedimentare, proba cu turbiditatea mai mică conține doza optimă de coagulant. Se recomandă efectuarea studiilor pe stația pilot la stații de tratare cu debite peste 1000 l/s sau cu scheme complexe de tratare.

În lipsă de studii de laborator sau în stații pilot, dozele de reactivi se stabilesc pe baza datelor obținute în exploatarea unei stații de tratare existente care utilizează aceeași sursă de apă. Orientativ, la un conținut de suspensii în apa brută până la 2500 mg/l se pot considera, conform STAS 12362-85: doza de sulfat de aluminiu de 25-130 mg substanță activă/l apă brută; doza de sulfat

feros, fără oxidare cu clor, de 38-195 mg/l; doza de clorură ferică de 13-65 mg/l iar doza de silicat de sodiu de 3-13 mg/l.

Dacă apa nu are duritatea temporară necesară pentru reacția cu sulfat de alu-miniu, ea trebuie alcalinizată cu var, sodă caustică sau sodă calcinată, doza stabilindu-se după relația:

$$A = (0,5a - D_t + 2) \cdot k, \quad (3.31)$$

în care: A este doza de reactiv de alcalinizare, în mg/l; a - doza de sulfat de aluminiu pur, în mg/l; D_t - duritatea temporară a apei, în grade; k - doza de reactiv de alcalinizare, corespunzătoare mărimii alcalinității apei cu 1 grad, care se consi-deră de 10 mg/l pentru varul stins $\text{Ca}(\text{OH})_2$, de 14,3 mg/l pentru soda caustică NaOH și de 18,3 mg/l pentru soda calcinată Na_2CO_3 .

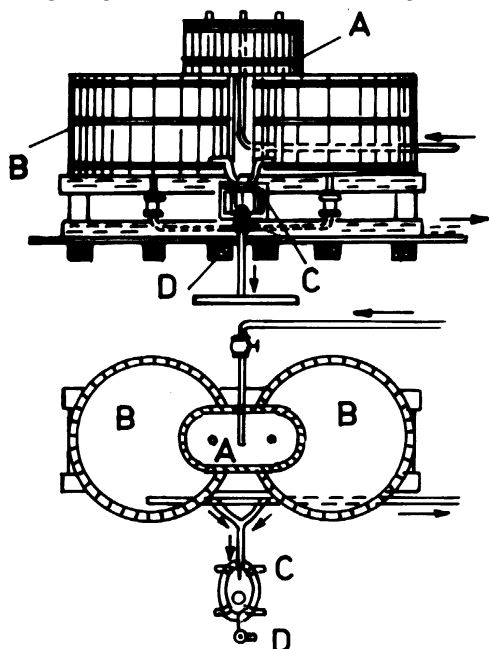
Sulfatul feros se poate introduce cu var și cu clor. Acesta nu contribuie la decolorarea apei și necesită un domeniu al pH -ului de 8,5-11,0 și o aerare intensă a apei.

Pentru tratarea apei cu coagulanți sunt necesare stații de gospodărire a reactivilor, instalații pentru prepararea și dozarea coagulanților, pentru amestecul apei de tratat cu coagulanții și pentru floclulație (camere sau bazine de reacție). Fulgii (floculele) formați la 20...30 minute după amestec se depun în decantoarele prevăzute după aceste instalații. La decantoarele verticale, la decantoarele radiale și la decantoarele suspensionale, amestecul și floclulația se pot amenaja chiar în bazinul de decantare, într-o cameră specială. Introducerea coagulantului în apa care se tratează se poate face sub formă de soluție (metodă umedă) sau sub formă de praf (metodă uscată).

Stația de gospodărire a reactivilor se prevede cu spații pentru depozitarea re-activilor pe o perioadă de minimum o lună de consum maxim, la distanțe de protecție (sanitară, explozie, incendiu etc.) stabilite în conformitate cu reglementările tehnice specifice. Depozitarea sulfatului de aluminiu solid se face pe o înălțime de maximum 2 m în construcții acoperite; a varului nestins, în bulgări, se face în spații de depozitare acoperite; a varului stins se face pe platforme acoperite, în ambalajul în care a fost livrat iar a cărbunelui activ se face pe o înălțime de maximum 1,5 m în saci sau vrac, în construcții acoperite.

Instalațiile pentru prepararea și dozarea reactivilor (fig. 3.12) se compun dintr-un vas A de dizolvare, în care se introduce coagulantul sub formă de bulgări și apa filtrată sau cel puțin decantată, necesară dizolvării lui; dintr-un vas

e aduce soluția din vasul A și apă pentru are asigură constanța debitului; dintr-un itul și dintr-o pâlnie de curgere, legată la de coagulant în apa care se tratează.



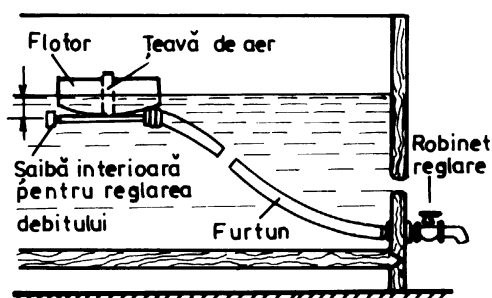


Fig. 3.12. Dispozitiv pentru prepararea și
Fig. 3.13. Vas de dozare cu flotor.
dozarea coagulantului.

Volumul V , în m^3 , al vaselor A și B se determină din relația:

$$V = \frac{24 \cdot a \cdot Q}{10.000 \cdot b \cdot n}, \quad (3.32)$$

în care: a este doza maximă de coagulant, în g/m^3 ; b - concentrația procentuală a soluției de coagulant, care se ia de 33... 50 % pentru vasul A de 5...7,5 % pentru vasul B ; Q - debitul de calcul pentru apa brută în m^3/h ; n - numărul de preparări în 24 ore, care se ia de 3 în mod obișnuit sau de 6 la instalații mari cu metode intensive de dizolvare a coagulantului.

Vasele și conductele de legătură trebuie să reziste la coroziune și la abraziune, în funcție de agresivitatea mediului înconjurător, acestea protejându-se și în exterior.

Sulfatul de aluminiu poate fi furnizat de fabrici producătoare și sub formă de soluție concentrată.

Pentru prepararea soluțiilor de var se întrebuintează două vase, a căror capacitate se determină ca la vasele de coagulant, considerându-se $b=2...5$ și $n=4...6$.

Pentru a menține în soluție reactivii (în special varul), în vasul B se introduce încontinuu aer comprimat. Capacitatea vasului de dozare este de 50...100 l.

În figura 3.13 este prezentat un vas de dozare cu flotor, la care reglarea debitului constant se face la șaibă și la robinet.

La instalații mai mari de 5.000 m^3 /zi, introducerea soluțiilor în apa de tratat se poate face cu pompe dozatoare cu piston cu debit variabil.

Instalații pentru amestecul apei de tratare cu coagulanții sunt dispozitive pentru amestecarea rapidă și completă a apei brute cu reactivii pentru favorizarea producerii reacției chimice. Amestecarea se poate face: prin salt

hidraulic, în camere cu șicane, în jgheaburi cu despărțituri găurite, prin injectarea de aer comprimat (barbotaj) și în camere sau bazine cu agitatoare mecanice, care se rotesc în jurul unei axe orizontale sau verticale.

În cazul saltului hidraulic, coagulantul se introduce la capătul unui canal cu pantă mare (fig. 3.14) în care rezultă la capătul din aval un salt hidraulic, care efectuează amestecul.

Camerele cu șicane sunt jgheaburi cu pereți șicană din lemn sau beton, înclinați de obicei la 45° în sensul de curgere al apei (fig. 3.15). Apa trece prin spațiile b cu viteza $v_1=0,8$ m/s, iar în jgheabul din aval, de lățime $a>0,6$ m, cu viteza $v_2=0,4...0,6$ m/s. Deschiderile b sunt dimensionate astfel ca pierderea de sarcină h să rămână constantă. În funcție de debitul de calcul Q , în m^3/s , de lățimea jgheabului din aval a , în m, și de vitezele v_1 și v_2 , în m/s, se determină mărimile H și b , în m, din relațiile:

$$H_0 = \frac{Q}{a \cdot v_2}, \quad (3.33); \quad H_1 = H_0 + h, \quad (3.34); \quad H_2 = H_1 + h, \quad (3.35)$$

$$b_1 = \frac{Q}{v_1 \cdot H_1}, \quad (3.36); \quad b_2 = \frac{Q}{v_1 \cdot H_2}, \quad (3.37); \quad h = \zeta \frac{v_1^2}{2g}, \quad (3.38)$$

în care ζ este coeficientul pierderii de sarcină locală și are valori de 2...2,5.

În cazul jgheaburilor cu despărțituri găurite, se amenajează 3...4 despărțituri verticale cu orificii circulare de 20...100 mm diametru, prin care apa trece cu viteza $v=1$ m/s. Nivelul apei din compartimentul amonte trebuie să înece toate orificiile peretelui prin care curge. La trecerea prin orificii, pierderea de sarcină h se calculează cu relația (3.38), considerând $\zeta=1,4...1,6$.

La instalații mari se utilizează camera de amestec în care se realizează circulația apei brute cu ajutorul unor elice sau roți cu palete.

Camerele de reacție se calculează astfel încât apa amestecată cu reactivii să treacă prin ele cu o viteză suficientă, pentru a preîntâmpina căderea fulgilor, însă nu atât de mare, încât să provoace sfărâmarea lor. Aceste camere se clasifică în: reactoare cu mișcare de rotație, reactoare cu compartimente, reactoare cuplate și reactoare conice.

Reactoarele cu mișcare de rotație se pot combina cu camera centrală a decantorului. Amestecul de apă cu reactivii intră în această cameră cu viteza

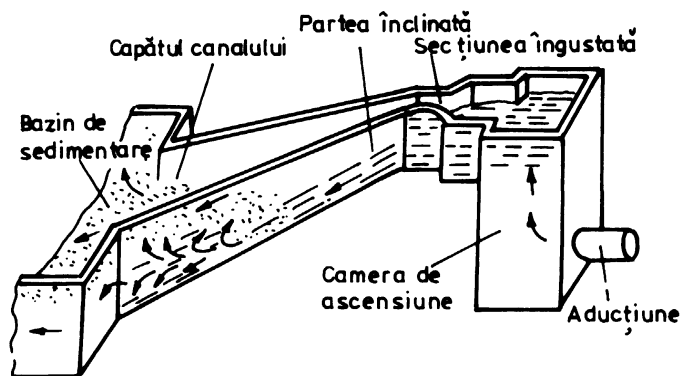


Fig. 3.14. Dispozitiv pentru amestecul apei cu coagulanți prin salt hidraulic.

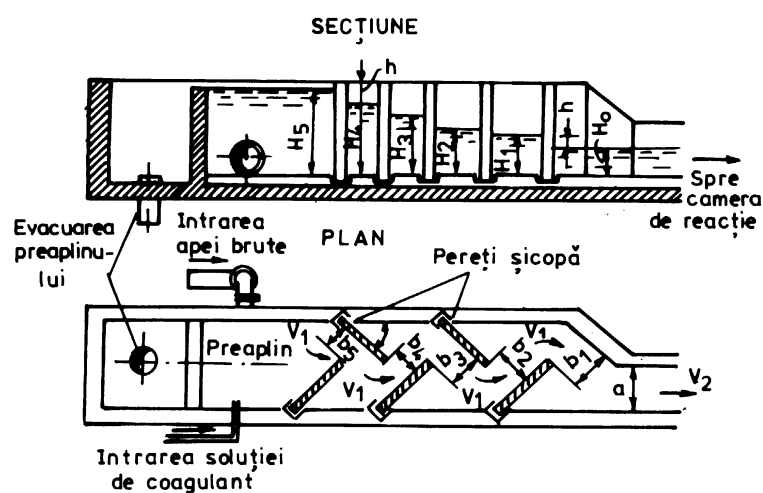


Fig. 3.15. Cameră de amestec cu șicane.

$v=3$ m/s, căpătând o mișcare de rotație printr-un dispozitiv special, iar la ieșire mișcarea de rotație se transformă într-o mișcare de translație de către un dispozitiv de amortizare, format dintr-un grătar de dulapi așezați pe muchie. Introducerea amestecului se poate face la partea inferioară, tangențial printr-un ejector. Pierdere de sarcină h , în m, în aceste reactoare se calculează cu relația:

$$h = 1,23 \frac{v^2}{2g}, \quad (3.39)$$

în care: v este viteza de mișcare a apei în cameră, în m/s; g - accelerația gravitației, în m/s^2 .

Reactoarele cu compartimente sunt bazine cu despărțituri prin care apa circulă orizontal (fig. 3.16) sau vertical, alternativ ascendent și descendent. În funcție de debitul de calcul Q , în m^3/s , de viteza de trecere $v=0,2...0,3$ m/s, de timpul de trecere $t=15...30$ minute și de lățimea unui compartiment $a>0,5$ m, se determină:

$$h = \frac{Q}{a \cdot v}, \quad (3.40); \quad L = 60v \cdot t, \quad (3.41)$$

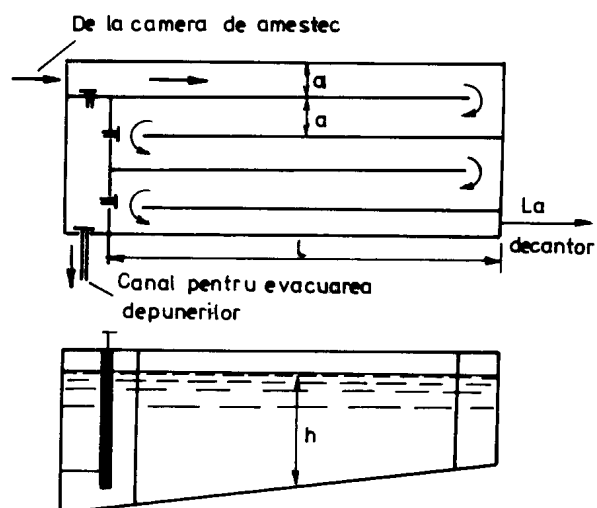


Fig. 3.16. Cameră de reacție cu compartimente.

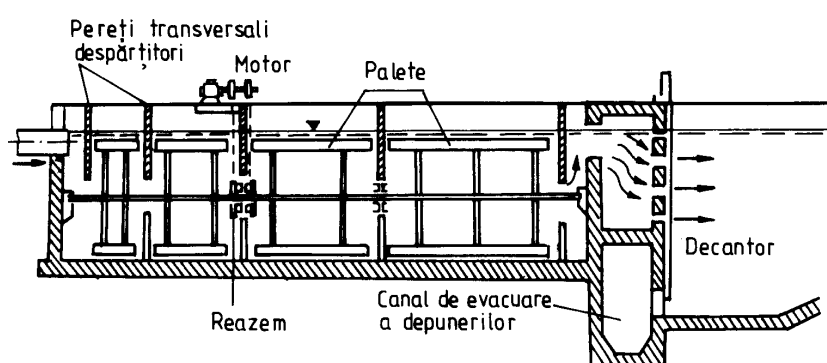


Fig. 3.17. Floctrol.

$$l = \frac{L}{n}, \quad (3.42); \quad h_r = 1,23 \frac{v^2}{2g} + n \cdot \zeta \frac{v^2}{2g}, \quad (3.43)$$

în care: h este înălțimea medie a apei, în m; L - lungimea totală, în m; l - lungimea unui compartiment, în m; n - numărul de compartimente; h_r - pierderea de sarcină totală, în m; ζ - coeficientul de rezistență pe întreaga lungime a camerei.

Compartimentele trebuie prevăzute cu pante, pentru scurgerea depunerilor și cu stăvilare pentru scurtarea drumului apei.

Reactoarele cu palete pot fi cu camere de reacție verticale sau orizontale, după cum paletelile care se rotesc au axa verticală sau orizontală. În camerele de reacție verticale viteza de mișcare a apei este de 0,2-0,5 m/s, iar numărul de rotații pe minut al dispozitivului pentru mișcarea paletelor se determină astfel ca viteza circulară la jumătate din raza exterioară a tamburului de rotație să fie egală cu viteza de mișcare a apei. Camerele de reacție orizontale se împart în 2-5 compartimente, numărul de rotații al paletelor variază între limitele corespunzătoare vitezei maxime de 0,5 m/s la intrare și vitezei minime de 0,2 m/s la ieșire. Distanța dintre pereții laterali și palete și între paletelile a două dispozitive vecine se ia de maximum 0,25 m iar distanța de la palete până la radier sau suprafața apei se ia de 0,10-0,17 m. Raportul dintre lungimea unei palete l și lățimea b se ia de 10...15.

Se folosește și un sistem de camere succesive numit **floctrol** (fig. 3.17), la care mișcarea apei și viteza de rotație a paletelor sunt din ce în ce mai mici. Curgerea în floctrol este de 20...40 minute, iar în total cu decantarea de 2...3 ore. Cu acest sistem se economisește coagulantul cu 30...40 %, se grăbește procesul de limpezire, se înlătură o dată cu substanțele organice și până la 90% din bacteriile conținute în apă și se realizează economii în exploatare.

Paletelile, despărțite prin pereți transversali, sunt fixate pe un ax orizontal rotit de un motor electric.

Reactoarele conice sunt rezervoare conice cu vârful în jos, în care apa intră pe la partea de jos, iar amestecul se face prin scăderea mare a vitezei între intrare și ieșire. Curgerea apei în reactor se face timp de 5...8 minute, cu viteza la partea inferioară de 0,8...1,0 m/s și cu viteza la partea superioară de 0,1 m/s.

CAPITOLUL 4

ÎNMAGAZINAREA APEI

Pentru reglarea debitelor și presiunilor din rețelele de conducte, trebuie să se conteze într-o lucrare de alimentare cu apă și pe colaborarea unor rezervoare de înmagazinare, amplasate între două instalații cu regim diferit de funcționare.

În general, rezervoarele amplasate între rețeaua de aducțiune și rețeaua de distribuție reglează atât debitele cât și presiunile din rețea, menținând o presiune relativ constantă în aceasta, iar rezervoarele amplasate înaintea pompelor de distribuție reglează numai debitele. Reglarea debitelor duce la micșorarea diametrelor conductelor și la o mai bună funcționare a pompelor, acestea proiectându-se pentru debite constante cu punctul caracteristic de funcționare în zona randamentului maxim. Dacă n-ar exista rezervoare care să acopere fluctuațiile corespunzătoare consumului neuniform din cele 24 de ore ale zilei de maxim consum, debitul sursei ar trebui să acopere singur toate necesitățile de apă din ora de maxim consum. Conductele și lucrările de la captare la vatra de alimentare ar trebui dimensionate la debitul din ora de maxim consum iar pompele ar trebui să funcționeze dezavantajos, acomodându-se la debitul din fiecare oră. De asemenea, la rezervoare se rup presiunile prea mari și se limitează loviturile de berbec din rețelele de conducte.

După relieful terenului, se pot amplasa rezervoare la sol (îngropate, parțial îngropate, neîngropate) și rezervoare deasupra solului (castele de apă), după cum centrul populat dispune sau nu dispune de teren natural ridicat, la distanță mică.

După poziția față de centrul populat, rezervoarele se pot amplasa în amonte de centrul populat, pe vatra centrului populat sau în aval de centrul populat (contrarezervoare).

După felul cum sunt legate la rețeaua de conducte, rezervoarele pot fi de tip pasant, când trece prin ele toată cantitatea de apă din rețeaua de conducte, sau de tip tampon, când trece prin ele numai surplusul de apă din rețeaua de conducte.

După legătura cu alte construcții, rezervoarele pot fi independente sau incluse în structura altor construcții (stații de filtrare, de deferizare etc.).

4.1. CALCULUL CAPACITĂȚII REZERVOARELOR

Rezervoarele înmagazinează apă pentru compensarea zilnică a debitelor orare de alimentare cu consumurile orare de pe vatră, pentru stingerea incendiilor, pentru alimentarea rețelei de distribuție în cazul avarierii sursei sau aducțiunii, sau pentru consumul de apă necesar nevoilor tehnologice de apă ale sistemului de alimentare cu apă.

În rezervoare se mai poate asigura apă pentru pompare intermitentă la alimentarea lor, pentru timpul de contact la stațiile de clorare, pentru evitarea pompării în orele de vârf ale consumului de energie electrică sau pentru alte cerințe ale obiectivelor economice și sociale deservite, sau ale sistemului de alimentare cu apă, stabilite pe baza unei justificări tehnico-economice.

Într-un rezervor se poate acumula apă pentru unul sau mai multe scopuri. De asemenea, apa pentru diferite scopuri poate fi amestecată într-un singur compartiment sau poate fi separată în diferite compartimente ale rezervorului.

Calculul volumului de apă din compensare se face în funcție de debitele care intră în rezervor (alimentare, livrare) și de debitele care ies din rezervor (consum) în cele 24 ore ale unei zile de maxim consum. Se aplică metoda diferențelor succesive sau metoda diferențelor cumulate, ambele metode putându-se trata pe cale analitică sau pe cale grafică.

Dacă se aplică metoda diferențelor cumulate pe cale analitică, se întocmește o tabelă după modelul tabelului 4.1.

S-a presupus un centru populat cu $Q_{zi\ max}=9.840\ m^3/zi$, la care alimentarea rezervorului se face continuu și uniform, iar debitul de consum pentru alimentarea populației are o variație orară stabilită prin comparație cu variația înregistrată la centrele populate similare care dispun de sisteme centralizate de alimentare cu apă.

În coloana 1 se trec orele; în coloanele 2 și 3 cantitățile de apă în procente, respectiv în m^3 , care vin în fiecare oră spre rezervor; în coloanele 4 și 5 cantitățile de apă în procente, respectiv în m^3 , care pleacă în fiecare oră din rezervor; în coloana 6 se cumulează din oră în oră volumele din coloana 3; în coloana 7 se cumulează din oră în oră volumele din coloana 5, iar în coloanele 8 și 9 se calculează diferența dintre coloanele 6 și 7 la plus sau la minus, după cum datele coloanei 6 sunt mai mari sau mai mici decât datele coloanei 7. Notând cu V_f volumul fluctual (din compensare), cu V_{+max} valoarea maximă orară din coloana 8 și cu V_{-max} valoarea maximă orară din coloana 9, se poate determina:

$$V_f = V_{+max} + V_{-max} = 1.150 + 520 = 1.670\ m^3. \quad (4.1)$$

În coloana 10 sunt trecute volumele de apă din rezervor din fiecare oră, la

Tabelul 4.1

Calculul volumului rezervoarelor prin diferențe cumulate

Ora	Alimentare		Consum		Volume cumulate, m^3		Diferențe cumulate, m^3		În rezervor m^3
	%	m^3	%	m^3	alimentare	consum	+	-	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0... 1	4,16	410	1,53	150	410	150	250		780
1... 2	4,17	410	1,53	150	820	300	520		1.040
2... 3	4,17	410	2,04	200	1.230	500	730		1.250
3... 4	4,16	410	2,14	210	1.640	710	930		1.450
4... 5	4,17	410	3,06	300	2.050	1.010	1.040		1.560
5... 6	4,17	410	3,16	310	2.460	1.320	1.140		1.660
6... 7	4,16	410	4,06	400	2.870	1.720	1.150		1.670
7... 8	4,17	410	4,26	420	3.280	2.140	1.140		1.660
8... 9	4,17	410	4,26	420	3.690	2.560	1.130		1.650
9...10	4,16	410	4,26	420	4.100	2.980	1.120		1.640
10...11	4,17	410	4,98	490	4.510	3.470	1.040		1.560
11...12	4,17	410	5,07	500	4.920	3.970	950		1.470
12...13	4,16	410	5,58	550	5.330	4.520	810		1.330
13...14	4,17	410	6,10	600	5.740	5.120	620		1.140
14...15	4,17	410	6,20	610	6.150	5.730	420		940
15...16	4,16	410	6,49	640	6.560	6.370	190		710
16...17	4,17	410	6,29	620	6.970	6.990		20	500
17...18	4,17	410	6,10	600	7.380	7.590		210	310

18...19	4,16	410	5,90	580	7.790	8.170		380	140
19...20	4,17	410	5,60	550	8.200	8.720		520	0
20...21	4,17	410	4,16	410	8.610	9.130		520	0
21...22	4,16	410	3,05	300	9.020	9.430		410	110
22...23	4,17	410	2,54	250	9.430	9.680		250	270
23...24	4,17	410	1,64	160	9.840	9.840		0	520
	100,00	9.840	100,00	9.840					

$V_{-max}=520 \text{ m}^3$, între orele 19 și 21, rezervorul fiind gol.

Pe cale grafică se suprapun curbele de consum și de alimentare din ziua de maxim consum ca în figura 4.1, curbele întocmindu-se prin cumularea de la începutul acestei zile după fiecare oră a volumului de apă, în m^3 , corespunzător orei următoare. Și în acest caz:

$$V_f = V_{+max} + V_{-max} . \quad (4.2)$$

Pentru a se obține valori V_f cât mai mici trebuie ca curba alimentării să urmărească cât mai mult curba consumului. În acest scop, la alimentarea prin pompare se prevăd prin încercare pompe de aceeași mărime sau de mărimi diferite, ca

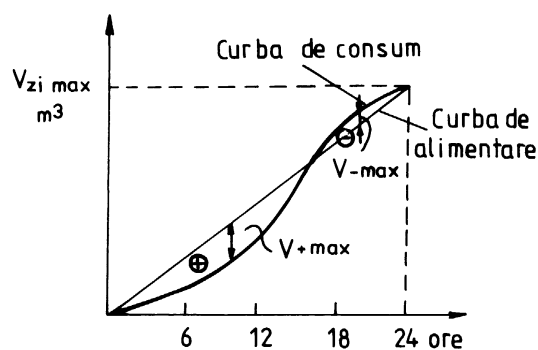


Fig. 4.1. Graficul pentru calculul volumului rezervorului.

re funcționează câte una sau în grup în mod continuu sau în trepte cu pauze, calculul grafic fiind mai expeditiv decât cel analitic. La pomparea în trepte cu pompe de diferite mărimi curba alimentării se reprezintă prin drepte de diferite înclinări și din linii orizontale, corespunzătoare perioadelor de oprire a pompelor.

Volumul de apă pentru incendii V_i se determină din relația (1.10) dată la calculul debitelor pentru incendii.

Volumul de apă necesar în cazul avarierii sursei sau aducțiunii V_{av} , în m^3 , se determină conform STAS 4165-88 din relația:

$$V_{av} = Q_{min} \cdot (T_{av} - T_i) - Q' \cdot T_{av}, \quad (4.3)$$

în care: Q_{min} este debitul minim, în m^3/h , necesar pentru funcționarea sistemului de alimentare cu apă pe durata avariei; T_{av} - timpul maxim, în ore, de remediere a unei avarii pe circuitul apei în amonte de rezervor, sau cel de scoatere din funcțiune a stației de pompare care alimentează rezervorul, egal cu durata de întrerupere admisă în sistemul de alimentare cu energie electrică a stației de pompare; T_i - timpul maxim, în ore, admis pentru întreruperea completă a alimentării cu apă, iar Q' - debitul, în m^3/h , ce se poate obține de la alte surse de rezervă sau aducțiuni duble, rămase în funcțiune, considerându-se că acestea lucrează la capacitatea lor maximă.

În localități Q_{min} se adoptă între 60 % și 80 % din debitul mediu orar al zilei cu consum maxim, în funcție de mărimea centrului populat.

În cazul avariilor pe aducțiune se consideră $T_{av}=8-24$ h, în funcție de diametrul, materialul și lungimea aducțiunii, de gradul de dotare cu mijloace de intervenție a întreprinderii de exploatare și de condițiile de acces pe traseul aducțiunii.

La localități sub 10.000 locuitori se consideră $T_i=6$ h, la localități cu 10.000-50.000 locuitori se consideră $T_i=4$ h, iar la localități cu 50.001-100.000 locuitori se consideră $T_i=2$ h.

Volumul de apă pentru nevoile tehnologice ale sistemului de alimentare cu apă și de canalizare V_{nt} se poate determina în funcție de coeficientul de spor pentru aceste nevoi K_s , dat la calculul debitelor cerinței de apă și de volumul de apă din ziua de maxim consum V_{zimax} , din relația:

$$V_{nt} = K_s \cdot V_{zimax} \quad (4.4)$$

Însumând volumele parțiale de apă se determină volumul total V al rezervorului, care pentru apa potabilă nu trebuie să depășească volumul de apă corespunzător timpului maxim de trecere a apei prin rezervor admis de prescripțiile sanitare în vigoare, apa stagnantă în rezervor pierzându-și unele din proprietățile sale. Volumul rezultat din calcule se va rotunji în plus, la una din următoarele valori, în m^3 : 25, 50, 75, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 750, 1.000, 1.500, 2.000, 2.500, 5.000. La capacități mai mari se pot alege valori egale cu un multiplu de 5.000 m^3 .

4.2. REZERVOARE ÎNGROPATE

Rezervoarele îngropate sunt fundate sub nivelul terenului natural sau cota platformei sistematizate și au nivelul planșeului superior fie sub nivelul terenului natural sau cota platformei sistematizate, fie la nivelul terenului.

La amplasare trebuie să se țină seama de condiții de funcționare, urbanistice, de protecție sanitară, geotehnice, de amenajarea generală ușoară a terenului și economice. La alegerea amplasamentului rezervoarelor se vor evita versanții cu pante abrupte, nestabili sau care își pot pierde stabilitatea prin lucrările de execuție și pe cât posibil se vor evita terenurile cu apă freatică, macroporice, tasabile sau cu capacitate portantă redusă.

Zona de protecție sanitară, de regim sever se va asigura în jurul rezervoarelor la limite stabilite în conformitate cu reglementările în vigoare și se va împrejmuia, pentru oprirea accesului necontrolat al oamenilor și animalelor.

Rezervoarele îngropate se compun din rezervorul de înmagazinare, care poate fi sau nu compartimentat; camera vanelor; instalații hidraulice (conducte de intrarea apei, de ieșirea apei, de golire, de preaplin, de incendiu, de ocolirea rezervorului); instalații electrice pentru iluminat și de forță, instalații pentru alimentarea cu apă a pompelor mobile de incendiu și instalații de semnalizare a nivelului apei și telecomandă, cu avertizare optică sau acustică. Servomotoarele de manevrare mecanică a vanelor sunt alimentate de instalația electrică de forță.

Forma secțiunii orizontale a rezervoarelor poate fi circulară sau dreptunghiulară în baza calculelor tehnico-economice. Pentru rezervoarele îngropate, separate de alte construcții, cu capacitatea până la 2.500 m³, se recomandă secțiunea orizontală circulară.

Înălțimea utilă de apă (măsurată între cota preaplin și cota radier) va fi de 3,0-4,5 m, în baza calculelor tehnico-economice, referitoare la schema tehnologică a alimentării cu apă și la dimensiunile elementelor de rezistență ale rezervoarelor. La adâncimi mai mici se asigură o bună circulație a apei, care se menține tot timpul

proaspătă. La rezervoarele din beton precomprimat această înălțime se va lua până la maximum 15 m. Spațiul liber dintre nivelul buzei preaplinului și planul de naștere al acoperișului va fi de minimum 25 cm la rezervoarele cu acoperișul plan. La rezervoarele cilindrice cu acoperiș în formă de cupolă, nivelul buzei preaplinului nu va depăși planul de naștere al acoperișului. În zone cu grad de seismicitate mai mare de 7, se va ține seama de efectul solicitărilor seismice asupra apei înmagazinate, mărindu-se înălțimea spațiului liber. Rezervoarele vor fi în general cu două compartimente pentru a nu se întrerupe funcționarea la scoaterea din funcțiune a unui compartiment. Rezervoarele necompartimentate se admit pentru capacități până la 150 m³ sau în cazul proceselor tehnologice care permit ocolirea acestuia în perioade scurte de scoatere din funcțiune, pentru curățire și reparații.

În figura 4.2 este redat schematic un rezervor dreptunghiular pasant, care nu înmagazinează apă pentru incendii.

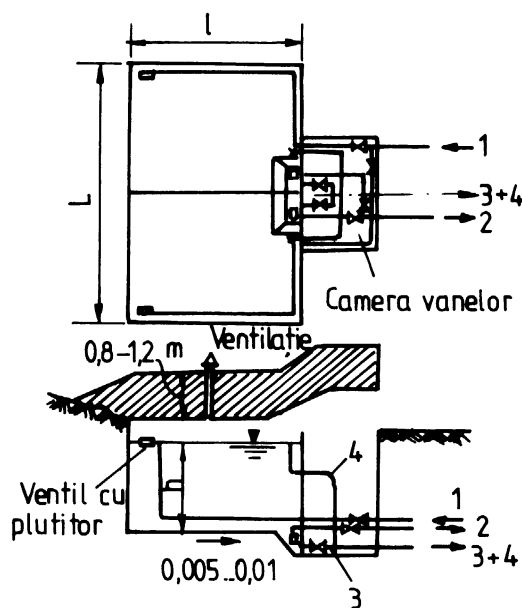


Fig. 4.2. Rezervor îngropat.

Apa intră în rezervor prin conducta 1, care se ramifică în camera vanelor, fiecare ramificație fiind prevăzută cu câte o vană în această cameră și cu câte un ventil plutitor în punctul final. Ventilul cu plutitor are rolul de a închide conducta 1 când apa ajunge la nivelul maxim în rezervor, pentru a nu se pierde în zadar această apă, prin preaplin.

Plecarea apei din rezervor se face prin conducta 2, care are câte o ramificație cu sorb în fiecare compartiment. Sorbul se amplasează în bașă cu 0,25...0,30 m sub nivelul radierului rezervorului și are suprafața orificiilor de intrare a apei de cel puțin trei ori mai mare decât secțiunea conductei și spații minime libere de 30 cm dedesubt și de 50 cm lateral. Amplasarea ventilelor cu plutitor și a sorburilor trebuie făcută în locuri opuse ca înălțime și poziție în plan, astfel încât apa potabilă să fie mereu în circulație în rezervor.

Se pot prevedea în interior și pereți șicană sau alte dispozitive, pentru a nu se produce o stagnare, deci o învechire a apei.

Conducta de golire 3 pleacă din punctul cel mai de jos, iar conducta de preaplin 4, prevăzută pentru siguranță în cazul când se defectează ventilul cu plutitor, se leagă la conducta 3, după vana acesteia. Conducta de preaplin are același diametru ca și conducta 1 și este singura conductă fără vană. Capătul superior al acestei conducte de diametru D are o pâlnie la care se trece pe înălțimea $2D$, de la $3D$ la D . Conducta de golire se va dimensiona astfel încât rezervorul să fie golit în 6...8 ore și se va prevedea la capătul aval cu o sită cu ochiuri de 1 cm. La descărcarea conductelor de golire și de preaplin se vor lua măsuri constructive pentru a nu se aduce prejudicii terenurilor și obiectivelor din zonă. La rezervoarele

de apă potabilă nu se admite descărcarea conductelor de preaplin și golire în canalizări de ape uzate decât în mod excepțional, cu acordul organelor sanitare, cu condiția ca pe conductele de descărcare să se amplaseze un cămin cu gardă hidraulică de 0,5 m față de nivelul maxim posibil al apei în canal.

Coșurile de ventilație de la rezervoare se prevăd cu secțiunea totală de 0,05-0,10 % din suprafața oglinzii apei și cu înălțimea de aer liber de minimum 0,80 m. La partea superioară, aceste coșuri se vor prevedea cu căciuli și site de protecție cu ochiuri de maximum 1 mm.

În cazul rezervoarelor cu un singur compartiment se prevede și o conductă de legătură cu vană între conductele 1 și 2, care se pune în funcțiune la curățirea rezervorului, când se închid vanele de la conductele 1 și 2 și se deschide vana de la conducta de ocolire, apa trecând direct din conducta 1 în conducta 2. Dacă conducta 2 merge la pompe și nu are prevăzută vană, în cazul trecerii apei prin conducta de legătură se scoate sorbul și se montează în loc o flanșă oarbă.

În funcție de volumul V și de înălțimea de apă h se determină dimensiunile L și l sau diametrul D al rezervoarelor.

În cazul rezervoarelor dreptunghiulare cu două compartimente $l=2/3L$.

Rezervorul se poate executa total sau parțial din beton armat monolit, prefabricat, precomprimat etc., care să asigure impermeabilitatea la presiunea apei din interior. La rezervoarele din beton precomprimat trecerile de conducte se vor face prin pereții bazei sub nivelul radierului. Izolarea termică, izolarea hidrofugă, protecția anticorozivă, verificarea etanșeității și dezinfectarea la rezervoare se vor face conform STAS 4165-88.

Camera vanelor se execută legată monolit de rezervor, în cazul terenurilor nestabile și separată prin rost, în cazul terenurilor tasabile. Aceasta se dimensionează astfel încât între conducte și de la conducte la pereți să rămână minimum 0,50 m. De asemenea, planșeul superior al camerei vanelor se va afla cu cel puțin 0,4 m sub cota pragului de acces în rezervor, iar pentru iluminare în camera vanelor, la rezervoare, se vor prevedea prize și lămpi portative cu cablu flexibil la tensiunea de 12 V.

Accesul în rezervor și în camera vanelor se face prin scările metalice. La rezervoare aceste scări trebuie să fie demontabile, deoarece nu se admite ancorajul în pereți.

Golurile de acces vor fi prevăzute cu capac etanș și cu balustradă iar la apa potabilă și cu un rebord cu înălțimea de minimum 10 cm deasupra nivelului de circulație pentru împiedicarea pătrunderii impurităților.

Etanșarea, în punctele în care conductele trec prin pereții rezervorului, se poate realiza cu ajutorul pieselor speciale, care se introduc în locurile respective înainte de turnarea betonului. În figura 4.3, piesa specială este o bucată de conductă, prevăzută la mijloc cu o aripioară sudată și la capete cu flanșe. Aripioara mărește drumul apei ce ar putea să se scurgă între perete și conductă.

În figura 4.4, piesa specială este separată de conductă, montându-se tot înainte de turnarea betonului. La montarea conductei, spațiul dintre acestea și piesa specială se umple cu frânghie gudronată și cu plumb.

În figura 4.5, la piesa specială se sudează un inel fix și prin intermediul unei flanșe mobile, unui bulon de strângere, unui tub de presare și unui inel mobil se presează în spațiul dintre conductă și piesa specială frânghie gudronată sau cauciuc rotund.

În cazul rezervoarelor tampon, conductele 1 și 2 se amplasează ca în figura 4.6. Când intră în rezervor, apa curge prin conducta 1 la partea de sus, clapeta de reținere închizându-se, iar când pleacă din rezervor, apa curge prin conducta 2.

În cazul când în rezervor se înmagazinează și o rezervă intangibilă de apă pentru incendiu, conducta 2 se poate prevedea cu un cot în camera vanelor, ca în figura 4.7. La nivelul rezervei de incendiu se prevede la cot un orificiu de dezamorsare, iar vana de sub cot se deschide numai în caz de incendiu.

Dacă conducta 2 este separată de conducta de incendiu, sorbul ei trebuie introdus într-un cilindru special, al cărui nivel superior să coincidă cu nivelul de incendiu.

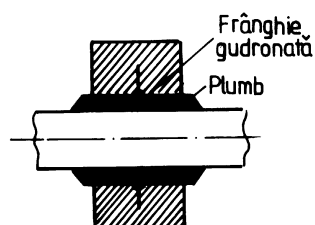
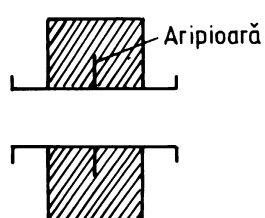


Fig. 4.3. Piesă cu aripioară la trecerea conductelor prin pereții rezervorului. Fig. 4.4. Etanșarea conductelor cu frânhie gudronată și plumb la trecerea prin pereții rezervoarelor.

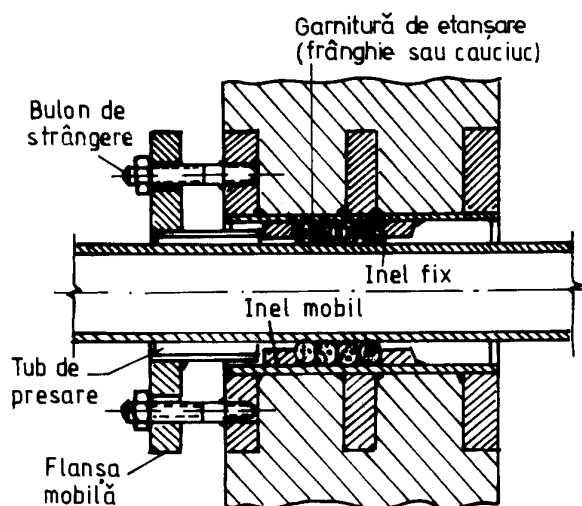


Fig. 4.5. Piesă specială cu inel fix și flanșă mobilă la trecerea conductelor prin pereții rezervoarelor

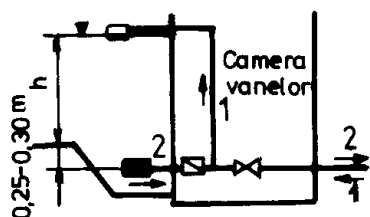


Fig. 4.6. Schema instalațiilor la rezervoare tampon.

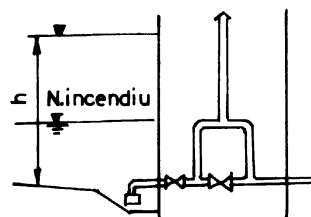


Fig. 4.7. Schema instalațiilor la rezervoarele care înmagazinează apă pentru incendiu.

Rezervoarele se pot construi cuplate cu stații de clorare, cu stații de pompare sau cu stații de filtrare, când spațiul este redus și economicitatea construcției sau necesitățile tehnologice impun acest lucru.

4.3. CASTELE DE APĂ

Castelele de apă sunt lucrări alcătuite dintr-un rezervor așezat deasupra solului pe o construcție de susținere în formă de turn, care se amplasează în centrul de greutate al rețelei de distribuție sau în locuri cât mai ridicate ale localităților de șes, la care se pot amplasa rezervoare la sol, în baza calculelor tehnico-economice ale sistemului: rețea, pompe, rezervoare. Se recomandă să se prevadă în parcuri publice sau în spații înconjurate de plantații mari și îndepărtate de aerodroame, în unele cazuri constituind și un element urbanistic al regiunii.

Din punct de vedere al dispoziției generale, castelele pot fi cu un singur rezervor sau cu rezervoare etajate.

Castelele de apă pot avea și rezervorul și construcția de susținere din același material sau pot fi mixte, adică cu rezervorul dintr-un material și cu construcția de susținere din alt material, alegerea tipului depinzând de importanța lucrării, de materialele disponibile, de rezistența terenului, de timpul de execuție și de condițiile locale.

Volumul rezervorului se va lua ca la rezervoarele subterane. Rezervoarele cu mai mult de două compartimente se vor adopta numai în cazuri speciale, pe considerente de spațiu, etapizare etc. Înălțimea utilă de apă va fi de maximum 12 m. Forma secțiunii rezervorului poate fi circulară sau poligonală. Se construiesc rezervoare metalice, rezervoare din beton armat și rezervoare din lemn.

Rezervoarele metalice au volumul până la 100 m³, diametrul de 5...7 m și înălțimea de 4...5 m și pot fi cilindrice, tronconice sau sferice cu radierul orizontal, sferic, concav sau de tip Inze (fig. 4.8).

Rezervoarele din beton armat pot fi cilindrice, tronconice sau în formă de hiperboloid de rotație cu radier sferic, convex sau tip Intze (fig. 4.9).

Rezervoarele din lemn se construiesc până la volumul de 100 m³, din doage de lemn, pentru instalații provizorii.

Construcția de susținere are înălțimea până la sorbul conductei de distribuție al celui mai jos rezervor sau până la radierul acestuia, un multiplu de 2,5 m și poate fi formată din zidărie de cărămidă, din beton armat turnat monolit sau din stâlpi izolați din beton armat. Zidăria de cărămidă și beton armat se poate prevedea cu sau fără ranforți spre exterior iar spațiul dintre

stâlpii izo-lați se poate prevedea liber sau închis cu zidărie de cărămidă sau cu prefabri-

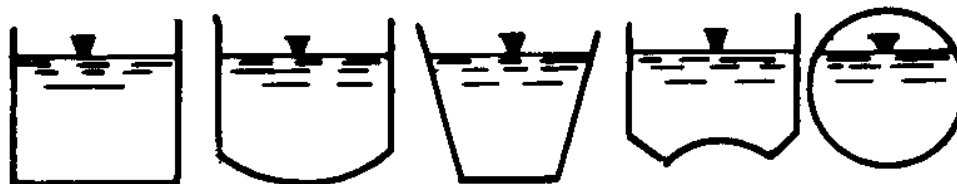


Fig 4.8. Rezervoare metalice.



Fig. 4.9. Rezervoare din beton armat.

cate din beton. La distanțe de 4-5 m pe verticală se prevăd, pentru rigidizare centuri, contravântuiri orizontale șaibe sau planșee.

În figura 4.10 sunt redată schematic instalațiile de apă ale unui castel de apă de tip pasant, care înmagazinează și apă pentru incendiu.

Prin conducta 1 vine apa în rezervor, prin conducta 2 pleacă apa din rezervor, conducta 3 este de golire, conducta 4 de preaplin (având diametrul conductei 1 sau cu 25...50 mm mai mare), iar conducta 5, sigilată în poziția închis, este de incendiu.

Conductele 1 și 2 sunt legate și direct, în vederea scoaterii castelului din funcțiune, în caz de reparații.

Conducta 2 pleacă de la partea de jos a rezervorului și se ridică până la nivelul rezervei intangibile de incendiu, unde este prevăzut un mic orificiu de dezamorsare.

Conductele 3 și 4 se varsă într-un cămin, de unde, prin intermediul unui tub cu cot, ce intră cel puțin 10 cm în apă, se poate face legătura la canalizare. Manevrarea vanelor se face de pe un planșeu.

Pentru vizitare și întreținere de către personalul de exploatare se prevăd la castel spații libere cu scări de acces din beton armat sau metalice și iluminare naturală sau artificială iar la partea superioară a rezervorului se prevede o balustradă. Pentru ventilație se prevăd ferestre sau lanternouri.

Printr-un dispozitiv format din plutitor, cablu, scripeti, indicator și miră gradată, se poate determina nivelul apei din rezervor, montând mira gradată cu indicatorul pe perete, în exterior.

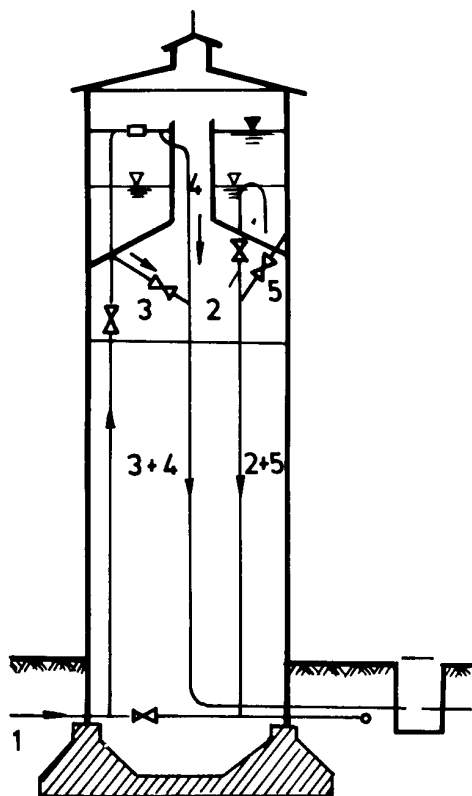


Fig. 4.10. Castel de apă.

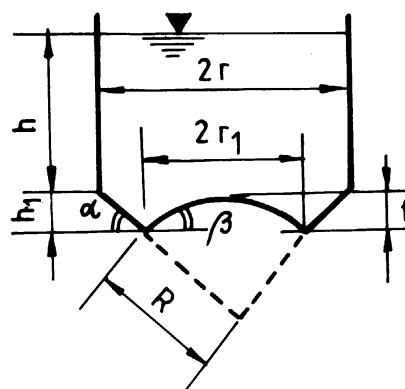


Fig. 4.11. Rezervor tip Intze.

La castelele de apă se prevăd și instalații de paratrăsnet și iluminare de balizaj pentru noapte, iar în zone cu grad de seismicitate mai mare de 7 se recomandă prevederea în interiorul rezervorului a unor ecrane spargere val.

Dacă se alege un rezervor tip Intze (fig. 4.11), care are avantajul că la un anumit raport al dimensiunilor nu dă împingeri orizontale în inelul de rezemare și se admite: $\alpha=\beta=45^\circ$ și $r=h=R$, rezultă pentru volumul V :

$$r = 0,65\sqrt[3]{V}. \quad (4.5)$$

Dacă rezervorul are și un tub central de admisie, se poate folosi relația:

$$r = 0,72\sqrt[3]{V}. \quad (4.6)$$

Pentru alte forme de rezervoare se poate admite:

$$r = (0,5...0,8)h, \quad (4.7)$$

$$f = (0,25 \dots 0,30)r, \quad (4.8)$$

r , h și f reprezentând raza rezervorului, înălțimea apei în rezervor, respectiv săgeata fundului rezervorului.

Fundația construcției de susținere se alcătuește dintr-o talpă inelară sau dintr-un radier scos în consolă.

Pentru evitarea înghețării apei în rezervor, peretele, fundul și acoperișul acestuia se izolează cu materiale termoizolante, ca: pluta expandată, stabilit, vată de sticlă etc., în baza unui calcul termic, considerând temperatura apei la ieșirea din rezervor de $1 \dots 5^{\circ}\text{C}$, iar temperatura minimă exterioară a aerului de -25°C . La stabilirea necesității, a grosimii și tipului de strat termoizolant se va ține seama și de temperatura apei la intrarea în rezervor și de timpul de împropățare a apei în rezervor.

Dacă există pericol de îngheț la conducte, acestea se pot izola cu un strat de 3-5 cm vată de sticlă sau rumeguș închis într-o cutie de lemn cu latura mai mare cu 0,50 m decât diametrul exterior al conductei sau spațiul în care se află conductele se încălzește. La izolarea cu vată de sticlă, peste vată se aplică o tencuială de 1 cm (ipsos+clei+rumeguș) și peste acestea un strat de glet de ipsos și o vopsea de ulei vegetal în două straturi.

În punctele de trecere ale conductelor prin zidăria fundației se recomandă să se folosească tuburi de oțel introduse în alte tuburi de protecție metalice sau din beton, având diametrul cu 50...100 mm mai mare decât al conductei de trecere, spațiul dintre conductă și tubul de protecție fiind umplut cu material elastic (frânghie gudronată și mastic bituminos, argilă cu bucăți de cărămidă etc.), pentru a evita ruperea conductei în cazul tasării fundației.

În cazul tasării pământului sub greutatea castelului, conductele verticale trebuie asigurate contra ruperii cu piese de alunecare asemănătoare cu compensatoarele de dilatație orizontale. Se taie conducta verticală între două puncte fixe pe o anumită porțiune și la fiecare capăt se prinde prin flanșe câte un tub, cel de sus cu diametrul mai mic intrând în cel de jos cu diametrul mai mare, iar spațiul dintre ele se umple apoi cu material de etanșare presat cu o flanșă ca cea din figura 4.5.

Rezervorul de apă potabilă se spală și se dezinfectează înainte de dare în exploatare conform STAS 4165-88, iar înainte de venirea iernii trebuie verificată izolația termică.

La complexe mici, pompele și chiar instalațiile de tratare se pot amplasa în castelul de apă.

La complexe agrozootehnice se pot prevedea castele de apă cu rezervoare sferice din metal sprijinite și ancorate sau hidrosfere. Diametrul rezervoarelor este de 5 m, iar construcția de susținere are diametrul de 0,80 m și înălțimea de maximum 28 m.

Pentru izolație termică se prevede un strat de 15 cm polistiren expandat, protejat în interior cu tablă galvanizată, iar pentru geruri excepționale se prevede și o instalație electrică de încălzire.

În baza calculelor tehnico-economice, castelele de apă se pot înlocui cu instalații de hidrofoare sau cu coloane de presiune.

Instalațiile de hidrofoare se proiectează la complexe mici, la cartiere mai ridicate ale centrelor populate sau la clădiri înalte. Aceste instalații sunt prevăzute cu un recipient din metal cu un volum de apă, cu un volum de aer și cu un volum fluctual de apă sau de aer în interior. La presiunea minimă a apei în interiorul recipientului, când volumul fluctual este ocupat de aer, intră în funcțiune în mod automat pompe la intervale de 6-10 minute, care se opresc în mod automat la presiunea maximă a apei, când volumul fluctual este ocupat de apă. Aerul din recipient scăpat la neetanșeități, dizolvat în apă sau antrenat de apă în instalație este completat de 1-2 ori pe săptămână de către un compresor de aer.

Coloanele de presiune sunt rezervoare cilindrice din tablă de oțel sau din beton armat înalte de 15-45 m, care se folosesc în general în industrii.

CAPITOLUL 5

ADUCȚIUNEA ȘI DISTRIBUȚIA APEI

Aducțiunea și distribuția apei se face prin conducte de aducțiune și prin rețele de distribuție, care se compun din conducte, armături, aparate de măsură și lucrări accesorii, având rolul de a transporta apa de la captare la rezervoare de compensare orară, respectiv de la rezervoare de compensare orară până la conductele de serviciu, inclusiv.

5.1. CONDUCTELE DE ADUCȚIUNE

Conductele rețelei de aducțiune (apeductele) pot fi canale deschise, canale închise sau conducte sub presiune. Canalele deschise și canalele închise funcționează prin gravitație (cu cădere liberă sau prin pantă naturală), iar conductele sub presiune funcționează prin gravitație sau prin pompare.

Proiectarea aducțiunilor se face pe baza studiilor topografice, geologice, geo-tehnice și hidrochimice, conform STAS 6819-82. Studiile topografice trebuie să pună la dispoziție planul de situație al traseului ales, planul de amplasament al diferitelor obiecte, profiluri transversale prin albii, maluri, versanți, căi de comunicație de pe traseu, precum și releveele construcțiilor din ampriza lucrărilor aducțiunii: clădiri, poduri, canale, conducte, cabluri etc. Studiile geologice și geotehnice trebuie să furnizeze date cu privire la stabilitatea generală a terenului, stabilitatea terenului de fundație, principalele caracteristici fizico-mecanice ale pământurilor, nivelul apelor subterane și aprecierea fluxului de apă în tranșee, precum și influența eventualelor pierderi de apă asupra stabilității terenului. Studiile hidrochimice trebuie să precizeze agresivitatea apei transportate, a apei subterane și a terenului de fundare față de materialele conductei. La traversări și subtraversări de cursuri de apă se vor întocmi studii în conformitate cu reglementările tehnice în vigoare, pentru proiectarea podurilor.

Proiectul de execuție al unei aducțiuni trebuie să conțină cel puțin următoarele elemente: planul de situație cu reprezentarea traseului; profilul în lung al traseului; profiluri transversale caracteristice; detalii de execuție pentru construcțiile și instalațiile aferente; caiete de sarcini pentru execuție referitoare la săpături, sprijiniri, pozări, umpluturi, probe de etanșeitate, recepție, măsuri de protecția muncii etc.; calcule hidraulice, de rezistență și economice, precum și măsurile de realizare a protecției sanitare, conform reglementărilor specifice în vigoare.

Se vor prevedea conductele la distanța minimă de 20...50 m de locuri insalubre, ca: haznale, puțuri absorbante, depozite de gunoi etc. Se vor proiecta aliniamente cât mai lungi, cu pante cât mai constante, pe drumul cel mai scurt și mai puțin accidentat. Se recomandă ca traseul aducțiunii ales în cadrul schemei de alimentare cu apă să fie corelat cu prevederile planurilor de organizare a teritoriului, cu schițele de sistematizare a localităților și cu rețelele subterane și aeriene existente sau proiectate în zonă și să urmărească, pe cât posibil, drumurile existente, pentru asigurarea unei exploatare ieftine. De asemenea, se vor amplasa conductele de aducțiune în afara suprafeței carosabile, în terenuri stabile și cu o agresivitate redusă față de materialul conductei. Dacă nu pot fi evitate terenurile agresive și apele subterane agresive, se vor proteja tuburile la exterior, conform prevederilor tehnice în vigoare, iar dacă pe porțiuni scurte nu pot fi evitate terenurile mlăștinoase sau cu o capacitate portantă redusă se vor lua măsuri speciale în conformitate cu recomandările studiilor geotehnice de consolidare a terenului sau de funda-rea conductelor pe piloți.

La conductele de aducțiune amplasate în terenuri macroporice se va proceda conform prescripțiilor tehnice în vigoare pentru aceste terenuri. Se vor prevedea materiale și îmbinări care să asigure etanșeitatea conductelor și se vor lua măsuri constructive care să înlesnească depistarea scurgerilor și efectuarea rapidă a reparațiilor în urma unor eventuale defectări ale instalațiilor. Conductele neprotejate se vor amplasa față de clădiri la o distanță egală cu grosimea pachetului de loess, la grosimi mai mari de 10 m această distanță prevăzându-se de minimum 10...15 m.

La intersecții cu canale de ape uzate sau meteorice, aducțiunile de apă potabilă sau pentru apă minerală pentru cură intensivă sau îmbuteliere se vor așeza cu minimum 0,40 m mai sus. În zona de traversare și pe o lungime de 5...10 m de o parte și de alta a zonei, aceste aducțiuni se vor executa din tuburi metalice.

Distanța pe orizontală între aducțiunile de apă potabilă și canalele de apă nepotabilă se recomandă de minimum 3 m.

La transportul apei agresive, materialul izolat de protecție interioară a aducțiunii, în cazul apei potabile, trebuie avizat de organele sanitare.

Canalele deschise transportă debite mari (peste 1 m³/s) de apă nepotabilă și constau din tranșee săpate în pământ. Apa din aceste canale suferă variații de temperatură, se evaporă parțial și se impurifică cu praf și materii pămâtoase pline de microbi și materii organice aduse de vânt, putându-se utiliza mai ales pentru industrii, irigații, salubritatea orașelor, canalizări sau grădini. De asemenea, canalul are o lungime mare, trebuind să urmeze pantele cât mai uniforme ale terenului, se poate înzăpezi și poate avea lucrări de artă costisitoare și puncte dificile dăunătoare siguranței exploatarei. În canale se poate forma gheață sau pot să se dezvolte plante acvatice, la viteze mici. Se pot prevedea cu parazăpezi, iar în apropierea centrelor populate se acoperă cu dale. Pe timp friguros, canalele trebuie să realizeze o funcționare sigură în condiții economice.

Forma secțiunii canalelor deschise poate fi: trapezoidală, dreptunghiulară, semicirculară, triunghiulară etc., în funcție de teren și de materialele de construcție, în baza unui calcul tehnico-economic. Secțiunea optimă din punct de vedere hidraulic este cea semicirculară, însă din cauza execuției dificile se proiectează de obicei canale trapezoidale, cu lățimea minimă a radierului de 0,5 m când se execută manual și de 1,5-3,0 m când se execută mecanic.

Suprafața taluzurilor și a radierului canalelor poate fi neprotejată, protejată contra infiltrațiilor și exfiltrațiilor sau protejată contra eroziunilor. Impermeabilizarea se poate realiza prin căptușire cu beton simplu monolit de 10 cm grosime, cu dale prefabricate din beton simplu de 50x50x6 cm, cu dale prefabricate din beton armat de 200x100x6 cm sau cu folie PVC plastifiată de 0,4-0,8 mm grosime, protejată cu dale de beton de 50x50x6 cm. După umplerea rosturilor de secțiune dreptunghiulară sau în formă de Y cu mortar de ciment sau cu chit aerob se poate aplica pe suprafața betonului o pelicula din mortar cu aracet DP 25.

Canalele închise transportă apă potabilă, apă minerală pentru cură intensivă sau îmbuteliere sau apă industrială ferită de variații de temperatură, de evaporări și de impurificatori. Au lungimi mari, ca și canalele deschise, deoarece urmăresc pantele cât mai uniforme ale terenului. Se așează sub adâncimea de îngheț, indicată de STAS 6054-77, ținând seama și de condițiile de rezistență ale materialului la sarcinile care rezultă din circulație. Dacă nu se pot coborî până la adâncimea de îngheț, canalele trebuie să se dimensioneze la o viteză mai mare de 1 m/s sau să se protejeze termic.

Forma secțiunii interioare poate fi: circulară, ovoidă, dreptunghiulară, tip clopot etc. ca la canalizări. În cazul secțiunilor nevizitabile se prevăd canale circulare iar în cazul secțiunilor vizitabile se prevăd canale înălțate. Canalele ovoide se așează cu vârful în sus pentru a rezista mai bine și a se evita pericolul depozitelor, iar canalele tip clopot se folosesc la adâncimi mici de construcție.

Dacă unele obstacole se trec prin galerii, canalele închise pot să aibă lungimea mai mică.

Conductele sub presiune se folosesc la transportul debitelor mici (până la $1 \text{ m}^3/\text{s}$) pe trasee cu teren accidentat, având formă circulară, care rezistă în condițiile cele mai economice la presiunea interioară. Sunt mai scurte decât canalele, deoarece nu urmăresc panta terenului, ci taie direct diferențele declivității, traseul lor fiind aproape indiferent de relieful terenului, la care se pretează ușor; se pot monta sub șosele sau sub străzi la aceeași adâncime și transportă în aceleași condiții aceleași categorii de ape ca și canalele închise, însă au îmbinări, puncte de slabă rezistență, prin care se pot distruge. Dacă nu urmăresc drumuri, trebuie construite drumuri de acces, ce rămân după aceea în exploatare. În cazul alimentării consumatorilor importanți industriali, conductele sub presiune de aducțiune se introduc într-un tunel vizitabil, iar în masivele muntoase conductele cu diametre mai mari de 1.000 mm se pot trece în galerii. În cazuri justificate tehnico-economic, aducțiunile se pot introduce în tuneluri sau în galerii împreună cu alte rețele.

La aducțiuni cu două fire paralele, fiecare fir se va dimensiona la $0,5Q$ iar între fire se vor realiza bretele de legătură, al căror număr se va stabili printr-un calcul tehnico-economic.

5.2. CONDUCTELE REȚELEI DE DISTRIBUȚIE

Conductele rețelei de distribuție sunt conducte sub presiune, împărțindu-se după rolul ce-l au în conducte principale (artere), conducte de serviciu (conducte secundare), inclusiv construcțiile la instalațiile anexă.

La proiectarea rețelelor de distribuție din localități se va ține seama de schița sau planurile de sistematizare cu indicarea tramei stradale, a diferitelor zone de consumuri și a consumatorilor mari industriali; detaliul de sistematizare (pentru conducte de serviciu); planul topografic cu indicarea curbilor de nivel; studiul geotehnic cu specificarea condițiilor de fundare a existenței apei subterane și a agresivității ei față de materialul conductei; planul coordonator al tuturor rețelelor subterane orășenești.

În localități se prevede, în general, o singură rețea de distribuție, rețelele separate pentru alte folosințe (apă industrială pentru combaterea incendiilor, stropitul spațiilor verzi etc.) fiind admise numai pe baza unor calcule tehnico-economice.

Conductele se vor așeza la adâncimi egale sau mai mari decât adâncimile de îngheț indicate de STAS 6054-77, ținând seama și de condițiile de rezistență a materialului conductei la sarcinile care rezultă din circulație și din compactare și de gradele de seismicitate date de STAS 3684-71. La grade de seismicitate mai mari de 7 se recomandă o adâncime minimă de îngropare de 1,50 m.

Se recomandă așezarea conductelor pe zona necarosabilă, în terenuri stabile și neagresive față de materialul conductei, iar dacă nu pot fi evitate terenurile agresive, se vor lua măsuri de protecție.

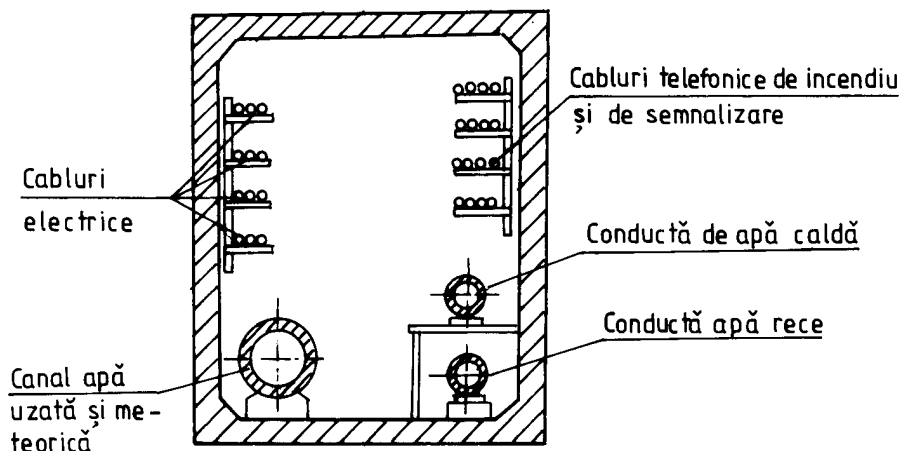


Fig. 5.1. Conducte pozate în galerii vizitabile.

Conductele se pot așeza și în galerii vizitabile, separate sau la un loc cu alte rețelele edilitare (fig. 5.1.) în baza unui calcul economic comparativ. Se pot construi galerii vizitabile numai pentru conducte pe tronsoane limitate, în zone de mare densitate, în puncte dificile de traversări și în condiții geotehnice care impun folosirea acestor construcții. Prin introducerea în galerii vizitabile se reduc săpăturile pe străzi în timpul construcțiilor, reconstrucțiilor, sau exploatării rețelelor; se amplasează un număr mare de rețele subterane într-o secțiune mică și se îmbunătățesc condițiile de exploatare prin posibilitatea reviziilor regulate, însă se mărește costul de investiție, se pot avara unele rețele atunci când se deteriorează altele și apar greutăți la instalarea unor conducte de gaz sau cabluri de înaltă tensiune.

Distanța minimă de la fața exterioară a conductelor la fundații de clădiri va fi de 3,0 m în terenuri obișnuite, astfel încât la defectare scurgerea apelor să nu pericliteze fundațiile clădirilor și să nu inunde subsolurile. Conductele rețelei de distribuție se așează la o distanță în planul orizontal de minimum 3 m de canalul de apă uzată, în cazul când profilul transversal al străzii permite acest lucru.

În punctele de intersecție cu canalele de apă uzată sau la distanțe mai mici de 3 m de aceste canale, rețeaua de conducte de apă potabilă se va așeza mai sus decât acestea cu minimum 0,4 m, cu condiția de a se realiza adâncimea minimă de îngheț. Dacă nu se poate respecta această distanță, se vor lua măsuri speciale de protecție care să asigure evitarea exfiltrațiilor din canal sau a infiltrațiilor în conducta de apă a apelor de canalizare, la încrucișări conducta de apă potabilă introducându-se într-un tub de protecție care să depășească canalul de ape uzate, de o parte și de alta din axa acestuia, cu 2,50 m în teren impermeabil și cu 5,00 m în teren permeabil, conform STAS 8591/1-91.

Se interzice trecerea conductelor de apă potabilă prin cămine de vizitare de canalizare, prin canale de evacuare a apelor impurificate, prin puțuri absorbante, prin haznale etc.

În cazul terenurilor sensibile la umezire trebuie să se respecte prescripțiile tehnice în vigoare.

Distanțele minime față de alte elemente de construcție, arbori sau rețele se consideră de 0,50 m față de cabluri electrice, cabluri de tracțiune electrică, canalizație telefonică, canale termice, alte conducte de alimentare cu apă, bordură, rigolă (șanț), în cazul conductelor amplasate până la maximum 1,50 m, la adâncimi mai mari de 1,50 m această distanță mărirându-se la 0,60 m; - 0,70 m până la rigolele cu guri de scurgere; - 1,00 m până la conductele de gaz; - 1,50 m până la axul arborilor; - 2,00 m până la șine de tramvai sau până la pilonii și stâlpii de iluminat exterior; - 3,00 m până la marginea fundațiilor pilonilor pentru linii electrice de înaltă tensiune; - 4,00 m până la axa liniei de cale ferată; - 5,00 m până la zidurile de sprijin.

Distanța minimă în plan orizontal de la conductele de alimentare cu apă industrială până la canalizare se va considera de 0,50 m în cazul amplasării acestora la maximum 1,50 m și la 0,60 m în cazul amplasării acestora la adâncimi mai mari de 1,50 m.

La intersecția cu cabluri electrice subterane cu canalizația telefonică sau cu conducte de gaz, conductele de apă trebuie montate cu cel puțin 50 cm sub ele.

Conductele principale transportă apa de la rezervoarele de înmagazinare sau de la stații de pompare în sectoarele de consum (fig. 5.2). Aceste conducte trebuie să fie cât mai scurte și să domine zona pe care o deservesc la distanțe minime de consumatori importanți, pentru a se obține costuri minime și presiuni cât mai uni-forme în rețea. Distanța între conductele principale va fi de 300...600 m, în afară de cazurile când se impun distanțe mai mari datorită absenței consumatorilor din zonă. La conductele principale cu $D \geq 300$ mm nu se leagă branșamente și hidranți de incendiu decât atunci când diametrul branșamentului este mai mare decât al conductei de serviciu din zonă, când numărul mic al branșamentelor din zonă nu justifică existența unei conducte de serviciu sau

când hidranții de incendiu au diametrul mai mare de 70 mm și conducta de serviciu are diametrul mai mic de 150 mm.

Conductele de serviciu transportă apa de la conductele principale până la punctele de consum, având diametrul de 80... 250 mm, în funcție de debitul de incendiu pe care trebuie să-l transporte, diametrul de 80 mm recomandându-se la conductele cu lungimea până la 100 m. Se amplasează pe toate străzile cu consumatori de apă, în afară de cele pe care există conducte principale cu $D > 300$ mm sau la cele pe care există conducte principale cu $D \geq 300$ mm, la care se poate realiza numărul mic de bransamente din zonă. La conductele de serviciu se leagă,

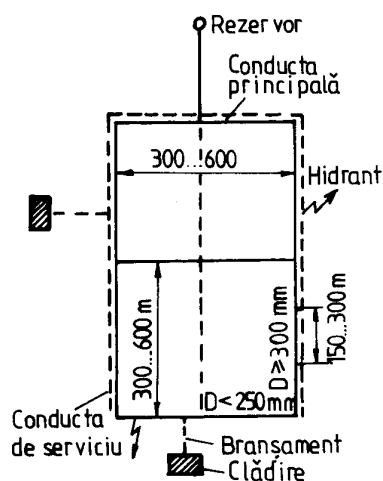


Fig. 5.2. Conductele rețelei de distribuție.

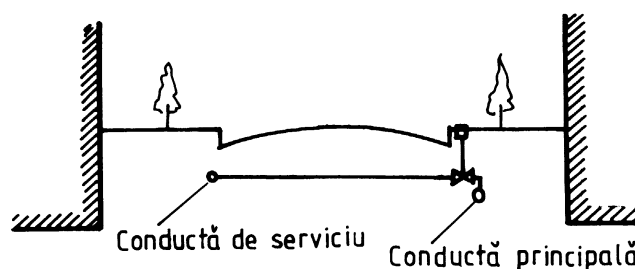


Fig. 5.3. Amplasarea conductelor în profilul transversal al străzii.

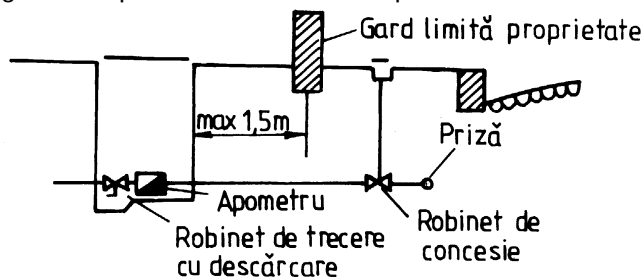


Fig. 5.4. Branșament.

de regulă, branșamentele și hidranții de incendiu de diametre mici. Pe străzile pe care se amplasează și conducte principale și conducte de serviciu, se fac legături între aceste conducte la distanța de 150...300 m. Dacă nu se impun distanțe mai mari, datorită absenței consumatorilor din zonă, conductele principale se așează cu minimum 0,30 m mai jos decât conductele de serviciu, pentru a deosebi cele două categorii de conducte și a evita greșeli de branșament (fig. 5.3). Se amplasează pe partea străzii cu clădiri mai multe, iar la străzile mai late de 20 m, pe ambele părți, în baza unui calcul tehnico-economic.

Rețelele separate pentru alte folosințe (apă industrială, pentru combaterea incendiilor, stropitul spațiilor verzi etc.) se admit numai în baza unor calcule tehnico-economice.

Branșamentele sunt conducte prin care apa din rețeaua de distribuție este introdusă pentru consum în rețeaua interioară de alimentare cu apă din clădiri sau în incinte industriale.

Branșamentele de 20 mm și de 30 mm se compun (fig. 5.4) din: priză cu sau fără colier, țeavă de plumb de presiune cositorită sau sulfată de 20/28 mm, respectiv 30/42 mm, robinet de concesiune așezat pe trotuar și căminul apometrului cu apometru și robinet de trecere cu descărcare. Prin cositorirea în interior se evită otrăvirile datorate coroziunii în cazul apelor agresive față de plumb. Robinetul de concesiune se poate prevedea și în stradă sau în căminul apometrului, iar apometrele și robinetele de trecere cu descărcare se pot monta și în pivnițe sau în subsoluri accesibile pentru control și manevră numai personalului întreprinderii comunale.

Branșamentele cu diametrul $D \geq 50$ mm se prevăd cu piesă de ramificație, cu conductă din fontă de presiune, oțel, azbociment sau PVC rigid tip G și cu vană de fontă.

Căminele pentru apometre cu diametrul de maximum 200 mm, instalate pe branșamentele la abonat se execută astfel încât să permită instalarea apometrului conform STAS 6002-88.

Branșamentele se execută de întreprinderea comunală după întocmirea de către un reprezentant al acestei întreprinderi, în baza unei concluzii a procesului verbal de verificare a instalațiilor interioare. După execuție branșamentele rămân în proprietatea întreprinderii comunale și se întrețin de către acestea.

Pentru desfacerea pavajului, beneficiarul trebuie să obțină aprobare de la Consiliul Local și de la Poliția Rutieră.

Prin amplasarea branșamentelor la clădiri în punctele înalte se evită căminele cu ventile de dezaerisire.

După forma în plan, rețelele de distribuție se construiesc în sistem ramificat și în sistem inelar (în circuit).

Sistemul ramificat are puncte terminale, apa curgând într-un tronson într-un singur sens, de la rezervor spre extremitățile centrului populat (fig. 5.5). La acest

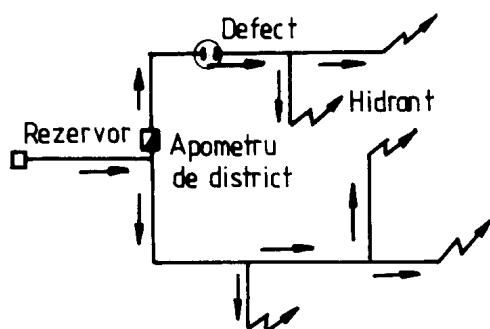


Fig. 5.5. Rețea de distribuție ramificată.

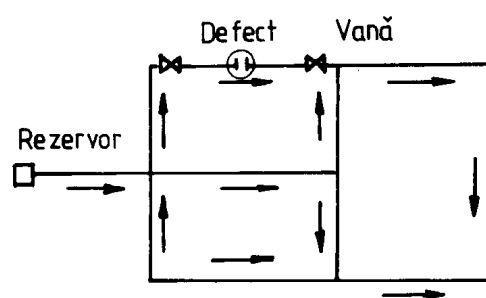


Fig. 5.6. Rețea de distribuție inelară.

sistem se pot determina ușor debitele de calcul, iar calculul rețelei este simplu, singurele necunoscute pe fiecare tronson fiind diametrele.

Arterele se pot trasa prin centrul de greutate al zonelor deservite, iar apometrele de district sau de artere servesc la determinarea pierderilor de apă din conductă până la diferite apometre ale clădirilor.

Dacă se defectează în anumite puncte rețeaua, porțiunea din aval de aceste puncte va fi întreruptă până la repararea defectului. De asemenea, în cazul consumurilor mici, apa din tronsoanele terminale este aproape în repaus, putând să aibă miros de apă stătută, să se altereze, să înghețe sau să prezinte depuneri cu micro-organisme. Pentru spălarea periodică a acestor conducte, se prevăd hidranți la capăt, după ultimul branșament, care, în general, prin punerea în funcțiune îngreunează exploatarea.

Conform SR 4163/1-95 și SR 4163/3-96 se admit rețele ramificate în centrele populate cu mai puțin de 20.000 locuitori și ramificații lungi de maximum 500 m, care deservesc clădirile de locuințe, obiectivele industriale, social-culturale, cu excepția celor de o importanță deosebită.

Sistemul inelar nu are capete libere, apa putând să curgă în două sensuri într-un tronson (fig. 5.6). Acest sistem prezintă siguranță în exploatare, micșorează acțiunea loviturilor de berbec și necesită diametre mai mici la

periferie, unde de-bitul de incendiu la un hidrant este asigurat din două părți opuse.

Dacă se defectează conductele în anumite puncte, izolarea prin vane numai a porțiunii defecte permite funcționarea restului rețelei în timpul reparării defectului. De asemenea, conductele sunt mai puțin expuse înghețului, deoarece apa se mișcă într-un sens sau altul, deci nu poate sta în repaus, împropiindu-se în același timp. În schimb, apa putând curge în sensuri diferite într-un tronson, determinarea debitelor de calcul se face numai prin încercări, iar calculul rețelei este mai complicat, având ca necunoscute pentru fiecare tronson și debitul și diametrul.

Rețelele de distribuție în sistem inelar se prevăd la centrele populate mari, unde chiar străzile formează inele.

Prin legarea capetelor libere, un sistem ramificat se poate transforma într-un sistem inelar, pe măsură ce se extinde rețeaua de conducte.

5.3. MATERIALUL CONDUCTELOR

Materialul conductelor se alege în funcție de dimensiunile rezultate din calcul, caracteristicile geologice și geotehnice ale terenului, solicitările exterioare, presiunea apei din interior, caracteristicile fizico-chimice ale apei transportate, pericolul de coroziune, condițiile speciale impuse de siguranța alimentării folosințelor, debitul necesar în caz de incendiu, condițiile de execuție etc.

Canalele deschise se pot executa din beton simplu sau din prefabricate de beton armat.

Canalele închise se pot executa din tuburi din materiale plastice, beton sau gresie ceramică, ca în canalizări, iar în cazuri justificate tehnico-economic acestea se pot executa și din tuburi din azbociment, oțel sau fontă.

Pentru construcția conductelor sub presiune se folosesc tuburi din fontă de presiune, oțel, azbociment, beton armat, material plastic, lemn, sticlă, plumb sau aluminiu.

Tuburile din fontă de presiune se execută prin turnare sau prin centrifugare. Se fabrică tuburi cu mufă (STAS 1674-74 și 7021-74, simbol TM) și tuburi cu flanșe (STAS 1675-74 și 7022-74, simbol TF) cu diametre de 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1.000 mm. Tuburile cu mufă au lungimea de 4-6 m, iar cele cu flanșe au lungimea de 3-4 m.

Îmbinarea tuburilor cu mufă se realizează cu plumb și frânghie gudronată, în loc de plumb folosindu-se în unele cazuri pastă de azbociment sau de ciment după un strat de frânghie negudronată (albă). Frânghia gudronată constituie

garnitura de etanșare, iar plumbul, azbocimentul sau cimentul fixează frânghia de cânepă, asigurând rezistența rostului. Trebuie executate rosturi de îmbinare rezistente, impermeabile și cu o oarecare elasticitate, la eventualele tasări ale terenului iar demontarea lor se face cu ușurință.

În cazul îmbinării cu plumb (fig. 5.7), se așează mufele în sens invers sensului curentului de apă, se introduce capătul curățit al tubului următor în mufa curățită a tubului fixat, se introduce frânghia de cânepă gudronată pe circa 2/3 din adâncimea mufei, prin înfășurare în jurul tubului și îndesare în mufă (ștemuire) cu un ștemăr și apoi se toarnă plumb topit în rostul mufei.

Pentru turnarea plumbului se înfășoară la partea exterioară a mufei o frânghie udă de cânepă cu 20 cm mai lungă decât perimetrul tubului și de grosime

mai mare decât lărgimea șanțului, se montează peste frânghie un guler de argilă și apoi se scoate frânghia afară (fig. 5.8), prin orificiul lăsat de aceasta și lărgit ușor, executându-se turnarea continuu și încet dintr-o găleată cu cioc, astfel încât aerul să iasă afară concomitent cu umplerea spațiului de turnare. După întărirea plumbului se îndepărtează și argila și se ștemuiește acesta cu un ștemăr pentru plumb, astfel încât să nu se depășească limita mufei.

La diametre mici, ștemărele se bat manual cu ciocane, iar la diametre mai mari de 200 mm acestea se bat mecanic cu ciocane pneumatice.

La presiuni mai mari de 6 at se prevăd bride speciale sau brățări cu buloane pentru împiedicarea expulzării materialului de etanșare din mufă.

Se pot prevedea și îmbinări cu mufe filetate în interior, în care se introduce pentru etanșare un inel de cauciuc, ce se fixează apoi cu un inel de fontă, filetat la exterior.

Pentru etanșare cu pastă de azbociment se prepară un amestec de ciment marca 30, fulgi de azbest și apă, amestecându-se la început cimentul cu azbestul și apoi adăugându-se apă. La conducte cu diametrul de 200 mm se introduc în mufă 33 cm frânghie gudronată, 10 cm frânghie negudronată și 40 cm pastă de azbociment.

În cazul îmbinărilor cu pastă de ciment se introduce în mufă frânghie gudronată, apoi frânghie negudronată și apoi pasta de ciment (în volume 90 % ciment și 10 % apă). Această îmbinare este prea rigidă.

Pieșele cu flanșe se îmbină cu șuruburi și garnituri de etanșare (plumb, cauciuc, carton presat, masă plastică, clingherit) și se montează numai în cămine de vizitare, pentru ca șuruburile ruginite să se înlocuiască ușor înainte de a se distruge etanșeitatea. După introducerea garniturilor de etanșare între flanșe și a șuruburilor în orificiile flanșelor, se strâng în mod uniform șuruburile.

Din fontă de presiune se execută, conform STAS 1673/1-75, pieșele de legătură prezentate în tabelul 5.1.

Toate piesele de legătură se trec într-o schemă de montaj (fig. 5.9). S-au mai introdus în schemă vane cu mufă VM și hidranți H, iar cu linie punctată căminul de vizitare, care cuprinde piesele cu flanșe.

Comparativ cu tuburile din oțel, tuburile din fontă necesită mai mult metal și rezistă mai bine la coroziuni, însă au rezistență dinamică mai mică. Presiunea maximă de regim până la care se folosesc tuburile din fontă este 8 at.

Tuburile din fontă de presiune trebuie protejate împotriva coroziunii care le degradează prin trecerea metalului sub formă de ioni sau de compuși chimici, în apa transportată sau în pământ. Aceasta se poate datora unor cauze chimice, electrochimice, biologice sau curenților electrici de dispersie (vagabonzi) și interesează atât economia națională, cât și sănătatea publică, perforările cauzate fiind și porți de infectare a apei din conducte.

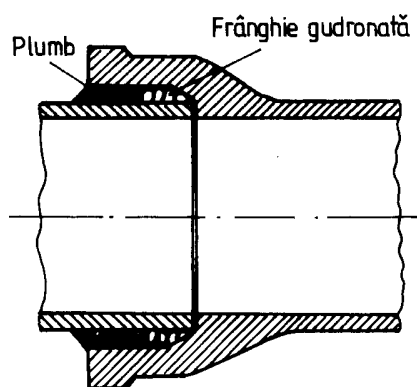


Fig. 5.7. Imbinarea tuburilor de fontă de presiune cu mufă.

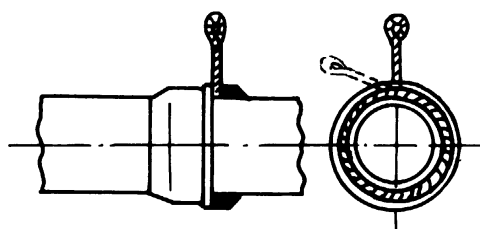


Fig. 5.8. Execuția îmbinării tuburilor de fontă de presiune cu mufă.

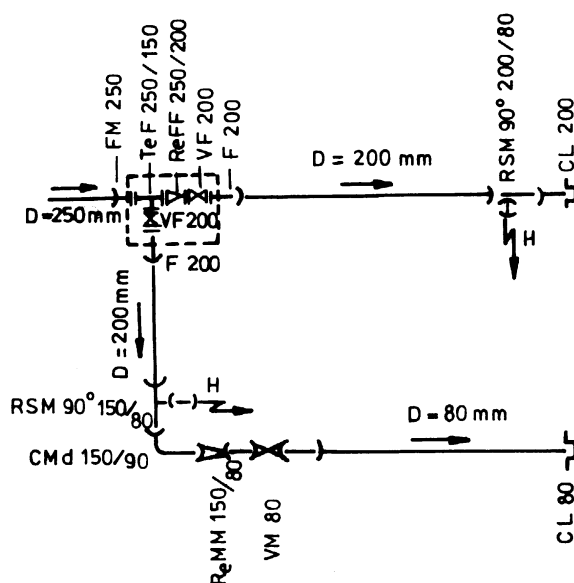
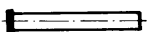
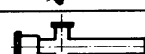
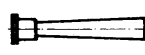
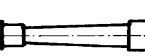
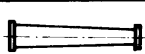
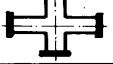
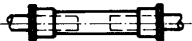
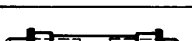
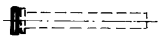
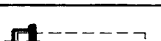
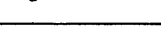


Fig. 5.9. Schema de montaj.

Tabelul 5.1

Piese de legătură din fontă de presiune

Den. clasă	Formă	Semn convențional	Denumirea piesei	Simbol	Standardul dimensional
1	2	3	4	5	6
Tuburi			Piesă cu flanșă	F	1876 - 74
			Piesă cu flanșă și mufă	FM	1877 - 74
Teuri			Teu cu flanșe	TeF	1882 - 74
			Teu cu mufe	TeM	9826 - 74
			Teu cu mufe și flanșă	TeMF	9986 - 74
Ramificații			Ramificație simplă la 90° cu mufă și flanșă	RSMF 90°	1863 - 75
			Ramificație simplă la 90° cu mufe	RSM 90°	1865 - 75
			Ramificație simplă la 45° cu mufe	RSM 45°	1867 - 75
			Ramificație dublă la 90° cu mufe	RDM 90°	1866 - 75
			Ramificație dublă la 45° cu mufe	RDM 45°	1868 - 75
			Ramificație dublă la 90° cu mufă și flanșe	RDMF 90°	1864 - 74
Reducții			Reducție cu o mufă și capăt drept	ReM	1869 - 74
			Reducție cu două mufe	ReMM	1869 - 74
			Reducție cu flanșe	ReFF	1879 - 74
Curbe			Curbă cu mufă și capăt drept	CMd	1871 - 74
			Curbă la 11°15' cu o mufă	CM 11°15'	1872 - 75
			Curbă la 11°15' cu două mufe	CMM 11°15'	1872 - 75

1	2	3	4	5	6
Curbe			Curbă la 22°30' cu o mufă	CM 22°30'	10256-75
			Curbă la 22°30' cu două mufe	CMM 22°30'	10256-75
			Curbă la 45° cu o mufă	CM 45°	1873-75
			Curbă la 45° cu două mufe	CMM 45°	1873-75
			Curbă la 11°15' cu flanșe	CF 11°15'	4397-75
			Curbă la 22°30' cu flanșe	CF 22°30'	3958-75
			Curbă la 45° cu flanșe	CF 45°	3959-75
Coturi			Cot la 90° cu flanșe	CF 90°	1874-75
			Cot la 90° cu mufe	CM 90°	9985-74
			Cot cu picior cu flanșă și mufă pentru hidranți	CFM	1875-76
Cruci			Cruce cu mufe	CrM	9825-74
			Cruce cu flanșe	CrF	1878-74
Mufe			Mufă de trecut pe tub	MT	1870-74
			Mufă din două bucăți de trecut pe tub	2/2 MT	3214-74
Piese de închidere			Flanșă oarbă plană	FO	1880-74
			Căciulă	CI	1881-74
			Dop	Dp	1881-74

Coroziunea chimică se produce prin acțiunile chimice directe ale acizilor și gazelor transportate de apă sau conținute în sol. Fierul, de exemplu, este transformat de CO_2 în bicarbonați, pe care oxigenul îi transformă mai departe în oxizi de fier (rugină).

Coroziunea electrochimică are loc la conducte neomogene din punct de vedere al materialului sau la conducte introduse în soluri cu caracteristici diferite, în cazul când se produc mici diferențe de potențial, care formează mici baterii locale. Curenții galvanici locali care circulă în pământul devenit electrolit transportă materialul sub formă de particule ionizate de la potențialul mai ridicat (anod) la potențialul mai scăzut (catod), unde îl depun.

Coroziunea biologică se datorește unor bacterii ale fierului sau ale sulfului. Ferobacteriile consumă compuși feroși în soluție pe care îi transformă prin digestie în hidrat feric și din acesta o parte se elimină sub formă de secreție iar altă parte se reține pentru dezvoltarea corpului și înmulțirea lor. Prin reducerea sulfaților de către bacteriile sulfului rezultă acid sulfuric coroziv.

Curenții electrici de dispersie iau naștere în zona instalațiilor de rețele de tracțiune electrică alimentate cu curent continuu (linii de tramvai sau de locomotive electrice) la care întoarcerea curenților se face prin șine în contact cu pământul. În punctele îndepărtate de generatorul de curent continuu, potențialul șinei fiind superior conductei de apă metalică, curentul părăsește șina și se canalizează în lungul conductelor, pământul jucând rol de electrolit, iar în apropierea generatorului curentul părăsește conducta și reintră în șină, aici manifestându-se coroziunea conductei.

Pentru protecția împotriva coroziunii se cercetează prin sondaje agresivitatea terenului, se tratează apa transportată, se acoperă pereții conductelor cu un strat de bitum, se prevede o apărare pasivă sau activă a pereților conductelor, se îndepărtează conductele de zonele în care se produc curenții electrici de dispersie, se sudează șinele cap la cap sau se montează cablul de întoarcere la șinele la care iau naștere acești curenți.

Stratul de bitum se realizează prin îmbăierea în bitum la cald a conductelor calde după turnarea fontei sau încălzite, sau prin vopsire.

Apărarea pasivă contra coroziunii se realizează în exterior cu 2-3 straturi de bitum și 1-2 straturi de hârtie gudronată; de pânză de iută, cânepă sau bumbac, sau de bandă de cauciuc-bitum (bica), masă plastică sau pâslă din fibre de sticlă.

Apărarea activă împotriva coroziunii se poate realiza prin protecție catodică exterioară cu anodi reactivi de zinc, conform STAS 7335/9-89, și prin protecție catodică prin drenaj electric, conform STAS 7335/10-77.

Instalația de protecție catodică exterioară cu anodi reactivi de zinc se compune din anod sau grup de anodi reactivi de zinc, din circuit electric între anozii reactivi de zinc și conducta protejată, și din priza de potențial STAS 7335/8-85

pentru măsurarea parametrilor electici specifici protecției contra coroziunii. Anozii reactivi de zinc se îngroapă la distanța de 2,50-3,00 m de conductă și înainte de montare se degresează și se curăță de oxizi cu o perie. Conductele metalice protejate catodic prin anozii reactivi de zinc se pot considera că satisfac condițiile de legare la pământ, dacă rezistența de dispersie a ansamblului de anozii este de maximum 10 Ω .

Protecția catodică prin drenaj electric se prevede pentru colectarea și drenarea spre sursa de producere, printr-un conductor de legătură izolat, a curenților de dispersie din conductele metalice îngropate, astfel încât acești curenți să nu treacă în pământ.

Protecția mecanică a izolației conductelor metalice îngropate prevăzute cu protecție catodică la subtraversări de ape și la trecerea prin pereții căminelor, în vederea realizării unei separări electrice optime între conductă și sol (cămine), se realizează conform STAS 7335/6-80.

Pentru separarea electrică de instalațiile deservite a conductelor sau rețelilor de conducte metalice îngropate, protejate catodic, sau pentru secționarea electrică a acestora în tronsoane sau zone protejate catodic, se prevăd îmbinări electroizolante cu nipluri, conform STAS 7335/5-74 sau cu flanșe, conform STAS 7335/7-87.

Tuburile din oțel se execută prin laminare sau prin sudare pe generatoare sau în spirală. Țevile din oțel, fără sudură laminate la cald sunt date de STAS 404/1-87; cele fără sudură trase sau laminate la rece sunt date de STAS 530/1-87; cele sudate elicoidal sunt date de STAS 6898/2-80; iar cele sudate longitudinal sunt date de STAS 7656-90. Aceste țevi au diametrul exterior de 6-1.600 mm și lungimea de 0,5-16,0 m.

Comparativ cu tuburile din fontă, tuburile din oțel rezistă la presiuni mai mari și la sarcini dinamice sunt mai elastice, putându-se îmbina în orice sistem; sunt mai ieftine cu 20-30 % și mai ușoare cu 50-55 %, având grosimi ale pereților lor mai mici, și se montează mai repede, având lungimi mai mari, respectiv îmbinări mai puține. Se distrug însă mai repede datorită agresivității apei din interior sau apei și solului din exterior.

Se îmbină prin sudură autogenă sau electrică, prin flanșe sudate sau montate prin filetare (în cazul îmbinărilor din interiorul clădirilor), cu manșon ștemuit (în cazul conductelor îngropate) sau cu manșon filetat în cazul conductelor filetate la capete. La îmbinarea prin filetare, pe filetul capătului tubului care trebuie îmbinat se înfășoară fuor de cânepă muiat în miniu de plumb, după ungerea acestui capăt cu ulei de înfierat și se înșurubează apoi mufa filetată a celuilalt tub până la refuz.

Se folosesc piese de legătură din fontă de presiune sau din oțel, confecționate prin sudură în atelier sau pe șantier și izolate la interior și la exterior împotriva coroziunii.

Îmbinarea tuburilor din oțel cu tuburile din fontă de presiune se face cu flanșe sau prin introducerea capătului tubului din oțel (lărgit, îngroșat sau cu o mufă adăugată) în mufa tubului din fontă și ștemuirea cu frânghie gudronată și cu plumb.

Împotriva coroziunii se iau măsuri de izolare a suprafețelor conductelor cu bitum, cu masă plastică, cu cauciuc, cu mortar de ciment rezistent la agresiune, cu vopsea de ulei vegetal sau prin zincare sau cromare. După executarea pe șantier a îmbinărilor sudate este obligatorie refacerea protecției exterioare, iar la diametre de cel puțin 600 mm este obligatorie refacerea și a protecției interioare. În timpul funcționării se poate forma o crustă de protecție în interior, deși carbonații sunt în echilibru chimic.

La ape minerale se pot folosi conducte din oțel inoxidabil.

Se folosesc conducte din oțel la presiuni mari care depășesc presiunea de utilizare a altor materiale (cele sudate până la 25 at iar cele laminate până la 60 at); la subtraversări de căi ferate, linii de tramvai sau drumuri; la traversări sau subtraversări de cursuri de apă sau văi; la conducte autoportante; în regim cu grad de seismicitate mare; în terenuri tasabile și puțin stabile; la pante pronunțate; în terenuri cu pericol de alunecare; în zone cu terenuri mlăștinoase sau de umplutură, care nu pot fi evitate.

Tuburile din azbociment se fabrică prin rularea și presarea, în prezența apei, a unui amestec intim și omogen ce conține 75...80 % ciment portland și 20...25 % fibre de azbest, acesta având proprietatea importantă de a se lega cu cimentul și de a prelua eforturile de tensiune.

Comparativ cu tuburile din fontă, tuburile din azbociment prezintă următoarele avantaje: - sunt mai elastice la îmbinările cu inele de cauciuc, permițând coturi până la 20° fără piese speciale, prin înclinarea tuburilor cu până la 3° la fiecare îmbinare; - sunt mai ieftine, în medie cu 30 %; - au rezistivitatea termică de circa 150 ori mai mare, menținând apa rece și proaspătă chiar în timpul căldurilor mari; - au greutatea de 2,0-2,5 ori mai mică, transportându-se cu un cost mai redus și manipulându-se mai ușor pe șantier; - se comportă bine la lovituri de berbec; - rezistă bine la îngheț-dezghet și au impermeabilitate sporită la apă; - au suprafața interioară mai netedă, fără incrustații sau sedimente în exploatare, dând pierderi de sarcină cu până la 40 % mai mici; - au viteze de montaj sporite, îmbinările putându-se executa ușor; - nu sunt atacate de acizi slabi, săruri ale solului, baze, curenți de dispersie; - se prelucrează ușor, putându-se tăia cu fereștrăul sau sfredeli chiar la locul de montare; - nu necesită material feros, care se poate folosi în alte scopuri.

Ca dezavantaj se poate menționa rezistența mică la vibrații, lovituri și șocuri, trebuind să fie transportate, așezate și păstrate cu grijă. De asemenea, garniturile de cauciuc au durabilitate redusă și nu se pot monta pe timp friguros.

În STAS 7345/1-75 sunt prevăzute tuburi din azbociment cu diametre de 80-2.000 mm, din clasele de presiune 5-30, corespunzătoare presiunilor de regim de 0,25-1,50 N/mm².

Tuburile și mufele din azbociment pentru conductele sub presiune cu diametrul de 100-600 mm sunt date de STAS 8425-86, iar regulile și metodele de verificare a lor sunt date de STAS 7345/2-75.

Îmbinarea tuburilor din azbociment între ele se poate face cu mufă din azbociment și garnituri de cauciuc (fig. 5.10,a) sau cu mufă cu flanșe (STAS 6783-80, simbol MFa), prezentată în figura 5.10,b. Cu ajutorul mufelor de legătură metalice cu flanșe din fontă și garnituri de cauciuc se face îmbinarea tuburilor din azbociment cu piesele de legătură între tuburile din azbociment și tuburile din fontă sau îmbinarea tuburilor din azbociment între ele, când nu se poate realiza îmbinarea cu mufe din azbociment. Racordarea tuburilor din azbociment la tuburile din oțel se face cu brățări pentru derivație din fontă și oțel (STAS 6961-70, simbol Ba), prezentate în figura 5.10,c.

În cazul îmbinării cu mufă din azbociment și garnituri din cauciuc, se trece mufa pe capătul unui tub, pe o lungime egală cu lungimea ei și cu rebordul mic spre acest capăt, se trece primul inel de cauciuc până lângă mufă, se centrează tubul următor la 5 mm de primul, având trecut al doilea inel de cauciuc la 50 mm de capătul lui, se marchează pe tuburi poziția definitivă a mufei și apoi se trage cu cricuri, cu pârgii speciale, rebordul mic al ei trecând peste inelele de cauciuc, care ajung în poziția din figura 5.10,a. După proba hidraulică, spațiul dintre tub și mufă se umple cu mortar de ciment (1:3) pentru împiedicarea expulzării inelelor de cauciuc.

În cazul folosirii șuruburilor în teren, acestea trebuie protejate cu bitum contra ruginii.

Inelele de cauciuc de etanșare trebuie să fie elastice și fără crăpături, cavități, bule de aer sau incluziuni, conform STAS 6907-79.

În punctele de legătură între tuburile din azbociment și în punctele de legătură între tuburile din azbociment și tuburile sau armăturile din fontă, în executarea rețelelor de apă sub presiune, se folosesc piese de legătură din fontă prezentate în tabelul 5.2.

Utilizarea tuburilor de azbociment nu este admisă în următoarele cazuri: - în terenuri de umplutură, alunecătoare sau cu pante peste 25 %; - pe străzi cu trafic permanent greu, echivalent cu un convoi A30, în cazurile în care amplasarea conductelor în afara părții carosabile nu este posibilă; - la traversări de râuri, căi ferate și linii de tramvai; - la conducte care lucrează cu presiuni negative; când traseul conductei este paralel și la o distanță mai mică de 5 m de axul căii ferate sau de 3 m de axul liniei de tramvai; - la conductele de distribuție din cadrul re-

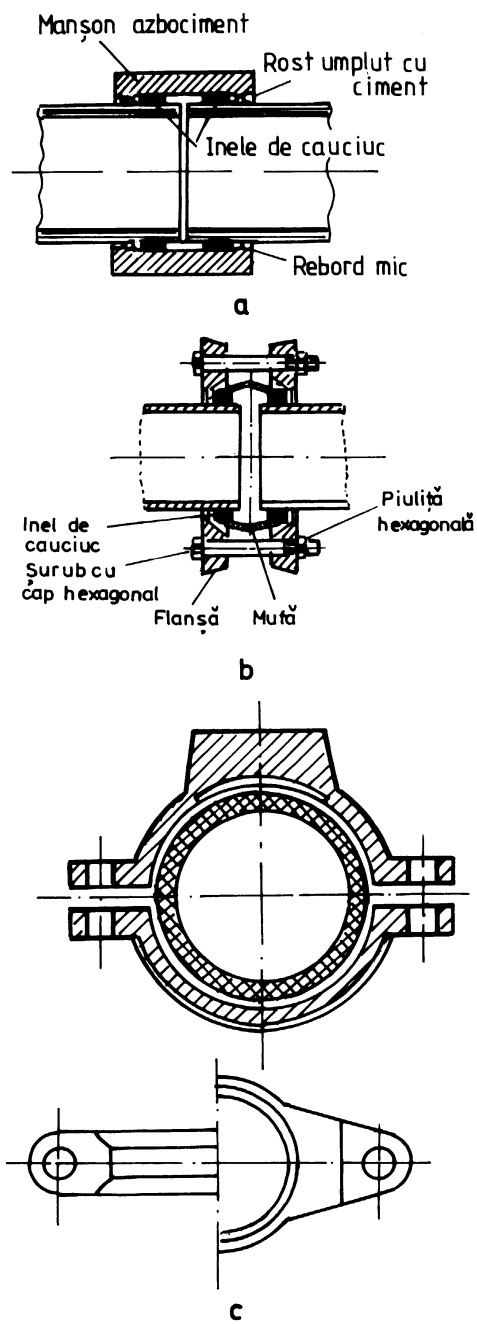


Fig. 5.10. Imbinarea tuburilor de azbociment.

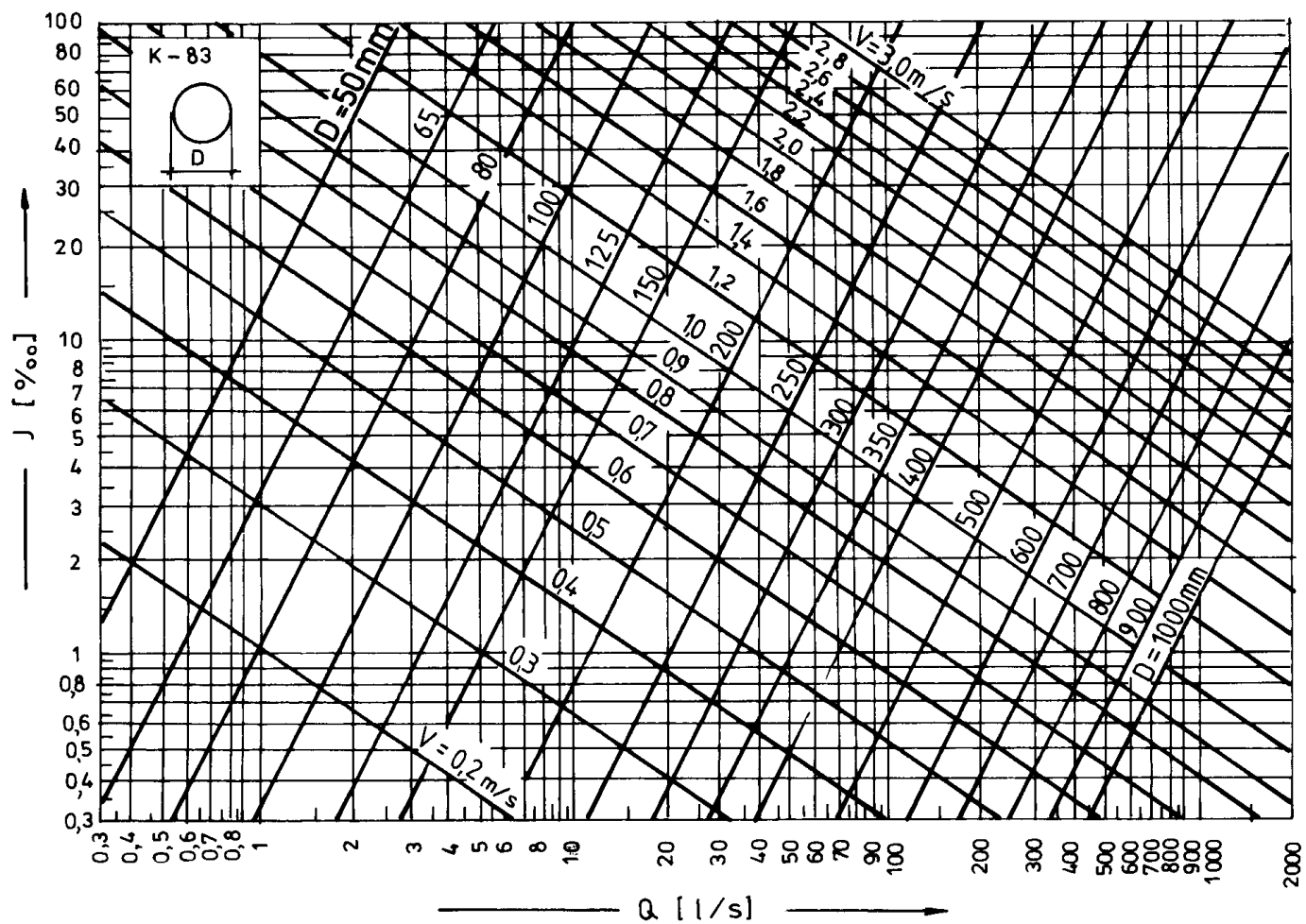


Fig. 5.12. Diagrama pentru calculul conductelor circulare din fonta si otel.

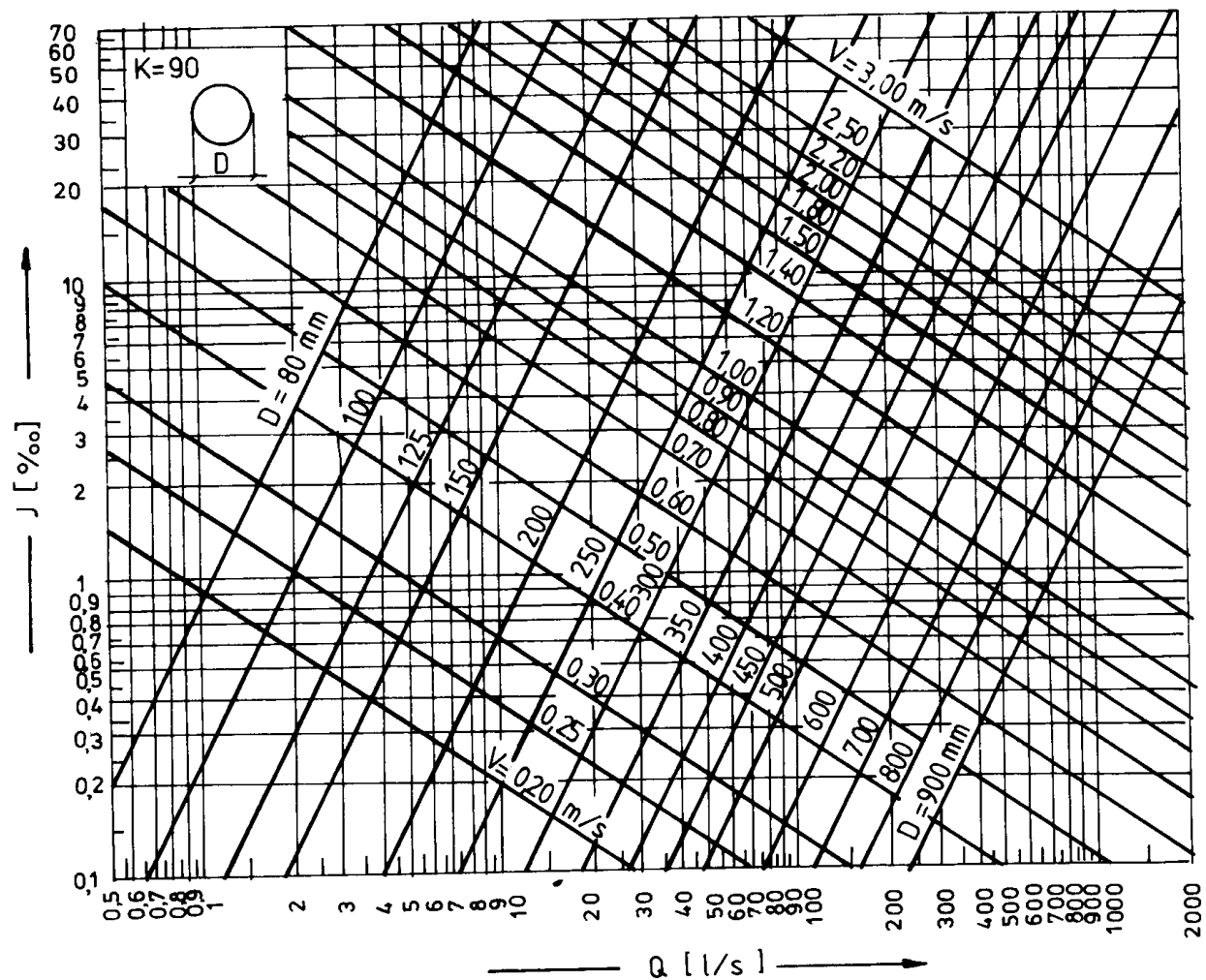


Fig. 5.13. Diagrama pentru calculul conductelor din azbociment.

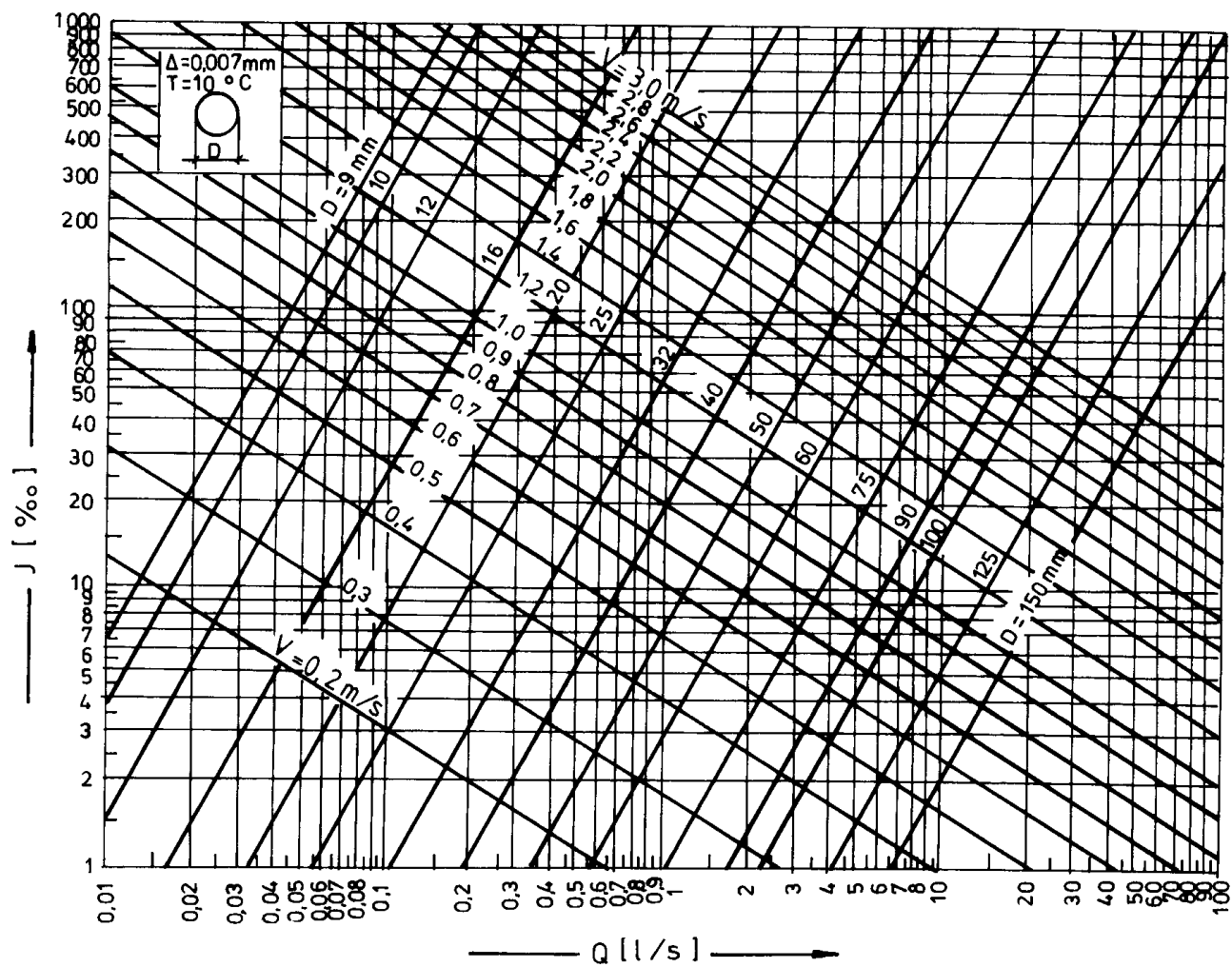


Fig. 5.14. Diagrama pentru calculul conductelor din PVC tip M.

țelilor de alimentare cu apă din mediul urban, când lungimea cumulată a pieselor metalice de legătură ce ar trebui intercalate pe conductă ar ajunge la 30 % din lungimea acesteia.

În următoarele cazuri, utilizarea tuburilor din azbociment este admisă numai cu luarea măsurilor corespunzătoare de protecție: - la ape subterane sau soluri agresive; - la racordarea la rețele publice a clădirilor fondate în terenuri sensibile la umezire.

Tuburile din beton armat se execută prin vibrare, centrifugare sau vacuumizare cu diametrul de 400-1.000 mm și rezistă la presiuni până la 20 daN/cm². Aceste tuburi sunt mai ieftine decât cele din fontă, însă sunt foarte grele.

Tuburile de presiune din beton armat centrifugat sunt protejate cu un strat de torcret cu ciment rezistent la agresivități, cu lacuri sau emulsii bituminoase, sau cu materiale plastice.

Tuburile de presiune din beton armat precomprimat de tip PREMO se fabrică conform STAS 7039/1-81 cu diametre de 400, 500, 600, 800, 1.000, 1.200, 1.400, 1.500, 1.800 și 2.000 mm și cu lungimea de 5-6 m și se îmbină cu inele de cauciuc la mufa de la capătul unui tub și capătul profilat pentru îmbinare al celui alt tub (fig. 5.11), se execută cu diametrul de 700-1.400 mm și cu lungimea de 3 m, pentru presiuni de până la 0,5 daN/cm². Se assemblează prin mufe și se etanșează cu inele de cauciuc sau cu frânghie gudronată și mortar de ciment sau mastic bituminos.

La execuția tuburilor PREMO se confecționează prin centrifugare în mașini un miez din beton cu armătură longitudinală pretensionată. Se stropește acest tub cu apă caldă timp de circa 32 ore și apoi, când este suficient de rezistent, se înfășoară cu o spirală pretensionată din sârmă de oțel de înaltă rezistență, care comprimă puternic betonul. Se introduce în tub apă la o presiune care să anuleze eforturile de compresiune date de armătura spirală pretensionată și peste această armătură se aplică prin torcretare (proiectare cu ajutorul aerului comprimat) un strat de mortar de ciment de protecție. După întărirea mortarului de protecție care a aderat la tubul miez se eliberează presiunea interioară din tub, armătura spirală

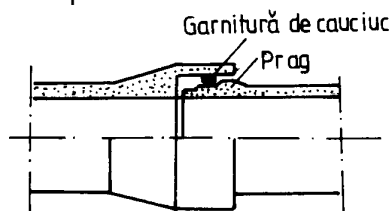
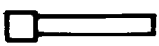
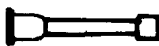
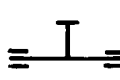
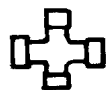
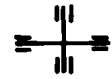
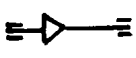
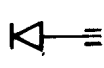


Fig. 5.11. Îmbinarea tuburilor de presiune din beton precomprimat.

Tabelul 5.2

Piese de legătură pentru tuburi de azbociment

Denumirea clasei	Denumirea piesei	Forma	Semn convențional	Simbol	Standard dimensional
Tuburi de legătură	Tub simplu			Ta	6784-83
	Tub cu mufă			TMa	6785-69
	Tub cu flanșă			TFa	6786-83
Ramificații	Ramificație simplă cu flanșă			RSFa	6959-87
	Ramificație simplă			RSa ^{90°}	6960-69
Curbe	Curbă la 90°			Ca ^{90°}	6963-70
Cruci	Cruce			Cra	6962-70
Reducții	Reducție simplă			Rea	6956-83
	Reducție cu flanșă mică			Re fa	6957-83
	Reducție cu flanșă mare			Re fa	6958-83

precomprimând și tubul miez și mortarul de protecție. În exploatare, presiunea interioară micșorează precomprimarea betonului fără a da naștere la eforturi de întindere inadmisibile.

La montarea tuburilor PREMO se realizează curbe cu unghiuri mai mici de $25-30^{\circ}$ fără piese speciale, deviind fiecare tub cu $2^{\circ} 30'$, iar la unghiuri mai mari ale conductei se prevăd coturi speciale metalice.

În cazurile terenurilor alunecătoare, de umplutură sau mâloase, presiunilor mai mari de 20 daN/cm^2 sau conductelor supraterane la temperaturi sub 0°C nu se utilizează tuburi PREMO.

Din beton precomprimat se mai fabrică cu diametre de 1.200, 1.400, 1.600, 1.800 și 2.000 mm tuburi tip SENTAB, prin turnarea și vibropresarea batonului într-un cofraj vertical, care conține armătura pretensionată.

La tuburile prefabricate se utilizează piese de legătură din oțel sudat sau din fontă de presiune, cu piese de trecere la oțel sau la fontă.

Pentru protecția împotriva coroziunii se execută stratul de torcret cu ciment rezistent la agresivitatea apei sau terenului, sau se acoperă suprafețele conductelor cu lacuri, emulsii bituminoase și cu materiale plastice.

Tuburile din material plastic se confecționează din policlorură de vinil neplastifiată, polietilenă sau poliesteri armați cu fibre de sticlă.

Tuburile din policlorură de vinil au greutate relativ mică, nu necesită acoperire sau protecție catodică, prezintă ușurință și economie la pozare (când au lungimi mari), prezintă o bună izolare termică, au rugozitate relativ mică, rezistență la factori chimici (coroziune inexistentă), prezintă o elasticitate ridicată (pot prelua o parte din suprasarcinile provocate de loviturile de berbec) și nu rețin decât în slabă măsură depuneri prin aderență. În schimb, aceste tuburi au utilitate limitată (funcție de temperatură și presiune), au fragilitate la șocuri exterioare, se comportă necorespunzător la vibrații, rezistă mediocru la lovire (în special la diametre mici), devin casante la 5°C , sunt expuse îmbătrâniri (rezistența scade în timp), nu se pot modela la rece, sunt sensibile la raze solare directe, au dilatarea termică ridicată, nu se fabrică cu diametre mari și folosesc petrol ca materie primă.

Conform STAS 6675/2-92 se execută din policlorură de vinil neplastifiată țevi simple și țevi cu mufă simplă cu diametrul de 12-400 mm și lungimea de 4-9 m, precum și țevi cu mufă cu inel cu diametrul de 125-400 mm și lungimea de 4-9 m.

Se execută țevi tip G (greu) colorate în gri opac, țevi tip M (mediu) culoare cafeniu deschis și țevi tip U (ușor) colorate negru, în cazul apei la temperatura de 20°C rezistând la presiuni de regim de 10 at, de 6 at, respectiv de 2,5 at.

Îmbinarea tuburilor de policlorură de vinil neplastifiată se poate face prin mufe filetate, prin mufe etanșe cu garnituri de cauciuc, prin lipire cu adeziv în mufe rezultate prin lărgirea la cald cu ajutorul unui dorn a capătului tubului sau

prin sudură. Lipirea cu adeziv a suprafețelor în contact se face după decaparea cu solvent dicloretan, iar sudarea se realizează cu ajutorul aerului cald la temperatura de circa 25⁰ C și cu bare de sudură din același material.

Fitingurile din policlorură de vinil neplastifiată pentru îmbinări prin lipire sunt date de STAS 7174/90 și 7179/90.

Tuburile din polietilenă se pot utiliza la orice mediu agresiv (soluri sau ape agresive), se prelucrează ușor, sunt metode din punct de vedere hidraulic, nu se încrustează (capacitatea de transport menținându-se uniformă timp îndelungat), prezintă o slabă aderență a terenurilor, rezistă la îngheț, au elasticitate ridicată, sunt bune izolatoare termice și electrice, se montează ușor și au greutate mică. Ca dezavantaje, aceste tuburi nu se pot lipi, admit săgeți exagerate și au dilatarea termică ridicată și sensibilitate mare la razele solare directe, la uleiuri și la grăsimi. La diametre mari, tuburile se pot arma cu fibre de sticlă.

Tuburile din lemn se pot executa din lemn găurit, din doage solidarizate cu cercuri metalice sau din placaj.

Tuburile din placaj au diametrul de 100-300 mm, grosimea pereților de 8- 13 mm și lungimea de 5-7 m. Se folosesc la ape cu pH=4-10 și cu temperatura până la 60⁰ C. Au rezistența mecanică mare (3-10 daN/cm²), se montează simplu prin îmbinare cu mufe cilindrice și nu necesită aproape deloc izolație termică. La acoperirea suprafețelor cu un lac email devin mai durabile decât cele metalice.

Tuburile din sticlă se fabrică din argilă ușor fuzibilă cu diametrul de 44-122 mm, lungimea de 1,5-3,0 m și grosimea pereților de 3-5 mm. Aceste tuburi sunt transparente, nu sunt atacate de acizi sau de curenții electrici de dispersie, au dilatare liniară neînsemnată și conductibilitate termică redusă, au constantă dielectrică ridicată, se prelucrează ușor, nu sunt higroscopice și nu provoacă miros. Comparativ cu tuburile din fontă, sunt de 4 ori mai ușoare, au pierderi de sarcină cu 30-50 % mai mici și necesită un cost de două ori mai mic. Ca deficiențe, nu suportă variații mari de temperatură, și nu rezistă la încovoiere și la acțiuni mecanice.

Îmbinarea tuburilor de sticlă se realizează cu manșoane din azbociment și inele din cauciuc iar piesele de legătură se pot prevedea tot din sticlă.

Apele minerale se pot transporta prin conducte din sticlă.

Tuburile din plumb se folosesc numai la branșamentele imobilelor, deoarece sunt scumpe și au rezistența redusă.

Tuburile din aluminiu au greutate mai mică decât cele din oțel, rezistență mai mare în medii agresive, elasticitate mărită și rezistență hidraulică cu 25-30% mai redusă.

5.4. DIMENSIONAREA ADUCȚIUNILOR

Canalele și conductele de aducțiune se dimensionează în regim permanent și uniform de mișcare cu ajutorul relațiilor:

$$Q = A \cdot V, \quad (5.1); \quad V = C \sqrt{R \cdot J}, \quad (5.2)$$

în care: Q este debitul de calcul, în m^3/s ; A - aria secțiunii transversale, în m^2 ; V - viteza medie de curgere, în m/s ; C - coeficientul lui Chézy, în $\text{m}^{0.5}/\text{s}$; R - raza hidraulică, în m , iar J - panta hidraulică.

În regim turbulent pătratic de mișcare, viteza V , în m/s , este dată de relația:

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}} \sqrt{R \cdot J} = K \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}}, \quad (5.3)$$

iar în regim turbulent de tranziție de relația:

$$\begin{aligned} V &= \frac{\sqrt{8g}}{\sqrt{\lambda}} \sqrt{R \cdot J} = \sqrt{8g \cdot R \cdot J} \left[-2 \log \left(\frac{2,51}{\text{Re} \sqrt{\lambda}} + \frac{\Delta}{3,71D} \right) \right] = \\ &= -2 \sqrt{2g \cdot D \cdot J} \left(\frac{2,51\nu}{D \sqrt{2g \cdot D \cdot J}} + \frac{\Delta}{3,71D} \right), \end{aligned} \quad (5.4)$$

în care: n este coeficientul de rugozitate; K - inversul coeficientului de rugozitate, care se ia din tabelul 5.3; g - accelerația gravitației, în m/s^2 ; λ - coeficientul de rezistență al pierderilor de sarcină liniare; D - diametrul conductei, în m ; Re - numărul lui Reynolds; Δ - rugozitatea absolută a pereților conductei, în m , care se ia din tabelul 5.4, iar ν - coeficientul cinematic de vâscozitate, în m^2/s .

Canalele deschise și închise se dimensionează în funcție de debitul de calcul și de panta hidraulică.

Tabelul 5.3

Valori ale inversului coeficientului de rugozitate K

Materialul conductei sau canalului	K
Conducte din tuburi de azbociment sau materiale plastice	90
Conducte din tuburi de fontă, oțel sau gresie ceramică	83
Conducte din tuburi de beton	74
Canale căptușite cu plăci de beton	59
Canale pereate cu piatră brută	50

Tabelul 5.4

Valorile recomandate ale rugozității absolute Δ

Materialul și starea conductei	Rugozitatea absolută Δ , mm
Beton: - turnat - centrifugat	1,00 0,25
Azbociment: - conducte noi - conducte în stare medie de uzură	0,05 0,60
Oțel: - țevi negre - țevi zincate - țevi ruginite - țevi puternic ruginite	0,045...0,15 0,15 0,5...1,0 1,0...3,0
Fontă: - conducte noi nebitumate - conducte bitumate - conducte în exploatare - conducte corodate sau cu depuneri - conducte cu depuneri importante	0,25 0,125 1,40 1,0...1,5 2,0...4,0
Materiale plastice	0,007

Observație. Alte valori pentru rugozitatea absolută se pot adopta numai în cazul stabilirii lor experimentale, pentru situații concrete.

Conductele sub presiune ale aducțiunilor care funcționează prin gravitație se dimensionează în funcție de debitul de calcul și de panta hidraulică. Viteza apei în aceste conducte se consideră de 0,7-5,0 m/s.

Conductele sub presiune ale aducțiunilor care funcționează prin pompă se dimensionează în funcție de debitul de calcul și de viteza economică de 0,6- 1,5 m/s.

Pentru simplificarea calculelor se pot folosi diagrame, tabele sau nomograme.

Calculul conductelor sub presiune circulare noi din fontă și oțel, care funcționează prin gravitație, se poate face rapid cu ajutorul diagramei din figura 5.12.

Diagramele din figurile 5.13 și 5.14 servesc la calculul conductelor noi din azbociment, respectiv din PVC tip M.

Calculul static și de rezistență se face cu încărcările date de STAS 6819-82 pentru toate aducțiunile turnate din beton pe șantier, iar pentru cele executate din elemente uzinate sau prefabricate numai când $D \geq 500$ mm. La conductele din tuburi de fontă acest calcul se face numai în cazul solicitărilor la sarcini foarte mari.

La conductele metalice neîngropate cu diametrul $D \geq 500$ mm se va verifica și stabilitatea peretelui la voalare.

5.5. DIMENSIONAREA REȚELEI DE DISTRIBUȚIE ÎN SISTEM RAMIFICAT

Calculul unei rețele în sistem ramificat (fig. 5.15) se poate efectua în două cazuri:

- Se cunosc presiunile în punctele finale (3, 6, 7, 8) și nu se cunoaște presiunea în punctul inițial R (cazul I), rețeaua care se calculează fiind nouă.
- Se cunosc presiunile în punctele finale și se cunoaște și presiunea din punctul inițial (cazul II), rezervorul având amplasamentul fixat.

În ambele cazuri se alcătuieste planul de calcul pe baza schiței sau planului de sistematizare, trasându-se toate conductele reprezentate prin axa lor, poziția punctelor de consum concentrat mai important și conturul zonelor cu aceeași densitate de populație sau cu același regim de construcție (număr de niveluri, gradul de rezistență la foc al clădirilor) sau de dotare cu instalații sanitare. Se determină apoi debitele aferente și debitele de calcul pentru fiecare tronson, în funcție de debitele de calcul dimensionându-se conducta principală ($R-3$), ramificațiile formate dintr-un singur tronson ($2-8$) și ramificațiile formate din mai multe tronsoane ($1-6$, $1-7$).

Pentru o zonă cu aceeași densitate de populație sau cu același regim de construcție sau grad de dotare cu instalații sanitare, debitele aferente Q_a , în l/s, se determină cu una din relațiile:

$$Q_a = q_s \cdot L = \frac{Q_{oramax}}{\sum L} L, \quad (5.5); \quad Q_a = q_s \cdot S = \frac{Q_{oramax}}{\sum S} S, \quad (5.6)$$

în care: q_s este debitul specific, în l/s·m sau l/s·ha; L - lungimea tronsonului, în m; Q_{oramax} - debitul de calcul repartizat, în l/s (exclusiv debitele concentrate); S - suprafața corespunzătoare tronsonului, în ha; $\sum L$ - lungimea tuturor tronsoanelor, în m, iar $\sum S$ - suprafața totală clădită din zonă, în ha. Suprafața corespunzătoare unui

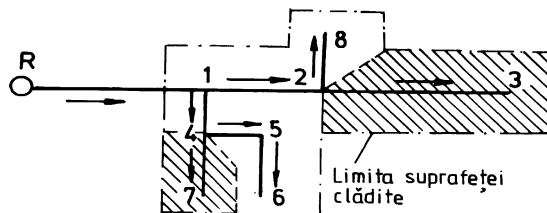


Fig. 5.15. Schema de calcul a unei rețele de distribuție în sistem ramificat.

tronson poate fi limitată de bisectoare duse din extremități, de drepte duse la jumătatea distanței dintre tronson și tronsoanele laterale și de limita suprafeței clădite (ca exemplu suprafețele tronsoanelor 2-3 și 4-7).

Se verifică:

$$\sum Q_a = Q_{oramax} . \quad (5.7)$$

Debitele de calcul Q se determină în funcție de debitele aferente, de debitele concentrate și de debitele Q_{ii} , considerând tronsoanele cu serviciu în drum. Pornind de la extremități către rezervor și considerând că în punctul 2 se consumă debitul concentrat Q_c și debitul Q_{ii} , se obțin debite de calcul de forma:

$$Q_{23} = \frac{Q_{a23}}{2}, \quad (5.8); \quad Q_{12} = Q_{a23} + Q_{a28} + \frac{Q_{a12}}{2} + Q_c + Q_{ii}. \quad (5.9)$$

Tronsoanele rețelei de distribuție se dimensionează cu relațiile sau diagramele de la conductele de aducțiune.

Tronsoanele conductei principale se dimensionează în cazul I în funcție de debitele de calcul și de viteza economică de 0,6...1,5 m/s.

Tronsoanele conductei principale se dimensionează în cazul II în funcție de debitele de calcul și de panta hidraulică medie:

$$J = \frac{h_{R3}}{L_{R3}} = \frac{h_{R3}}{L_{R1} + L_{12} + L_{23}}. \quad (5.10)$$

Ramificațiile formate dintr-un singur tronson se dimensionează în funcție de debitul de calcul și de panta hidraulică:

$$J_{28} = \frac{h_{28}}{L_{28}}, \quad (5.11)$$

adoptându-se primul diametru normalizat mai mare decât cel ieșit din calcul.

Ramificațiile formate din mai multe tronsoane (1-6 de exemplu) se dimensionează în funcție de debitele de calcul și de panta hidraulică medie:

$$J_{16} = \frac{h_{16}}{L_{16}} = \frac{h_{16}}{L_{14} + L_{45} + L_{56}}, \quad (5.12)$$

în același mod ca și conducta principală din cazul II. Se vor alege diametre normalizate superioare sau inferioare valorii ieșite din calcul în diferite variante, astfel încât să se utilizeze la maximum sarcina disponibilă (condiție hidraulică) și să rezulte un cost minim (condiție economică). La rețelele care funcționează prin gravitație, calculele economice țin seama de costul de investiție, iar la cele care funcționează prin pompare, calculele economice țin seama și de cheltuielile anuale.

În continuare se fac verificări, se determină cote de rezervoare, se întocmesc tabele de calcul și profiluri în lung cu linii de sarcină, ca la rețeaua de distribuție în sistem inelar.

5.6. DIMENSIONAREA REȚELEI DE DISTRIBUȚIE ÎN SISTEM INELAR

Calculul complet al rețelei de distribuție în sistem inelar constă în: dimensionare, verificare în diferite ipoteze, calculul cotelor rezervoarelor, întocmirea tabelului de calcul și de verificare și întocmirea profilului în lung cu linii de sarcină.

Dimensionarea rețelei constă în determinarea diametrelor și pierderilor de sarcină, astfel încât să se asigure debitele și presiunile necesare consumatorilor. Se alcătuește planul de calcul ca la rețeaua în sistem ramificat, trasându-se toate conductele principale, inelele fiind formate din aceste conducte.

În localități sub 20.000 locuitori cu rețele mici, în care ponderea arterelor este redusă ca lungime, calculul se va extinde pentru toată rețeaua, luând în considerare și conductele de serviciu cu diametru de minimum 100 mm.

Se consideră o rețea alcătuită dintr-un singur inel (fig. 5.16) care aparține unei zone cu aceeași densitate a populației sau cu același regim de construcție sau de dotare cu instalații sanitare și care trebuie dimensionată la debitul $Q_{orar\ max}$. Numărul necunoscutelor în acest caz este de 8 și se pot scrie, din punct de vedere hidraulic, 3 ecuații de forma:

$$\sum Q = 0, \quad (5.13)$$

pentru care suma debitelor ce intră într-un nod este egală cu suma debitelor ce ies din nod, plus debitul nodului și o ecuație de forma:

$$\sum h = 0, \quad (5.14)$$

pentru care suma pierderilor de sarcină în sens direct mișcării acelor ceasornicului este egală cu suma pierderilor de sarcină în sens invers mișcării acelor ceasornicului. În nodul al patrulea, ecuația (5.13) este o identitate. De aici rezultă că trebuie să se determine inițial cele 4 diametre printr-un calcul de predimensionare și apoi

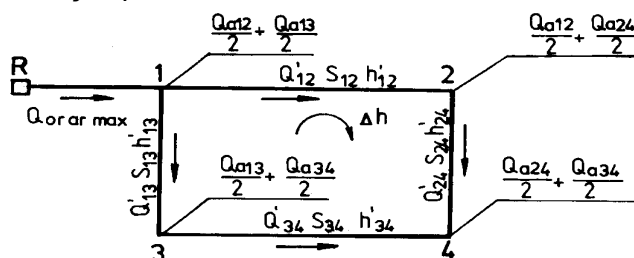


Fig. 5.16. Schema de calcul a unei rețele de distribuție cu un singur inel.

se calculează debitele, care sunt necunoscutele ce intră în toate ecuațiile. Se determină debitele aferente ca la rețeaua în sistem ramificat și apoi se calculează debitele în noduri, ca semisume ale debitelor aferente ale tronsoanelor care se întâlnesc în nodul respectiv. Debitul în noduri se trec pe schemă. Ținând seama de principiul alimentării fiecărui punct pe traseul cel mai scurt, se execută o tăietură fictivă în punctul 4 și inelul se transformă într-o rețea ramificată. Se trasează apoi direcția de curgere a curenților de apă pe schemă și se determină debitele de calcul, ca la rețeaua în sistem ramificat, pornind de la punctele de tăiere fictivă spre rezervor. Se obțin astfel debitele de calcul de forma:

$$Q_{34} = \frac{Q_{a34}}{2}, \quad (5.15)$$

$$Q_{13} = \left(\frac{Q_{a34}}{2} + \frac{Q_{a13}}{2} \right) + Q_{34} = Q_{a34} + \frac{Q_{a13}}{2}, \quad (5.16)$$

în ipoteza că nu există debite concentrate și că $Q_{ii}=0$.

În fiecare nod trebuie verificate ecuațiile (5.13), fără a lua în considerare tăietura fictivă.

În funcție de debitele de calcul și de vitezele economice se determină pentru fiecare tronson diametrul și apoi pierderea de sarcină cu formula:

$$h = s_0 \cdot L \cdot Q^2 = s \cdot Q^2. \quad (5.17)$$

Raportul diametrelor maxim și minim al conductelor dintr-un inel nu trebuie să fie mai mare de 2. Diametrele D și rezistențele specifice s_0 pentru conductele noi din fontă și oțel se pot lua, în funcție de debit și de viteza economică, din tabelul 5.5.

Se vor trece pe schema de calcul valorile Q , $s=s_0 \cdot L$ și h corespunzătoare fiecărui tronson.

Se calculează divergența (eroarea de închidere a pierderilor de sarcină) cu relația:

$$\Delta h = \sum h. \quad (5.18)$$

Pentru inelul din figura 5.16 rezultă:

$$\Delta h = (h_{12} + h_{24}) - (h_{13} + h_{34}), \quad (5.19)$$

și dacă această divergență este mai mică de 0,5 m calculul se consideră bine efectuat din punct de vedere hidraulic, diametrele și debitele conductelor pe tronsoane fiind alese corect.

Dacă $\Delta h > 0,5$ m, trebuie calculate debitele pe cale algebrică sau prin aproximații succesive.

Se presupune în cazul de față că $\Delta h > 0,5$ m și că $(h_{12} + h_{24}) > (h_{13} + h_{34})$, deci că Δh are sensul din figura 5.16. După metoda aproximațiilor succesive a prof. V.

G. Lobacev se introduce în inel un debit de corecție ΔQ în sens invers divergenței,

Tabelul 5.5

Rezistențele specifice pentru conducte noi din fontă și oțel

Diametrul normalizat D , în mm	Viteza economică V , în m/s	Debitul corespunzător Q , în l/s	Rezistența specifică s_0 , în s^2/m^6
50	0,60	1,18	12.990
65	0,65	2,16	3.207
80	0,70	3,52	1.059
100	0,70	5,50	322
125	0,80	9,31	98,03
150	1,00	17,70	37,10
200	1,10	34,60	7,99
250	1,10	54,00	2,43
300	1,10	77,70	0,929
350	1,20	115,40	0,409
400	1,20	150,70	0,198
500	1,20	235,50	0,0603
600	1,30	367,40	0,0228
700	1,30	500,00	0,0100
800	1,40	703,70	0,00492
900	1,40	890,60	0,00262
1.000	1,50	1.178,00	0,00150

pentru a încărca ramura cu pierderi de sarcină mai mici și a descărca ramura cu pierderi de sarcină mai mari. Introducând debitul de corecție ΔQ trebuie ca $\Delta h=0$, deci:

$$s_{12}(Q_{12} - \Delta Q)^2 + s_{24}(Q_{24} - \Delta Q)^2 - s_{13}(Q_{13} + \Delta Q)^2 - s_{34}(Q_{34} + \Delta Q)^2 = 0. \quad (5.20)$$

Dezvoltând și neglijând termenii ce conțin pe ΔQ^2 ca fiind mici, ΔQ în general fiind mic în raport cu Q , se obține:

$$\Delta Q = \frac{s_{12} \cdot Q_{12}^2 + s_{24} \cdot Q_{24}^2 - s_{13} \cdot Q_{13}^2 - s_{34} \cdot Q_{34}^2}{2(s_{12} \cdot Q_{12} + s_{24} \cdot Q_{24} + s_{13} \cdot Q_{13} + s_{34} \cdot Q_{34})} = \frac{\Delta h}{2 \sum s \cdot Q}. \quad (5.21)$$

În general, debitul de corecție într-un inel se poate calcula din relația:

$$\Delta Q = \frac{\Delta h}{2 \sum s \cdot Q}, \quad (5.22)$$

în care: Δh este divergența, în m; s - rezistența conductei, în s^2/m^5 .

Se calculează noile debite Q' : $Q'_{12}=Q_{12}-\Delta Q$; $Q'_{24}=Q_{24}-\Delta Q$; $Q'_{13}=Q_{13}+\Delta Q$; $Q'_{34}=Q_{34}+\Delta Q$ și noile pierderi de sarcină h' corespunzătoare acestor debite, care se trec într-o nouă schemă de calcul (fig. 5.17). Dacă debitele noi nu și-au schimbat semnele față de debitele vechi, rămân valabile vechile direcții.

Se verifică ecuațiile $\Delta Q=0$ și se urmărește ca noile viteze să nu se depărteze prea mult de vitezele adoptate inițial.

Deoarece debitul ΔQ a fost determinat aproximativ, fiind neglijată termenii ΔQ^2 , se calculează:

$$\Delta h' = h'_{12} + h'_{24} - h'_{13} - h'_{34}. \quad (5.23)$$

Dacă $\Delta h' < 0,5$ m, calculul se consideră terminat, în caz contrar trebuind să se continue prin introducerea debitului de corecție $\Delta Q'$ și în mod analog cu noi trepte de calcul, până când divergența corespunzătoare va fi mai mică de 0,5 m.

Calculul se poate face și în tabele, având în vedere că impunând semne pentru debite și pierderi de sarcină (plus în sensul direct al mișcării acelor ceasornicului și minus în sens invers) divergențele și debitele de corecție au semne contrarii.

În regim turbulent de tranziție, rezistențele specifice s_0 , în s^2/m^6 , se schimbă la corecții de debite și se pot determina din relația:

$$s_0 = \frac{0,0827 \lambda}{D^5}, \quad (5.24)$$

în care: λ este coeficientul de rezistență al pierderilor de sarcină liniare, care se consideră ca la dimensionarea aducțiunilor, iar D - diametrul conductei, în m.

Pentru diametrele determinate la început și pentru debitele de calcul reale determinate în partea finală se calculează vitezele și dacă aceste viteze nu se încadrează în limitele vitezei economice, calculul trebuie luat de la început cu alte diametre, în baza rezultatelor obținute la calculul anterior.

După calculul conductelor din inel se trece la trasarea conductelor de serviciu și la fixarea diametrelor acestora.

În cazul rețelelor formate din mai multe inele (fig. 5.18), calculul se efectuează în mod analog, determinându-se debite de corecție pentru fiecare inel în parte:

$$\Delta Q_I = \frac{\Delta h_I}{2 \sum (s \cdot Q)_I}; \quad \Delta Q_{II} = \frac{\Delta h_{II}}{2 \sum (s \cdot Q)_{II}}; \quad \Delta Q_{III} = \frac{\Delta h_{III}}{2 \sum (s \cdot Q)_{III}}; \quad (5.25)$$

în care s-au neglijat debitele de corecție din inelele vecine.

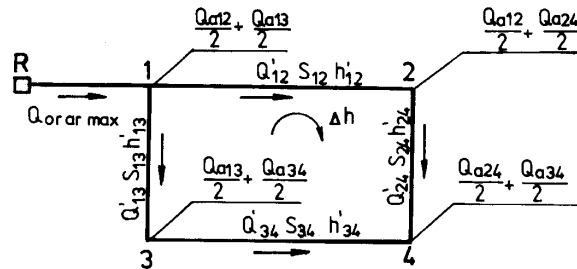


Fig. 5.17. Schema de calcul a unei rețele de distribuție cu un singur inel și cu debitele după prima corecție.

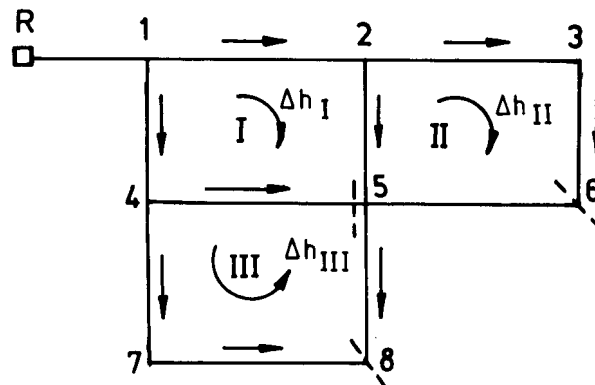


Fig. 5.18. Rețea de distribuție cu trei inele.

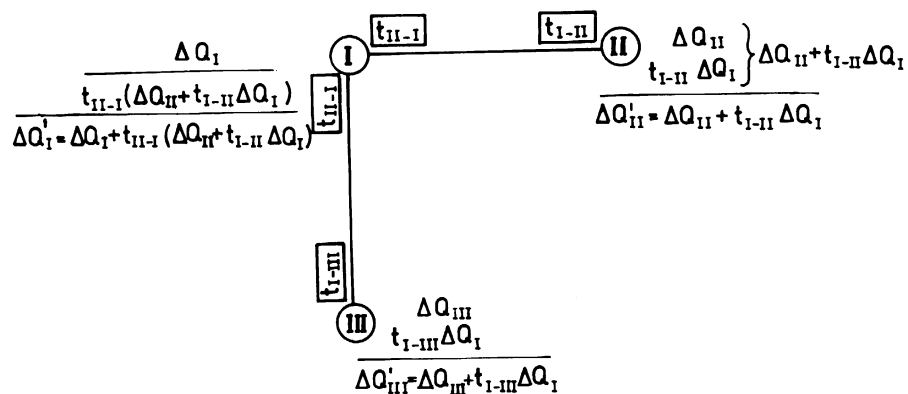


Fig. 5.19. Schema de calcul prin metoda Cross a unei rețele de distribuție cu trei inele.

Limita maximă a valorii Δh în fiecare inel poate fi de 0,5 m, iar limita maximă a valorii Δh pe conturul exterior al rețelei poate fi de 1,0...1,5 m.

Pentru asigurarea unei convergențe mai rapide a valorilor ΔQ se înlocuiesc inelele cu nodurile unui sistem poligonal (fig. 5.18, fig. 5.19), la care se trec de la prima aproximație corecțiile ΔQ și coeficienții de transmisie ai debitelor de la un nod la cel vecin:

$$\begin{aligned} t_{II-I} &= \frac{(s \cdot Q)_{2-5}}{\sum (s \cdot Q)_I}; & t_{I-II} &= \frac{(s \cdot Q)_{2-5}}{\sum (s \cdot Q)_{II}}; \\ t_{III-I} &= \frac{(s \cdot Q)_{4-5}}{\sum (s \cdot Q)_I}; & t_{I-III} &= \frac{(s \cdot Q)_{4-5}}{\sum (s \cdot Q)_{III}}; \end{aligned} \quad (5.26)$$

și apoi se redistribuie în ordine descrescătoare debitele din noduri după metoda Cross folosită la calculul cadrelor, până când valoarea transmisă este mai mică decât două sutimi de l/s, iar cu valorile $\Delta Q'$ obținute se corectează debitele pe tronsoane.

Rezultă deci, în cazul metodei Cross, care ține seama de influența nodului vecin, nodul în care se calculează coeficienții de transmitere dintre două inele vecine:

$$t_{i-k} = \frac{(s \cdot Q)_{i-k}}{\sum (s \cdot Q)_k}, \quad (5.27); \quad t_{k-i} = \frac{(s \cdot Q)_{i-k}}{\sum (s \cdot Q)_i}, \quad (5.28)$$

în care: $(s \cdot Q)_{i-k}$ este pierderea de sarcină pe tronsonul comun inelelor i și k ; $(s \cdot Q)_k$ și $(s \cdot Q)_i$ produse calculate în inelul k și respectiv i .

La un număr mai mare de inele și la lungimi mai mari de 10 km rețelele de distribuție se dimensionează cu calculatoare electronice sau cu mașini analogice, ultimele fiind construite în baza analogiei electrohidrodinamice.

Verificarea rețelei în diferite ipoteze se face în funcție de schema generală a fiecărui sistem menținând diametrele de la dimensionare pentru debitele de verificare. La incendii se admit viteze până la 5 m/s.

În cazul centrelor populate cu contrarezervor se dimensionează la început conducta de la captare la contrarezervor ca o conductă de aducțiune în ora de maxim consum și de tranzit maxim; pe un traseu optim din rețeaua de distribuție, aceasta considerându-se ca o conductă cu serviciu în drum, se va face o verificare și pentru această situație.

La rețelele alimentate direct prin stații de pompare, se face și o verificare la lovitură de berbec.

Determinarea cotelor rezervoarelor se face în funcție de presiunea de serviciu necesară la clădiri și la hidranți.

- Presiunea de serviciu H , în m col. apă, pentru clădiri este dată de relația:

$$H = H_1 + H_2 + H_3 + H_4, \quad (5.29)$$

în care: H_1 este presiunea normală de utilizare la robinetul sau la punctul de consum industrial așezat în condițiile cele mai defavorabile de distanță, de înălțime și de debit, în m col. de apă, care se ia de 3 m col. apă la baterii pentru baie sau duș și de 2 m col. apă la robinetele pentru chiuvetă, rezervor de spălare closet, lavoar, bideu, pișoar; H_2 - înălțimea de amplasare a robinetului sau punctului de consum industrial aflat în condițiile cele mai defavorabile, în m col. apă; H_3 - re-prezintă pierderile de presiune liniare și locale pe traseul considerat de la robinetul sau punctul de legare, în m col. apă, iar H_4 - pierderea de presiune în apometru, în m col. apă, care se poate lua de 2,5 m col. apă pentru apometre de tipul cu turbină cu admisie tangențială și de 1,6 m col. apă pentru apometrele de tipul cu turbină cu admisie axială.

- Presiunea de serviciu necesară la robinetele hidranților interiori trebuie să acopere pierderile de sarcină pe furtun și să asigure realizarea debitului și lungimea jetului compact necesar intervenției, conform STAS 1478-90. Pentru furtun cu diametrul de 50 mm se consideră rezistența specifică $s_0=1.500 \text{ s}^2/\text{m}^6$.

- Presiunea de serviciu pentru hidranții exteriori este de 7 m col. de apă, în cazul rețelelor de distribuție care nu asigură la hidranții exteriori presiunea necesară stingerii directe a incendiului.

Pornind din diferite puncte în ipoteza de dimensionare și în ipotezele de verificare, în afară de verificarea la tranzit maxim și scăzând sau adunând pierderile de sarcină după cum sensul de parcurgere coincide sau nu coincide cu sensul de curgere al apei, se determină cotele rezervoarelor și se aleg cotele cele mai defavorabile.

Întocmirea tabeli de dimensionare și de verificare se face pentru ipoteza de dimensionare și pentru toate ipotezele de verificare.

Se consideră rețeaua din figura 5.20 a unui oraș de 9.000 locuitori care este alimentat cu apă de izvor. Pentru debitele $Q_c=28,20 \text{ l/s}$, $Q_{oramax}=44,60 \text{ l/s}$, $Q_{min}=6,30 \text{ l/s}$, $Q_{ie}=10 \text{ l/s}$, $Q_{ii}=0$ și în ipotezele: V_i se înmagazinează în R , că presiunea minimă în rețea este de 15,60 m col. apă, că incendiul exterior cel mai defavorabil este în nodul 3, că înălțimea totală de apă în R este de 4,5 m, că înălțimea de apă în R corespunzătoare la V_i este 1,25 m și că rețeaua se execută din fontă de presiune și nu asigură la hidranții exteriori presiunea necesară stingerii directe a incendiului, se redă în figura 5.21 rețeaua compensată în ora de maxim consum, în figura 5.22 rețeaua compensată în ora de maxim consum cu incendiu exterior, iar în figura 5.23 rețeaua compensată în ora de tranzit maxim.

Pe traseul optim al aducțiunii din rețeaua de distribuție 1-2-5-6 s-a prevăzut la început diametrul de 150 mm corespunzător debitului de $28,20-6,30/2=25,05 \text{ l/s}$.

La întocmirea tabeli 5.6 pentru rețea se ține seama de următoarele:

- Se începe de la rezervor cu cotele piezometrice cele mai defavorabile.

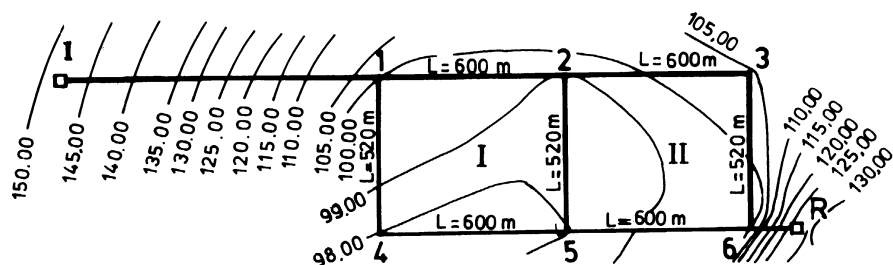


Fig. 5.20. Rețeaua de conducte a unui oraș alimentat cu apă de izvor și cu contrarezervor.

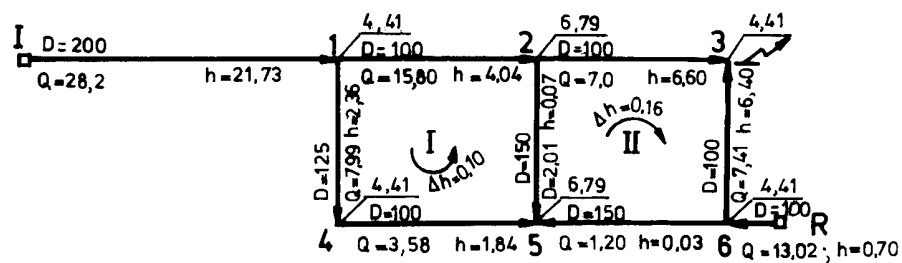


Fig. 5.21. Rețeaua compensată în ora de maxim consum.

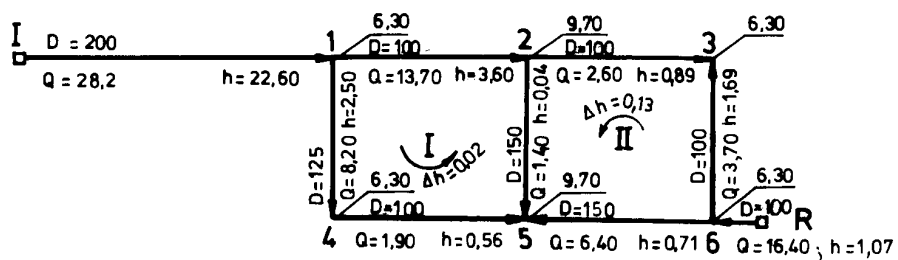


Fig. 5.22. Rețeaua compensată în ora de maxim consum cu incendiu exterior.

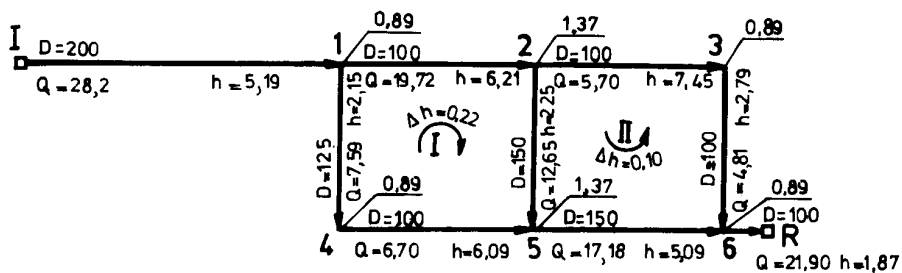


Fig. 5.23. Rețeaua compensată în ora de tranzit maxim.

Tabelul 5.6

Dimensionarea și verificarea

Porțiunea	Lungimea L, în m	Diametrul D, în mm	Cota teren, în m	Ora de maxim consum					
				Debitul Q, în l/s	Viteza V, în m/s	Panta piezometrică	Pierdere de sarcină h, în m	Cota piezometrică, în m	Presiune disponibilă, în m
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R — 6 — 5 — 2 — 1 — 1			126,65					123,40	-3,25
	150	150		16,40	0,929	0,007	1,07		
			100,00					122,33	22,33
	600	150		6,40	0,362	0,00158	0,71		
			98,00					121,62	23,62
	520	150		1,40	0,079	0,00007	0,04		
			99,00					121,66	22,66
	600	150		13,70	0,776	0,005	3,00		
6 — 3 — 2			100,00					124,66	24,66
	1 100	200		28,20	0,89	0,00462 0,0429	22,60		
			147,30					147,26	-0,04
			100,00					122,33	22,33
	520	100		3,70	0,47	0,00325	1,69		
			105,00					120,64	15,64
	600	100		2,60	0,33	0,00148	0,89		
5 — H — 1			99,00					121,53	22,53
			98,00						
	600	100		1,90	0,24	0,000953	0,56	121,62	23,62
			98,00					122,18	24,18
	520	125		8,20	0,67	0,00481	2,50		
			100,00					124,68	24,68

rețelei de distribuție

Ora de maxim consum cu incendiu exterior						Ora de tranzit maxim					
Debitul Q, în l/s	Viteza V, în m/s	Panta piezometrică	Pierdere de sarcină h, în m	Cota piezometrică, în m	Presiune disponibilă, în m	Debitul Q, în l/s	Viteza V, în m/s	Panta piezometrică	Pierdere de sarcină, în m	Cota piezometrică, în m	Presiune disponibilă, în m
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
				122,15	- 4,50					126,65	0,00
13,02	0,737	0,00466	0,70			21,90	1,24	0,0125	1,87		
				121,45	21,45					128,52	28,52
1,20	0,067	0,00005	0,03			17,98	1,02	0,00848	5,09		
				121,42	23,42					133,61	35,61
2,01	0,114	0,000135	0,07			12,65	0,72	0,00433	2,25		
				121,49	22,49					135,86	36,85
15,80	0,89	0,00673	4,04			19,72	1,12	0,0104	6,21		
				125,53	25,53					142,07	42,07
28,20	0,89	0,00462	21,73			28,20	0,89	0,00472	5,19		
				147,26	- 0,04					147,26	- 0,04
				521,45	21,21					128,52	28,52
7,41	0,94	0,0124	6,40			4,81	0,58	0,00537	2,79		
				115,05	10,05					131,31	26,31
7,00	0,89	0,011	6,60			5,70	0,73	0,00741	4,45		
				121,65	22,65					135,76	36,76
				121,42	23,42					133,61	35,61
3,58	0,45	0,00306	1,84			6,70	0,85	0,01015	6,09		
				123,26	25,26					139,70	41,70
7,99	0,65	0,00454	2,36			7,59	0,62	0,00413	2,15		
				125,62	25,62					141,85	41,85

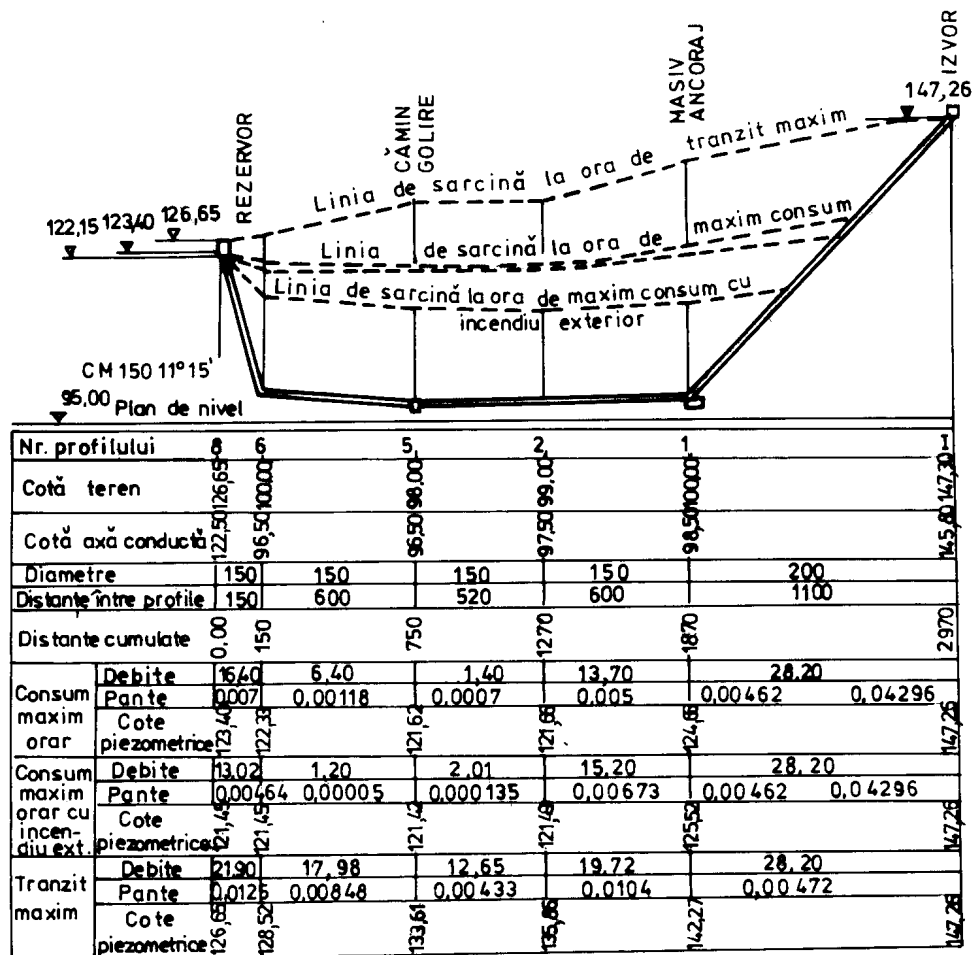


Fig. 5.24. Profil în lung cu linii de sarcină.

- Presiunile disponibile se obțin din diferența dintre cota piezometrică și cota terenului punctului respectiv. În ora de tranzit maxim, presiunile disponibile trebuie să fie mai mici de 60 m col. apă, iar în restul orelor acestea trebuie să fie egale sau mai mari decât presiunile de serviciu.

Întocmirea profilului în lung cu linii de sarcină se face în următoarele scopuri:

- Verificarea formei economice a liniei de sarcină, într-o rețea calculată economic în ora de maxim consum aceasta trebuind să fie o linie poligonală care se apropie de forma unei curbe continue cu concavitatea în sus. În terenuri

accidentate, condiția economică a liniei de sarcină poate să fie satisfăcută numai pe anumite porțiuni.

- Precizarea cotelor de săpătură pe traseu, deoarece conductele urmăresc terenul însă nu toate variațiile mici ale acestuia și trebuie să aibă panta minimă de 0,001, în cazuri bine justificate și în mod cu totul excepțional aceasta reducându-se la 0,0005.

- Precizarea poziției lucrărilor subterane existente pe traseu.

- Determinarea punctelor în care se amplasează dispozitive de dezaerisire, vane de golire, piese de legătură, masive de ancoraj sau alte lucrări aferente.

În funcție de un model de cartuș, la scara lungimilor 1:1000...1:10000 și la scara înălțimilor 1:50...1:200, se reprezintă grafic terenul, conducta și liniile de sarcină. În profiluri transversale pe tronsoane se poate indica materialul conductelor, sau canalelor, natura terenului de săpătură, nivelul apelor subterane, lățimea săpăturii și modul de rezemare a conductelor sau canalelor.

Se consideră, de exemplu, profilul în lung pe traseul *R-6-5-2-1-I* din figurile 5.21, 5.22 și 5.23 care poate avea forma din figura 5.24.

Din profilul în lung construit rezultă că în punctul 5 trebuie să se prevadă o vană, iar în ora de maxim consum și în ora de maxim consum cu incendiu exterior există de la izvor la rețea o porțiune de conductă cu nivel liber, de pantă $(147,26-100,00)/1100=0,04296$.

Când liniile de sarcină corespund, se completează o schemă definitivă de calcul a rețelei cu D , L , s , Q și Δh , și apoi se completează planul de situație cu diametrele și lungimile.

Pentru a satisface condiția economică se calculează mai multe variante și se alege varianta optimă pentru costul de investiție, cheltuielile anuale sau timpul de recuperare a investițiilor.

5.7. ARMĂTURI, APARATE DE MĂSURĂ ȘI LUCRĂRI ACCESORII

Rețelele de aducțiune și de distribuție sunt prevăzute, de la caz la caz, cu armături, cu aparate de măsură și cu lucrări accesorii.

Armăturile sunt dispozitive necesare pentru întreținerea și exploatarea rațională a rețelei și se compun din: vane, hidranți, cișmele publice, fântâni cu jet, fântâni ornamentale, ventile de dezaerisire, prize cu colier, ventile de siguranță, ventile de reducere a presiunii, clapete de reținere, ventile de vacuum (aerisire), compensatoare și dispozitive pentru prevenirea și atenuarea loviturilor de berbec.

- Vanele sunt dispozitive de închidere sau de deschidere parțială sau totală a trecerii apei prin conducte, în scopul reglării debitului, izolării și ocotirii unei conducte pentru reparații în caz de avarii, izolării conductei în cazul spălărilor, sau abaterii apei în caz de incendiu sau dirijării apei pe anumite trasee pentru detectarea pierderilor de apă.

Pe conductele de aducțiune sub presiune se montează: vane de linie, vane de bretele de legătură, vane de ramificație în punctele de ramificație la diferite rezervoare și vane de golire în punctele joase. Vanele de linie se prevăd la distanțe de 1-3 km, stabilite în funcție de gradul de asigurare al folosinței și de golirea tronsoanelor.

Pe conductele de distribuție se montează: vane de linie, vane de ramificație în punctele de ramificație și vane de golire în punctele joase ale conductelor principale. Vanele de linie se prevăd pe aliniamentul conductelor când distanța între două ramificații depășește 600 m iar vanele de ramificație izolează tronsoane de maximum 300 m. În punctele de ramificație se montează $(n-1)$ vane, n fiind numărul conductelor ce se întâlnesc.

În mod curent se fabrică vane cu sertar pană sau paralel și vane fluture din fontă sau din oțel, cu mufe sau cu flanșe. Vanele sau robinetele din fontă cu sertar pană și corp oval (fig. 5.25) pentru presiuni de 6 daN/cm² și de 10 daN/cm² sunt date de STAS 2550-90 iar vanele sau robinetele din fontă cu sertar și corp plat pentru presiuni de 2,5 daN/cm² și de 4 daN/cm² sunt date de STAS 2550-90. La presiuni de 16 daN/cm² sau mai mari, vanele cu sertar se execută din oțel.

Conform SR 4163/1-95 și SR 4163/3-96, vanele cu diametrul $D \geq 100$ mm se vor monta în cămine vizitabile cu posibilitatea manevrării lor din exteriorul căminelor, în caz de necesitate, iar vanele cu diametrul mai mic de 100 mm se vor monta îngropat cu tija de manevrare protejată într-o cămașă și cu capul superior al acestei tije într-o cutie de fontă cu capac (fig. 5.26).

La diametre până la 400 mm și presiuni până la 6 daN/cm², vanele se manevrează manual.

Vanele cu diametre mai mari de 500 mm sunt prevăzute cu vane auxiliare mai mici pe conducte de ocolire, care se deschid înaintea vanei principale la manevrări, pentru a produce contrapresiuni pe partea opusă a sertarului și a ușura deschiderea.

Vanele cu diametre mai mari de 600 mm sunt prevăzute cu angrenaj de demultiplicare acționat manual sau electromecanic cu servomotoare și cu sau fără conductă de ocolire.

La funcționări în regim automat se prevăd vane cu acțiune electrică sau dacă presiunea este joasă se prevăd vane cu acțiune hidrolică.

Se vor prevedea tăblițe indicatoare pentru vane sau alte repere vizibile și rezistente la intemperii.

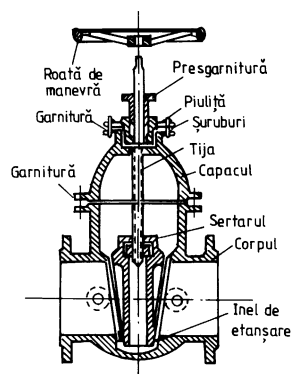


Fig. 5.25. Vană cu flanșe cu sertar pană și cu corp oval.

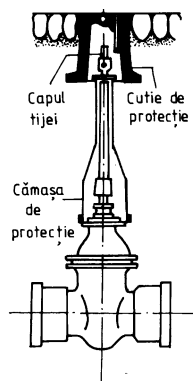


Fig. 5.26. Vană cu mufe.

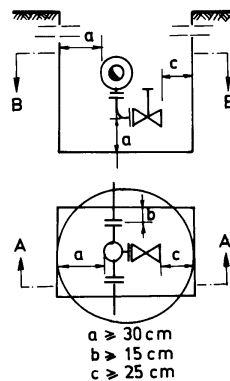


Fig. 5.27. Cămin de vizitare pentru vană de golire.

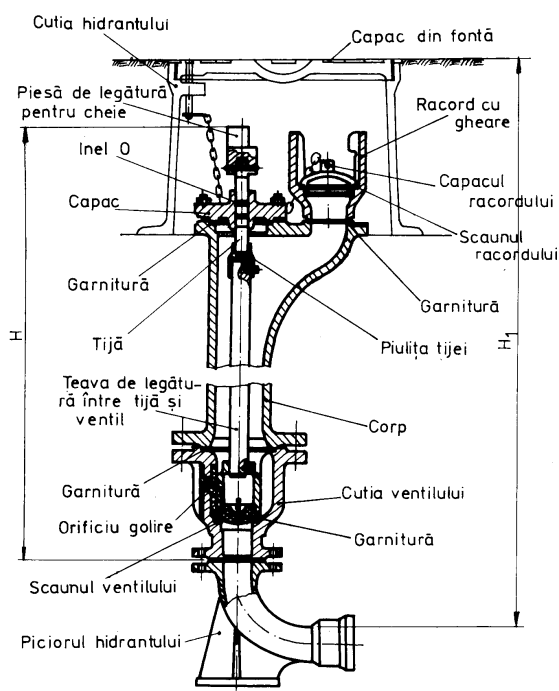


Fig. 5.28. Hidrant de incendii subteran.

Vanele de golire se amplasează în cămine de vizitare (fig. 5.27) și au rolul de a evacua apa și depunerile în caz de reparații, de spălare sau de golire a con-

ductelor. Diametrul acestor vane va fi $1/4$ din diametrul conductei pe care se montează, dar nu mai mic de 100 mm. La descărcarea conductelor în cămine de canalizare se va asigura ruperea presiunii printr-o vană care să împiedice accesul apei din rețeaua de canalizare în căminul de golire.

- Hidranții pot fi de incendiu sau de grădină, hidranții de incendiu montați pe rețeaua de distribuție numindu-se și *exteriori*, spre deosebire de hidranții din clădire care sunt *interiori* și se amplasează în holuri sau pe coridoare în nișe sau în cutii metalice, împreună cu furtunul de cauciuc, cu țeava de refulare și cu racordurile mobile, astfel încât să se asigure o rază de acțiune în raport cu lungimea furtunului de 20 m și apa din conductă să se primenească. Prin butoane prevăzute lângă hidranții interiori se pornesc de la distanță pompele de incendiu.

Hidranții exteriori sunt dispozitive prin intermediul cărora se ia apă din rețea pentru incendiu, pentru spălatul străzilor și canalelor, pentru alimentarea cisternelor etc. Pot fi subterani (STAS 695-80) sau de suprafață (STAS 3479-80). În mod curent se folosesc hidranți subterani (fig.5.28), care au diametrul de 65 mm sau de 100 mm; înălțimea H de 730, de 980, sau de 1.230 mm; adâncimea de îngropare H_1 de 1,00, de 1,25 sau de 1,50 m și permit racordarea hidranților portativi STAS 698-86 sau a hidranților portativi cu robinete STAS 697-82. La punerea în funcțiune se învârtește tija cu o cheie specială spre stânga, de către un singur om, până la ridicarea ventilului. Orificiul de golire de la partea de jos este închis de ventilul în poziție ridicată și permite scurgerea în teren a apei din interiorul hidrantului, după coborârea ventilului, pentru evitarea înghețului. Pentru absorbția acestei ape se poate prevedea un drenaj din 2-3 găleți de pietriș lângă un bloc de beton armat de sub piciorul hidrantului.

Se amplasează hidranți exteriori în special la intersecția străzilor, precum și în lungul străzilor, la o distanță de maximum 100 m unul de altul, pe cât posibil în apropierea punctelor de legătură la conductele principale și în puncte în care să se poată asigura spălarea și aerisirea arterelor în ambele părți ale vanei de închidere. Nu se vor monta mai aproape de 5 m de zidul clădirilor. Hidranții exteriori ai rețelelor de joasă presiune nu se vor amplasa lateral la mai mult de 2 m de marginea părții carosabile.

Poziția hidranților exteriori se indică prin plăci fixate pe pereții de clădiri sau pe stâlpi în dreptul hidrantului la maximum 5 m distanță.

Echipamentul ce se racordează la hidranții subterani prevăzuți pentru clădiri civile și industriale (hidrant portativ, cheie pentru hidrant, țeavă de refulare, racorduri și role de furtun de câte 20 m) se poate păstra în cutii metalice montate pe pereții exteriori ai clădirilor în locuri ușor accesibile sau pe stâlpi și poate de-

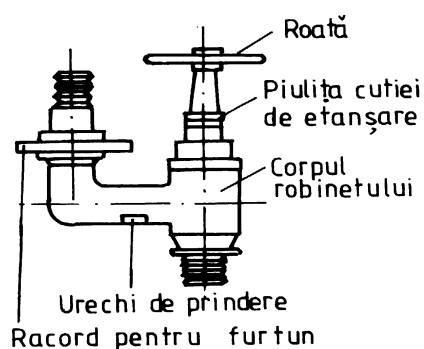


Fig. 5.29. Hidrant de grădină.

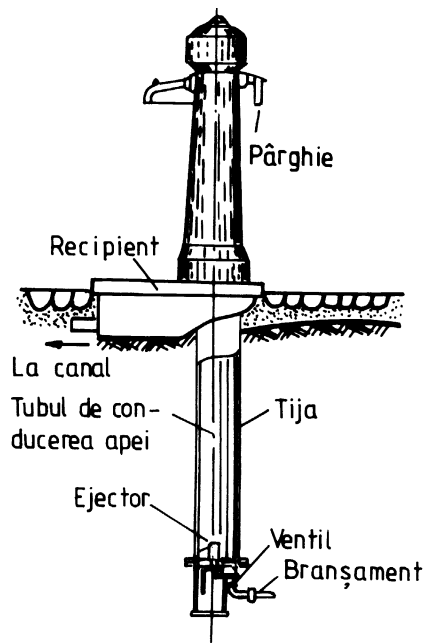


Fig. 5.30. Cișmea publică de fontă.

servi 3-4 hidranți în funcție de gradul de rezistență la foc și de categoria de pericol la incendiu a clădirii.

La o gură de lebădă fixată la racordul cu gheare se pot racorda două furtunuri de incendiu.

Hidranții de grădină sunt subterani, în cutii de protecție cu capac de fontă (fig. 5.29), amplasându-se numai pe conductele de serviciu la distanță determinată de necesitățile de stropire a suprafețelor spațiilor verzi din grădinile sau parcurile pe care le deservește. Se execută hidranți de grădină cu diametrul de 25 mm.

- Cișmelele publice sunt dispozitive cu care se scoate apa necesară pentru băut, amplasându-se pe străzi în cartiere cu clădiri neracordate la rețeaua de apă, la distanța de 250-300 m. Aceste cișmele se leagă la conducta de serviciu prin țevă de plumb de presiune și se racordează la rețeaua de canalizare sau la rigole de scurgere pentru evacuarea apei excedentare. Prin amplasarea cișmelelor publice în punctele înalte ale conductelor se asigură dezaerisirea acestora. Un exemplu de cișmea publică din fontă cu pârghie de deschiderea apei și cu închiderea automată prin resort este prezentat în figura 5.30.

- Fântânile cu jet (picior) se prevăd cu dispozitive de acționare și se amplasează în piețe, parcuri, grădini publice, incinte de complexe industriale,

precum și în alte locuri aglomerate și se racordează la canale sau la rigole pentru evacuarea apei excedentare.

Se va asigura golirea și închiderea în perioadele de îngheț a hidranților de grădină, cișmelelor și fântânilor cu jet.

- Fântânile ornamentale se admit numai cu instalații de recirculația apei, cu bazin și pompă proprie și se amplasează după necesități în scopuri decorative, pentru înfrumusețarea locului de muncă sau de acces public.

- Ventilele de dezaerisire sunt dispozitive care se montează în punctele cele mai înalte ale conductei de aducțiune sub presiune sau arterelor, servind la evacua-rea aerului care intră la umplere sau care se degajă din apă în timpul exploatării. Dopul de aer care se formează poate obtura secțiunea de trecere a apei iar în unele cazuri poate avea efect de vană, loviturile de berbec formate ducând la sparge-rea conductelor, la deteriorarea pompelor sau la slăbirea îmbinărilor, prin deplasarea plumbului la mufe.

Dispozitivul de dezaerisire are diametrul de 50-150 mm și este prevăzut cu un plutitor metalic sau de sticlă care, fiind mai greu decât aerul, prin coborâre, în funcție de aerul acumulat la partea superioară, lasă liber orificiul de ieșire a aerului (fig. 5.31). Acest dispozitiv se montează în cămine (fig. 5.32) prevăzute cu o conductă de golire a apei ce iese o dată cu aerul. Vana se montează pentru siguranță, manevrându-se numai în cazul când se defectează ventilul cu plutitor.

Dezaerisirea arterelor se poate realiza și prin conductele de serviciu.

Prizele cu colier sunt dispozitive cu ajutorul cărora se execută branșamente fără a scoate conductele din funcțiune. Se montează priza cu colier, se dă gaura cu un burghiu special, se scoate burghiul și se închide robinetul cu cep. După aceea se demontează aparatul de găurit și în locul lui se îmbină conducta de branșament la robinetul cu cep (fig. 5.33).

- Ventilele de siguranță sunt dispozitive cu resort (fig. 5.34) sau cu contra-greutate reglate pentru diferite presiuni, în cazul presiunilor mari deschizându-se și lăsând să curgă apa până la scăderea presiunii. Aceste ventile protejează și măresc siguranța în funcționare a conductelor.

- Ventilele de reducerea presiunii sunt dispozitive cu două compartimente separate printr-un orificiu cu supapă, la care se asigură o anumită cădere de presiune (fig.5.35). În camera de joasă presiune este prevăzută o membrană legată de resortul cu care se poate fixa presiunea limită. Aceste ventile se pot prevedea la rețelele de distribuție gravitaționale împărțite pe zone de mică extindere.

- Clapetele de reținere (fig. 5.36) permit trecerea apei într-o singură direcție. Se utilizează clapetele drepte cu clapă din fontă, care funcționează liber sub acțiunea greutății proprii a acestei clape. Clapetele se utilizează la rezervoarele

tampon, pe conductele de refulare ale pompelor, pe conducte ce funcționează în ore de minim consum prin gravitație și în ore de maxim consum prin pompare, pe conducte de legătură dintre rezervoare alimentate de aceeași sursă și denivelate etc.

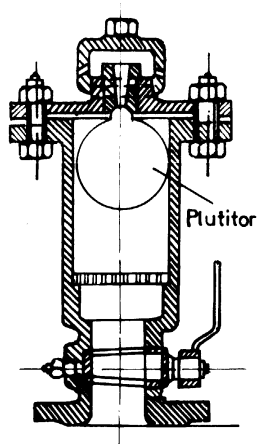


Fig. 5.31. Ventil de dezaerisire.

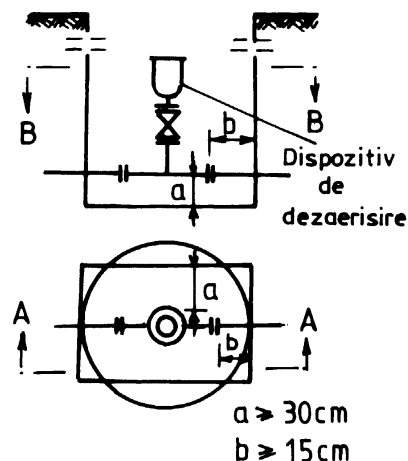


Fig. 5.32. Cămin de vizitare pentru ventil de dezaerisire.

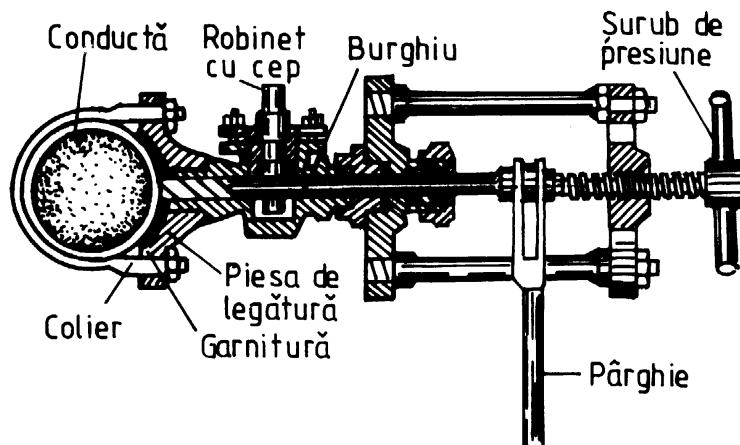


Fig. 5.33. Priză cu colier.

- Ventilele de vacuum (aerisire) servesc pentru introducerea aerului la vid parțial în conducte, montându-se și construindu-se în mod asemănător cu ventilele de dezaerisire.

- Compensatoarele sunt piese din tablă ondulată cu una sau mai multe lire care servesc la montaj sau pentru preluarea deplasării conductelor prin tasare, alungire sau rotire, fără pierderea etanșeității îmbinărilor. Compensatoarele de montaj se prevăd numai cu o liră (fig. 5.37) și permit un joc de circa 5 mm între armături. La capete, compensatoarele sunt prevăzute cu flanșe și se montează în cămine sau camere vizitabile.

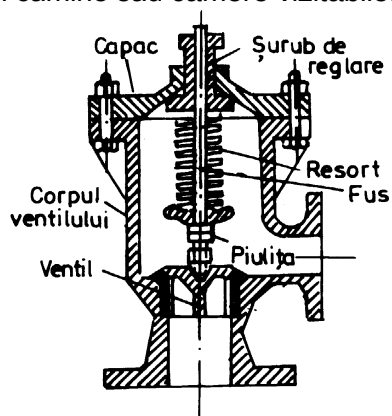


Fig. 5.34. Ventil de siguranță cu resort.

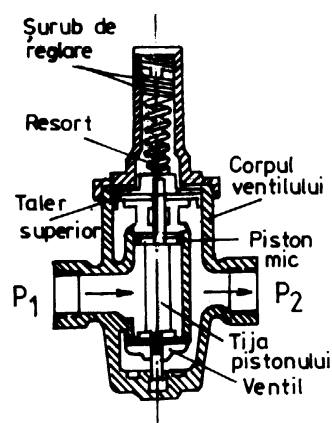


Fig. 5.35. Ventil de reducere a presiunii.

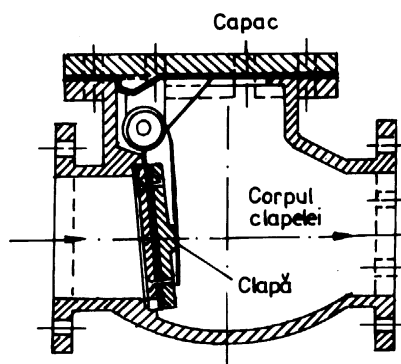


Fig. 5.36. Clapetă de reținere.

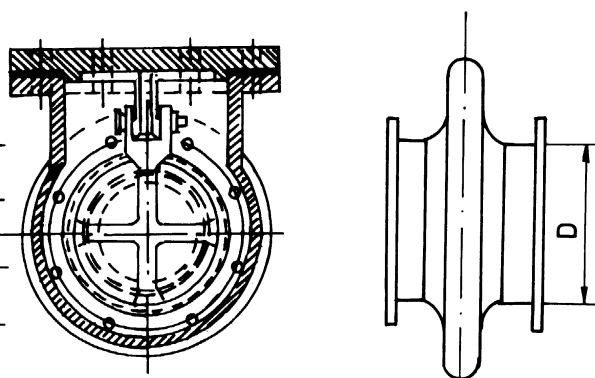


Fig. 5.37. Compensator.

Aparatele de măsură se compun, în general, din apometre și din manometre și se montează în cămine vizitabile atât pe conductele de aducțiune sub presiune, cât și pe conductele de distribuție.

Apometrele măsoară volumul de apă care trece prin conductele pe care sunt montate și pot fi contoare de apă, când înregistrează cifric sau grafic cantitatea de apă consumată într-un interval de timp, sau debitmetre, când indică sau înregistrează debite de apă.

Contoarele de apă pot fi de volum, de viteză, cu tambur, cu piston oscilant, cu tobă, cu palete glisante, cu șnecuri, cu disc oscilant, cu piston rotativ sau cu roți ovale dințate.

În STAS R 6823-71 sunt indicate, pentru măsurarea debitelor, metodele: geometrică, volumetrică, gravimetrică, centrifugală, electromagnetică, termoelectrică, ultrasonică, a micșorării locale a secțiunii de scurgere, a explorării câmpului de viteze, a rezistenței la înaintare a corpurilor, a injectării și a loviturii de berbec.

Contorul de apă de volum înregistrează pe un cadran indicator, prin intermediul unui mecanism de ceasornic, consumul de apă în funcție de numărul de curse ale unui piston care se mișcă într-un cilindru de volum determinat.

Contorul de apă de viteză este prevăzut cu palete sau cu elice antrenate în rotație de către curentul de apă și cu un mecanism de înregistrare a cantității de apă ce-l traversează. Contoarele de apă cu palete și cele cu elice simplă sau cu anexă de sensibilizare se fabrică conform SR ISO 4064-1/1996 și SR ISO 7858-1/96.

Debitmetrul de presiune este un tub *Venturi* amenajat cu un aparat de înregistrare continuă a debitelor.

Debitmetrul electromagnetic se compune dintr-un tronson de conductă înconjurată de un electromagnet, din doi electrozi în contact cu interiorul conductei și dintr-un aparat care prelucrează și transformă în debite forța electromotoare indusă sub acțiunea apei în mișcare prin câmpul magnetic generat de electromagnet.

Manometrele servesc pentru măsurarea presiunii apei din rețea în diferite perioade ale zilei și se montează în sala pompelor sau în cămine de vizitare.

În cazul conductelor îngropate, aparatele de măsură și armăturile se prevăd în construcții vizitabile cu acces prin uși sau capace cu încuietoare.

Lucrările accesorii au rolul de a adăposti piesele de legătură, armăturile și aparatele de măsură sau de a rezolva probleme specifice dificile.

Pe conductele de aducțiune se amplasează, de la caz la caz, următoarele lucrări: cămine de vizitare pentru vizitarea și întreținerea canalelor închise sau pentru gurile de acces în conducte cu diametrul de cel puțin 600 mm, cămine pentru armături, camere de rupere sau de limitare a presiunii, traversări de râuri și de văi, traversări de căi ferate și de drumuri, traversări de linii de tramvai și masive de ancoraj.

La conductele rețelei de distribuție se mai prevăd cămine de branșament (fig. 5.4) pe lângă lucrările accesorii de la conductele de aducțiune.

Aducțiunea va fi marcată prin plantarea în locuri ușor vizitabile sau pe construcții existente a unor borne de reper la fiecare km, la lucrările accesorii și

la schimbări de direcție. Pe borne se înscrie simbolul și codul punctului reperat, pre-cum și distanța până la acest punct.

În lungul aducțiunii se vor prevedea puncte de exploatare pentru personalul de supraveghere și control și se va asigura spațiul necesar intervențiilor în caz de avarii. Punctele de exploatare se vor amplasa de regulă împreună cu construcțiile și instalațiile aferente aducțiunii și vor fi prevăzute cu linie telefonică proprie sau stație de radio emisie-recepție și cu aparate de măsură și control.

Căminele de vizitare sunt construcții care se execută din beton, din beton armat, din prefabricate sau din zidărie de cărămidă. Forma căminului va fi, de obicei, rectangulară cu dimensiunile minime de 0,8x1,0 m, sau circulară, cu diametrul minim de 1,0 m.

În figura 5.38 este prezentat un cămin rectangular cu adâncimea maximă de 3 m, cu dimensiunea maximă de 1,2 m și cu capac necarosabil. În bașa amenajată în cel mai accesibil colț se colectează apa ce eventual se scurge sau pătrunde în cămin. La căminele amplasate în terenuri cu nivel hidrostatic ridicat se execută izolații hidrofuge și se trec conductele prin pereți cu piese etanșe. Capacele se pre-văd, conform STAS 2308-81, din beton sau, în cazuri justificate, din fontă iar treptele de coborâre se prevăd din oțel. La conductele mari de aducțiune se prevăd pentru acoperire plăci prefabricate din beton armat care permit coborârea pieselor mari.

Căminele din zidărie de cărămidă se vor prevedea numai în terenuri cu nivelul apelor subterane sub radier și cu pereți tencuiți cu mortar de ciment cu dozajul 1:2.

Se recomandă ventilarea căminelor și izolarea termică a căminelor cu ventil de dezaerisire sau în care este posibilă o stagnare a apei în armături.

- Camerele de rupere de presiune, *CRP*, au rolul de a coborî nivelurile hidrostatice, reducând în tronsonul aval presiunea apei până la valoarea admisă de materialul conductei (fig.5.40). Se pot monta pe conducta principală sau pe o derivație la aceasta, izolată prin intermediul unei vane. Pot fi rezervoare cilindrice cu diametrul de maximum 4 m și înălțimea de maximum 4 m sau rezervoare dreptunghiulare cu dimensiunile maxime de 1,5x2,0 m, astfel încât să se poată controla în interior. Se construiesc din zidărie de cărămidă sau din beton și se izolează hidrofug. Apa din conducta de preaplin și din conducta de golire se evacuează în depresiuni.

- Traversarea râurilor se poate realiza prin suspendarea de suprastructura unui pod, prin conductă autoportantă, prin îngroparea sub fundul albiei sau prin conductă susținută fie de un cablu metalic, fie de un tablîer pe pile și culei (pod apeduct), alegerea soluției făcându-se pe criterii tehnico-economice, în funcție de caracteristicile râului și de importanța lucrării. Traversările aeriene sunt indicate la văi adânci sau la râuri mari, unde subtraversarea necesită costuri și consumuri de materiale mari sau sunt greu sau chiar imposibil de realizat. Se

folosesc la aceste traversări, de regulă, conducte din tuburi metalice sau din beton precomprimat.

Conductele cu diametrul mic se suspendă de consola trotuarului podului (fig. 5.41), iar conductele cu diametrul mare se suspendă de antretoazele sau grinzile principale ale podului. Se prevăd cămine de vizitare la un capăt și la altul al podului, în care se amplasează câte o vană de linie pentru izolarea conductei și câte o vană de golire pentru evacuarea apei din conductă. În punctele înalte se prevăd ventile de dezaerisire. Dacă la trecerea pe sub pod se proiectează conducta

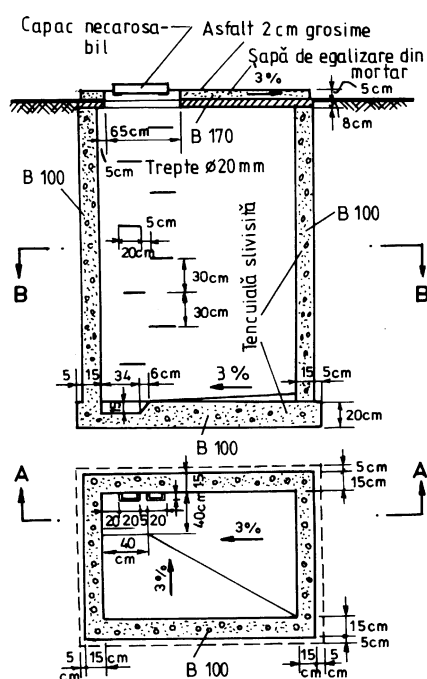


Fig. 5.38. Cămin de vizitare.

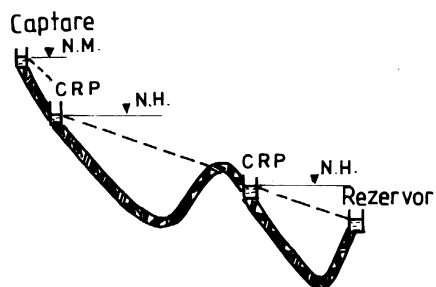


Fig. 5.39. Amplasarea camerelor de rupere de presiune.

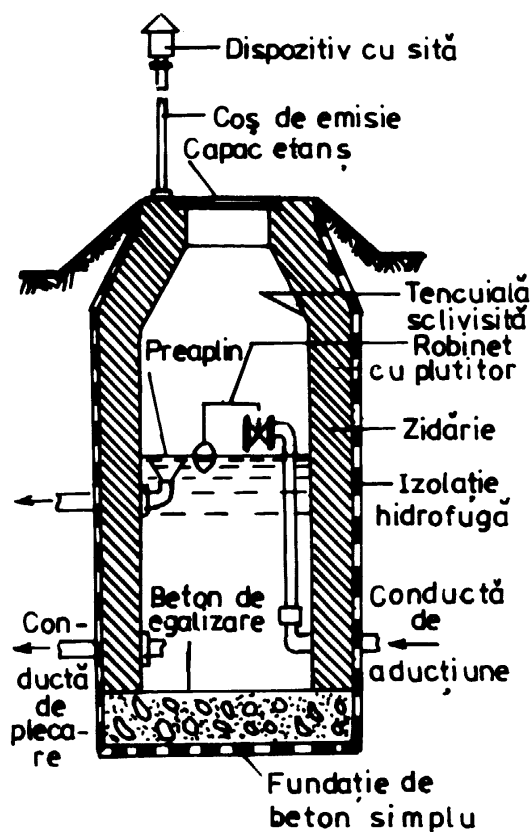


Fig. 5.40. Camera de rupere de presiune.
un pod existent.

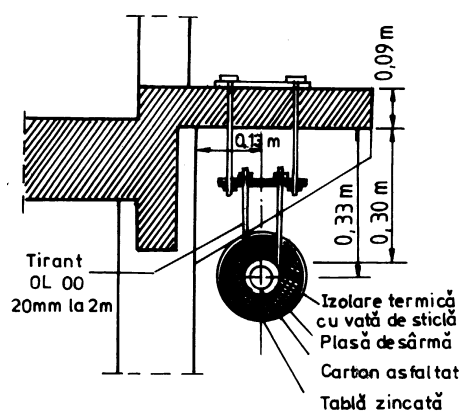


Fig. 5.41. Traversarea conductei pe sub un pod existent.

cu o singură pantă, se va prevedea vană de golire numai în căminul mai coborât.

Pe sub fundul râului se trec două conducte perpendicular pe axa albiei (fig.5.42) sau un număr egal sau mai mare de conducte decât numărul de conducte al aducțiunii. Se poate prevedea subtraversarea cu o singură conductă în cazul lucrărilor de mai mică importanță sau cu mai multe surse. Se așează conductele sub adâncimea de afuiere a râului în sectorul respectiv și se protejează cu anrocamente sau cu palplanșe și anrocamente. Execuția se face în timpul nivelului minim în batardouri, cu punerea la uscat prin epuizamente sau prin asamblarea conductelor la suprafață și așezarea lor în tranșee pregătite, după lansarea prin plutire și coborârea prin încărcare cu apă.

Conductele se protejează de eroziune sau de lovituri prin acoperire cu anrocamente sau prin înglobarea într-un masiv de beton. Dacă fundul râului nu este stabilizat, se prevede în aval de conducta de trecere sub râu un prag de beton sau de palplanşe. Regularizarea râului nu trebuie să influenţeze stabilitatea conductei de trecere iar malurile râului în secţiunea de trecere trebuie să fie neerodabil.

La proiectarea podurilor apeduct se vor lua în considerare şi alte necesităţi de traversare a albiei.

- Traversarea căilor ferate şi a drumurilor se poate realiza prin conducte aşezate în tuburi de protecţie (fig. 5.43) sau în galerii vizitabile. În unele cazuri se prevede subtraversarea acestor căi pe sub lucrările de artă şi la capetele lor sau suspendate de acestea: poduri, podeţe, tuneluri, ziduri de sprijin.

La proiectarea subtraversărilor trebuie să se obţină acordul prealabil al administraţiei căii de comunicaţie respective, conform dispoziţiilor legale în vigoare.

Subtraversările se amplasează de preferinţă în secţiunile în care se găseşte calea de comunicaţie în rambleu sau la nivel cu terenul, în aliniament, în dreptul numărului minim de linii de cale ferată ce trebuie traversată sau în dreptul lăţimii minime a platformei drumului. Se recomandă să se evite sectoarele cu locuri de parcare sau de odihnă, cu căi sau benzi de accelerare sau decelerare, cu consolidări de terasamente, cu intersecţii sau racordări, cu ramblee cu înălţimea peste 5 m, cu deblee sau profile mixte, cu terenuri nestabile sau alunecătoare. Se interzice subtraversarea căilor ferate pe sub aparate de cale şi în dreptul indicatoarelor de semnalizare.

Între axa conductei şi axa căii de comunicaţie, în proiecţie orizontală, trebuie să se prevadă un unghi de intersecţie cât mai apropiat de 90° , dar nu mai mic de 75° , în baza unor prescripţii tehnico-economice acesta reducându-se la 60° .

În cazul traversărilor în tuburi de protecţie, aceste tuburi se prevăd cu diametrul interior mai mare cu cel puţin 100 mm decât diametrul exterior al conductelor de trecere, la care se adaugă grosimea izolaţiei, conform STAS 9312-87. Tuburile de protecţie cu diametrul de 500-1.000 mm inclusiv se întăresc cu beton armat.

La subtraversări de căi electrificate sau electrificabile în viitor, conducta de trecere şi tubul de protecţie metalice se leagă la pământ. De asemenea, la conducte de trecere şi tuburi de protecţie metalice se prevăd prize de potenţial.

Pozarea tubului de protecţie şi a conductei de trecere se poate face în tranşee deschise sau prin forare orizontală, simultan cu introducerea tubului de protecţie.

La introducerea conductei în tubul de protecţie se va proteja izolaţia acesteia prin acoperire cu şipci din lemn legate cu sârmă zincată, prin manşoane cu inele din material plastic sau prin alte metode corespunzătoare. În interiorul tuburilor

de protecție în pantă, conducta de trecere se așează pe role sau pe suporti din lemn, pentru a înlesni scurgerea în căminul de golire a apei exfiltrate.

Galeriile vizitabile sunt mai costisitoare și pot adăposti și alte conducte sau cabluri amplasate pe verticală, astfel încât să nu altereze calitatea apei.

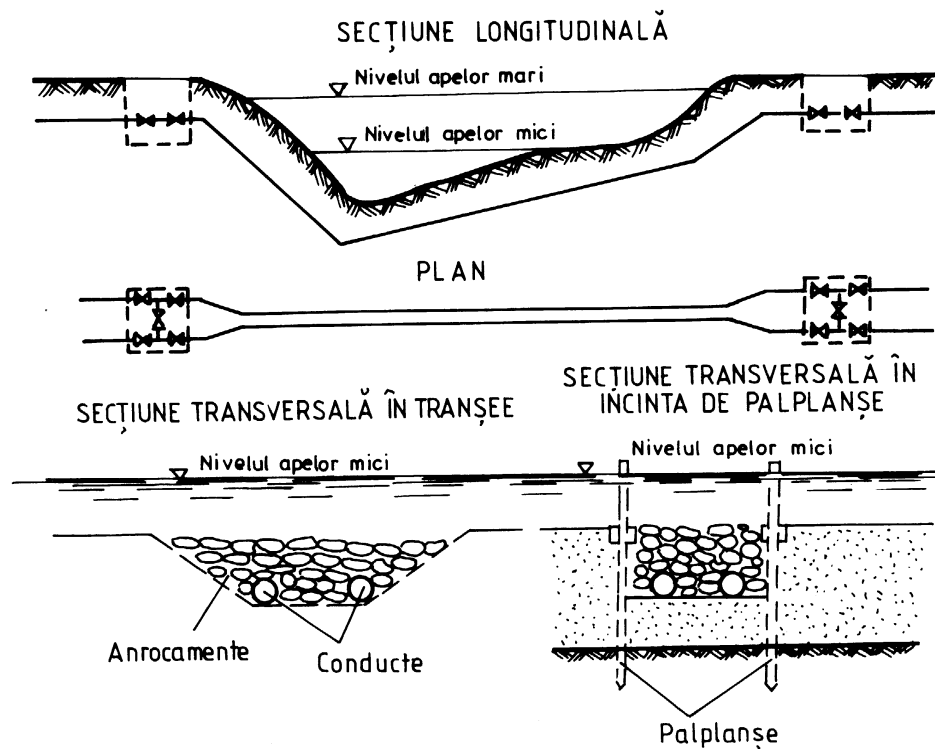


Fig. 5.42. Traversarea conductei pe sub fundul râului.

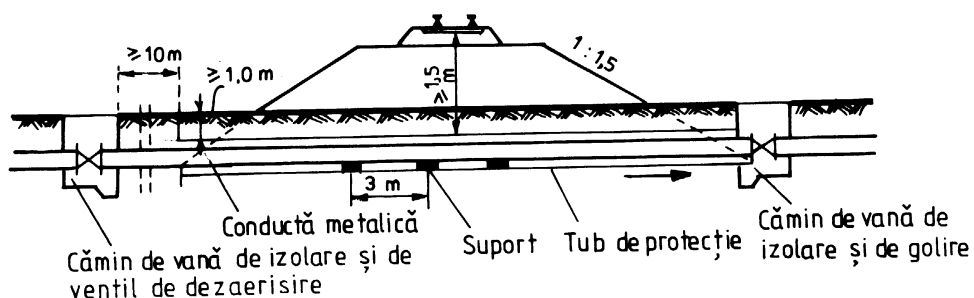


Fig. 5.43. Trecerea nevizibilă a conductei pe sub calea ferată.

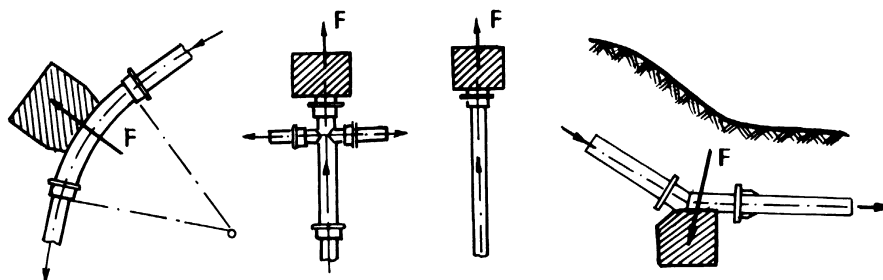


Fig. 5.44. Scheme de masive de ancoraj.

Pentru circulație și montaj se prevede în galerii un spațiu între conducte de minimum 0,80 m pe orizontală și de 0,25 m pe verticală. La căile ferate, galeriile se execută în tranșee deschise, după montarea de poduri provizorii și introducerea restricțiilor de viteză, iar la drumuri acestea se execută pe câte jumătate din lățimea părții carosabile sau cu devierea circulației. Terenul de umplură se va compacta la gradul prevăzut de STAS 7582-91 pentru linii ferate și de STAS 2914-84 pentru lucrări de drumuri.

- Traversările liniilor de tramvai se fac perpendicular pe axa liniei cu tuburi din oțel sudate, așezate în tuburi de oțel de protecție ce depășesc cu minimum 2 m șina de tramvai.

- Masivele de ancoraj la conducte se amplasează la coturi în plan orizontal, la ramificații, la capete de conducte, la coturi în plan vertical (fig. 5.44) și pe pante pronunțate și au rolul de a prelua forțele F date de acțiunea apei în cazul când conductele nu pot prelua aceste forțe și de a le transmite terenului de fundație prin împingere pasivă și prin frecare pe talpă, asigurând stabilitatea conductei prin împiedicarea deplasării pieselor de legătură.

5.8. EXECUȚIA, RECEPȚIA ȘI DEZINFECTAREA CONDUCTELOR

Execuția rețelelor de conducte se face pe baza proiectelor aprobate. Pentru orice modificare a proiectului în timpul execuției se va obține acordul proiectantului și beneficiarului. Înainte de execuție, beneficiarul lucrării va obține acordul administrațiilor care au lucrări subterane pe traseele rețelelor de conducte. Etapele execuției sunt următoarele: trasarea, desfacerea pavajului,

săparea șanțurilor, montarea tuburilor, execuția lucrărilor accesorii, încercarea la presiune, astuparea șanțului și refacerea pavajului.

Trasarea constă în materializarea axei conductei prin repere.

Executantul trebuie să verifice reperele primite de la beneficiar și să semnaleze beneficiarului și proiectantului eventualele nepotriviri, iar dacă va fi cazul acesta va completa trasarea prin fixarea de alte repere intermediare. Pe fiecare km de rețea va fi plantată cel puțin o bornă de nivelment.

Pentru materializarea axei conductei în plan vertical și verificarea cotelor de săpătură se prevăd la distanța de 40-50 m și în puncte caracteristice stâlpi cu rigle de vizare, cu muchia superioară într-un plan paralel cu planurile în care se află fundul săpăturii și creasta conductei. Prin introducerea între două rigle de vizare a unei cruci de vizare cu riglete cu muchia superioară corespunzătoare adâncimii săpăturii și crestei conductei se poate verifica prin vizare dacă s-a săpat sau s-a montat creasta conductei la cotă.

Desfacerea pavajului se face pe o lățime care va depăși lățimea săpăturii cu maximum 20 cm de fiecare parte. Materialul rezultat din desfacerea pavajului se curăță de pământ și se depozitează în figuri regulate, la cel puțin 50 cm de la marginea săpăturii, astfel încât să nu cadă în săpături, să nu împiedice circulația muncitorilor și a pietonilor, să nu împiedice scurgerea apelor pe rigolele străzii și să nu se amestece cu pământ din săpătură. Executantul va stabili împreună cu beneficiarul starea, natura și caracteristicile pavajului, care va trebui refăcut la sfârșit cel puțin în aceleași condiții.

Săparea șanțurilor se execută în funcție de condițiile locale mecanizat, semimecanizat sau manual în taluz vertical, în pantă sau mixt. Lățimile tranșeelor se vor da prin proiect în funcție de diametrul conductei sau dimensiunile canalului, de natura terenului, de modul de execuție al săpăturilor și de prevederile normelor de protecția muncii. La săpături manuale, lățimea tranșeei cu secțiune drept-unghiulară va fi de maximum 0,90 m la diametre de tuburi $D \leq 300$ mm și de $D+0,80$ m la tuburi cu $D > 300$ mm și adâncimea maximă de 2,0 m, la fiecare metru în plus adăugându-se câte 10 cm. La săpături mecanizate, unghiul taluzului va fi stabilit prin studii geotehnice.

Săpăturile mecanizate se execută cu excavatoare (normale, cu lingură întoarsă, cu cupe), cu dragline cu graifăr sau cu buldozere.

Pământul rezultat din săpătură se va depozita în aceleași condiții ca și pavajul, iar dacă circulația nu va permite astfel de depozitare, se va alege un alt am-plasament, de acord cu beneficiarul și cu organele de reglementare a circulației.

La executarea mecanizată a săpăturilor, ultimul strat de 25 cm deasupra cotei de pozare se sapă manual, imediat înainte de pozarea conductelor.

Pentru a împiedica alunecarea malurilor și pentru a asigura stabilitatea construcțiilor învecinate și securitatea muncitorilor se prevăd sprijiniri cu scânduri orizontale, dulapi verticali și bile de lemn orizontale. Șpraițurile mecanice cu șurub, cu filet dreptunghiular și cu talpă contribuie la accelerarea lucrărilor.

În nisipuri fine sau sub nivelul apei subterane se bat palplanșe pe măsura adâncirii fundului șanțului.

În terenuri sensibile la umezire, terenuri cu pante mari sau cu pericol de alunecare, tranșeele se vor deschide succesiv și pe tronsoane scurte de 50-60 m, astfel încât săpătura să rămână deschisă pe intervale minime de timp.

Punctele cu pericole de accidente, în special în zonele circulate, se vor marca vizibil, atât ziua, cât și noaptea.

Montarea tuburilor constă în așezarea acestora în tranșee. Tuburile se verifică bucată cu bucată, îndepărtându-se cele cu defecte și curățându-se de orice impurități cele reținute. Armăturile se vor monta provizoriu în afara tranșeei. Tuburile se coboară fără utilaje numai dacă au diametre de cel mult 200 mm și adâncimea tranșeei este de cel mult 3 m, la diametre mai mari folosindu-se utilaje acționate manual sau mecanic (trolii, macarale etc.).

Tuburile din oțel se montează la suprafața terenului în tronsoane de 40... 70 m și apoi se izolează și se coboară în șanț cu ajutorul trolilor mecanice sau manuale.

Tuburile de material plastic se îmbină la suprafață pe marginea șanțului.

Se coboară în șanț numai tuburile care se îmbină în ziua respectivă.

În tranșee, tuburile se așează pe pământ curat, pe un strat de nisip sau pe fundații de beton, cărămidă sau piatră, prin intermediul unui strat de nisip. În terenuri de umplutură, tuburile se așează pe o placă de beton ce reazemă pe piloți.

Se verifică poziția tuburilor față de axa tranșeei cu ajutorul sforii întinse între cuiele de centrare ale riglelor de vizare, plasarea exactă sub poziția sforii făcându-se cu firul cu plumb.

Capetele ce rămân libere la întreruperea lucrului se astupă cu capace pentru a împiedica pătrunderea corpurilor străine și a animalelor în conducte.

Încercarea la presiune constă în verificări de rezistență și de etanșeitate și se face în general hidraulic. După montarea armăturilor și executarea masivelor de ancoraj se încearcă la presiune tronsoane de minimum 1.000 m lungime în cazul conductelor de aducțiune sau de maximum 600 m lungime în cazul conductelor de distribuție. Încercările se încep după ce conducta a fost acoperită cu pământ, care o protejează de variațiile de temperatură și o fixează pentru a nu fi ridicată în timpul probei, lăsându-se libere îmbinările. Fiecare tronson supus încercării se închide la ambele capete cu dopuri speciale bine consolidate, prevăzute cu ramificații din țevi de 1/2...1 țoli pentru montarea

manometrelor, racordarea la conducta de alimentare cu apă pentru probă și evacuarea aerului. În punctele înalte ale tronsonului se montează câte o coloană verticală cu ventil pentru evacuarea aerului și cu manometru pentru citirea presiunii. Tronsonul se umple cu apă curată printr-o conductă legată la capătul de jos (fig. 5.45), apa fiind adusă din rețeaua de distribuție în funcțiune, din rezervoare sau din cisterne. În timpul umplerii, evacuarea

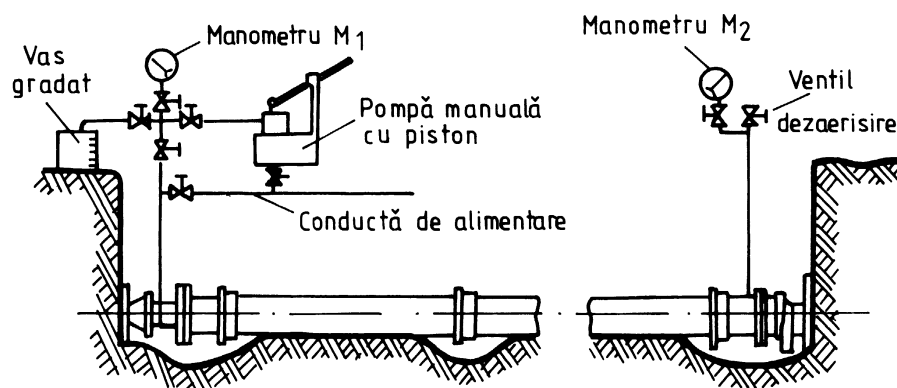


Fig. 5.45. Schema de montaj pentru încercarea la presiune a conductelor.

aerului se face prin ventilele coloanelor verticale.

La capătul de jos al tronsonului se leagă și pompa de mână cu piston pentru încercare. După ce apa a ajuns la nivelul pompei sau la gura hidranților subterani, se mai lasă un interval de timp până la începerea încercării, pentru ca să se ocupe întreg spațiul interior și să se elimine tot aerul. Se închid ventilele de dezaerisire și ventilul de pe conducta de alimentare și se deschid ventilele manometrelor și ventilul pompei de mână, iar apoi se pompează apă în tronson urmărind creșterea presiunii la manometre.

Presiunea de încercare în rețelele din tuburi de fontă sau de oțel în care $p_{regim} < 5$ at va fi de $2p_{regim}$, iar în rețelele în care $p_{regim} > 5$ at va fi de $1,5p_{regim}$, dar cel puțin 10 at. Pentru conductele din tuburi de azbociment sau policlorură de vinil, presiunea de încercare va fi de $1,5p_{regim}$ iar pentru conductele din tuburi de beton armat sau precomprimit sau de gresie ceramică, presiunea de încercare va fi presiunea nominală pentru care sunt produse tuburile de către fabrica furnizoare.

Ridicarea presiunilor începând de la 5 at în sus se va face în trepte de 2 at la fiecare 15 min, până la realizarea presiunii de încercare.

Încercarea se consideră reușită dacă după trecerea intervalului de o oră de la realizarea presiunii de încercare, scăderea presiunii în tronsonul considerat nu depășește 10 % din presiunea de încercare și nu apar scurgeri vizibile de

apă. În cazul în care aceste condiții nu sunt îndeplinite, se revizuieste tronsonul supus încercării și se repetă încercarea până la obținerea rezultatului cerut.

Pentru conductele din beton precomprimat se va ține seama la efectuarea probelor de presiune și de prescripțiile tehnice specifice în vigoare. De asemenea, la conductele din beton armat sau azbociment, înainte de trecerea la încercarea de presiune, se va menține tronsonul de încercare plin cu apă, la presiunea și timpul stabilit prin prescripțiile tehnice specifice în vigoare.

Încercarea conductelor care funcționează la subpresiune se face la o suprapresiune de 3 at și la un vacuum de 0,7 at și se consideră reușită dacă după o oră variația de presiune la manometru și la vacuummetru este de maximum 0,01 at.

După terminarea completă a lucrărilor de execuție la aducțiuni, se efectuează o încercare generală pe întreaga ei lungime, în condițiile de funcționare la parametri proiectați.

La efectuarea încercărilor de presiune se vor lua măsurile necesare de protecția muncii pentru personalul care execută lucrarea.

Presiunea la care s-au făcut probele și rezultatele obținute se vor trece într-un proces-verbal de recepție.

La canalele închise de aducțiune se efectuează probe de etanșeitate pentru controlul exfiltrațiilor. Tronsonul de probă se închide cu dopuri la cele două capete în cămine de vizitare și se umple cu apă, iar după trecerea unui interval de timp de minimum 24 ore, necesar saturării complete cu apă a pereților tuburilor, se realizează în acest tronson presiunea de încercare de 0,5 at. Proba hidraulică se consideră reușită, dacă după menținerea constantă prin completare de apă, timp de 15 minute, a presiunii de încercare, pierderea de apă nu depășește valoarea dată de STAS 3051-91.

Umplerea șanțului și refacerea pavajului se face după montarea conductelor și efectuarea încercărilor la presiune. Șanțurile se astupă în straturi succesive de pământ în grosime de 20 cm, bine bătut cu maiul manual sau mecanic, până la 40 cm peste creasta tubului, iar peste această înălțime umplerea se poate face și mecanizat. Se va realiza o compactare corespunzătoare pe o înălțime de la fundul șanțului de cel puțin $0,4D$, la canalele circulare de diametru D . Se reface pavajul, iar pământul care rezultă din săpătură se transportă.

La adâncimi mai mari de 8-10 m se execută săpături în tunel.

Dezinfectarea conductelor prin care se transportă apă potabilă sau apă minerală pentru cură internă sau îmbuteliere se face înainte de darea în exploatare. Se spală conducta lăsând apa curată să treacă în volum egal sau mai mare decât dublul volumului tronsonului cu viteza de minimum 1,5 m/s și nu mai mică decât viteza din regim permanent, apoi se dezinfectează cu apă conținând 20...25 mg/l clor, care trebuie să rămână în rețea cel puțin 24 ore. După acest interval de timp se elimină apa cu clor din conducte prin căminele

de golire și se spală din nou cu un curent de apă curată timp de 2...3 ore. Cu avizul organelor sanitare conducta poate fi dată în exploatare când îndeplinește condițiile de potabilitate.

Înainte de darea în exploatare a rețelelor de conducte se face o recepție preliminară, iar după trecerea perioadei de garanție se face recepția finală. Comisia de recepție este formată dintr-un președinte și din reprezentanți ai proiectantului, executantului, beneficiarului și ai altor organe interesate. Se verifică corespondența lucrărilor cu proiectul și cu derogările la proiect, procesele verbale de recepție parțială întocmite înainte de acoperirea lucrărilor ascunse și procesele verbale ale încercărilor la presiune. La recepția finală se verifică remedierea defectelor de calitate.

5.9. EXPLOATAREA REȚELEI DE CONDUCTE

Rețeaua de conducte dată în funcțiune trebuie controlată și întreținută în condiții normale de funcționare prin întreprinderi comunale, în cazul centrelor populate și prin servicii speciale create în unitatea beneficiară principală, în cazul centrelor industriale. Se spală și se curăță conductele, se ține evidența apei, se controlează regimul de funcționare al rețelei, se întreține rețeaua etc.

Spălarea conductelor se face pe tronsoane oprind apa pe tronsonul respectiv, trimitând apă în sens invers circulației normale, prin manevrări de vane și apoi trimitând apa în sensul circulației normale. Conductele de serviciu se spală o dată la 3...5 ani, iar conductele ramificate o dată la lună, deschizând vanele de golire sau hidranții de la capăt până la eliminarea unei cantități de apă de 5 ori mai mare decât volumul porțiunii spălate.

Curățirea conductelor de săruri de calciu, magneziu, fier, mangan etc. depuse pe pereți se face cu răzuitoare sau cu perii, care se manevrează din câmine de vane cu ajutorul cablurilor, până la îndepărtarea depunerilor aderente.

Evidența apei și supravegherea funcționării apometrelor se face pe districte.

Controlul regimului de funcționare se poate face direct în lungul traseului sau de la distanță prin manometre prevăzute în diferite puncte de observație. Se controlează cel puțin de două ori pe an rețeaua de conducte, o echipă de 2 oameni putând avea în supraveghere 4 km de rețea de distribuție într-o noapte.

Datorită uzurii naturale, defectelor de fabricație sau de montaj, uzurii timpurii cauzate de coroziune, trepidațiilor provocate de vehicule la suprafață, variațiilor de temperatură și loviturilor de berbec se pot sparge conductele sau pot să creeze defectiuni la îmbinări, la armături sau la apometre.

În general, defectele în conducte se pot constata cu apometre, prin ieșirea apei la suprafață, prin scăderea presiunii în rețea, prin inundarea subsolurilor, prin creșterea cantității de apă în canalele vecine sau cu ajutorul detectoarelor, stetoscoapelor electronice, izotopilor radioactivi etc.

Detectoarele sunt tuburi de alamă de 10 mm cu un microfon la capăt. La spărturi apa ieșită din conductă produce un zgomot caracteristic, pe care detectoare-le deplasate de-a lungul conductei îl înregistrează.

Stetoscoapele electronice amplifică zgomotele din porțiunile defecte.

Izotopii radioactivi introduși în conductă formează zone cu sol radioactiv în jurul fisurilor din conductă.

Cu ajutorul manometrelor se verifică repartizarea presiunilor în rețele, direcția curenților de apă din conducte și influența volumului de apă consumată în unele obiecte asupra presiunii din rețea. Pierderile de apă provenite din risipă (robinete lăsate deschise sau defecte, consum exagerat pentru stropitul grădinilor) pot conduce la scăderea presiunii din rețea. Măsurătorile se pot face în anumite ore la intervale de două luni în puncte de control caracteristice, utilizând hidranți de incendiu sau posturi manometrice staționare utilizate special.

La apariția epidemiilor hidrice apa consumată trebuie fiartă până la indicarea focarului de infecție, iar din punct de vedere igienic trebuie să se asigure o distribuție continuă a apei, deoarece golirea conductei produce în interior un vid, care poate provoca absorbția apei impurificate din exterior.

Pentru **întreținerea** rețelei de conducte se fac: inspecții preventive, revizii preventive, reparații curente planificate, reparații curente pentru înlăturarea defecțiunilor constatate, pregătiri pentru exploatarea în timpul iernii etc.

Racordurile de noi sectoare, bransamentele noi și controlul instalațiilor particulare, pentru împiedicarea risipei prin neglijența celor care nu reacționează atunci când plătesc mult, cad tot în sarcina serviciilor de exploatare.

Lucrătorii care se ocupă cu întreținerea și exploatarea rețelelor de alimentare cu apă trebuie să respecte măsurile de tehnică a securității și de protecție a muncii, pentru prevenirea accidentelor sau a îmbolnăvirilor profesionale.

Buna funcționare a rețelei depinde și de personalul care o deservește, personal care trebuie să fie disciplinat și conștient de datoria sa, bine instruit, bine educat și mereu controlat, deoarece greșelile sau neglijența în exploatare pot avea consecințe grave.

CAPITOLUL 6

POMPAREA APEI

Ridicarea apei de la niveluri inferioare la niveluri superioare se poate face cu mașini hidraulice. Există mașini hidraulice elevatoare care ridică apa în mod mecanic, fără să se acționeze asupra ei prin presiune (lanțul cu găleți, lanțul fără sfârșit cu palete sau găleți, roata cu palete sau cu cupe, transportorul elicoidal cu melc etc.) și mașini hidraulice elevatoare care ridică și transportă apa prin exercitarea unei presiuni asupra ei (pompe, berbeci hidraulici, emulsoare, ejectoare etc.).

6.1. POMPE, EMULSOARE ȘI EJECTOARE

Pompele ridică și transportă apa prin exercitarea presiunii asupra ei cu ajutorul unor mecanisme care produc depresiuni și suprapresiuni succesive, berbecii hidraulici ridică apa la o anumită înălțime utilizând însăși energia acesteia, iar emulsoarele și ejectoarele ridică și transportă apa prin exercitarea presiunii direct asupra ei, folosind în acest scop ca fluid motor aer comprimat, respectiv apă sub presiune.

Din punct de vedere constructiv, pompele pot fi: cu mișcare alternativă (rectilinie, rotativă, cu diafragmă), centrifuge și de construcții diverse.

Pompele cu mișcare alternativă rectilinie sunt pompe cu piston. Un exemplu de pompă rotativă este pompa **Alweiler**, iar pompa autoaspiratoare cu inel de apă sau pompele sonice cu pulsator sunt pompe de construcții diverse.

Pompele pot fi acționate mecanic sau manual, acționarea mecanică fiind făcută cu electromotoare în cazul electropompelor, cu motoare termice în cazul moto-pompelor sau cu mașini cu abur în cazul pompelor cu abur.

La pornirea manuală a pompelor se apasă pe butonul de comandă al întrerupătorului motorului de antrenare, iar la pornirea automată se prevăd întrerupătoare de presiune sau de nivel care deschid contactele electrice ale curentului de alimentare a motoarelor electrice la anumite presiuni sau niveluri.

Pompele cu piston pot fi cu piston propriu-zis, la care pistonul sub forma unui disc se deplasează într-un cilindru, venind în contact cu pereții acestuia, sau pot fi cu **plunger**, la care pistonul numit **plunger** are forma unui cilindru gol sau plin care se mișcă într-o presetupă de etanșare fără a atinge pereții interiori ai cilindrului. Din punct de vedere al funcționării pot fi: aspiratoare, respingătoare sau aspiratoare-respingătoare cu acțiune simplă, cu acțiune dublă, cu acțiune triplă, cu acțiune cuadruplă și cu plunger diferențial.

În figura 6.1 este redată o pompă cu piston cu acțiune simplă, care la deplasarea pistonului spre dreapta aspiră, după deschiderea ventilului de aspirație și închiderea celui de refulare, iar la deplasarea pistonului spre stânga aceasta refulează lichidul aspirat, după deschiderea ventilului de refulare și închiderea celui de aspirație.

Debitul efectiv al pompei Q , în m^3/h , este dat de relația:

$$Q = 60\eta \cdot S \cdot l \cdot n, \quad (6.1)$$

în care: η este randamentul pompei, care se consideră de 0,85-1,00, valoarea minimă luându-se pentru $Q=10-30 \text{ m}^3/\text{h}$, iar valoarea maximă pentru $Q>300 \text{ m}^3/\text{h}$; S - suprafața pistonului, în m^2 ; l - cursa pistonului, în m , care nu depășește trei diametre ale pistonului, iar n - numărul de curse duble pe minut, viteza medie a pistonului fiind de 0,2-2,0 m/s .

Pompele cu piston se pun în funcțiune chiar dacă în conductele de aspirație nu este apă, deoarece în locul aerului aspirat prin cursele repetate ale pistoanelor pătrunde apa, asupra căreia acționează presiunea atmosferică.

Camera pneumatică de refulare asigură curgerea continuă a apei prin conduc-ta de refulare, la cursa de refulare a pistonului acumulându-se o parte din apă și comprimându-se aerul în această cameră iar la cursa de aspirație a pistonului împingându-se prin presiunea din cameră apa în conducta de refulare.

Pompele Alweiller (cu clape) sunt pompe cu mișcare dublă sau cvadruplă. În figura 6.2 este reprezentată o astfel de pompă manuală cu acțiune dublă ale cărei mărimi sunt date de STAS 2668-80. Rotind spre dreapta și spre stânga mânerul pompei, se deschid și se închid alternativ clapele de aspirație și de refulare, la o cursă dublă producându-se două aspirații și două refulări. Aceste pompe se utilizează la rezervoare, stații de pompare, garaje, ateliere etc.

Pompele cu diafragmă au construcție simplă și funcționare sigură. În figura 6.3 se prezintă o pompă cu diafragmă manuală, care se compune dintr-un corp de fontă, dintr-o supapă de aspirație, dintr-o supapă de refulare, dintr-o diafragmă elastică de cauciuc și dintr-o pârghie. La mișcarea pârghie, diafragma primește o mișcare vibratorie, producând aspirație la ridicare și refulare la coborâre.

Pompele cu piston cu clape și cu diafragmă sunt pompe volumice, deoarece realizează trecerea unor volume de apă din zona de aspirație în cea de refulare prin spații închise între diferite organe.

Pompele centrifuge sunt turbomașini compuse dintr-o carcasă, în interiorul căreia se învârt în mod continuu un rotor cu palete curbate în sens invers mișcă-

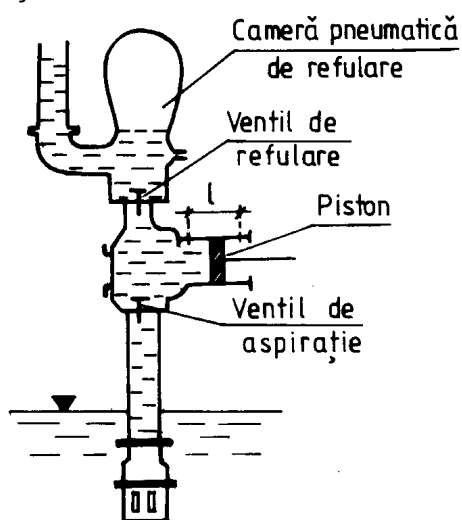


Fig. 6.1. Pompă cu piston cu acțiune simplă.

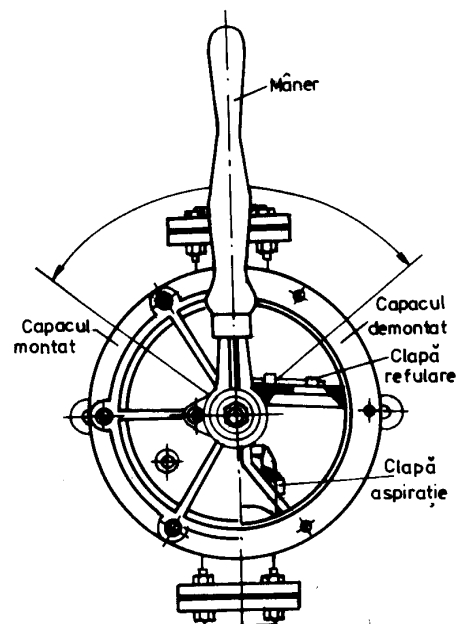


Fig. 6.2. Pompă Alweiller.

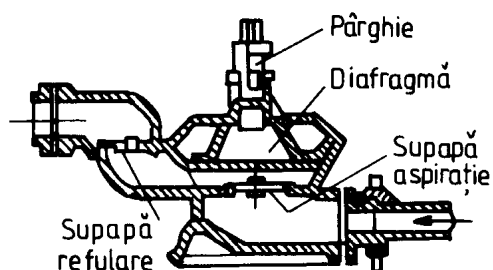


Fig. 6.3. Pompă cu diafragmă.

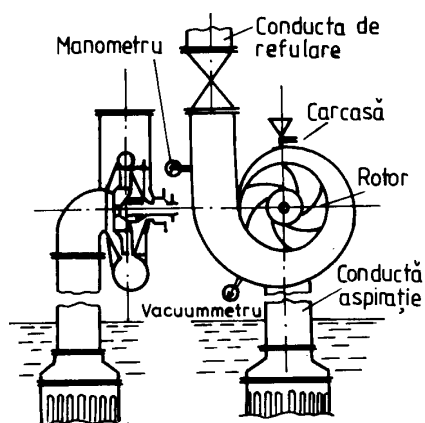


Fig. 6.4. Pompă centrifugă.

rii care realizează transferul de energie, cu spațiul de aspirație neseplat etanș de cel de refulare. Apa intră în pompă axial și iese radial, iar rotorul radial este montat pe un arbore orizontal, pompa fiind denumită cu ax orizontal (fig.6.4). Comparativ cu pompele cu piston, pompele centrifuge prezintă următoarele avantaje: construcție mai simplă și mai ușoară, cost mai redus, turații mai mari și cuplare directă, doar cu motoarele electrice, suprafețe ocupate mai mici, cheltuieli de exploatare reduse, sensibilitate mai redusă la lichide cu impurități, gamă de debite de pompare mai mare. În schimb, au randament mai scăzut, sunt mai puțin robuste, au durată de funcționare mai mică și nu se pot aplica la debite mici și presiuni de pompare de sute de atmosfere.

Se umple pompa cu apă și prin rotirea rapidă a rotorului ia naștere o forță centrifugă sub acțiunea căreia lichidul se deplasează spre periferia rotorului, fiind aruncat în camera spirală, de unde trece în conducta de refulare. În partea centrală a rotorului se formează vacuum, iar locul lichidului care iese din pompă este luat de alt lichid care vine prin conducta de aspirație sub influența presiunii atmosferice. Viteza apei crește din centrul rotorului până la periferia lui, iar când lichidul trece pe întreaga periferie în camera în formă de spirală, a cărei secțiune crește treptat până la ieșirea din pompă, plusul de viteză obținut se transformă într-un surplus de presiune, debitul fiind constant și în acest fel se obține înălțimea manometrică necesară pompei.

La pornire pompa trebuie amorsată, umplând cu apă și pompa și conducta de aspirație până la nivelul conductei de refulare, deoarece rotorul nu este destul de etanș față de carcasă și depresiunea creată este prea mică pentru a asigura ridicarea apei. Amorsarea pompei se face fie turnând apă de sus prin robinetul de umplere (la debite până la 50 l/s) și în acest caz trebuie prevăzut sorb cu ventil de reținere STAS 2309-80, pentru a reține apa de umplere, fie ridicând apa în pompă prin creare de vacuum cu ajutorul unei pompe de vacuum (la debite peste 100 l/s) și în acest caz se poate monta un sorb simplu STAS 2231-80. Pompele așezate mai jos decât nivelul apei din rezervorul din care aspiră se amorsează prin deschiderea vanei conductei de aspirație, fiind denumite autosubmersibile. Pentru a menaja rotorul, prin reducerea puterii absorbite de acesta în primele secunde de funcționare, pompa centrifugă se pornește cu vana de pe conducta de refulare închisă, urmând ca după 20 secunde aceasta să se deschidă treptat până la încărcarea completă a motorului. La oprirea pompei se închide întâi treptat vana pe conducta de refulare, comutându-se pompa pe funcționare în gol și apoi se oprește motorul.

Conductele de aspirație trebuie să fie ermetice, scurte, drepte și cu generatoarea superioară în rampă de minimum 0,005 spre pompă, iar dacă au reducții acestea trebuie să fie asimetrice (fig. 6.5) pentru ca la umplerea cu apă tot aerul să fie eliminat prin robinetul de dezaerisire prevăzut la partea de sus a

pompei. Se montează vane lângă pompe pe conductele de aspirație, când sunt montate mai multe

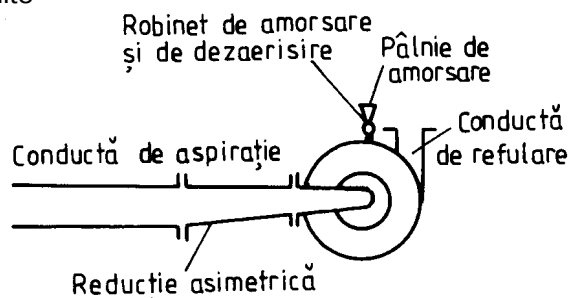


Fig. 6.5. Reducție asimetrică pe conducta de aspirație.

pompe la aceeași conductă de aspirație sau când pompa este amplasată sub nivelul apei din rezervorul din care aspiră.

Conductele de aspirație se dimensionează la viteza de 0,7...2,0 m/s și se execută din tuburi de fontă îmbinate cu flanșe sau din tuburi de oțel sudate.

Pe conducta de refulare, dimensionată la viteza de 1,0-3,0 m/s și executată în general ca și conducta de aspirație, se poate monta și o clapetă de reținere între pompă și vană. Clapeta de reținere oprește apa care tinde să se întoarcă în pompă la oprire sau să treacă dintr-o pompă în alta, la o funcționare paralelă, iar vana servește pentru pornirea pompei și pentru oprirea sau reglarea debitului și presiunii sale.

La presiuni mai mari, pompele se prevăd cu mai multe etaje, adică cu mai multe rotoare în serie.

Dacă rotorul este montat pe un arbore vertical, pompa este cu ax vertical.

La unele pompe apa intră bilateral.

Unele pompe sunt prevăzute cu palete de conducere la intrarea apei în rotor și cu un dispozitiv la ieșirea apei din rotor.

Pompele diagonale au rotorul diagonal cu intrarea axială și ieșirea axială sau radială.

Pompele axiale (elicoidale) au paletele în formă de elice cu intrarea și ieșirea axială, în care apa se deplasează paralel cu axa, fără să se depărteze de ea și se utilizează în general pentru debite mari și înălțimi de pompare relativ mici. Aceste pompe nu necesită amorsări, deoarece au rotorul înecat prin montaj și se pornesc cu vana de pe conducta de refulare deschisă.

Puterea necesară la arborele pompei P , în CP, se determină din relația:

$$P = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{75\eta}, \quad (6.2)$$

iar în kW din relația:

$$P = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{102\eta}, \quad (6.3)$$

în care: γ este greutatea specifică a apei, în daN/m³; Q - debitul de calcul, în m³/s; H - înălțimea totală de pompare, în m, iar η - randamentul pompei, datorat rezistențelor din interiorul acesteia.

Înălțimea totală de pompare H , în m, se determină, conform figurii 6.6, din relația:

$$H = H_{ga} + H_{gr} + h_{ra} + h_{rr} = H_g + h_r, \quad (6.4)$$

în care: H_{ga} este înălțimea geodezică de aspirație, în m; H_{gr} - înălțimea geodezică de refulare, în m; h_{ra} - pierderea de sarcină pe conducta de aspirație, în m; h_{rr} - pierderea de sarcină pe conducta de refulare, în m; H_g - înălțimea geodezică totală, în m, iar h_r - pierderea de sarcină totală, în m.

Înălțimea geodezică maximă H_{gamax} , în m, se determină din relația:

$$H_{gamax} = h_v - h_{ra} - \frac{v^2}{2g}, \quad (6.5)$$

în care: h_v este înălțimea vacuometrică maximă care se poate realiza la pompă, în m; iar v - viteza apei în conducta de aspirație, în m/s.

Pentru evitarea cavității trebuie ca presiunea apei la intrarea în rotor să fie mai mare decât presiunea de vaporizare p_{vap} , adică:

$$\frac{p_{at}}{\gamma} - H_{ga} - h_{ra} - \frac{v^2}{2g} > \frac{p_{vap}}{\gamma}. \quad (6.6)$$

Puterea motorului care acționează pompa se determină prin majorarea puterii pompei cu 10-30 %, datorită randamentului transmisiei și motorului.

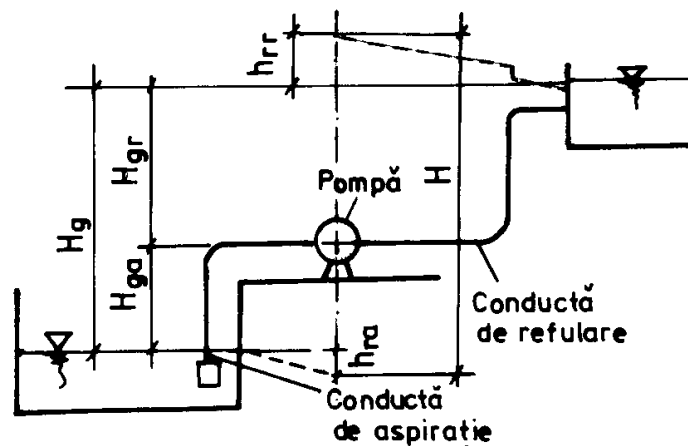


Fig. 6.6. Înălțimea totală de pompare.

Pentru pomparea apei se pot utiliza pompe de producție internă Lotru, Cerna, Criș, Siret, NDS, Brateș, Sadu, Hebe sau DV și din import.

Pompele Lotru, Cerna, Criș sunt pompe centrifuge monoetajate. La pompele Lotru $Q=20-200 \text{ m}^3/\text{h}$ și $H=6-48 \text{ m}$, la pompele Cerna $Q=10-400 \text{ m}^3/\text{h}$ și $H=5-30 \text{ m}$, iar la pompele Criș $Q=8-360 \text{ m}^3/\text{h}$ și $H=4-64 \text{ m}$.

Pompele Siret și NDS sunt monoetajate cu dublu flux, având două rotoare în paralel care formează un singur corp. La pompele Siret $Q=1.000-6.700 \text{ m}^3/\text{h}$ și $H=12,8-30 \text{ m}$, iar pompele NDS au $Q=270-4.400 \text{ m}^3/\text{h}$ și $H=12-83 \text{ m}$.

Pompele Brateș sunt cu un singur rotor diagonal, au $Q=400-3.800 \text{ m}^3/\text{h}$ și $H=3,8-14,9 \text{ m}$.

Pompa Sadu este centrifugă multietajată și are $Q=3-60 \text{ m}^3/\text{h}$ și $H=10-200 \text{ m}$.

Pompele Hebe sunt cu ax vertical multietajate cu rotoare diagonale și au $Q=5-40 \text{ m}^3/\text{h}$ și $H=10-159 \text{ m}$.

Pompele DV sunt axiale cu ax vertical și au $Q=0,17-6,60 \text{ m}^3/\text{s}$ și $H=2,9-46,8 \text{ m}$.

În figura 6.7 sunt prezentate curbele caracteristice H , P și η ale pompei **Lotru 100**, la turația constantă $n=2.900 \text{ rot/min}$, diametrul racordului de aspirație al acestei pompei fiind de 100 mm .

Prin schimbarea turației n se schimbă debitul Q , înălțimea totală de pompare H și puterea P , conform relațiilor:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{n_2}{n_1}, \quad (6.7); \quad \frac{H_2}{H_1} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2, \quad (6.8); \quad \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3, \quad (6.9)$$

în care: Q_1 , H_1 , P_1 și n_1 sunt valori date de fabrică iar Q_2 , H_2 , P_2 și n_2 sunt valori căutate.

Dacă se strunjește rotorul pompei, se schimbă caracteristicile acesteia, la diferite valori D ale diametrului rotorului rezultând valori Q , H și P ca în cazul variației turației.

Pentru determinarea punctului A de funcționare al pompei trebuie să se intersecteze curba caracteristică H a pompei cu curba de funcționare a conductelor, care reprezintă grafic variația înălțimilor totale de pompare H în funcție de debitul acestor conducte (fig. 6.8). Dacă punctul de funcționare al pompei este în zona randamentului maxim, conductele au fost bine dimensionate pentru necesitățile instalației.

Dacă debitul care trebuie pompat este mai mare decât debitul unei singure pompe, se montează două sau mai multe pompe în paralel, cu refulare printr-o conductă comună sau prin conducte separate. La două pompe identice legate în paralel, care refulează prin aceeași conductă (fig. 6.9) debitul corespunzător punctului A de funcționare este mai mic cu circa 15 % decât debitul corespunzător punctului A' de funcționare a unei singure pompe și de două ori mai mare decât debitul corespunzător punctului A'' , cu aceeași înălțime totală de pompare la fiecare pompă.

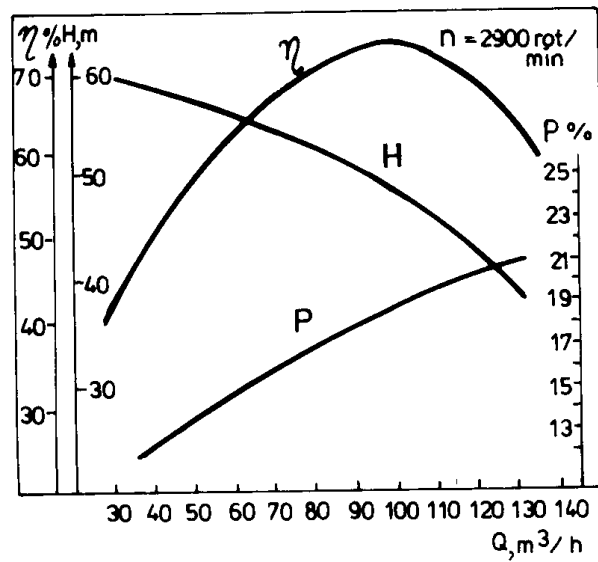


Fig. 6.7. Curbele H , P , și η ale pompei Lotru 100.

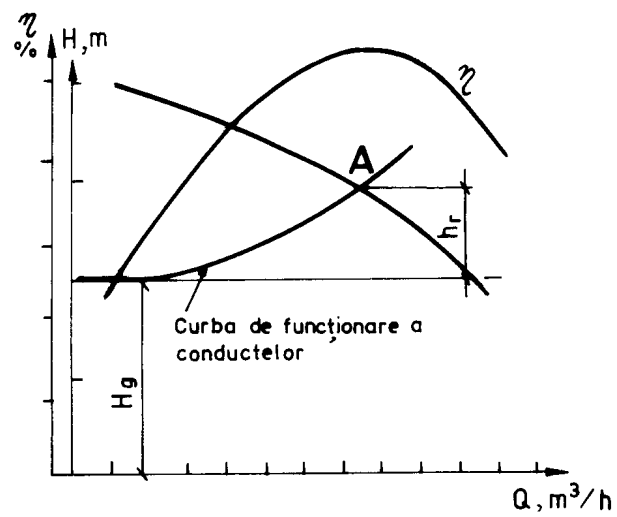


Fig. 6.8. Determinarea punctului A de funcționare al pompei.

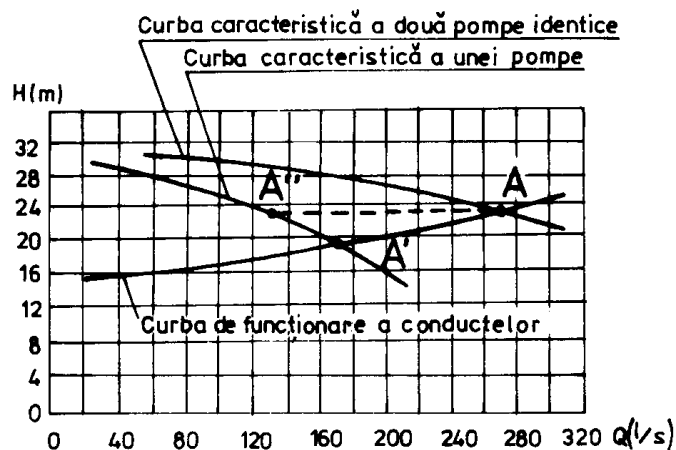


Fig. 6.9. Determinarea punctului de funcționare a două pompe legate în paralel.

Se recomandă să se prevadă pompe în funcțiune de același tip, pentru a se putea schimba ușor una cu alta, iar pentru siguranța funcționării trebuie prevăzute 1-3 pompe de rezervă în stație, în stare de funcționare, cu caracteristicile celor mai mari pompe în funcțiune. Până la 3 pompe în funcțiune se vor prevedea două pompe de rezervă la categoria I de siguranță sau o pompă de rezervă la categoriile II și III de siguranță. În cazul categoriei I de siguranță nu se admit întreruperi în alimentarea cu apă, în cazul categoriei II se admit întreruperi de până la maximum 2 ore, pentru cuplarea instalației de rezervă de alimentare cu energie electrică, iar în cazul categoriei III se admit întreruperi de maximum 24 ore pentru înlăturarea unei avarii, conform STAS 10110-85.

Dacă nivelul apei care se aspiră este mult sub nivelul terenului, se coboară pompele cu ax orizontal mai jos cu 3...5 m, se folosesc pompe cu ax vertical de 10-15 m lungime între motorul montat deasupra nivelului apei și pompa neîneacă sau îneacă (fig. 6.10) sau se folosesc pompe submersibile, la care motorul capsulat și cuplat direct cu pompa se găsește împreună cu aceasta în apă, unde este alimentat cu curent printr-un cablu.

Pompele autoaspiratoare cu inel de apă sunt pompe de vacuum formate dintr-o roată cu palete așezată excentric într-o carcasă (fig. 6.11) și se utilizează la amorsarea pompelor centrifuge, conductelor de aspirație și sifoanelor. Aceste pompe se cuplează direct la motoare electrice și prin învârtirea roții se formează un inel de apă care produce un efect de aspirație de la 1 la 2, unde spațiile se măresc și o presare de la 3 la 4, unde spațiile se micșorează. Intrarea și ieșirea apei se face prin butuc, iar etanșarea paletelor la periferie se obține prin inelul de apă. Înainte de pornire, aceste pompe se amorsează cu apă. Pentru a menține constant volumul inelului de apă în timpul funcționării și pentru răcire,

trebuie să se introducă un debit de 250...300 l/h apă de recirculare în linia de aspirație, apă care se evacuează împreună cu aerul prin conducta de refulare, în rezervorul special de 20- 100 l din care s-a luat sau la canal.

Puterea P consumată de pompa de vacuum, în kW, se determină din relația:

$$P = \frac{Q \cdot p}{102\eta}, \quad (6.10)$$

în care: Q este debitul de aer extras, în m³/s, care se consideră de 10-20 ori mai mic decât debitul de apă; p - subpresiunea realizată, în daN/m², iar η - randamentul pompei, care se consideră de 0,5.

Conducta de aspirație a aerului se dimensionează la viteza de 10-12 m/s, iar în conducta de refulare se realizează o presiune maximă de 1-2 at.

Pentru amorsări se fabrică electropompa MIL cu inel de lichid care se leagă la un cazan de vacuum amplasat pe conducta de aspirație a pompei centrifuge, ce se amorsează, ca în cazul colectării apei, din mai multe puțuri la un cazan de vacuum.

Emulsoarele funcționează după principiul diferenței de greutate specifică la amestecarea apei cu aer comprimat.

De la un compresor, aerul comprimat merge prin conducta de aer la partea de jos a conductei de apă (fig. 6.12), unde după amestecare micșorează greutatea specifică a apei, emulsia de apă și aer ridicându-se prin conducta de apă până la rezervorul de dezaerisire de la suprafață. La lovirea de deflector emulsia se distruge și apa separată de aer se dirijează la un rezervor, iar aerul se evacuează în atmosferă printr-o conductă specială.

Se definește coeficientul de reducere a greutateii specifice din coloana ascendentă, notându-se cu p , raportul:

$$p = \frac{H_2}{H_1 + H_2}, \quad (6.11)$$

în care: H_1 este înălțimea de ridicare a apei, în m, iar H_2 - adâncimea de scufundare a amestecătorului, în m.

În general $p=0,35...0,75$, iar pentru a ridica 1 m³ la înălțimea $H_1=5...50$ m sunt necesari 1,5...7 m³ de aer. Compresorul de aer poate fi cu piston cu cursă rectilinie sau rotativă. În conducta de apă viteza poate fi de 1,6...2 m/s pentru debite între 2 și 60 l/s, iar conducta de aer are diametrul de trei ori mai mic decât conducta de apă și poate fi concentrică cu aceasta. Randamentul emulsoarelor este de 15...22 %.

Se utilizează emulsoare la puțuri în straturi de nisip, la încercări și deznisipări de puțuri, la instalații provizorii etc.

Ejectoarele ridică și transportă apa cu ajutorul unei alte ape sub presiune (fig. 6.13).

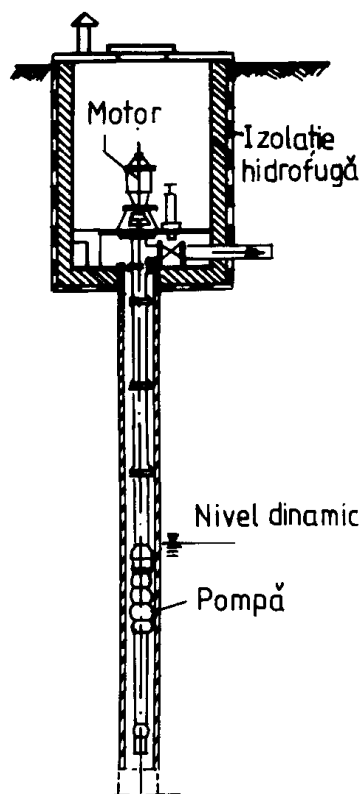


Fig. 6.10. Pompă cu ax vertical.

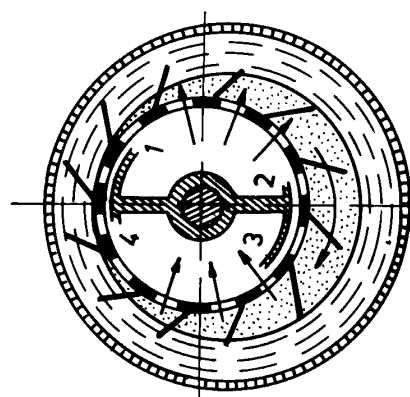


Fig. 6.11. Pompă de vacuum cu inel.

Printr-o conductă se introduce apa sub presiune care iese prin ajutoraj sub forma unui jet. Acest jet produce depresiune în camera de aspirație antrenând în amestec altă apă care se ridică în această cameră prin conducta de aspirație datorită depresiunii formate. Apa trimisă prin conducta sub presiune împreună cu apa antrenată prin conducta de aspirație trece apoi în conducta de refulare.

Presiunea pentru lichidul activ ce trece prin conducta sub presiune poate fi creată cu orice pompă. Se pompează cu ajutorul ejectoarelor debite de 1...60 m³/h, consumul de apă activă reprezentând 70...200 % din cantitatea de lichid pompată. La o presiune a apei de 40 m col. apă ejectoarele pot pompa apa la o înălțime de 3...10 m, inclusiv aspirația de 2 m. Au randamentul de 0,1...0,4.

Ejectoarele se pot monta și în poziție orizontală și pot funcționa și cu abur sub presiune în locul apei sub presiune.

Se utilizează ejectoare la scoaterea apei din puțuri adânci, la lucrările de construcții, la ridicarea și transportul maselor de nămol, la exploatarea nisipului și

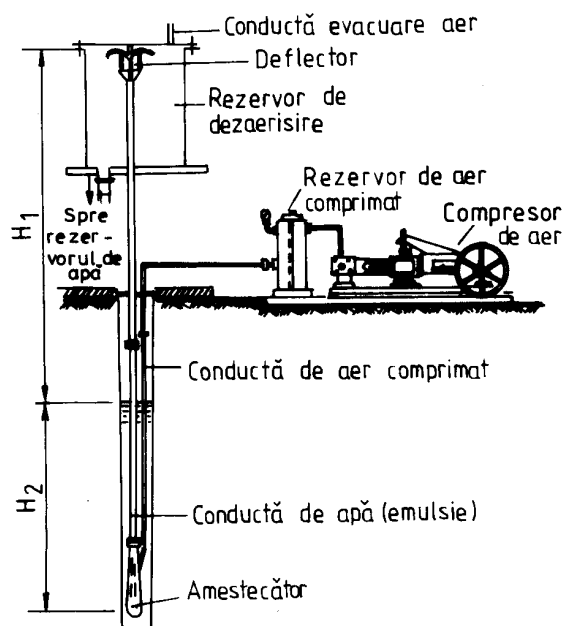


Fig. 6.12. Emulsor.

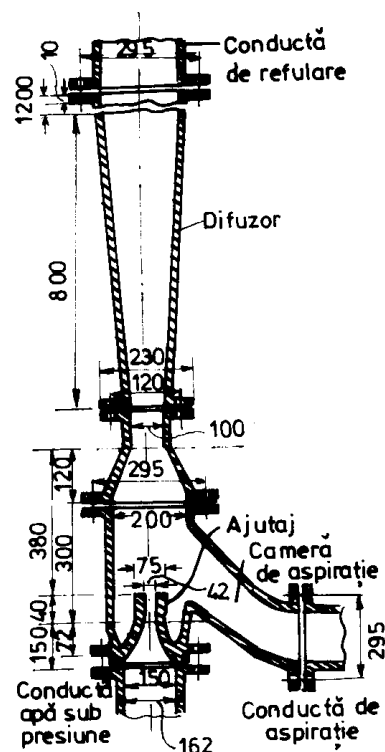


Fig. 6.13. Ejector.

pietrișului, la curățirea deznisipatoarelor și decantoarelor, la realizarea amestecului intim al apei cu nămolul recirculat în spațiul de limpezire al decantoarelor suspensionale, la spălarea filtrelor, la introducerea nisipului în filtre, la amorsarea pompelor centrifuge cu apă din rețeaua de presiune a orașului etc.

6.2. STAȚII DE POMPARE

Stațiile de pompare sunt clădiri amenajate în mod special cu instalații hidraulice, mecanice și electrice care se prevăd în scopul ridicării nivelului energetic al apei și asigurării presiunii în rețeaua de alimentare cu apă a obiectivului deservit. Acestea pot fi construcție supraterană, semiîngropată sau subterană și trebuie să prezinte siguranță și continuitate în funcționare, să asigure condiții igienice și sanitare pentru personal și să fie economice în

exploatare. Stațiile de pompare cuprind în general o sală a mașinilor cu instalații de ventilare și încălzire, o cameră dispecer, un birou pentru ținerea scriptelor, un grup sanitar, un atelier de întreținere, un depozit de materiale și piese de schimb etc. Se proiectează ca obiecte independente sau comasate cu alte obiecte din cadrul sistemului de alimentare cu apă.

Sala mașinilor poate cuprinde pompele cuplate cu motoare, conductele de aspirație și de refulare cu vane și clapete, pompele de vacuum pentru amorsare cu-plate cu motoare, cazane de vacuum, compresoarele de aer, pompele de mână cu clape pentru evacuarea apei accidentale din interior, apometre și instalații electrice de punere în funcțiune, de protecție, de măsurare, de control și de comandă (fig. 6.14). Această sală are înălțimea liberă de minimum 3 m, când nu se prevăd mecanisme de ridicare a agregatelor de pompare, iar când se prevăd mecanisme de ridicat, piesele se vor transporta peste utilajul montat cu un spațiu de siguranță de minimum 0,5 m. Ca mecanism de ridicat se recomandă: dispozitive mobile demontabile (palan fix, trepied sau macara capră) la agregate sau subansambluri peste 0,1 până la 0,3 t, monoșină cu palan manual la agregate sau subansambluri peste 0,3 până la 2 t și pod rulant monogrindă cu cărucior și palan manual la agregate sau subansambluri peste 2 t.

La amplasarea pompelor trebuie să se țină seama de funcționarea și deservirea sigură, de lungimea mică a conductelor și de forma simplă de intersecție a lor, precum și de costul minim și de posibilitățile de extindere a stației. Agregatele se pot așeza pe un rând, pe două rânduri sau în zigzag, cu arborele pompă-motor dispus perpendicular, oblic sau paralel față de direcția șirului de pompe. Dacă este prevăzut un pod rulant, se recomandă ca sala pompelor să aibă forma dreptunghiulară în plan, cu pompele așezate pe un rând, pentru a se reduce costul acesteia.

Între perete și părțile proeminente ale agregatelor se consideră un spațiu minim de 0,8 m, între perete și fundație la pompe paralele se consideră un spațiu minim de 1,0 m, iar între agregatele de pompare așezate paralel se consideră minimum lățimea postamentului, dar cel puțin 1,0 m. Între agregate și tabloul electric se consideră un spațiu minim de 1,5 m la alimentarea pe tensiune de 380 V sau de minimum 2,0 m la alimentarea pe tensiune de 6 kV. Lățimea spațiului de circulație pentru exploatare se consideră de minimum 1,5 m la debite de cel mult 1 m³/s și de minimum 2,5 m la debite peste 1 m³/s.

Fața superioară a blocului de fundație se va prevedea cu minimum 15 cm mai sus decât pardoseala sălii pompelor pentru a proteja motorul de eventuale scurgeri de apă pe pardoseală, iar contra vibrațiilor fundațiile pompelor se vor izola cu plută armată sau cu amortizoare de cauciuc.

În interiorul stației conductele pot fi instalate în canale de cărămidă, beton sau beton armat; în subsolul sau pardoseala sălii de mașini; pe pardoseala sălii

de mașini sau în cazuri speciale deasupra agregatelor, la cel puțin 2 m de pardoseală și izolate termic.

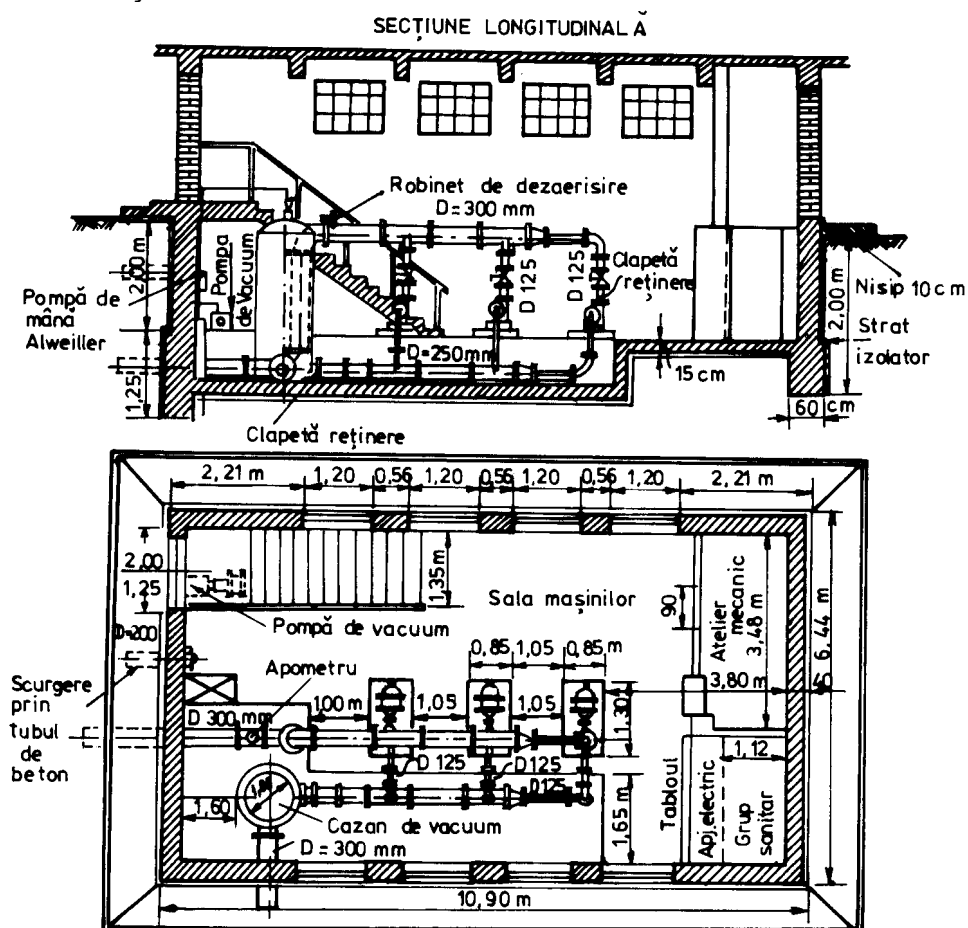


Fig. 6.14. Stație de pompare.

În canale se așează conducte cu diametrul sub 500 mm, astfel încât la radierele și la pereții laterali ai canalelor să rămână 25-30 cm până la pereții conductelor. La 10 cm deasupra pereților conductelor se prevăd plăci de beton sau de oțel striat pentru acoperirea canalelor. Radierul canalelor se prevede cu pantă de 0,01 spre o bașă din care apa rezultată de la demontarea conductelor sau din condensarea vaporilor pe pereții conductelor este evacuată cu o pompă Alweiller. La debite mai mari de 250 l/s apa se evacuează din bașă cu electropompe cu funcționare automată.

Conductele cu diametru mai mare de 500 mm se amplasează într-un subsol cu înălțimea de minimum 1,80 m, amenajat în mod special.

Pe pardoseală se amplasează conductele la stațiile de pompare construite la adâncime. Pentru trecerea peste conducte trebuie să se prevadă pasarele și scări.

Conductele se prevăd, de obicei, cu flanșe pentru a fi rapid demontate în caz de reparații.

Se recomandă ca pomparea să se facă prin intermediul unui puț de aspirație, care preia șocurile produse la pornirea bruscă a pompelor și care are capacitatea necesară înmagazinării apei în 1...15 minute.

La capătul conductei de aspirație se prevăd, în general, sorburi sau pâlnii de formă tronconică cu diametrul maxim de 1,3-1,5 ori diametrul conductei și cu secțiunea maximă la minimum 0,50 m sub nivelul maxim al apei și la minimum jumătate din diametrul ei de la radier.

La aspirații scurte și obligatorii la instalații de incendiu trebuie să se prevadă linii de aspirație independente.

Pentru funcționarea corectă a apometrului trebuie să se prevadă o porțiune de conductă rectilinie de $(5-10)D$ în amonte și de $(3-5)D$ în aval, D fiind diametrul conductei. Când presiunea de refulare este mai mare de 8-10 at. și pompele sunt mari, se montează lateral pe conducta de refulare un ventil de siguranță sau o clapetă de reținere cu închidere întârziată (amortizată) pentru reducerea loviturii de berbec.

Cablurile electrice de legătură între tabloul electric și electromotoare se montează în șanțuri mici acoperite cu tablă striată.

Timpul de funcționare al pompelor se determină în baza unui calcul tehnico-economic. La funcționări intermitente se poate evita solicitarea uzinelor electrice în perioada de vârf.

Se folosesc motoare de curent alternativ trifazat, în majoritatea cazurilor de tip asincron la tensiunea de 220/380 V și la turație de 1.450 rot/min sau de 2.900 rot/min.

Pentru evitarea coroziunii, conductele și agregatele se vopsesc cu vopsea de ulei. Stațiile de pompare se pot adâncii la maximum 1,00 m sub nivelul terenului, dacă din punct de vedere hidraulic nu se prevede o adâncime mai mare. Trebuie prevăzute zone de protecție sanitară îngrădite separat sau la un loc cu alte instalații din schemă și un drum de acces pentru vehicule, sigur pe orice vreme. Se va ține legătura cu dispeceratele localităților sau cu alte lucrări (captări, filtre, rezervoare etc.) prin telefon, prin radio sau prin semnalizări electrice sau luminoase.

Dacă alimentarea cu energie electrică se face de la distanțe mari (5...10 km), sau dacă stațiile de pompare sunt de categoria I sau II, trebuie prevăzut ca

rezervă și un grup electrogen care să producă energia electrică necesară în caz că se defectează liniile electrice.

Gradul de automatizare, telemăsurare sau telecomandă se realizează prin aspectul calitativ al funcționării și prin eficiența economică.

Postul de transformare care asigură de regulă tensiunea de alimentare a agregatelor de pompare se amplasează în clădire separată sau în construcția stației de pompare.

Stațiile de pompare pot fi cu comandă manuală locală, cu comandă de la distanță sau automate, telecomanda de la postul dispecer automat constituind treapta superioară a automatizării.

Se prevede un grup sanitar cu WC și lavoar, dacă stația nu este comasată cu alte obiecte care cuprind și grupuri sanitare.

La debite mai mari de $1 \text{ m}^3/\text{s}$ stațiile de pompare vor fi dotate cu un atelier de intervenție și un depozit de materiale, piese de schimb și echipament de protecție cu suprafața de minimum 6 m^2 iar la debite până la $1 \text{ m}^3/\text{s}$ se va prevedea un spațiu pentru un banc de lucru. În cazuri justificate se pot prevedea spații pentru laborator, punct de exploatare etc.

Locuința mecanicului și a familiei lui se poate amplasa lângă stațiile de pompare, în afara zonei de protecție a acestora.

În exploatare trebuie să se asigure un control permanent, o funcționare economică și securitatea personalului de exploatare.

PARTEA A DOUA

CANALIZĂRI ȘI EPURAREA APELOR UZATE

CAPITOLUL 7

CANALIZĂRI

7.1. SCHEMA GENERALĂ A UNEI CANALIZĂRI

În cazul general, lucrările de canalizare cuprind: rețeaua de canale, lucrări de înmagazinare, lucrări de pompare, lucrări de epurare și guri de vărsare. În figura 7.1 se prezintă un caz general în care sunt înglobate lucrările necesare.

Centrul populat din partea dreaptă a râului este prevăzut cu o singură rețea de canale în care se scurg la un loc apele uzate din canale de racord care pleacă din cămine de racord *CR* și apele meteorice din guri de scurgere *GS*. Când este posibil se prevăd deversoare *D*, prin canalele de descărcare evacuându-se aproape toată apa meteorică în râu. Înainte de stația de epurare se prevede obligatoriu un deversor. Centrul populat din partea stângă este amplasat pe un teren cu pante mai mari, deci este prevăzut cu o rețea subterană de ape uzate și cu un sistem de rigole la suprafață pentru apele meteorice. Vărsarea rigolelor de pe ambele părți ale unei străzi se poate face pe drumul cel mai scurt în râu, prin intermediul unui canal descoperit. Când se ajunge la capacitatea maximă de transport a rigolelor, se poate prevedea în continuare un canal subteran pentru apele meteorice, care se varsă apoi pe drumul cel mai scurt în râu.

Canalul de gardă interceptează toate apele de pe versant și le varsă în râu.

Canalul colector al centrului populat din stânga râului subtraversează râul în sifon și se racordează cu canalul colector al centrului populat din dreapta râului într-un cămin de vizitare *CV*, în amonte de bazinul de recepție *BR*. Prin intermediul stației de pompare *SP* apa de canalizare este refulată la lucrările de epurare.

La intrare în râu se prevăd guri de vărsare *GV*. Unele ape industriale trec prin stația de preepurare *SPE* înainte de a intra în rețeaua centrului populat.

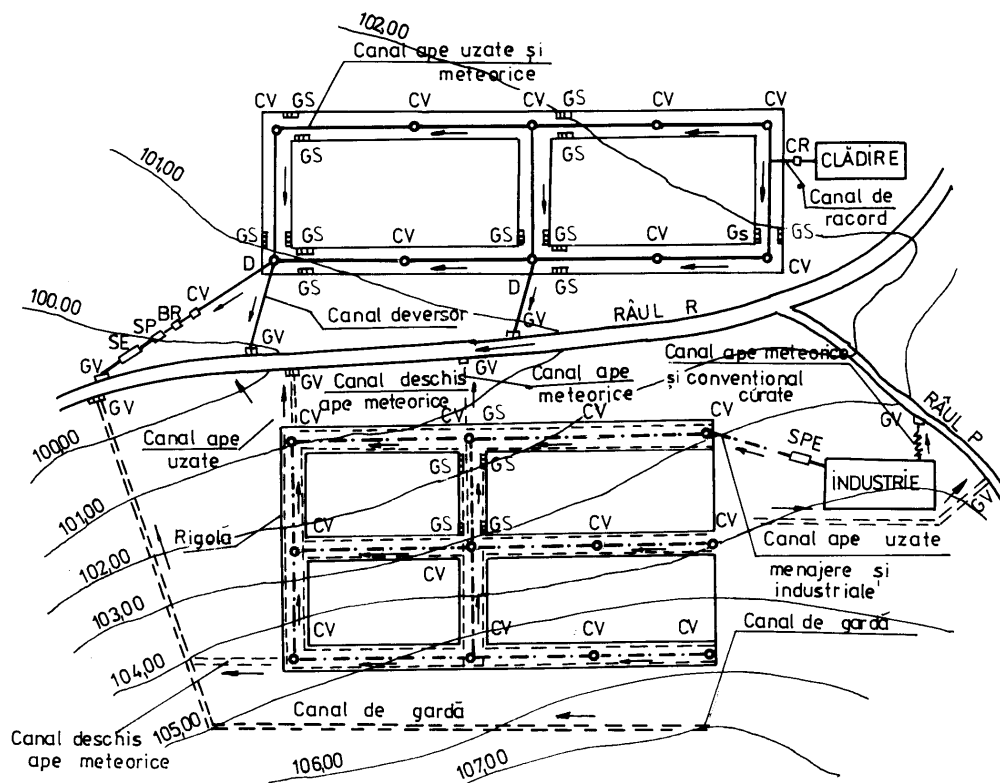


Fig. 7.1. Schema de canalizare.

7.2. SISTEME DE CANALIZARE

Colectarea, transportul și evacuarea apelor uzate și meteorice se poate face în sistemele: unitar, separativ sau mixt.

În sistemul unitar, toate categoriile de ape de canalizare sunt colectate și transportate într-o singură rețea de canale (fig.7.2).

În sistemul separativ (divizor) se prevăd cel puțin două rețele distincte pentru colectarea și transportul apelor de canalizare, apele uzate fiind colectate și transportate într-o rețea de canale subterane, iar apele meteorice scurgându-se la suprafață prin rigolele străzilor sau subteran printr-o rețea de canale destinată numai acestor ape (fig.7.3).

În sistemul mixt de canalizare, o parte din rețea este prevăzută în sistem

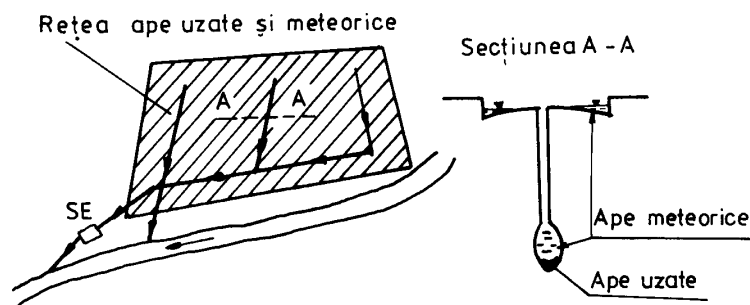


Fig. 7.2. Canal în sistem unitar de canalizare.

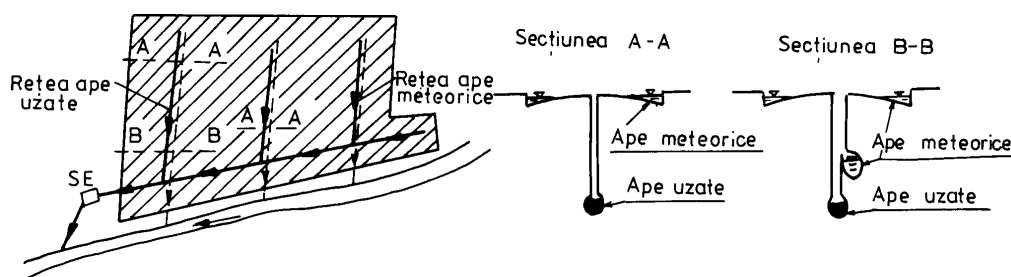


Fig. 7.3. Canale în sistem separativ de canalizare.

unitar iar altă parte în sistem separativ, rețelele celor două sisteme putând avea scurgere comună sau scurgeri separate.

La alegerea sistemului de canalizare se va ține seama de importanța și caracteristicile obiectului care se canalizează, de caracteristicile și proveniența apelor de canalizare care se colectează, se transportă și se evacuează, de relieful terenului, de climă, de cursurile de apă din apropiere (poziție, debit de diluare, categoria de calitate, debite și niveluri maxime) care pot fi folosite ca receptori pentru apele de canalizare, de situația existentă a canalizării în zonă, de limitele admisibile de substanțe impurificatoare la evacuarea apelor de canalizare în emisari, de posibilitatea eșalonării investițiilor și de încadrarea în planul sau schema cadru privind gospodărirea complexă a apelor bazinului hidrografic din care face parte emisarul luat în considerare pentru descărcarea apelor evacuate. Sistemul adoptat trebuie să rezulte în baza unui calcul tehnico-economic ținând seama de următoarele:

- Costul de execuție al canalelor în sistemul unitar este mai mare decât în sistemul separativ cu scurgerea apelor meteorice la suprafață prin rigole și poate fi mai mic decât în sistemul separativ cu rețea subterană de ape meteorice.

- În cazul străzilor înguste, cu un număr mare de instalații subterane și cu trafic mare, se recomandă sistemul unitar, comparativ cu sistemul separativ cu două rețele de canale subterane. Sistemul unitar necesită în acest caz accesorii mai puține, spații mai mici în secțiunile transversale ale străzilor și un număr mai mic de capace pentru căminele de vizitare.

- În localități cu apă subterană sau cu teren stâncos aproape de suprafață (la adâncimi mai mici de 2 m) se vor lua în considerare avantajele sistemului separativ cu două rețele subterane, comparativ cu sistemul unitar, deoarece canalele pentru ape meteorice se vor executa și vor funcționa în condiții mai bune, fiind amplasate la o adâncime mai mică.

- Costul săpăturilor, sprijinirilor, lucrărilor accesorii și în special al epuizamentelor este mai mic în cazul sistemului separativ cu două rețele subterane decât în cazul sistemului unitar, canalul de apă meteorică montându-se cât mai la suprafață, în funcție, în general, de limita de îngheț.

- La pante mari ale terenurilor și străzilor (mai mari de 0,005) și când nu sunt debite mari, nu este împiedicat transportul și nu se degradează îmbrăcămintea străzii, apele meteorice se pot scurge la suprafață prin rigole, în cazul sistemului separativ.

- Subsolurile clădirilor racordate la rețeaua publică de canale pot fi inundate în cazul sistemului unitar datorită ploilor mai mari decât cele de calcul.

- Consumul de apă pentru spălarea rețelei este mai redus în cazul sistemului unitar, deoarece în timpul ploilor sunt înlăturate multe din depunerile din perioadele secetoase.

- Condițiile hidraulice de funcționare sunt mai bune în canalele de ape uzate din sistemul separativ decât în canalele din sistemul unitar, deoarece nivelul apei în canal are variații mai mici.

- Costul stației de pompare și al stației de epurare este mai redus în cazul sistemului separativ, deoarece se pompează și se epurează numai apele uzate.

- Exploatarea este mai ușoară, mai sigură și la un cost mai redus în sistemul unitar decât în sistemul separativ cu două rețele subterane, deoarece controlul se face mai ușor și cu un număr mai mic de lucrători, transportul este împiedicat mai puțin și îmbrăcămintea străzii se strică mai puțin la reparații.

- Dificultățile și cheltuielile pentru epurarea apelor sunt mai mari în sistemul unitar decât în cel separativ, din cauza variației concentrației apelor uzate și sporirii debitului acestora prin amestecarea cu ape meteorice.

- Canalele de ape meteorice din sistemul separativ evacuează în emisar primele ape de ploaie, în general, cu impurități, iar din lipsă de debit de apă permanent, prin aceste canale nu se poate evacua zăpada.

- În cazul sistemului separativ se pot eșalona investițiile prin construirea rețelelor în etape.

- La localitățile cu mai mulți emisari naturali în exterior se recomandă sistemul separativ, cu scurgerea apelor meteorice direct în emisarii cei mai apropiați

prin rigole, canale deschise sau canale închise subterane de lungime mică.

- În cazul când pentru obținerea unei pante suficiente sau pentru evitarea pompărilor punctul de descărcare al canalizării trebuie ales mai departe de localitate, sistemul separativ poate deveni mai economic, deoarece colectorul principal de lungime mai mare are secțiune mai mică.

Se recomandă sistemul unitar la localități mari care dispun de fonduri mari de investiție și la care nu este posibilă scurgerea la suprafață a apelor meteorice datorită debitului mare, pantei mici a străzii, împiedicării transportului, distrugerii îmbrăcămintei etc.

Se recomandă sistemul separativ la localități mici, dacă terenul și străzile au pante suficiente pentru ca apele meteorice să poată fi scurse total sau parțial la suprafață. Aceste localități, nedispunând de resurse financiare mari, își execută într-o primă etapă numai rețeaua de ape uzate.

Se recomandă sistemul mixt la localități neomogene, centrul sau suprafața cu pante mai mici canalizându-se în sistem unitar, iar periferiile sau suprafața cu pante mai mari și cu populație mai mică sau mai apropiate de cursurile de apă receptoare canalizându-se în sistem separativ.

La extinderea lucrărilor de canalizare, datorită creșterii debitelor apelor uzate și meteorice, se poate trece de la sistemul unitar la sistemul separativ sau mixt. În cazul trecerii la sistemul separativ se dublează rețeaua de canale, menținând canalele vechi numai pentru ape uzate, iar în cazul trecerii la sistemul mixt se prevede o nouă rețea de canale pentru apele meteorice numai în bazinele din apropierea emisarilor.

La canalizările regionale sau zonale ale unui grup de localități este mai indicat sistemul mixt, localitățile mici trimițând numai ape uzate în colectorul de evacuare, chiar dacă acesta face parte dintr-o rețea unitară.

La industriile legate la rețeaua publică și cu posibilități de descărcare separată a apelor meteorice sau la cele cu ape uzate de diferite compoziții se prevede sistemul separativ.

7.3. DETERMINAREA DEBITULUI APELOR UZATE. CONDIȚII DE DESCĂRCARE A APELOR UZATE ÎN REȚEAUA DE CANALIZARE

Debitele apelor uzate se determină cu formule de aceeași formă ca în alimentări cu apă, cu următoarele observații: - se multiplică cu 0,8 debitele din alimentări cu apă; - clădirile publice sau unitățile industriale, agrozootehnice etc. cu un debit de ape uzate de cel puțin 10 l/s se consideră ca suprafețe independente cu debit separat concentrat.

De asemenea, la canalele circulare cu diametrul sub 500 mm sau cu alte secțiuni echivalente, executate din elemente care nu sunt etanșe (tuburi prefabricate) și care au extradosul bolții situat la cel puțin 0,5 m sub nivelul hidrostatic al apei subterane, se va adăuga la debitul de ape uzate un debit de infiltrație care, în lip-să de date mai exacte, se consideră de 0,5-1,0 l/s·km, conform STAS 1846-90.

Pentru a asigura funcționarea normală și durabilitatea construcțiilor și instalațiilor rețelilor de canalizare și ale stațiilor de epurare, precum și protecția personalului de exploatare și pentru a nu aduce prejudicii igienei și sănătății publice și a nu produce poluarea apelor, aerului și solului, la descărcarea în rețelele de canalizare a centrelor populate, apele uzate nu trebuie să conțină: - materiale în suspensie a căror cantitate, mărime și natură provoacă eroziuni, depuneri, înfundări sau stâneniri ale curgerii hidraulice normale (suspensii abrazive, lianți, păcură, ulei, grăsimi, substanțe care provoacă fenomene de coagulare, moloz, gunoi, cârpe, pansamente, resturi de la bucătărie etc.); - substanțe cu agresivitate chimică asupra materialelor folosite în mod obișnuit la construcția rețelilor de canalizare și stațiilor de epurare (ca cele menționate în STAS 3349/1-83 și STAS 3349/2-83 și altele); substanțe de orice natură sub formă plutitoare, în stare de suspensie, coloidală sau dizolvată care, în această stare sau prin evaporare, stânenesc exploatarea normală a canalelor și stațiilor de epurare sau provoacă împreună cu aerul atmosferic explozive (benzină, benzen, eter, cloroform, acetilenă, dicloretilenă, alte hidrocarburi clorurate, sulfură de carbon și alți solvenți, apă și nămol din generatoarele de acetilenă etc.); substanțe toxice sau alte substanțe nocive care, singure sau în amestec cu apa de canalizare, pot fi periculoase sănătății personalului de exploatare a canalizării; substanțe cu grad ridicat de pericolozitate, ca: pesticide organo-halogenate, organo-silice, organo-fosforice, organo-stanice, arsenice, mercur și compuși de mercur, benzipiren, benzantracen și compușii lor, precum și alte substanțe cancerigene etc.; deșeuri radioactive în soluție sau suspensie care se pot concentra pe conducte, în mediu sau organisme, putând afecta starea de

sănătate a populației; substanțe care, singure sau în amestec cu apa de canalizare, pot degaja mirosuri, poluând mediul înconjurător (mercaptan, hidrogen sulfurat etc.); substanțe colorante care să modifice culoarea apei din cursurile de apă receptoare.

În ultimul cămin al canalizării interioare a folosinței sau incintei canalizate, înainte de deșurarea în rețeaua de canalizare a centrului populat, apele uzate trebuie să îndeplinească, conform normativului NTPA 002-97, condițiile de calitate re-date în tabelul 7.1, cu scopul de a asigura desfășurarea normală a proceselor de epurare din apele de canalizare.

În cazurile în care, pe colectorul rețelei de canalizare a localității în punctul de racord al folosinței curge în permanență un debit care asigură diluarea cores-

Tabelul 7.1

Condiții de calitate a apelor uzate pentru protejarea rețelei de canalizare și a personalului de exploatare a acesteia

Indicatorul de calitate	U.M.	Valorile limită admisibile	Metoda de analiză ***
Temperatura	°C	40	-
Concentrația ionilor de hidrogen (pH)	unit pH	6,5-8,5	STAS 8619/3-90
Materii în suspensie	mg/dm ³	300	STAS 6953-81
Consum biochimic de oxigen la 5 zile (CBO ₅)	mg/dm ³	300	STAS 6560-82
Consum chimic de oxigen - metoda cu bicromat de potasiu (CCO-Cr) [*]	mg/dm ³	500	SR ISO 6060/96
Azot amoniacal (NH ₄ ⁺)	mg/dm ³	30	STAS 8683-70
Fosfor total (P)	mg/dm ³	5,0	STAS 10064-75
Cianuri (CN ⁻)	mg/dm ³	0,5	STAS 7685-79
Sulfuri și hidrogen sulfurat (S ²⁻)	mg/dm ³	0,5	STAS 7510-66
Sulfizi (SO ₃ ²⁻)	mg/dm ³	10	STAS 7661-89
Sulfați (SO ₄ ²⁻)	mg/dm ³	400	STAS 8601-70
Fenoli antrenabili cu vapori de apă (C ₆ H ₅ OH)	mg/dm ³	30	STAS 7167-92
Substanțe extractibile cu eter de petrol	mg/dm ³	20	STAS 7587-96
Detergenți sintetici anion activi biodegradabili	mg/dm ³	30	SR ISO 7875/96
Plumb (Pb ²⁺)	mg/dm ³	0,5	STAS 8637-79
Cadmium (Cd ²⁺)	mg/dm ³	0,1	SR ISO 5961/93
Crom trivalent (Cr ³⁺)	mg/dm ³	1	STAS 7884-91

Crom hexavalent (Cr^{6+})	mg/dm ³	0,1	STAS 7884-91
Cupru (Cu^{2+})	mg/dm ³	0,1	STAS 7795-80
Nichel (Ni^{2+})	mg/dm ³	1	STAS 7987-67
Zinc (Zn^{2+})**	mg/dm ³	1	STAS 8314-87
Mangan (Mn^{2+})	mg/dm ³	1	STAS 8662-70
23 Clor liber (Cl_2)	mg/dm ³	1	STAS 8364-78

* Valoarea concentrației CCO-Cr este condiționată de respectarea raportului CBO_5/CCO mai mare sau egal cu 0,4. Pentru verificarea acestei condiții, vor putea fi utilizate și rezultatele determinării consumului chimic de oxigen, prin metoda cu permanganat de potasiu, urmărind cunoașterea raportului $\text{CCO-Mn}/\text{CCO-Cr}$, caracteristic apei uzate.

** Pentru localitățile a căror apă de alimentare din rețeaua de distribuție conține zinc în concentrație mai mare de 1 mg/dm³, se va accepta aceeași valoare și la evacuare.

*** Metoda de analiză va fi una corespunzătoare standardului în vigoare.

punzătoare a apelor uzate evacuate de acesta, unitatea care exploatează și administrează rețelele de canalizare a localităților vor putea stabili, de la caz la caz, condițiile de evacuare care să țină seama de diluția realizată. Utilizatorii de apă care se racordează la rețeaua de canalizare sunt obligați să amenajeze căminul de racord corespunzător cu necesitățile de protejare a construcției și cu respectarea condițiilor de salubritate și igienă pentru mediul înconjurător.

În cazul în care în apa uzată se găsesc mai multe metale grele din cele menționate în tabel, suma concentrațiilor lor nu trebuie să depășească valoarea de 1,0 mg/dm³, dacă se găsesc doar metale grele, precum nichel, zinc și/sau mangan, suma concentrațiilor acestora nu va depăși valoarea de 2,0 mg/dm³.

Unitățile care exploatează și administrează rețelele de canalizare și stații de epurare, împreună cu proiectantul care deține răspunderea realizării parametrilor proiectați și avizați și, după caz, prin implicarea cercetării tehnologice care a fundamentat soluția de proiectare vor stabili, în funcție de condițiile specifice locale, limite și pentru alți indicatori, ținând seama de prescripțiile generale de evacuare și, când este cazul, și de efectul cumulat al unor agenți corosivi și toxici, asupra rețelei de canalizare și instalațiilor de epurare.

Apele cu temperaturi mai ridicate de 40°C pot să deterioreze îmbinările canalelor, să producă dilatații ale materialelor diferite de cele luate în considerare la proiectare și să provoace aburi în cantități mari. La temperaturi ridicate sunt activate procesele de mineralizare a substanțelor organice, cu consum de oxigen mai mare decât cel rezultat din dizolvarea acestuia din aer și cu fenomene de fermentare anaerobă și degajare de hidrogen sulfurat. De asemenea, din apele cu temperaturi ridicate se separă lichidele mai ușoare,

deoarece se micșorează vâscozitatea apei și scade astfel și vâscozitatea lichidelor conținute în aceasta.

Grăsimile provoacă înmuierea betonului, prin extragerea de către calciu din beton a acizilor grași și formarea unei sări de calciu lubrifiantă. De asemenea, grăsimile permit dezvoltarea unor microorganisme, stânjenesc procesele de epurare și se depun pe pereții canalelor micșorând secțiunea de curgere.

Substanțele toxice în concentrații mari sunt periculoase pentru personalul de exploatare și întârzie sau opresc procesele de epurare.

Concentrații de fenoli mai mari de 50 mg/dm³ complică procesele biologice de epurare.

Se recomandă a nu se evacua în canalizare ape cu un bogat conținut de substanțe recuperabile în mod economic (ape bogate în fibre celulozice, xilon, azbest etc.).

Descărcarea apelor uzate în rețelele de canalizare a centrelor populate se face numai în baza acceptului scris dat de întreprinderea de exploatare a canalizării și stației de epurare și al contractului economic încheiat cu aceasta, cerându-se și avizul organelor sanitare.

După obținerea acceptului este obligatorie obținerea acordului de gospodărirea apelor conform prevederilor date de Legea apelor nr. 107/1996 și Legea protecției mediului nr. 137/1995.

Dacă nu îndeplinesc condițiile cerute, apele uzate trebuie epurate înainte de descărcare în rețelele de canalizare, iar dacă condițiile de descărcare nu pot fi respectate în condiții economice se pot solicita derogări de la forul tutelar al între-prinderii de exploatare cu avizul Companiei Naționale "Apele Române" și a Agenției de Protecția Mediului.

7.4. DETERMINAREA DEBITULUI APELOR METEORICE

Debitul apelor meteorice care provin din precipitații atmosferice (din ploi) Q_m se determină, într-o secțiune a unui canal, cu relația:

$$Q_m = i \cdot m \sum S \cdot \Phi, \quad (7.1)$$

în care: i este intensitatea normată a ploii de calcul de durată t_p corespunzătoare timpului celui mai mare necesar apei pentru a parcurge distanța din punctele de cădere până la secțiunea considerată, în l/s·ha; m - un coeficient de reducere, care ține seama de capacitatea de înmagazinare în timp a rețelei de canalizare, la începutul ploii apele ocupând numai o mică parte din secțiunea canalelor și de durata ploii de calcul t_p ; S - suprafața bazinului aferent

secțiunii considerate, în ha, iar Φ - coeficientul de scurgere corespunzător suprafeței S.

Intensitatea normată a ploii de calcul, i , se determină în funcție de durata t_p , de frecvența normată f și de curbele de intensitate pentru o egală frecvență a ploii.

Durata ploii de calcul t_p se consideră egală cu cea mai mare durată de scurgere t_s a apei din punctele de cădere până în secțiunea de calcul, considerându-se că atunci când cele două durate sunt egale rezultă debit maxim. Durata de scurgere t_s , în min, se determină din relația:

$$t_s = t_{cs} + t_c = t_{cs} + \frac{L}{60v_i}, \quad (7.2)$$

în care: t_{cs} este timpul de concentrare superficială a debitului, în funcție de felul rigolelor, relief, distanța până la primul recipient etc., în min, care se va considera de 1...3 min în zone de munte (pante medii $\geq 0,5$ %), 3...5 min în zone de deal (pante medii între 0,2 % și 0,5 %) și 5...12 min în zone de șes (pante medii $\leq 0,2$ %); t_c - timpul de scurgere în canale de la origine până în secțiunea de calcul, în min; L - lungimea canalului, în m, iar V_i - viteza inițială, în m/s, care se consideră de 0,7...1,0 m/s, iar după dimensionarea canalului se compară cu viteza

la plin V_p din acesta, diferența între ele trebuind să fie mai mică de 20 %.

Durata minimă a ploii de calcul se consideră de 5 min în zonele de munte, de 10 min în zona de deal și de 15 min în zona de șes.

Frecvența normată a unei ploi reprezintă numărul anual al ploilor de durată t_p a căror intensitate depășește intensitatea ploii de calcul, pentru care canalizarea asigură evacuarea apelor. În calcule nu se iau în considerare ploile torențiale excepționale, deoarece canalele ar funcționa cu capacitate maximă de transport la intervale mari de timp și ar necesita un cost de investiție exagerat.

Curbele de intensitate pentru o egală frecvență normată a ploii sunt date în STAS 9470-73 pentru 19 zone ale țării noastre, diagrama din fig.7.4 fiind pentru zona 13.

La proiectarea canalizărilor se iau în considerare frecvențele normate din tabelul 7.2, clasa de importanță a obiectului fiind dată în tabelul 7.3, iar categoria lucrărilor de canalizare fiind dată în tabelul 7.4, conform STAS 4273-83. Frecvențele normate mai mici se vor adopta pentru unități industriale sau centre popu-late mai importante.

Coeficientul m se introduce în calcule astfel: pentru canale având o durată de scurgere t_s mai mică sau egală cu 40 min, $m=0,8$, iar pentru canale având durata de scurgere t_s mai mare de 40 min, $m=0,9$.

Suprafața S, în ha, se delimitează pe planul de situație prin drepte trasate la egală distanță de canalele vecine, rambleuri de cale ferată, râuri, canale

artificiale, canale de gardă sau cumpene ale apelor și se determină prin planimetrare sau prin alte metode de calcul.

Tabelul 7.2

Frecvențele normate ale ploilor de calcul

Clasa de importanță a folosinței care se canalizează	Frecvența normată a precipitațiilor	
	Unități cu caracter economic (industriale, agrozootehnice etc.)	Unități cu caracter social (centre populate, cartiere etc.)
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

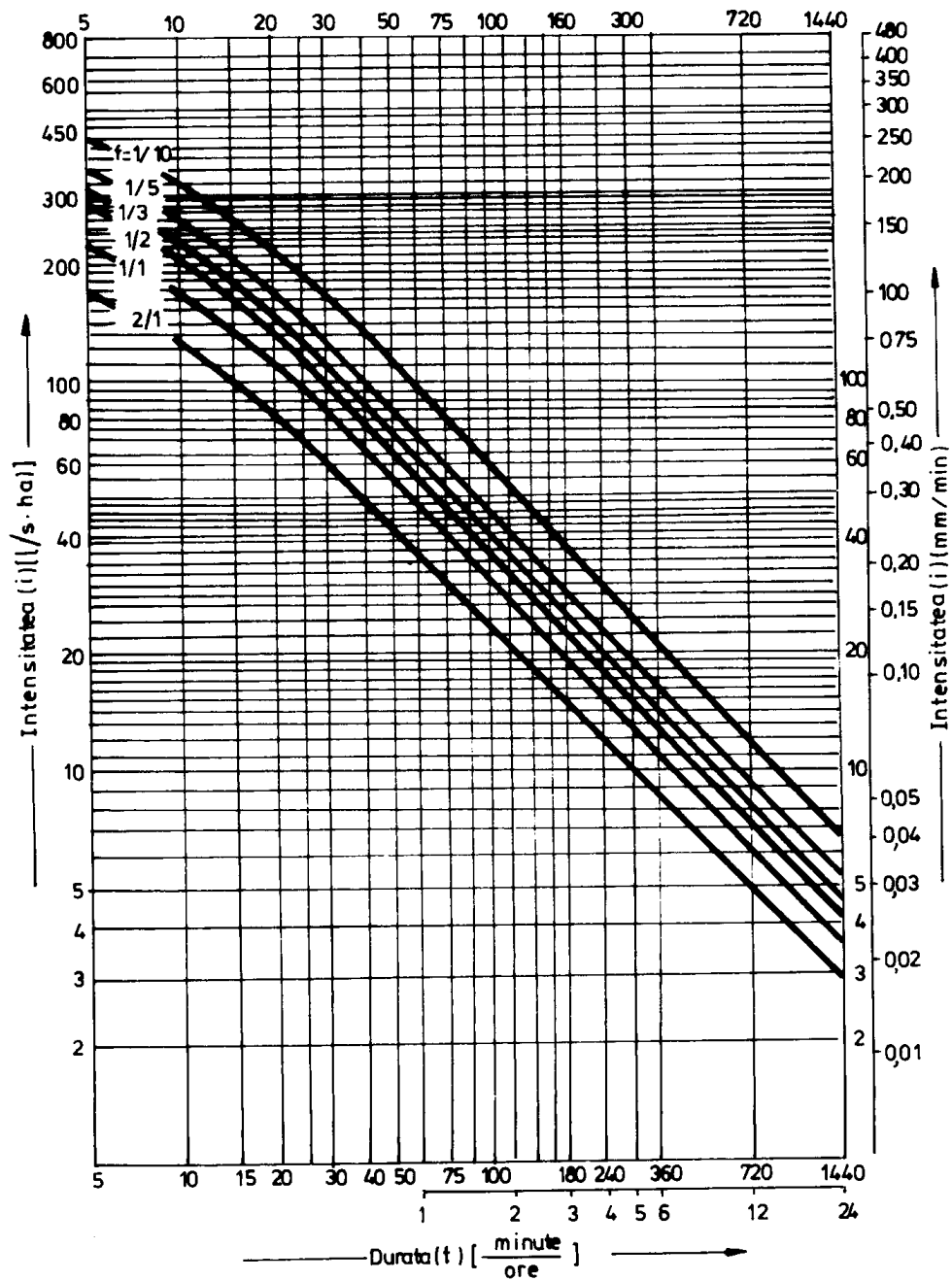


Fig. 7.4. Diagrama intensității ploii în zona 13.

Tabelul 7.3

Clasa de importanță a obiectului

Încadrarea construcțiilor hidrotehnice		Categoria construcțiilor hidrotehnice			
După durata de exploatare	După rolul funcțional	1	2	3	4
		Clasa de importanță a construcțiilor hidrotehnice			
Definitive	Principale	I	II	III	IV
	Secundare	III	III	IV	IV
Provizorii	Principale	III	III	IV	IV
	Secundare	IV	IV	IV	V

Observație: Pe bază de justificări corespunzătoare, canalizările de la localitățile rurale se pot încadra în clasa V de importanță.

Tabelul 7.4

Categoria lucrărilor de canalizare după importanța economică și socială

Importanța întreprinderii sau așezării omenești	Categoria lucrărilor
Canalizări la întreprinderi naționale (valoarea fondurilor fixe >500.000 lei)	3*
Canalizări la întreprinderi locale	4*
Canalizări la municipii cu peste 250 mii locuitori	2
Canalizări la municipii, centre industrializate și cu 50-250 mii locuitori	3*
Canalizări la municipii, centre industriale, culturale sau turistice importante și cu peste 10 mii locuitori	3 sau 4
Canalizări la alte localități urbane	4
Canalizări la localități rurale	4

Observație: * Pe bază de studii de inundabilitate și analize tehnico-economice, lucrările pot fi încadrate la o categorie imediat superioară numai în cazuri bine justificate.

Coeficientul de scurgere Φ se determină în funcție de prevederile schiței (planului) de sistematizare a localității care se canalizează, precum și de regimul de

construcție a diferitelor zone caracteristice (suprafața clădită și felul ei, suprafața plantată, pavată cu diferite pavaje, spații neclădite etc.) din relația:

$$\Phi = \frac{\sum S_i \cdot \Phi_i}{\sum S_i}, \quad (7.3)$$

Tabelul 7.5

Coeficienții de scurgere

Natura suprafeței	Coeficientul de scurgere Φ_i
Învelitori metalice, de ardezie, țiglă, sticlă	0,95
Terase asfaltate	0,85...0,90
Pavaje din asfalt, din piatră sau alte materiale cu rosturi umplute cu mastic	0,80...0,85
Pavaje din piatră cu rosturi umplute cu nisip	0,60...0,70
Drumuri din piatră spartă (macadam)	0,25...0,50
Drumuri împietruite	0,15...0,30
Terenuri de sport și grădini	0,10...0,20
Incinte și curți nepavate, neîmierbate	0,15...0,25
Terenuri agricole	0,05...0,15
Parcuri și suprafețe împădurite	0,05...0,10

Observație: Limitele superioare ale coeficienților se vor lua pentru pante mari.

în care: S_i reprezintă suprafețele componente ale localităților, Φ_i - coeficientul de scurgere corespunzător suprafețelor S_i , care se iau din tabelul 7.5, conform STAS 1846-90.

La densități de 30-250 loc/ha se poate considera $\Phi=0,20...0,45$. În orașele mari din țara noastră s-au considerat coeficienții de scurgere de 0,40...0,47.

Dacă la un canal rezultă un debit meteoric mai mare în secțiunea din amonte, ca debit de calcul se consideră acest debit, care nu se mai poate micșora pe parcurs până în secțiunea din aval.

Canalele care nu au suprafață aferentă se dimensionează la debitul meteoric din secțiunea din amonte.

POMPAREA APELOR DE SCURGERE

Apele uzate și meteorice se pot pompa la și în instalațiile de epurare, la vărsarea în emisar sau în cadrul rețelei de canalizare. În cazul vărsării în emisar, nivelul maxim al apelor recipientului natural se stabilește cu asigurarea de 1 %.

Amplasarea stațiilor de pompare se face în baza calculelor tehnico-economice, ținându-se seama de condiții sanitare, de condiții hidrogeologice, de planul de siste-

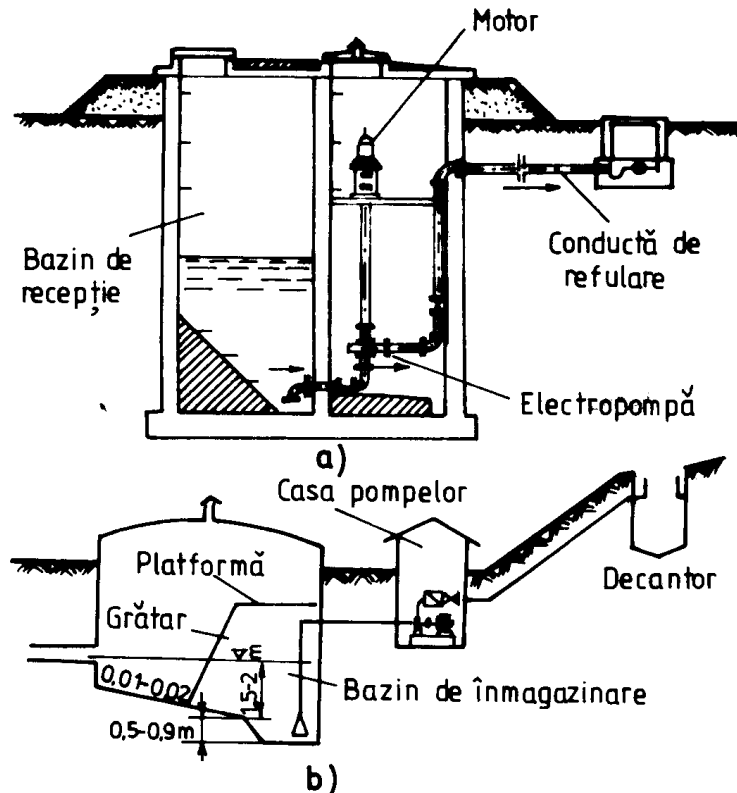


Fig. 8.1. Stații de pompare.

În plan, stățiile de pompare au formă circulară sau dreptunghiulară.

În stații mici de pompare (10.000...15.000 m³/zi), bazinul de recepție face corp comun cu casa pompelor, iar la stații mari bazinul de recepție este separat de casa pompelor.

În figura 8.1,a este prezentată o stație de pompare subterană prevăzută cu pompe cu ax vertical, iar în figura 8.1,b este prezentată o stație de pompare care ridică apa la instalațiile de epurare.

Bazinul de recepție primește apele de canalizare în stație uniformizând regimul de funcționare al pompelor și permițând înmagazinarea apelor până la punerea în funcțiune a pompelor de rezervă. La stațiile automatizate bazinul de recepție trebuie să înmagazineze debitul maxim orar pe timp de 2-10 minute, iar la stațiile neautomatizate acesta trebuie să înmagazineze apa uzată corespunzătoare volumului fluctual conform graficului de exploatare.

La determinarea volumului bazinului pentru apele meteorice se va lua în considerare hidrograful debitului acestor ape. Dacă hidrograful debitelor se consideră un triunghi echilateral ABC (fig. 8.2,a) în care $AC=2t_s=2t_p$ și $BD=Q$, segmentul

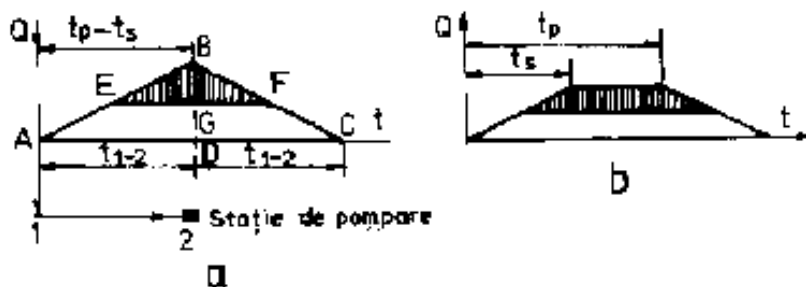


Fig. 8.2. Hidrograful debitelor.

DG reprezintă debitul pompat, iar suprafața hașurată *BEF* corespunde volumului bazinului.

Se obține volumul maxim de bazin când hidrograful debitelor este un trapez (fig. 8.2,b).

Bazinele de recepție se construiesc din zidărie de cărămidă, din beton sau din beton armat. Bazinele circulare se pot executa în terenuri cu ape subterane prin coborâre în cheson deschis. Se prevăd cu o conductă de apă sub presiune, cu orificii pentru spălarea periodică a depunerilor de pe pereți și radier și cu instalații de ventilație dacă sunt închise. Bazinele de recepție pentru ape meteorice se pot prevedea chiar în depresiuni cu maluri taluzate și pereate.

8.2. CASA POMPELOR

Casa pompelor este clădirea care poate adăposti: agregatele pompă-motor electric, instalațiile hidraulice, echipamentul electric, dispozitivele pentru manevrarea pieselor grele în timpul execuției și exploatării, instalațiilor de ventilație și de încălzire, precum și încăperile auxiliare.

Hala mașinilor se dimensionează în funcție de spațiul necesar demontării, întreținerii și revizuirii agregatelor și conductelor, conform STAS 12594-87. Tipul și caracteristicile pompelor se stabilesc în funcție de înălțimea totală de pompare, de debitul pompat, de domeniul de utilizare a pompelor recomandat de cel ce le fabrică, de curba caracteristică a pompelor, de curba de funcționare a conductelor, de eventuala extindere a stației.

Pentru debite mici de ape uzate se pot folosi pompele ACV a căror caracteristici sunt prezentate în tabelul 8.1, care sunt centrifuge monoetajate în construcție verticală, iar pentru debite mari se pot folosi pompe centrifuge cu ax orizontal (Siret, NDS, Brateș) sau pompe axiale cu ax vertical (DV, DVR).

Dacă sunt în lucru până la 3 pompe, se mai prevede una de rezervă, iar la 4-7 pompe în lucru se mai prevăd două pompe de rezervă.

Pentru evidența debitelor pompate și indicarea nivelurilor apei din bazinul de recepție se prevăd aparate de măsurat.

Proiectul de execuție al stației de pompare trebuie să cuprindă măsurile de protecția muncii și prevederile din reglementările specifice care trebuie respectate de executant și beneficiar în timpul execuției și exploatării, iar instrucțiunile de exploatare trebuie să conțină toate operațiile pe care trebuie să le efectueze personalul stației.

Tabelul 8.1

Pompe ACV

Denumirea pompei	Q, în m ³ /h	H, în m	Electromotor	
			n, rot/min.	P, în kW
ACV 50-15	16	15	1.500	3
ACV 50-15 D	16	15	1.500	3
ACV 50-32	16	32	1.500	7,5
ACV 50-32 D	16	32	1.500	7,5
ACV 65-15	28	15	1.500	4
ACV 65-15 D	28	15	1.500	4
ACV 80-32	50	32	1.500	17
ACV 80-32 D	50	32	1.500	17
ACV 100-15	90	15	1.500	10
ACV 100-15 D	90	15	1.500	10
ACV 150-32	160	32	1.500	45
ACV 150-32 D	160	32	1.500	45
ACV 200-15	280	15	1.500	30
ACV 200-15 D	280	15	1.500	30
ACV 350-15	900	15	750	55

CAPITOLUL 9

EPURAREA APELOR UZATE

Înainte de vărsarea în ape de suprafață (pârâuri, râuri, fluvii, lacuri naturale, canale amenajate, iazuri, lacuri artificiale, mări), în ape subterane, în terenuri cu soluri care permit irigații sau infiltrații sau în depresiuni cu scurgerea asigurată în condiții naturale, apele uzate trebuie în general epurate.

9.1. COMPOZIȚIA APELOR DE SCURGERE ȘI PROCESELE DE MINERALIZARE

Apele uzate conțin substanțe minerale (nisipuri, particule de argilă etc.) și diferite substanțe organice de origine vegetală (resturi de plante, fructe, legume, grăsimi etc.) sau de origine animală (dejecții). Toate acestea se găsesc în stare ne-dizolvată (suspensii, emulsii, spumă), cu dimensiuni mai mari de 10^{-4} mm, în stare coloidală cu dimensiuni de 10^{-4} - 10^{-6} mm sau în stare dizolvată cu dimensiuni de 10^{-6} - 10^{-7} mm. Gaze, ca: H_2S , CO_2 etc. se găsesc dizolvate în apele uzate. Pentru localitățile mai puțin industrializate, cantitatea totală de substanțe în suspensie este de 65 g/om·zi, iar pentru localitățile industrializate de 80 g/om·zi.

La un debit zilnic mediu specific al necesarului de apă de 150 l/om·zi, apele uzate menajere conțin în medie 42 % substanțe minerale și 58 % substanțe organice.

Apele meteorice conțin impurități antrenate în cădere în aer (gaze, praf, fum, funingine, substanțe din gazele de ardere etc.) și în scurgere pe teren (praf și nisip de pe străzi, produse petrolifere de pe teritoriile rafinăriilor de petrol, praf de cărbune de la depozitele de cărbune, diferiți compuși chimici de la industriile chimice etc.).

În diferite puncte ale rețelei de canalizare cantitatea de substanțe din apele de scurgere variază, deoarece acestea se pot dizolva, fărâmița sau aglomera.

Când apele de scurgere sunt în repaus sau se mișcă cu viteză mică, multe substanțe nedizolvate și coloidale se depun sub formă de nămol, iar substanțele

ușoare (grăsimi, petroluri, uleiuri etc.) se pot ridica la suprafață.

Nămolul format după două ore de decantare conține în medie 97,5 % apă și 2,5 % substanțe uscate în greutate, prin micșorarea umidității de la 97,5 % la 95 %, volumul reducându-se în raportul:

$$\frac{100 - 97,5}{100 - 95} = \frac{1}{2},$$

adică de două ori.

Această relație de reducere a volumului este valabilă numai până la gradul de umiditate de 75...80 % când nămolul trece în stare poroasă.

Nămolul din decantorul primar, numit **proaspăt** sau **umed**, constă dintr-un lichid de culoare cenușie cu greutatea specifică de 1,004...1,01 daN/dm³ ce conține 70...75 % substanțe organice și 25...30 % substanțe minerale. Substanțele organice din acest nămol constau din: substanțe grase până la 30 %, celuloză până la 37 %, azot până la 3,5 %, fosfor până la 1,7 %, potasiu până la 0,2 % etc., ultimele trei dintre elemente caracterizând nămolul ca un îngrășământ bun. Nu se recomandă folosirea nămolului proaspăt ca îngrășământ, deoarece conține substanțe grase care pot încleia particulele solului ce se îngrășă, iar bacteriile patogene și viermii intestinali din el reprezintă o sursă de infecție permanentă.

Într-un mm³ de apă de scurgere se pot găsi sute de milioane de bacterii, care după necesarul de substanțe nutritive se împart în autotrofe, heterotrofe și paratofe. Bacteriile autotrofe își procură carbonul și azotul necesar vieții din combinațiile de carbon și de azot din aer sau din substanțe minerale, din această categorie făcând parte bacteriile de nitrificare și de denitrificare. Bacteriile heterotrofe și procură carbonul numai din compuși organici iar azotul din compuși organici sau din substanțe minerale. Bacteriile saprofite (saproso înseamnă putred) care pot provoca îmbolnăviri numai în condiții speciale sunt heterotrofe. Din categoria bacteriilor paratofe fac parte bacteriile patogene (pathos înseamnă suferință), care generează boli și își procură hrana numai din substanțe organice.

Prezența substanțelor minerale în apele de scurgere și în nămolul proaspăt nu este supărătoare pentru sănătate și nici atât de dăunătoare ca cele organice, însă acestea cumulate pot produce dificultăți în desfășurarea activității la locul de muncă sau pot împiedica circulația, iar săruri ca cele de fier pot afecta prin precipitare procesele de epurare la filtre biologice și la bazine de aerare. Substanțele organice, însă, conțin ca elemente de bază: carbon, azot, sulf și fosfor, elemente nestabile care se descompun sau se mineralizează continuu

sub influența unor factori chimici și biochimici, transformându-se în elemente mai simple care nu mai putrezesc (gaze, apă și săruri minerale). Procesele de mineralizare se datoresc numai în mică măsură factorilor chimici, activitatea biologică a microorganismelor reprezentând factorul principal și pot fi aerobe sau anaerobe.

Procesele biochimice aerobe (de oxidare) constau din mineralizarea substanțelor organice în stare coloidală și dizolvată din apele de scurgere și în unele cazuri din nămolurile proaspete, prin oxidare rapidă în prezența bacteriilor aerobe care consumă oxigen din aer și din apă. Într-o primă fază, care în cazul apelor uzate menajere la temperatura de 20°C începe în prima zi și ține 20 zile, se descompun compușii carbonului organic, rezultând carbonați, bioxid de carbon și apă, iar din azotul organic rezultă carbonat de amoniu și amoniac. După 10-11 zile de la începerea acestei faze începe faza a doua, zisă de nitrificare, care ține 70- 100 zile, timp în care se mineralizează compușii azotului, rezultând prin oxidare din amoniac, sub acțiunea bacteriilor de nitrificare mai întâi azotiți și apoi azotați. Din descompunere mai iau naștere și sulfati și fosfati. În timpul procesului de mineralizare aerobă, care se desfășoară foarte repede, apa în care se află substanța organică nu devine rău mirositoare și nu capătă aspect de putrezire. Consumul de oxigen, în mg, pentru oxidarea substanțelor organice dintr-un litru de apă la temperatura de 20°C, a fost denumit **consum biochimic** de oxigen (CBO). Pentru apa menajeră CBO în primele 5 zile adică CBO₅ corespunde la 68 % din CBO_{total}, iar cu aproximație CBO₂₀ reprezintă CBO_{total}. Pentru localități mai puțin industrializate CBO₅=54 g/om·zi, iar pentru localități industrializate reprezintă CBO₅=75 g/om·zi.

Procesele biochimice anaerobe (de reducere) constau din mineralizarea substanțelor organice din nămolul proaspăt și în unele cazuri din apa de canalizare, prin reducerea oxigenului conținut de acestea, în prezența bacteriilor anaerobe, care își procură oxigenul necesar din descompunerea unor substanțe oxidate existente (carbonați, nitriți, nitrați, sulfati) și din substanțele organice. În procesul de denitrificare se dezintegrează nitriții și nitrați produși în medii lipsite de oxigen, sub acțiunea bacteriilor de denitrificare, eliberându-se oxigen și azot. Fermentarea acidă sau alcalină a nămolului proaspăt poate avea loc anaerob sub acțiunea fermentilor (bacterii cu enzimele secretate) iar procesele de putrefacție pot avea loc tot anaerob sub acțiunea bacteriilor de putrefacție.

În cazul fermentării acide, caracterizată printr-o reacție acidă (pH=5...6), se formează spumă, acizi organici (acetic sau butiric) și se degajă gaze ca: amoniac, hidrogen sulfurat, bioxid de carbon și în concentrații foarte mici gaz metan. La temperatura de 15°C, această fermentare durează circa 5 luni. Rezultând un nămol consistent, de culoare galbenă, greu de uscat, în cantitate puțin redusă față de cea inițială și cu miros respingător, se caută să se evite în tehnică această fermentare.

În cazul fermentării alcaline, numită și metanică și caracterizată printr-o reacție alcalină ($pH=7,2\ldots7,8$), se degajă gaze ca: metan (60-70 %), bioxid de carbon (30-40 %) și cantități neînsemnate de azot, oxigen și hidrogen sulfurat. La temperaturi de 30-35°C această fermentare este mezofilă, iar la temperaturi de 45...55°C este termofilă. În tehnică se folosește fermentarea mezofilă. În urma fermentării alcaline rezultă din depunerile proaspete un nămol fluid de structură granuloasă, de culoare neagră (datorită substanțelor gunoioase și sulfurii de fier), fără acizi grași și cu miros nerespingător de ceară roșie și de asfalt, care se poate pompa și usca ușor. Volumul nămolului fermentat este de 2-3 ori mai mic decât volumul nămolului proaspăt, datorită micșorării umidității și transformării unei părți din substanțele organice în gaze. Acest nămol poate fi folosit ca îngrășământ după o prealabilă uscare. În tehnică aceasta este fermentarea normală a nămolului proaspăt. Dacă nămolul ar fi lăsat să fermenteze singur, s-ar dezvolta întâi fermentarea acidă și după terminarea acesteia cea metanică. Asigurarea unui proces normal al fermentării metanice necesită un raport anumit între cantitatea de depuneri proaspete și cantitatea de depuneri supuse fermentării, amestecarea celor două feluri de depuneri și menținerea temperaturii optime a procesului.

În unele cazuri se prevede fermentarea anaerobă a apelor uzate cu $CBO_5 > 1.000 \text{ mg/l}$ din industria alimentară.

Fenomenele de putrefacție pot avea loc tot anaerob sub influența bacteriilor de putrefacție.

Solul și apele au proprietatea de a reduce sau de a distruge substanțele organice, substanțele minerale și bacteriile, proprietate numită autoepurare.

9.2. CONDIȚII DE EVACUARE ÎN CURSURILE DE APĂ

Apele uzate trebuie evacuate în aval de localități, în bazine naturale de apă (râu, lac, mare) cu condiția de a păstra apei de suprafață salubritatea necesară sănătății publice, pisciculturii și altor întrebuințări. După amestecul apelor uzate cu apele cursului natural, în funcție de cantitatea și calitatea apelor uzate și de caracteristicile râului: prezența oxigenului, temperatura apei, prezența substanțelor toxice, prezența bacteriilor etc. începe procesul de autoepurare. Microflora cursului natural de apă transformă substanțele organice în substanță vegetală vie și favorizează înmulțirea microfaunei, care la rândul ei servește drept hrană pentru pești. Micro-fauna consumă și direct substanțe organice, distrugând în același timp bacteriile.

Impurificarea cursurilor naturale de apă și lipsa oxigenului pot duce la:

- modificarea proprietăților organoleptice, fizice, chimice, bacteriologice, biologice ale acestora;
- împiedicarea folosirii apei acestora în alimentări cu apă și irigații;
- împiedicarea continuării vieții în apa acestora, deci distrugerea pisciculturii;
- producerea de gaze rău mirositoare datorită fermentării anaerobe ce începe în momentul în care s-a consumat tot oxigenul dizolvat;
- distrugerea peisajului turistic, deci și a posibilităților de odihnă pe malul lor.

La stabilirea posibilităților de evacuare a apelor de scurgere se vor studia în mod obligatoriu următoarele măsuri:

- Micșorarea cantităților de ape de scurgere provenite de la industrii, prin reutilizarea acestor ape în procesul tehnologic la aceeași industrie sau la unități industriale vecine.

- Reducerea gradului de impurificare a apelor de scurgere industriale prin adoptarea procedeelor tehnologice perfecționate sau raționalizarea celor existente (în vederea reducerii la maximum a pierderilor de materii prime, semifabricate și finite, care impurifică apele rezultate din procesele tehnologice); prin utilizarea în procesele tehnologice a substanțelor care conduc la o nocivitate cât mai redusă a apelor de scurgere, care rezultă din aceste procese; prin recuperarea substanțelor valorifica-bile din apele de scurgere și prin folosirea posibilităților de neutralizare reciprocă la aceeași unitate industrială sau la întreprinderi industriale vecine.

- Valorificarea apelor de scurgere prin utilizarea lor în irigații.
- Uniformizarea debitelor și a concentrațiilor mari ale apelor de scurgere în scopul evitării șocurilor la evacuarea în cursuri de apă.

Apele de suprafață se împart în trei categorii de calitate, conform STAS 4706-88.

- *Categoria I* cuprinde apele de suprafață folosite pentru alimentarea centralizată cu apă potabilă, pentru alimentarea cu apă a unor procese tehnologice, pentru alimentarea centralizată cu apă a unităților de creștere a animalelor, pentru alimentarea centralizată cu apă a întreprinderilor din industria alimentară și din alte ramuri de activitate care necesită o apă de calitate a celei potabile, pentru alimentarea cu apă a anumitor culturi irigate, pentru reproducerea și dezvoltarea salmonidelor, pentru alimentarea cu apă a amenajărilor piscicole salmonicole, pentru ștranduri organizate și pentru baze nautice construite.

- *Categoria a II-a* cuprinde apele de suprafață utilizate pentru reproducerea și dezvoltarea fondului piscicol natural din apele de șes, pentru alimentarea cu apă a unor procese tehnologice industriale, pentru scopuri urbanistice și pentru scopuri de agrement.

- *Categoria a III-a* cuprinde apele de suprafață utilizate pentru alimentarea cu apă a sistemelor de irigații, pentru alimentarea cu apă a industriilor pentru

scopuri tehnologice și pentru satisfacerea altor folosințe nemenționate la categoriile de calitate I și a II-a.

Categoria de calitate pentru apa de suprafață destinată alimentării cu apă se referă la apa din sursă, înainte de tratare, iar cu acordul Ministerului Sănătății și Ministerului Tineretului și Sportului, bazinele nautice naturale se pot amplasa și în ape de categoria a III-a.

În tabelul 9.1 se prezintă valorile limită pentru caracteristicile de calitate ale apei de suprafață, conform STAS 4706-88.

Tabelul 9.1

Valorile limită pentru caracteristicile de calitate ale apei de suprafață

Nr. crt.	Caracteristici	Categoria			Metoda de analiză
		I	II	III	
1	2	3	4	5	6
Caracteristici chimice					
1	Amoniu (NH_4^+), mg/dm ³ , max.	1	3	10	STAS 8683-70
2	Amoniac (NH_3), mg/dm ³ , max.	0,1	0,3	0,5	STAS 8683-70
3	Argint (Ag^+), mg/dm ³ , max.	0,01			STAS 8190-68
4	Arsen (As), mg/dm ³ , max.	0,01			STAS 7885-67
5	Azotați (NO_3^-), mg/dm ³ , max.	10	30	nu se normează	STAS 8900/1-71
6	Azotiți (NO_2^-), mg/dm ³ , max.	1	3	nu se normează	STAS 8900/2-71
7	Bariu (Ba^{2+}), mg/dm ³ , max.	1,0			STAS 10258-75
8	Dioxid de carbon liber, mg/dm ³ , max.	50			STAS 3263-61
9	Cadmiu (Cd^{2+}), mg/dm ³ , max.	0,003			STAS 7852-80
10	Calciu (Ca^{2+}), mg/dm ³ , max.	150	200	300	STAS 3662-90
11	Cianuri (CN^-), mg/dm ³ , max.	0,01			STAS 7685-79
12	Clor rezidual liber (Cl_2), mg/dm ³ , max.	0,005			STAS 6364-78
13	Cloruri (Cl^-), mg/dm ³ , max.	250	300	300	STAS 8663-70
14	Cobalt (Co^{2+}), mg/dm ³ , max.	1			STAS 8288-69
15	Concentrația ionilor de hidrogen	6,5...8,5			STAS 8619/3-90

	(pH)		
16	Crom trivalent (Cr), mg/dm ³ , max.	0,5	STAS 7884-91
17	Crom hexavalent (Cr), mg/dm ³ , max.	0,05	STAS 7884-91
18	Cupru (Cu ²⁺), mg/dm ³ , max.	0,05	STAS 7795-80
19	Detergenți anionactivi, mg/dm ³ , max.	0,5	STAS 7576-66

1	2	3	4	5	6
20	Fenoli antrenabili cu vapori de apă (C ₆ H ₅ OH), mg/dm ³ , max.	0,00 1	0,02	0,05	STAS 7167-92
21	Fier total (Fe ²⁺), mg/dm ³ , max.	0,3	1	1	STAS 8634-70
22	Fluor (F ⁻), mg/dm ³ , max.	0,5*			STAS 8910-71
23	Fosfor (P), mg/dm ³ , max.	0,1			STAS 10064-75
24	Hidrocarburi policiclice aromatice, mg/dm ³ , max.	0,0002			
25	Hidrogen sulfurat și sulfuri (S ²⁻), mg/dm ³ , max.	lipsă	lipsă	0,1	STAS 7510-66
26	Magneziu (Mg ²⁺), mg/dm ³ , max.	50	100	200	STAS 6674-77
27	Mangan (Mn ²⁺), mg/dm ³ , max.	0,1	0,3	0,8	STAS 8662-70
28	Mercur (Hg ²⁺), mg/dm ³ , max.	0,001			STAS 8014-79
29	Molibden (Mo), mg/dm ³ , max.	0,05			STAS 11422-84
30	Nichel (Ni ²⁺), mg/dm ³ , max.	0,1			STAS 7987-67
31	Oxygen dizolvat în apă (O ₂), mg/dm ³ , min.	6	5	4	STAS 6536-88
32	Pesticide: - erbicide: - triazine, mg/dm ³ , max. - triazinone, mg/dm ³ , max. - toluidine, mg/dm ³ , max. - insecticide: - organoclorurate, mg/dm ³ , max. - organofosforice - organometalice - nitroderivați (dinitro-ortocrezol, dinitro-sec-butifenol)	0,001 0,001 0,0001 lipsă 0,001 0,001 lipsă lipsă			STAS 12650-88

33	Plumb (Pb ²⁺), mg/dm ³ , max.	0,05			STAS 8637-79
34	Produse petroliere, mg/dm ³ , max.	0,1			STAS 7877-87
35	Reziduu filtrabil uscat la 105 °C, mg/dm ³ , max.	750	1.000	1.200	STAS 9187-84
36	Seleniu, mg/dm ³ , max.	0,01			STAS 12663-88
37	Sodiu (Na ⁺), mg/dm ³ , max.	100	200	200	STAS 8295-69
1	2	3	4	5	6
38	Substanțe organice	5	7	12	STAS 6560-82
	a) consum biochimic de oxigen (CBO ₅), mg/dm ³ , max.				
	b) consum chimic de oxigen (CCO), mg/dm ³ , max.				
	-prin metoda cu permanganat de potasiu				
	-prin metoda cu dicromat de potasiu	10	15	25	STAS 9887-74
		10	20	30	STAS 6954-82
39	Sulfai (SO ₄ ²⁻), mg/dm ³ , max.	200	400	400	STAS 8601-70
40	Zinc	0,03			STAS 8314-87
Caracteristici fizice și organoleptice					
41	Temperatură, °C, max.	+30			STAS 6324-61
42	Transparență, m, min.	1,5			
43	Culoare	naturală			
44	Miros	natural			
Caracteristici microbiologice					
45	Bacterii coliforme totale, număr probabil/dm ³ , max.	20.000			STAS 3001-91

* Pentru apele de suprafață de categoria I de calitate utilizate la alimentarea centralizată cu apă potabilă se admite max. 1,2 mg/dm³.

9.3. DETERMINAREA GRADULUI DE EPURARE

Gradul (eficiența) de epurare exprimă reducerea încărcării substanțelor din apele uzate și se determină în funcție de substanțele în suspensie, de CBO_5 , de oxigenul dizolvat, de substanțele toxice, de reacție etc.

În funcție de substanțele în suspensie, gradul de epurare G , în procente, este dat de relația:

$$G = \frac{M - m}{M} \cdot 100, \quad (9.1)$$

în care: M este concentrația substanțelor în suspensie din apa de scurgere, în mg/l; m - concentrația admisibilă a substanțelor în suspensie din apa de scurgere la văr-sarea în râu, în mg/l, care se ia din tabelul 9.2 conform Normativului privind stabilirea limitelor de încărcare cu poluanți a apelor uzate evacuate în resursele de apă NTPA 001-1997.

Valoarea M , în mg/l, se adoptă ca la apele de scurgere similare sau se calculează din relația:

$$M = 1.000 \frac{a_1}{q}, \quad (9.2)$$

în care: a_1 este cantitatea de substanțe în suspensie din apa de scurgere, în g/om-zi, care se consideră de 65 g/om-zi; iar q - debitul zilnic maxim specific de apă evacuată, în l/om-zi.

Limitele maxime ale indicatorilor de calitate ai apelor uzate (m), stabilite în tabelul 9.2, sunt valabile în cazul resurselor de apă al căror debit-etalon de calcul - debitul mediu lunar minim anual cu probabilitatea de 95 % - este de cel puțin 3 ori mai mare decât debitul apelor uzate evacuate în acestea, cu excepția fluviului Dunărea.

Pentru grade de diluție sub 3 se vor reduce proporțional valorile limită prevăzute în tabelul 9.2, cu respectarea valorilor limită indicate în STAS 4706-1988, pentru cel puțin categoria a II-a de calitate (tabelul 9.1). Modul de calcul va ține seama de intervalul determinat de gradul de diluție 3:1, în care caz vor trebui respectate valorile, în apele uzate, corespunzătoare celor prevăzute în tabelul 9.2, considerate ca limită superioară a intervalului, și de valorile corespunzătoare gradului de diluție 1:1, considerate ca limită inferioară, situații în care se vor lua în calcul valorile indicate în STAS 4706-1988 pentru cel puțin categoria a II-a de calitate (tabelul 9.1).

Între limita superioară și limita inferioară a intervalului astfel determinat se consideră o variație liniară a valorilor limită calculate în funcție de gradul de diluție, care se poate extrapola și sub valori ale gradului de diluție de 1:1.

Apele uzate care se evacuează în resursele de apă nu trebuie să conțină:

- substanțe poluante cu grad ridicat de toxicitate;
- materii în suspensie, care ar putea produce depuneri în albie minore ale cursurilor de apă sau în cuvele lacurilor;
- substanțe care pot conduce la creșterea turbidității, formarea de suspensii sau schimbarea proprietăților organoleptice ale resurselor de apă față de starea naturală a acestora;
- apele uzate provenite de la spitale de boli infecțioase, sanatorii TBC, instituții de pregătire a preparatelor biologice (seruri și vaccinuri), de la unități zootehnice și abatoare nu pot fi evacuate în resursele de apă fără a fi supuse în prealabil dezinfecției.

Tabelul 9.2

Limite de încărcare cu poluanți a apele uzate evacuate în resursele de apă

Nr. crt.	Indicatorul de calitate	U.M.	Limite maxime admisibile	Metoda de analiză
1	2	3	4	5
A. Indicatori fizici				
1	Temperatura	°C	30	-
B. Indicatori chimici				
2	Concentrația ionilor de hidrogen (pH) Pentru fluviul Dunărea	unit. pH	6,5-8,5 6,5-9,0	STAS 8619/3-90
3	Materii totale în suspensie (MTS)	mg/dm ³	60,0	STAS 6953-81
4	Consum biochimic de oxigen la 5 zile (CBO ₅)	mg/dm ³	20,0	STAS 6560-82
5	Consum chimic de oxigen - metoda cu permanganat de potasiu (CCO-Mn)	mg/dm ³	40,0	STAS 9887-74
6	Consum chimic de oxigen - metoda cu bicromat de potasiu (CCO-Cr)	mg/dm ³	70,0	STAS 6954-82
7	Azot amoniacal (NH ₄ ⁺)	mg/dm ³	2,0	STAS 8683-70
8	Azot total (N)	mg/dm ³	10,0	STAS 7312-83
9	Azotați (NO ₃ ⁻)	mg/dm ³	25,0	STAS 8900/1-71

10	Azotiți (NO_2^-)	mg/dm ³	1,0	STAS 8900/1-71
11	Sulfuri și hidrogen sulfurat (H_2S)	mg/dm ³	0,1	STAS 7510-66
12	Sulfizi (SO_3^{2-})	mg/dm ³	1,0	STAS 7661-89
13	Fenoli antrenabili cu vapori de apă ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$)	mg/dm ³	0,05	STAS 7167-92
14	Substanțe extractibile cu eter de petrol	mg/dm ³	5,0	STAS 7587-66
15	Produse petroliere	mg/dm ³	1,0	STAS 7877-87
16	Fosfați (PO_4^{3-})	mg/dm ³	4,0	STAS 10064-75
17	Fosfor total (P)	mg/dm ³	1,0	STAS 10064-75
18	Detergenți sintetici anion activi, biodegradabili	mg/dm ³	0,5	STAS 7576-66

1	2	3	4	5
19	Arsen	mg/dm ³	0,05	STAS 7885-67
20	Aluminiu (Al^{3+})	mg/dm ³	8,0	STAS 9411-83
21	Calciu (Ca^{2+})	mg/dm ³	30,0	STAS 3662-90
22	Plumb (Pb^{2+})	mg/dm ³	0,2	STAS 8637-79
23	Cadmium (Cd^{2+})	mg/dm ³	0,1	STAS 7852-80
24	Crom trivalent (Cr^{3+})	mg/dm ³	1,0	STAS 7884-91
25	Crom hexavalent (Cr^{6+})	mg/dm ³	0,1	STAS 7884-91
26	Fier total ionic ($\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+}$)	mg/dm ³	5,0	STAS 8634-70
27	Cupru (Cu^{2+})	mg/dm ³	0,1	STAS 7795-80
28	Nichel (Ni^{2+})	mg/dm ³	0,1	STAS 7987-67
29	Zinc (Zn^{2+})	mg/dm ³	0,5	STAS 8314-87
30	Mercur (Hg^{2+})	mg/dm ³	0,005	STAS 8014-79
31	Argint (Ag^+)	mg/dm ³	0,1	STAS 8190-68
32	Fluoruri (F)	mg/dm ³	0,5	STAS 8910-71
33	Molibden (Mo^{2+})	mg/dm ³	0,1	STAS 11422-84
34	Seleniu (Se^{2+})	mg/dm ³	0,1	STAS 12673-88
35	Mangan (Mn^{2+})	mg/dm ³	1,0	STAS 8662-70

36	Magneziu (Mg^{2+})	mg/dm ³	100,0	STAS 6674-77
37	Cobalt (Co^{2+})	mg/dm ³	1,0	STAS 8288-69
38	Cianuri (CN^-)	mg/dm ³	0,05	STAS 7685-79
39	Clor liber (Cl_2)	mg/dm ³	0,05	STAS 6364-78
40	Cloruri (Cl^-)	mg/dm ³	500,0	STAS 8663-70
41	Reziduu filtrat la 105 °C	mg/dm ³	2.000,0	STAS 9187-84
C. Indicatori bacteriologici				
42	Bacterii coliforme totale	nr./100 cm ³	1 mil.	STAS 3001-91
43	Bacterii coliforme fecale	nr./100 cm ³	9.000	STAS 3001-91
44	Streptococi fecali	nr./100 cm ³	5.000	STAS 3001-91
45	Salmonella	nr./100 cm ³	Absent	STAS 3001-91

În funcție de CBO_5 , gradul de epurare G , în procente, este dat de relația:

$$G = \frac{L_{sc} - L_{ad}}{L_{sc}} \cdot 100, \quad (9.3)$$

în care: L_{sc} este CBO_5 al apelor de scurgere, în mg/l; L_{ad} - CBO_5 admisibil al apelor de scurgere la vărsare, în mg/l.

Valoarea L_{sc} , în mg/l, se adoptă ca la apele de scurgere similare sau se calculează din relația:

$$L_{sc} = 1.000 \frac{a_2}{q}, \quad (9.4)$$

în care: a_2 este CBO_5 al apelor de canalizare, în g/om·zi, care se consideră de 54 g/om·zi; iar q - debitul zilnic maxim specific de apă evacuată, în l/om·zi.

Valoarea L_{ad} , în mg/l, se determină pentru folosința de categoria I și a II-a din relația:

$$L_{ad} = \frac{a \cdot Q}{Q_{zimax}} (L_0 - L_r) + L_0 = \frac{a \cdot Q}{Q_{zimax}} \left(\frac{L_t}{10^{-k_1 \cdot t}} - L_r \right) + \frac{L_t}{10^{-k_1 \cdot t}}, \quad (9.5)$$

obținută din relația bilanțului produselor debit· CBO_5 :

$$Q_{zimax} \cdot L_{ad} + a \cdot Q \cdot L_r = (a \cdot Q + Q_{zimax}) \cdot L_0, \quad (9.6)$$

și din relația procesului consumului de oxigen în cursuri de apă de suprafață pentru oxidarea substanțelor organice în fază de carbon:

$$L_t = L_0 \cdot 10^{-k_1 \cdot t}, \quad (9.7)$$

în care: a este coeficientul de amestec corespunzător profilului considerat; Q - debitul de calcul al râului considerat ca debit mediu lunar minim cu asigurarea de 95 Î, în m^3/s ; Q_{zimax} - debitul maxim zilnic al apelor de scurgere, în m^3/s ; L_0 - CBO₅ al amestecului apei râului cu apa de scurgere în momentul evacuării apei de scurgere, în mg/l; L_r - CBO₅ al apei râului înainte de vărsarea apelor de scurgere, în mg/l; L_t - CBO₅ admis în profilul considerat, care se ia din tabelul 9.1; k_1 - constanta vitezei de consum a oxigenului, în zile⁻¹, care pentru apele menajere are valorile din tabelul 9.3; t - timpul de parcurgere de la evacuare până în profilul considerat, în zile.

Coeficientul de amestec a se determină din relația:

$$a = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}}{1 + \frac{Q}{Q_{zimax}} e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}}, \quad (9.8)$$

în care: e este baza logaritmilor naturali; α - coeficientul caracteristicilor hidraulice de amestec; L - distanța reală după talveg de la punctul de vărsare al apelor uzate până în secțiunea examinată, în m.

Tabelul 9.3

Valori ale constantei vitezei de consum a oxigenului

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

Coeficientul α se determină din relația:

$$\alpha = \xi \cdot \varphi \cdot \left(\frac{E}{Q_{zimax}} \right)^{\frac{1}{3}} = \xi \cdot \frac{L}{L'} \cdot \left(\frac{g \cdot h \cdot V}{2m \cdot C \cdot Q_{zimax}} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (9.9)$$

$$E = \frac{V}{\sqrt{h \cdot i}}, \quad (9.10)$$

în care: ξ este coeficientul care exprimă modul de evacuare al apelor uzate în râu, care se ia de 1,0 pentru evacuări în mal, de 1,5 pentru evacuări în zona de viteză maximă a râului și de 3,0 pentru evacuări prin dispersie; φ - coeficientul de sinuozitate al râului; E - coeficient al difuziei turbulente; L' - distanța în linie dreaptă între punctul de evacuare al apelor uzate și secțiunea examinată, în m; g - accelerația gravitației, în m/s^2 ; h - adâncimea medie a albiei râului pe distanța considerată, în m; V - viteza medie a râului pe distanța considerată, în m/s ; m - coeficientul lui Boussinesq pentru apă, care se ia de 22,3; iar C - coeficientul de rezistență din formula lui Chézy, în $m^{0,5}/s$, care se determină din relația:

$$C = \frac{V}{\sqrt{h \cdot i}}, \quad (9.11)$$

i fiind panta medie a râului.

Pentru folosințe de categoria a III-a se consideră $a=1$ și $L_0=12$ mg/l, deci:

$$L_{ad} = \frac{Q}{Q_{zi\max}} (12 - L_r) + 12. \quad (9.12)$$

În funcție de oxigenul dizolvat, gradul de epurare G , în procente, este dat de relația (9.3), valoarea L_{sc} adoptându-se ca la ape de scurgere similare sau calculându-se din relația (9.4), iar valoarea L_{ad} determinându-se din relația:

$$L_{ad} = \frac{a \cdot Q}{Q_{zi\max}} (L_0 - L_r) + L_0, \quad (9.13)$$

în care: a , Q și $Q_{zi\max}$ au semnificațiile de mai înainte.

În ipoteza asigurării cantității minime de oxigen în profilul de deficit maxim (critic) de oxigen D_{cr} , în toate celelalte profiluri cantitatea de oxigen fiind mai mare, dacă între profilul de evacuare și profilul de deficit critic sau de folosință nu mai intervine altă sursă de apă uzată, valoarea L_0 , în mg/l, se determină împreună cu valoarea t_{cr} , din relațiile:

$$D_{cr} = \frac{1,45k_1 \cdot L_0}{k_2 - k_1} (10^{-k_1 t_{cr}} - 10^{-k_2 t_{cr}}) + D_0 \cdot 10^{-k_2 t_{cr}}; \quad (9.14)$$

$$t_{cr} = \frac{\log \left\{ \frac{k_2}{k_1} \left[1 - \frac{D_0 \cdot (k_2 - k_1)}{1,45k_1 \cdot L_0} \right] \right\}}{k_2 - k_1}, \quad (9.15)$$

obținute prin impunerea condiției de maxim în timp a deficitului de oxigen din relația procesului de consum de oxigen și de completare a oxigenului prin reaerare în cursuri de apă de suprafață:

$$D_t = \frac{k_1 \cdot L_0}{k_2 - k_1} (10^{-k_1 t} - 10^{-k_2 t}) + D_0 \cdot 10^{-k_2 t}, \quad (9.16)$$

în care: D_{cr} este deficitul critic de oxigen, în mg/l; 1,45 - coeficientul de transformare a CBO_5 în CBO_{20} la temperatura de 20 °C; k_2 - constanta vitezei de dizolvare a oxigenului, în zile⁻¹, care se ia din tabelul 9.4; t_{cr} - timpul de parcurgere până la profilul de deficit critic, în zile; D_0 - deficitul de oxigen din apa râului în momentul evacuării apei de scurgere, în mg/l; D_t - deficitul de oxigen din apa cursului de suprafață după timpul t de la începerea procesului, în mg/l; iar t - timpul în care are loc procesul, în zile.

Valorile D_0 și D_{cr} , în mg/l, se determină din relațiile:

$$D_0 = O_s - O_r, \quad (9.17); \quad D_{cr} = O_s - O_{\min}, \quad (9.18)$$

în care: O_s este cantitatea de oxigen la saturație, în mg/l, care se ia din tabelul 9.5; O_r - cantitatea de oxigen din apa râului, înainte de vărsarea apelor de scurgere, în mg/l; iar O_{min} - cantitatea minimă de oxigen în apa râului, care se ia din tabelul 9.1.

Pentru determinarea valorilor L_0 și t_{cr} se impune inițial $L_0=10-15$ mg/l, se determină t_{cr} și apoi se verifică L_0 .

Tabelul 9.4

Valori ale constantei de dizolvare a oxigenului

Caracteristica emisarului	Valorile k_2 , în zile ⁻¹ , la o temperatură a apei din emisar de:					
	5 °C	10 °C	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C
Bazine cu apă având o circulație slabă sau aproape stătătoare	-	-	0,110	0,15	-	-
Râuri cu viteză mică de curgere	0,16	0,170	0,185	0,20	0,215	0,336
Râuri cu viteză mare de curgere	0,38	0,425	0,460	0,50	0,540	0,585
Râuri mici cu curs rapid	-	0,684	0,740	0,80	0,865	0,925

Tabelul 9.5

Valori ale cantității de oxigen în apa impură corespunzătoare saturației la presiunea de 760 mm col. Hg

Temperatura T , °C	1	3	5	7	10	12
Oxigen la saturație O_s , în mg/l	14,23	13,48	12,80	12,17	11,33	10,83
Temperatura T , °C	15	18	20	22	25	30
Oxigen la saturație O_s , în mg/l	10,15	9,64	9,17	8,83	8,38	7,63

În funcție de substanțele toxice, gradul de epurare G , în procente, se determină din relația:

$$G = \frac{C_{sc} - C_{ad}}{C_{sc}} \cdot 100, \quad (9.19)$$

în care: C_{sc} este concentrația substanțelor toxice din apele de scurgere, în mg/l; iar C_{ad} - concentrația admisibilă a substanțelor toxice din apele de scurgere la vărsarea în râu, în mg/l.

Pentru folosințe de categoria I și a II-a valoarea C_{ad} , în mg/l, se determină din relația:

$$C_{ad} = \frac{a \cdot Q}{Q_{zi\max}} (C_{lim} - C_r) + C_{lim}, \quad (9.20)$$

în care: a , Q și $Q_{zi\max}$ au semnificațiile de mai înainte; C_{lim} - concentrația limită a substanțelor toxice din apa râului în punctul de folosință, în mg/l, care se ia din tabelul 9.1; C_r - concentrația substanțelor toxice din apa râului înainte de vărsarea apelor de scurgere, în mg/l.

Pentru folosințe de categoria a III-a valoarea C_{ad} , în mg/l, se determină din relația:

$$C_{ad} = \frac{Q}{Q_{zi\max}} (C_0 - C_r) + C_0, \quad (9.21)$$

în care: C_0 este concentrația substanțelor toxice din amestecul de apă de râu cu apa de scurgere în secțiunea de evacuare a apei de scurgere, în mg/l, care se ia din tabelul 9.1.

În funcție de reacție, gradul de epurare G , în procente, se determină la evacua-rea în cursurile de apă a acizilor sau a alcaliilor, din relațiile:

$$G = \frac{C_{ac,sc} - C_{ac,ad}}{C_{ac,sc}} \cdot 100, \quad (9.22); \quad G = \frac{C_{al,sc} - C_{al,ad}}{C_{al,sc}} \cdot 100, \quad (9.23)$$

în care: $C_{ac,sc}$ este concentrația acidului în apa de scurgere, în cm^3/l soluție normală de alcalii; $C_{ac,ad}$ - concentrația admisibilă a acidului din apa de scurgere ce se evacuează în cursurile de apă, în cm^3/l soluție normală de alcalii; $C_{al,sc}$ - concentrația alcaliilor în apa de scurgere, în cm^3/l soluție normală de acid; $C_{al,ad}$ - concentrația admisibilă a alcaliilor din apa de scurgere ce se evacuează în cursurile de apă, în cm^3/l soluție normală de acid.

Valorile $C_{ac,ad}$, în cm^3/l soluție normală de alcalii; $C_{al,ad}$, în cm^3/l soluție normală de acid se determină pentru folosințe de categoria I și a II-a din relațiile:

$$C_{ac,ad} = \frac{a \cdot Q}{Q_{zi\max}} (0,520B - 0,012C); \quad (9.24)$$

$$C_{al,ad} = \frac{a \cdot Q}{Q_{zi\max}} (0,022C - 0,010B) \quad (9.25)$$

obținute pentru valorile extreme $\text{pH}=6,5$ și $\text{pH}=8,5$ din relațiile:

$$6,5 = 6,52 + \log \left(\frac{a \cdot Q \cdot B - Q_{zi\max} \cdot C_{ac,ad}}{a \cdot Q + Q_{zi\max}} \right) - \log \left(\frac{\frac{a \cdot Q \cdot C}{44} + Q_{zi\max} \cdot C_{ac,ad}}{a \cdot Q + Q_{zi\max}} \right) \quad (9.26)$$

$$8,5 = 6,52 + \log \left(\frac{a \cdot Q \cdot B - Q_{zi\max} \cdot C_{al,ad}}{a \cdot Q + Q_{zi\max}} \right) - \log \left(\frac{\frac{a \cdot Q \cdot C}{44} + Q_{zi\max} \cdot C_{al,ad}}{a \cdot Q + Q_{zi\max}} \right) \quad (9.27)$$

scrise pentru relația de legătură între reacția apei, conținutul de bioxid de carbon în bicarbonați și conținutul de bioxid de carbon liber:

$$pH = 6,52 + \log B - \log \frac{C}{44}, \quad (9.28)$$

în care: a , Q și $Q_{zi\max}$ au semnificațiile de mai înainte; B - alcalinitatea apei râului înainte de vărsarea apelor de scurgere, în cm^3/l soluție normală de acid; C - concentrația bioxidului de carbon în apa râului înainte de vărsarea apelor de scurgere, în mg/l ; 6,52 - valoarea negativă a logaritmului constantei de disociere a bioxidului de carbon; iar 44 - masa moleculară a bioxidului de carbon.

Pentru folosințe de categoria a III-a rezultă, conform STAS 4706-88, la valorile extreme $pH=6,5$ și $pH=8,5$:

$$C_{ac,ad} = \frac{Q}{Q_{zi\max}} (0,520B - 0,012C); \quad (9.29)$$

$$C_{al,ad} = \frac{Q}{Q_{zi\max}} (0,023C - 0,003B). \quad (9.30)$$

9.4. METODE DE EPURARE

Într-o stație de epurare are loc epurarea apelor uzate, prelucrarea nămolului și distrugerea bacteriilor.

Epurarea apelor uzate se poate face prin metodele: mecanică, mecano-chimică și biologică, iar nămolul este prelucrat prin fermentare, stabilizare și deshidratare.

Metoda mecanică constă în reținerea materiilor în suspensie din apele de scurgere. Reținerea suspensiilor mai grele ca apa are loc la grătare, la site, în deznisipatoare, în decantoare sau în fose septice, iar a celor mai ușoare ca apa în se-paratoare de grăsimi. După trecerea apei de scurgere prin aceste construcții se re-duc substanțele în suspensie cu 40...65 %, iar CBO_5 cu 25...40 %. Apele uzate trebuie epurate mecanic pentru orice emisar.

Metoda mecano-chimică constă în reținerea substanțelor în suspensie, coloidale și în soluție prin tratarea apelor de scurgere cu coagulanți. Se prevăd construcții și instalații pentru gospodăria de reactivi, camere de amestec, camere de reacție și decantoare. În unele cazuri se prevăd electrolizoare și

decantoare. Se rețin 80...85 % din substanțele în suspensie și 25 % din substanțele dizolvate. De asemenea, CBO_5 scade cu 35...60 %.

Metoda biologică constă în reținerea substanțelor insolubile, coloidale și dizolvate din apele de scurgere și în mineralizarea aerobă a substanțelor organice biodegradabile reținute. O parte din substanțele transformate se dizolvă în apă și rămân ca substanțe inofensive antrenate de curentul de apă, iar altă parte se depun sau se degajă în stare gazoasă.

Epurarea biologică în condiții apropiate de cele naturale poate avea loc pe câmpuri de irigare, pe câmpuri de infiltrare, în iazuri biologice, pe câmpuri de infiltrare subterană, pe câmpuri de irigare subterană sau în puțuri absorbante, în care se reduce CBO_5 cu 90...95 % și se distrug bacteriile cu 95...99 % din cantitatea inițială.

Epurarea biologică în condiții create artificial poate avea loc în filtre biologice de mică încărcare, în filtre biologice de mare încărcare, în bazine de aerare sau în șanțuri de oxidare. Filtrele biologice de mare încărcare și bazinele de aerare funcționează cu epurare completă (totală) sau incompletă (parțială). La epurarea completă se micșorează CBO_5 cu 75...90 % și se reduc bacteriile cu 90...95 % iar la epurarea incompletă se reduce CBO_5 cu 40...50 %.

Procedeul anaerob de epurare a apelor de canalizare necesită consum mai redus de energie ca procedeul aerob și produce gaz combustibil. Acest procedeu se poate realiza: prin filtrare anaerobă în filtre cu material de umplutură complet înecat, care nu necesită recircularea nămolului decantat; prin contact anaerob în bazine de fermentare urmate de decantoare, din care se recirculă nămolul anaerob separat din efluent sau cu ajutorul reactoarelor cu pat expandat sau fluidizat.

Înainte de lucrările de epurare biologică se prevăd în general lucrări de epurare mecanică cu decantoare primare iar după lucrările de epurare biologică în condiții create în mod artificial se prevăd decantoare secundare.

În cazul când nu se dispune de date asupra caracteristicilor apelor emisarului, se va considera suficientă epurarea mecanică atunci când la 1 l/s debit mediu lunar minim cu asigurarea de 95 % corespunde o încărcare maximă de 7-10 locuitori, conform normativului P 28-84 pentru proiectarea stațiilor de epurare mecanică a apelor uzate orășenești.

Fermentarea nămolului constă în mineralizarea substanțelor organice pe care acesta le conține. Poate avea loc în rezervoare de fermentare metanică, în decantoare cu etaj, în fose septice, în iazuri de nămol, în bazine de fermentare sau în stații de compostare împreună cu nămolul menajer.

Stabilizarea nămolului se poate realiza în bazine de aerare sau de stabilizare.

Deshidratarea nămolului constă în reducerea gradului său de umiditate. Se poate face pe cale naturală în bazine de îngroșare, pe platforme de uscare, în

iazuri de nămol sau pe cale artificială prin procedee mecanice (filtre vacuum, filtre prese, centrifuge, filtre site), prin procedee termice, pe paturi de compostare împreună cu gunoiul menajer.

Distrugerea bacteriilor patogene din apa de scurgere se poate face prin clorare, după care se prevăd bazine de contact, cu ozon, cu raze ultraviolete sau cu ultrasunete.

Pentru reținerea impurităților care nu se pot îndepărta prin procedeele de epurare clasice, în special pentru reținerea azotului, fosforului și potasiului se introduce epurarea terțiară sau avansată în cadrul căreia se pot aplica metode fizice (micrositarea, filtrarea pe nisip), metode fizico-chimice (coagularea chimică, adsorbția, spumarea, electrodializa, osmoza inversă, distilarea, înghețarea, extracția cu solvenți, schimb ionic, oxidarea chimică și electrochimică) și metode bio-chimice (irigarea, procedee cu nămol activat, iazuri de aerare, iazuri de nămol).

În cadrul lucrărilor de epurare terțiară se prevăd decantoare terțiare.

La stațiile de epurare de mare randament se prevăd 3-4 trepte pentru epurarea apelor de canalizare și 2-3 trepte pentru prelucrarea nămolurilor.

9.5. SCHEME DE STAȚII DE EPURARE

Stațiile de epurare cuprind lucrările de epurare a apelor de scurgere, de prelucrare a nămolului și de distrugere a bacteriilor din apele de scurgere.

Se amplasează în aval de localitatea canalizată și în extravilanul acesteia la distanța de 1.000 m în cazul câmpurilor de irigare și de asanare în scopul eliminării permanente a apelor uzate, câmpurilor de infiltrare la cantitatea apelor de scurgere peste 5.000 m³/an și platformelor de fermentarea nămolului; de 500 m în cazul câmpurilor de infiltrare la cantitatea apelor de scurgere de 5.000 m³/an sau mai puțin și câmpurilor de irigare cu ape uzate pentru culturi; de 100 m în cazul filtrelor biologice, bazinelor de aerare, bazinelor de decantare și platformelor descoperite pentru uscarea nămolului fermentat și de 50 m în cazul decantoarelor cu etaj acoperite sau platformelor acoperite pentru uscarea nămolului fermentat.

Se va ține seama la amplasarea stației de epurare de următorii factori: extinderea centrului populat, extinderea stației, poziția colectoarelor principale, drumul de acces, protecția malului râului, direcția vânturilor dominante care ar putea aduce mirosuri, relieful terenului, natura solului, nivelul apelor subterane, imobilele ce se dărâmă, distrugerea culturilor, folosirea subsolului, exproprii, surse pentru energie electrică și pentru apă potabilă etc.

La întocmirea planului de situație al unei stații de epurare trebuie cunoscut planul de situație al terenului rezervat, cu curbele de nivel. În concordanță cu profilurile în lung, pe planul de situație se amplasează: obiectele care alcătuiesc stația de epurare, conductele și canalele pentru ape uzate și epurate, conductele de nămol, conductele de gaze, conductele de aer, conductele termice, camera dispecer, centrala termică, clădirea sau încăperea administrativă, clădirea sau încăperea socială, depozitele de combustibil, materiale și reactivi, laboratorul, atelierul, stațiile de transformare, drumurile de acces și de exploatare, rețelele de apă potabilă și de incendiu, canalizarea clădirilor anexă, plantațiile, rețelele de cablu de forță și lumină, zona de protecție, canalul de ocolire a stației în caz de avariere, împrejurimile etc.

Se execută profiluri în lung pentru toate canalele și conductele, în aceste profiluri indicându-se și construcțiile și punctele caracteristice ca: stații de pompare, cămine de vizitare, sifoane etc. La construcții se va indica atât cota radierului cât și cota nivelului apei, diferența dintre nivelul apei la intrare și nivelul apei la ieșire din construcție luându-se orientativ, după cum urmează:

- la grătare.....0,9...0,25 m;
- la deznisipatoare orizontale și verticale.....0,9...0,25 m;
- la decantoare orizontale.....0,20...0,40 m;
- la decantoare verticale.....0,50...0,75 m;
- la filtre biologice (după sistemul de distribuție).....3,00...5,00 m;
- la bazine de aerare.....0,25...0,50 m;
- la platforme pentru uscarea nămolului.....2,00...3,50 m.

În figura 9.1 sunt redată într-o schemă orizontală obiectele, conductele de apă uzată, conductele de nămol, conductele de gaz, conductele de aer și conductele termice ale unei stații de epurare pentru un oraș cu peste 100.000 locuitori, canalizat în sistem unitar.

Apa uzată trece prin căminul de avariere, deversorul 1, grătare, deznisipatoare, debitmetru, separatoare de grăsimi, decantoare primare radiale, deversor 2, bazine de aerare cu epurare completă, decantoare secundare și bazine de contact. Nămolul de la decantoarele primare și nămolul activat în exces de la decantoarele secundare merge la rezervoarele de fermentare metanică, iar nămolul fermentat este trimis la platformele de uscarea nămolului. Bazinul de retenție se folosește când apele meteorice nu se pot descărca în orice moment în râu, din cauza nivelului ridicat sau caracteristicilor acestuia.

Înainte de a ajunge la rezervoarele de fermentare metanică, nămolul activat în exces trece prin bazinul de îngroșare unde își reduce umiditatea. Gazul de la rezervoarele de fermentare metanică ajunge la un gazometru și apoi la centrala termică, iar aerul de la compresoare merge la bazinele de aerare, la separatoare de grăsimi și la deznisipator. Prin conductele termice este dirijată apa caldă la rezervoarele de fermentare metanică, laborator și clădirea

administrativă. Depunerile de la grătare se fărâmițează și se introduc în curentul de apă.

În figura 9.2 sunt redată într-o schemă orizontală și într-un profil longitudinal obiectele, conductele de apă uzată și conductele de nămol ale unei stații de epurare pentru un oraș cu un număr de 8.000...9.000 locuitori.

Apa uzată trece prin grătarul 1, prin deznisipatorul 2, prin separatorul de grăsimi 3, prin decantoarele cu etaj 4, prin filtrele biologice 6 și prin decantoarele secundare și de contact 7, scurgându-se apoi în râu. Între decantoarele cu etaj și filtrele biologice este prevăzută o stație de pompare 5. Pentru dezinfectarea apei trecute prin filtrele biologice este prevăzută stația de clorare 8. Nămolul nefermentat din decantoarele secundare și de contact este pompat într-un cămin de vizitare din amonte de decantoarele cu etaj cu ajutorul pompelor amplasate în stația de pompare 9, iar nămolul fermentat în decantoarele cu etaj este trimis printr-un canal pentru deshidratare la platformele de uscare 10, amplasate la cote ale terenului mai mici.

Apa de drenaj rezultată de la platformele de uscare se evacuează direct în emisar printr-un canal.

În cazul când se prevede epurarea biologică în condiții apropiate de cele naturale, apa de la decantoarele cu etaj se poate dirija la câmpuri de irigare iar apa de la aceste câmpuri se trimite în emisar, fiind eliminate lucrările 6, 7, 8 și 9.

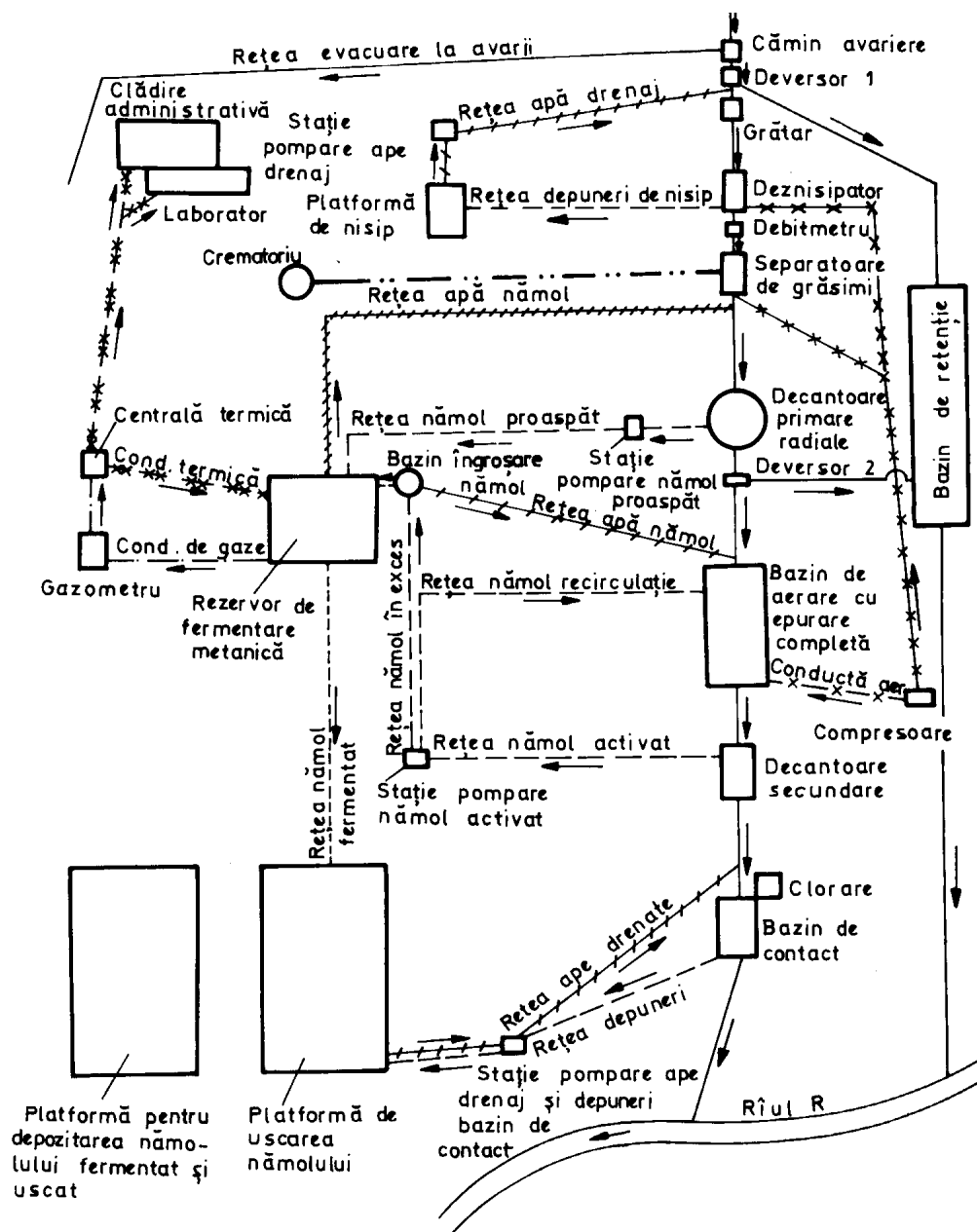


Fig. 9.1. Schema unei stații de epurare pentru un oraș cu peste 9.000 locuitori.

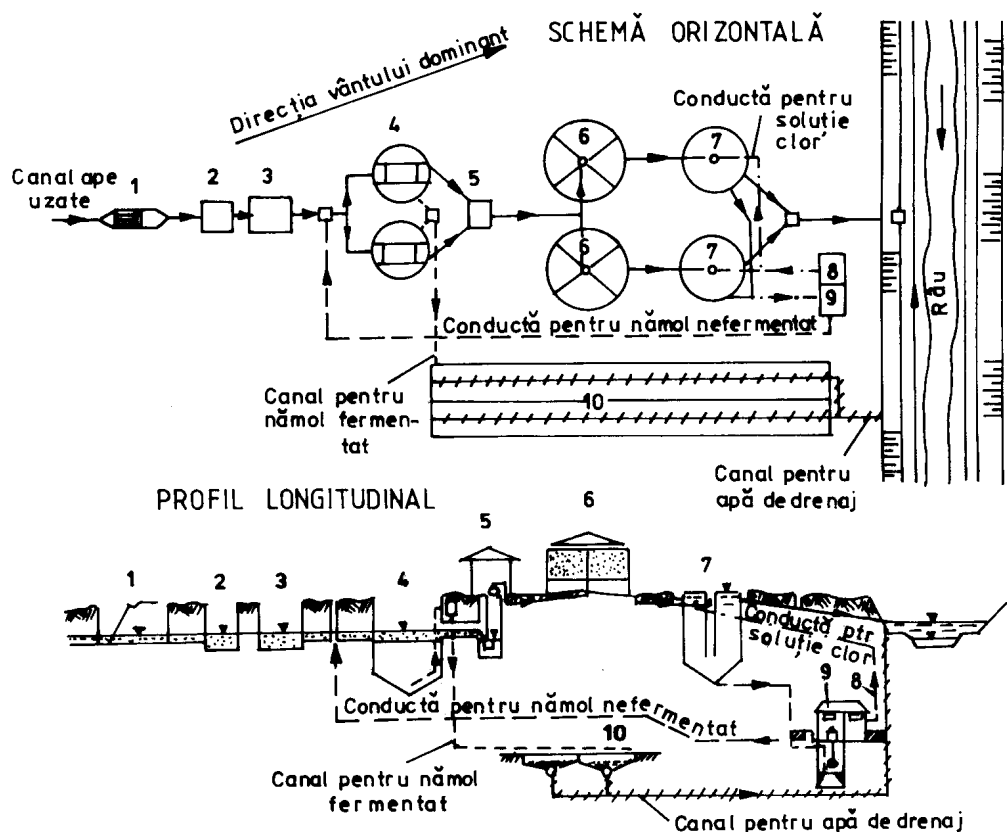


Fig. 9.2. Schema unei stații de epurare pentru un oraș cu 8.000-9.000 locuitori.

9.6. EPURAREA MECANICĂ A APELOR DE SCURGERE

Se folosește la apele de scurgere încărcate cu suspensii peste limitele admise, în funcție de gradul de diluție. Pentru reținerea suspensiilor se folosesc: grătare, site, deznisipatoare, separatoare de grăsimi, decantoare și fose septice.

Deznisipatoarele pot fi orizontale, verticale sau cu deschideri de fund.

După direcția principală a curentului de apă, decantoarele pot fi orizontale longitudinale, orizontale radiale sau verticale.

După locul de amplasare, decantoarele pot fi primare, secundare sau terțiare.

După funcția ce o îndeplinesc, decantoarele pot fi simple sau combinate. Cele simple servesc numai pentru reținerea materiilor sedimentabile, nămolul ridicându-se din ele înainte de a începe să fermenteze, iar la cele combinate spațiul de decantare este asamblat cu spațiul de fermentarea nămolului. Decantoarele simple sunt cele orizontale longitudinale, orizontale radiale sau verticale iar decantoarele combinate sunt cele cu etaj. Decantoarele și fosele septice fac parte și din lucrările de prelucrare a nămolului.

Grătarele sunt dispozitive pentru reținerea materiilor în suspensie grosiere, formate din bare metalice așezate vertical sau înclinat într-o cameră (fig. 9.3). Barele pot avea secțiunea din figura 9.4 și se pot așeza la distanța $b=40\ldots60$ mm la grătarele curățite manual sau $b=16\ldots20$ mm la grătarele curățite mecanic. Se prevede curățire mecanică la stațiile ce deservește peste 50.000-60.000 locuitori.

La grătare curbe de formă circulară în plan orizontal și arc în plan vertical se prevăd bare curbe.

După modul de construcție, grătarele pot fi fixe sau mobile. Cele mobile se scot în mod periodic sau continuu din curentul apelor de scurgere pentru a fi curățite de depuneri.

Dimensionarea din punct de vedere hidraulic se face cu relațiile:

$$n = \frac{Q}{V \cdot b \cdot H_u}, \quad (9.31); \quad B = n \cdot b + (n-1)s, \quad (9.32)$$

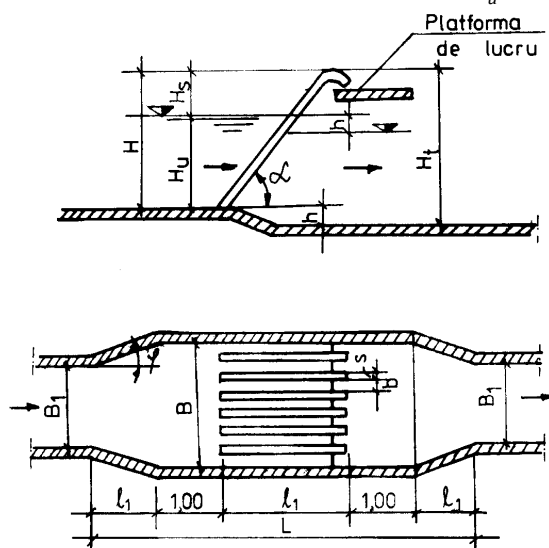


Fig. 9.3. Instalație de grătare.

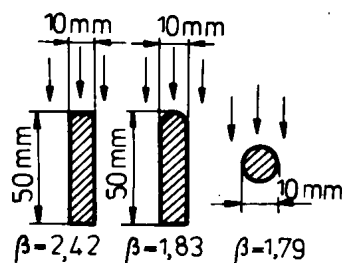


Fig. 9.4. Bare de grătare.

$$V_i = \frac{Q}{B \cdot H_u}, \quad (9.33); \quad h = 3\beta \left(\frac{s}{b} \right)^{\frac{4}{3}} \frac{V_i^2}{2g} \sin \alpha, \quad (9.34)$$

$$l = (H_u + H_s) \operatorname{ctg} \alpha, \quad (9.35); \quad l_1 = \frac{B - B_1}{2} \operatorname{ctg} \varphi, \quad (9.36)$$

$$H = H_u + H_s, \quad (9.37); \quad H_t = H + h, \quad (9.38)$$

$$L = l + 2l_1 + 2,0, \quad (9.39); \quad V_d = 0,001 \frac{p \cdot N}{365}, \quad (9.40)$$

în care: n este numărul de interspații; Q - debitul de calcul, în m^3/s , care se consideră $2Q_{oramax}$ în sistemul unitar de canalizare sau Q_{oramax} în sistemul separativ de canalizare; V - viteza apei prin interspații, în m/s , care se consideră de maximum 1,0 m/s pentru a nu fi antrenate depunerile în aval; b - distanța între barele grătarului, în m ; H_u - înălțimea apei în canalul ce aduce apa la grătar, în m ; B - lățimea camerei grătarului, în m ; s - lățimea barelor grătarului, în m ; V_i - viteza de curgere a apei înainte de grătar, în m/s , care la debitul minim nu trebuie să scadă sub 0,4 m/s , pentru a evita depunerile de materii în cameră; h - diferența dintre nivelul apei din amonte și nivelul apei din aval de grătar, în m ; 3 - un coeficient care ține seama de o eventuală înfundare a grătarului; β - un coeficient care ține seama de forma secțiunii barelor, care se consideră ca în fig. 9.4; g - accelerația gravitației, în m/s^2 ; α - unghiul de înclinare a barelor, care se consideră de $60-70^\circ$ la grătarele cu curățire mecanică și de $30-45^\circ$ la cele cu curățire manuală, pentru a le curăți mai ușor; l - lungimea pe orizontală a grătarului, în m ; H_s - înălțimea de siguranță, în m , care se consideră de 0,5 m ; l_1 - lungimea părții de trecere de la canal la camera grătarului, în m ; B_1 - lățimea canalului ce aduce apă la grătar, în m ; φ - unghiul de înclinare a părții de trecere de la canal la camera grătarului, care se consideră de 20° ; H - înălțimea camerei grătarului în amonte, în m ; H_t - înălțimea camerei grătarului în aval, în m ; L - lungimea camerei grătarului, în m ; V_d - volumul total de depuneri reținute într-o zi, în m^3 ; p - cantitatea de depuneri pentru un locuitor într-un an, în l/om-an , care se ia din tabelul 9.6; iar N - numărul de locuitori deserviți.

Radierul camerei grătarului se prevede cu o pantă minimă de 0,001.

La grătarele cu curățire manuală se poate prevedea un singur grătar, iar la cele cu curățire mecanică se va prevedea ca rezervă un grătar cu curățire manuală sau mecanică pentru un singur grătar util sau un grătar cu curățire mecanică pentru două grătare utile.

Curățirea manuală a grătarelor fixe se face cu: greble, cângi, lopeți, găleți etc. iar curățirea mecanică se face cu: greble, gheare metalice, perii, piaptene, recipienti care rețin suspensiile și se ridică cu ajutorul unor scripeti etc.

Depunerile de pe grătare se transportă manual cu roaba sau cu vagonete de-

Tabelul 9.6

Cantitatea de depuneri reținute de grătare

Distanța între barele grătarului b , în mm	Cantitatea de depuneri pentru un locuitor într-un an, în l/om-an	
	La curățirea manuală	La curățirea mecanică
16	5,0	6,0
20	4,0	5,0
25	3,0	3,5
30	2,5	3,0
40	2,0	2,5
50	1,5	2,0

covil, mecanic cu benzi transportoare sau hidraulic.

Depunerile se transportă la aparatele de fărâmițat de tip griductor sau cominutor, la fermentare, la platforme de uscare, la îngropare, la compostare, sau la incinerare. Depunerile fărâmițate se reintroduc în curentul de apă.

Grătarele se construiesc în aer liber și numai la temperaturi anuale medii sub 6°C se vor acoperi sau se vor așeza într-o cabină la un loc cu deznisipatoarele.

Sitele sunt dispozitive construite din sârmă inoxidabilă împletită sau din tablă metalică perforată cu orificii de 2x2 mm până la 10/10 mm, care se prevăd pentru reținerea materiilor în suspensie cu diferențe mari între cele trei dimensiuni ca: fibre vegetale, lână etc. În general, sitele sunt cilindrice sau sub formă de disc și se rotesc cu o viteză de 0,1-0,3 m/s sub acțiunea motoarelor electrice. Sita cilindrică se prevede cu axul orizontal iar sita sub formă de disc se prezintă ca un trunchi de con sprijinit pe un disc plan înclinat cu 15-25° și cu orificii la supra-fața periferică.

Pentru dimensionarea hidraulică se utilizează relațiile:

$$A_n = \frac{Q}{V \cdot a \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}, \quad (9.41); \quad h = \frac{(V - V_i)^2}{2g}, \quad (9.42)$$

în care: A_n este aria secțiunii nete, în m²; Q - debitul de calcul, în m³/s, care se consideră ca la grătare; V - viteza prin sită, în m/s, care se consideră de 0,4-0,6 m/s; a - coeficientul de contracție, care se recomandă de 0,8; η_1 - raportul dintre secțiunea netă și secțiunea brută; η_2 - coeficientul reducerii secțiunii nete prin îmbâcsire în timpul funcționării, care se consideră de 0,5-0,8; h - pierderea de sarcină la trecerea apei prin sită, în m; V_i - viteza apei în canal la intrarea în sită, în m/s; g - accelerația gravitației, în m/s².

Suspensiile de pe site, în cantități de 6-30 l/om-an, se curăță cu perii mobile sau cu un jet de apă de 5-10 l/s la o presiune de 2-4 at.

În stațiile de epurare orășenești și industriale se pot utiliza și site statice cu bare drepte la distanța de 0,3-5,0 mm între ele. Panoul de sitare este susținut de un schelet metalic și se confecționează cu suprafața în 1-3 pante reglabile iar barele de secțiune triunghiulară cu vârfurile rotunjite se dispun orizontal cu baza în amonte.

În anexa 2 sunt redate tipurile de grătare și instalațiile de sitare automate produse de firma ADISS S.A. din Baia Mare.

Deznisipatoarele orizontale sunt bazine pentru reținerea particulelor minerale mai mari de 0,2 mm, cu fundul drenat (fig. 9.5) sau nedrenat în care apa circulă orizontal. Prin manevrarea stăvilor, compartimentele deznisipatorului din figura 9.5 pot funcționa simultan. La deznisipatoarele cu un singur compartiment se prevede și un canal de ocolire. Când se atinge înălțimea de depuneri H_d într-un compartiment, acesta se oprește și se golește de apă, deschizând vana tubului de drenaj. După 12...14 ore depunerile se usucă și se îndepărtează.

Deznisipatoarele fără drenaj pot avea secțiunea transversală trapezoidală sau

Parabolică și se curăță prin scoaterea depunerilor în stare umedă.

Secțiunea transversală a deznisipatoarelor se poate prevedea și compusă.

Dimensionarea hidraulică a deznisipatoarelor orizontale rectangulare se face cu

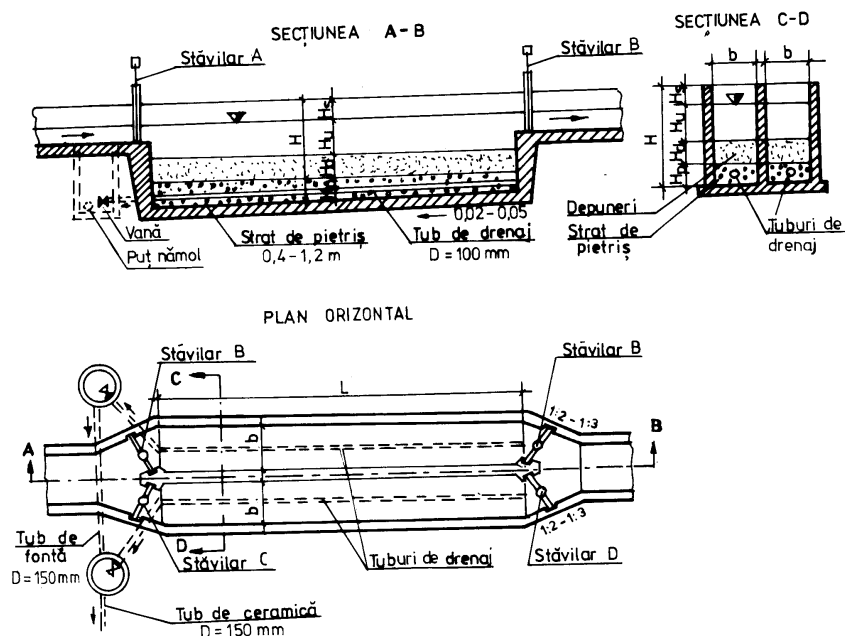


Fig. 9.5. Deznisipator orizontal.

$$V_{dez} = Q \cdot t_d, \quad (9.43); \quad A = \frac{Q}{V_s} = \frac{Q}{\sqrt{V_0^2 - W^2}} = \frac{Q}{\sqrt{V_0^2 - (0,05V)^2}}, \quad (9.44)$$

$$H_u = \frac{V_{dez}}{A}, \quad (9.45); \quad L = V \cdot t_d, \quad (9.46); \quad B = \frac{A}{L}, \quad (9.47);$$

$$n = \frac{B}{b}, \quad (9.48); \quad V_d = \frac{p \cdot N \cdot T}{1.000}, \quad (9.49); \quad H_d = \frac{V_d}{B \cdot L}, \quad (9.50);$$

$$H = H_p + H_d + H_u + H_s, \quad (9.51)$$

în care: V_{dez} este volumul util al deznisipatorului, în m^3 ; Q - debitul, în m^3/s , care se consideră ca la grătare; t_d - timpul de trecere a apei prin deznisipator, în s, care se consideră de 30 s la debite mai mici de $30.000 m^3/zi$ și de 50 s la debite mai mari de $30.000 m^3/zi$; A - aria secțiunii orizontale, în m^2 ; V_s - viteza de sedimentare, în m/s ; V_0 - mărimea hidraulică a particulelor de nisip, în m/s , care se ia din tabelul 9.7; W - componenta verticală a pulsației vitezei în regim turbulent de mișcare, în m/s ; V - viteza orizontală de curgere, în m/s , care se consideră de 0,30 m/s ; H_u - înălțimea utilă, în m; L - lungimea, în m; B - lățimea utilă a deznisipatorului, în m; n - numărul de compartimente active, care trebuie să fie de minimum 2; b - lățimea unui compartiment, în m, care se consideră de 0,6-2,0 m; V_d - volumul de depuneri, în m^3 ; p - cantitatea de depuneri, în $l/om \cdot zi$, care se consideră de 0,02 $l/om \cdot zi$; N - numărul de locuitori pentru care se efectuează calculul; iar T - timpul între două curățiri, în zile, care se consideră de maximum două zile, pentru prevenirea fenomene-lor de putrefacție; H_d - înălțimea de depuneri, în m, la deznisipatoarele curățite manual; H - înălțimea totală medie, în m; H_p - înălțimea medie a stratului de pietriș, în m, care se consideră de 0,4-1,2 m; H_s - înălțimea de siguranță, în m, care se consideră de 0,3 m.

Dacă în deznisipatoare se varsă și ape de la industrii, cantitatea de depuneri din aceste ape se calculează separat.

Deznisipatoarele orizontale se construiesc din beton armat și pot fi descoperite sau introduse într-o construcție ușoară.

Tabelul 9.7

Valori ale mărimii hidraulice a particulelor de nisip

Dimensiunea particulelor de nisip, în mm	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50
Mărimea hidraulică V_0 la temperatura apelor uzate de 15 °C, în m/s	0,018 7	0,024 2	0,029 7	0,035 1	0,040 7	0,051 6

În exploatare trebuie menținută în deznisipatoare o viteză cât mai constantă la trecerea apei uzate reglând numărul de compartimente în funcțiune, sau prevăzând deversoare proporționale la ieșire sau secțiuni transversală de formă parabolică sau trapezoidală, de egală viteză medie pe un interval de variație a adâncimii apei. La unele stații de epurare mari menținerea vitezei constante se face prin insuflare de aer în conducte așezate pe radierul compartimentelor.

Depunerile uscate se evacuează din deznisipatoare manual cu lopata sau mecanic cu graifărul sau cu draga cu cupă, iar depunerile în stare umedă se scot mecanic cu ajutorul graifărului, drăgii cu cupă, drăgii cu plăci raclante, pompelor mamut, ejectoarelor, pompelor centrifuge de construcție specială, racletelor montate pe un lanț fără fine sau podurilor racloare cu dispozitive de spălare.

Evacuarea manuală a depunerilor se prevede la cantități mai mici de $0,5 \text{ m}^3/\text{zi}$, iar pompele centrifuge de construcție specială se așează pe un pod transportor.

Nisipul extras din decantoarele orizontale se poate folosi pentru completarea stratului drenant al platformelor de uscare, pentru umplerea depresiunilor, pentru construcția pavajelor sau chiar pentru tencuieli, după o prealabilă spălare.

Deshidratarea nisipului scos din deznisipatoare se face pe platforme de uscare, care pot acumula într-un strat de $0,30 \text{ m}$ înălțime cantitatea de depuneri din două zile.

Transportul nisipului la platformele de uscare sau la locul de folosire se face mecanic cu benzi de transportat, cu vagonete decovil sau cu autocamioane basculante.

Deznisipatoarele orizontale se prevăd la toate stațiile de epurare din sistemul unitar și la stațiile de epurare din sistemul separativ, pentru debitul apelor menajere, mai mare de $3.000 \text{ m}^3/\text{zi}$.

Deznisipatoarele verticale se prezintă în figura 9.6. Apele de scurgere cad într-un puț vertical și apoi pătrund prin canalul de intrare în deznisipator, unde se ridică vertical cu viteza $V_r=0,02\ldots0,05 \text{ m/s}$, în timpul $t_d=30\ldots180 \text{ s}$, până la jgheabul de colectare circular prin care sunt evacuate. Canalul de intrare este racordat tangențial la peretele deznisipatorului creând o mișcare de rotație curentului ascendent.

Îndepărtarea depunerilor din deznisipatorul în funcțiune se face cu un elevator hidraulic, care constă dintr-o conductă sub presiune cu diametrul de $100\ldots150 \text{ mm}$, care se termină cu un ajutoraj cu diametrul de 40 mm , dintr-o conductă de aspirare de depuneri și dintr-o conductă de descărcare cu diametrul de $150\ldots200 \text{ mm}$. Pompând lichidul de scurgere în conducta sub presiune, la o presiune de $2\ldots3 \text{ at}$, se produce o subpresiune la ajutoraj și depunerile sunt

aspirate și refulate prin conducta de descărcare. Raportul între cantitatea de lichid în lucru și depuneri este de 1:1...1:3. Pentru agitarea depunerilor întărite, se prevede un inel de spălare

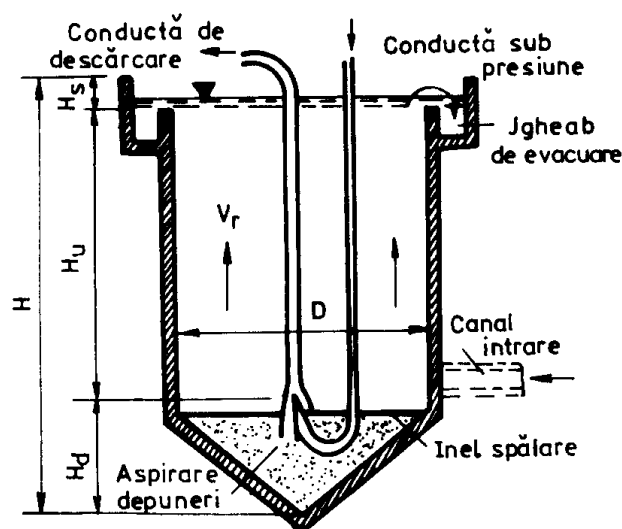


Fig. 9.6. Deznisipator vertical.

cu diametrul de 150 mm, legat la pompa elevatorului hidraulic.

Dimensionarea hidraulică se face cu relațiile:

$$V_{dez} = Q \cdot t_d, \quad (9.52); \quad A = \frac{Q}{V_r}, \quad (9.53); \quad H_u = \frac{V_{dez}}{A}, \quad (9.54)$$

$$n = \frac{4A}{\pi \cdot D^2}, \quad (9.55); \quad V_d = \frac{p \cdot N \cdot T}{1.000n}, \quad (9.56); \quad H = H_d + H_u + H_s, \quad (9.57)$$

în care: V_{dez} este volumul util al deznisipatoarelor, în m^3 ; Q - debitul de calcul, în m^3/s , care se consideră ca la grătare; t_d - timpul de trecere a apei prin deznisipator, în s; A - aria secțiunii orizontale a deznisipatoarelor, în m^2 ; V_r - viteza de ridicare a apei în deznisipator, în m/s ; H_u - înălțimea utilă a deznisipatoarelor, în m; n - numărul de deznisipatoare; D - diametrul deznisipatorului, în m, care se prevede de maximum 9,0 m; V_d - volumul de depuneri al deznisipatorului, în m^3 ; p - cantitatea de depuneri, în $l/om \cdot zi$, care se consideră de 0,02 $l/om \cdot zi$; N - numărul de locuitori pentru care se efectuează calculul; T - timpul între două curățiri, în zile, care se consideră de maximum două zile; H - înălțimea totală, în m; H_d - înălțimea de depuneri, în m; iar H_s - înălțimea de siguranță, în m.

Trunchiul de con are la partea de jos diametrul de 0,4-0,6 m și generatoarea înclinată cu $45-60^{\circ}$ față de orizontală.

Jgheabul de evacuare se dimensionează la viteza de 0,6-0,8 m/s și se prevede în pantă spre canalul de ieșire.

Deznisipatoarele verticale se construiesc din beton armat.

Ridicarea depunerilor din deznisipator se poate realiza și cu aer comprimat.

Comparativ cu deznisipatoarele orizontale, cele verticale necesită suprafețe orizontale mai reduse și asigură depuneri de calitate mai bună, deoarece conțin mai multe substanțe de origine minerală.

Deznisipatoarele cu deschideri de fund se prevăd în colectoare cu bazin de depuneri la partea de jos, nisipul deplasat la partea de jos a curentului de apă căzând în bazin prin minimum 3 fante executate în radierul colectoarelor perpendicular pe direcția de curgere a apei. Lungimea unei fante se consideră de 0,75 din diametrul colectorului iar lățimea ei se consideră de 15 cm. Viteza apei la trecerea prin fante trebuie să fie mai mică de 1,0 m/s. Distanța între fante se prevede de 10-15 cm, iar deznisipatorul va avea lungimea de 0,75-1,50 ori diametrul colectorului.

Depunerile căzute în bazin se ridică cu ajutorul unui hidroelevator într-o groapă de depuneri, din care apa separată de nisip se scurge înapoi în bazin.

Deznisipatoarele cu deschideri de fund se folosesc la stații mici de epurare, având o eficiență foarte redusă.

Separatoarele de grăsimi rețin substanțele mai ușoare ca apa, grăsimi și uleiuri, care se ridică la suprafață dând aspect urât, împiedicând pătrunderea oxigenului în apă, astupând sitele, colmatând filtrele biologice și terenurile irigate, reducând capacitatea de aerare a instalațiilor de epurare cu nămol activat etc.

Particulele mari de grăsimi în stare liberă se ridică ușor la suprafață când viteza apelor de scurgere se micșorează, iar substanțele grase în particule fine aderente pe suprafața particulelor insolubile se pot separa de acestea introducând aer comprimat în apele de scurgere care trec prin separatorul de grăsimi.

Separatoarele de grăsimi se prevăd obligatoriu în cazul în care epurarea mecanică este urmată de o epurare biologică artificială prin filtre biologice sau naturală prin câmpuri de irigare.

În figura 9.7 sunt redată două secțiuni printr-un separator de grăsimi cu insuflare de aer comprimat. Sub plăcile filtrante așezate între crestele radierului se aduce aerul comprimat care trece apoi în separator. Introducând fără întrerupere aer comprimat se evită formarea de depuneri și se asigură ridicarea la suprafață a particulelor de grăsimi în spațiul dintre pereții șicană, de unde acestea trec în jgheaburile colectoare longitudinale. Grăsimile trec apoi în

igheabul transversal din aval și din acesta cad într-o cameră de colectare prin conducte.

Dimensionarea hidraulică se face cu relațiile:

$$V_{sep} = Q \cdot t_d, \quad (9.58); \quad A_{med} = \frac{Q}{V_a}, \quad (9.59); \quad H_u = \frac{V_{sep}}{A_{med}} \quad (9.60)$$

$$L = V \cdot t_d, \quad (9.61); \quad B_{med} = \frac{A_{med}}{L}, \quad (9.62); \quad n = \frac{B_{med}}{b_{med}}, \quad (9.63)$$

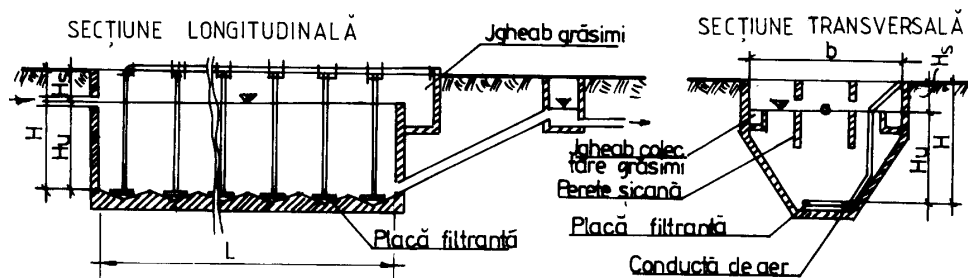


Fig. 9.7. Separator de grăsimi.

$$H = H_u + H_s, \quad (9.64)$$

în care: V_{sep} este volumul util al separatorului de grăsimi, în m^3 ; Q - debitul de calcul, în m^3/s , care se consideră Q_{zimax} ; t_d - timpul de trecere a apei prin separator, în s, care se consideră de 300-600 s; A_{med} - aria secțiunii orizontale medii a separatorului, în m^2 ; V_a - viteza ascensională, în m/s, care se consideră de 0,002-0,004 m/s; H_u - înălțimea utilă a separatorului, în m, care trebuie să fie mai mică de 2,5 m; L - lungimea separatorului, în m; V - viteza orizontală a apei în separator, în m/s, care se consideră de 0,02-0,05 m/s; B_{med} - lățimea medie utilă a separatorului, în m; n - numărul de compartimente ale separatorului; b_{med} - lățimea medie a unui compartiment al separatorului, în m, care se prevede de la 2-4 m; H - înălțimea totală a separatorului, în m; H_s - înălțimea de siguranță, în m, care se consideră de 0,3 m.

Aerul comprimat se introduce fără întrerupere în cantitate de $0,3 m^3$ pentru $1 m^3$ apă de scurgere, la presiunea de 0,5-0,7 at.

Dacă distribuția aerului comprimat se face prin tuburi perforate, este necesară o cantitate de $0,6 m^3$ aer comprimat la $1 m^3$ apă de scurgere.

Efectul de separare a grăsimilor poate fi îmbunătățit prin introducerea unei cantități de 1,0-1,5 mg/l clor.

Separatoarele de grăsimi se construiesc din cărămidă, beton sau beton armat. Suprafața interioară se protejează printr-o tencuială de ciment etanșă la apă și rezistentă la acțiunea agresivă a acizilor grași formați prin

descompunerea grăsimilor. În dreptul stratului de grăsime se prevăd pe pereți plăci antiacide, care ușurează și se-pararea grăsimilor de pe pereți. Jgheburile vor avea laturile de deversare bine rotunjite și orizontale, iar pereții tencuiți cu mortar de ciment.

Din apele menajere se pot reține 1-5 l/om-an materii grase care se trimit la un crematoriu, la fermentare sau la îngropare. La abatoare grăsimile se colectează în vederea valorificării.

Se prevăd separatoare de grăsimi la stațiile de epurare mecanică a apelor uzate cu un conținut de peste 150 mg/l grăsimi exprimabile în substanțe extractibile în eter de petrol și la stațiile de epurare mecanică și biologică, chiar dacă treapta biologică se întrevăde a se realiza într-un viitor previzibil.

Separatoarele de grăsimi se pot prevedea și cu plăci paralele ondulate sau cu pachete de tuburi circulare, înclinate față de orizontală, conform STAS 12268-91.

La instalațiile moderne de epurare, deznisipatoarele sunt cuplate cu separatoarele de grăsimi fiind prevăzute cu echipamente de automatizare și de deshidratarea nisipului (Anexa 3).

Decantoarele orizontale longitudinale se prezintă în plan sub forma unor bazine dreptunghiulare în care apa circulă orizontal (fig. 9.8). Pereții semiînecați uniformizează curentul de apă și rețin materiile plutitoare.

Se dimensionează hidraulic cu ajutorul relațiilor:

$$V_{dec} = Q \cdot t_d, \quad (9.65); \quad A = \frac{Q}{u}, \quad (9.66); \quad H_u = \frac{V_{dec}}{A} \quad (9.67)$$

$$L = V \cdot t_d, \quad (9.68); \quad B = \frac{A}{L}, \quad (9.69); \quad n = \frac{B}{b}, \quad (9.70)$$

$$V_d = \frac{p \cdot N \cdot T}{1.000}, \quad (9.71); \quad H_d = (0,6...0,7) \frac{V_d}{B \cdot L}, \quad (9.72)$$

$$H = H_d + H_n + H_u + H_s, \quad (9.73)$$

în care: V_{dec} este volumul util de decantare, în m^3 ; Q - debitul, în m^3/h , care se consideră Q_{zimax} ; t_d - timpul de trecere a apei, în ore, care în lipsa unor date experimentale, se consideră de 1,5 ore în cazul suspensiilor cu o concentrație mai mare de 200 mg/l și de 1 oră în cazul suspensiilor cu o concentrație maximă de 200 mg/l; A - aria secțiunii orizontale, în m^2 ; u - viteza de sedimentare, în m/h sau încărcarea de suprafață, în $m^3/m^2 \cdot h$, care se ia conform STAS 4162-89 din tabelul 9.8 la decantoarele primare și de 1,5...2 $m^3/m^2 \cdot h$ la cele

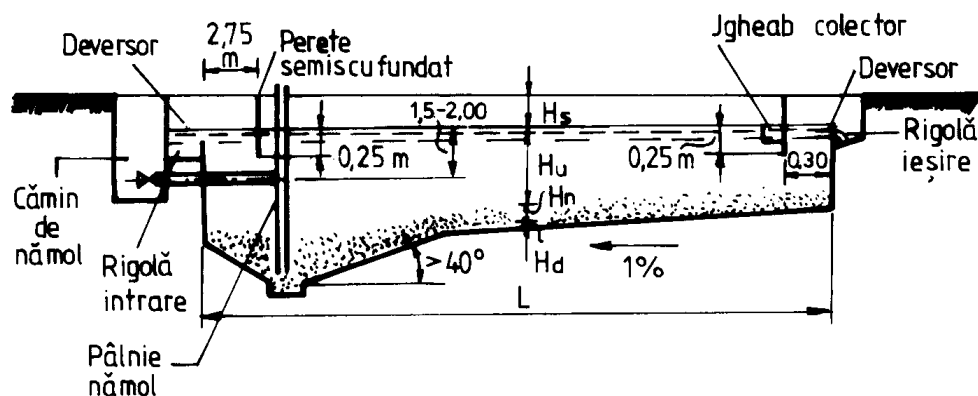


Fig. 9.8. Decantor orizontal longitudinal.

secundare; H_u - înălțimea utilă, în m; L - lungimea decantorului, în m; V - viteza orizontală medie a apei, în m/h, care se consideră de 18-36 m/h (5-10 mm/s) la decantoarele primare și de maximum 18 m/h (5 mm/s) la decantoarele secundare; B - lățimea utilă a decantorului, în m; n - numărul de compartimente; b - lățimea unui compartiment, în m, care trebuie să fie mai mică de $L/6-L/10$; V_d - volumul de depuneri, în m^3 ; p - cantitatea de depuneri, în l/om·zi, care se ia de 0,8 l/om·zi la decantoarele primare și din tabelul 9.17 la cele secundare; N - numărul locuitorilor de calcul; T - timpul de funcționare între două curățiri, în zile, care se ia de maximum o zi la decantoarele primare și de maximum 6 ore la cele secundare; H_d - înălțimea medie de depuneri, în m, care se recomandă de maximum 0,2 m în cazul colectării mecanizate a depunerilor și de maximum 0,5 m în cazul colectării nemecanizate; H - înălțimea totală medie, în m; H_n - înălțimea spațiului neutru dintre spațiul de decantare și spațiul de depuneri, în care se produce un amestec între apă și nămol, în m, care se consideră de 0,2 m; H_s - înălțimea de siguranță corespunzătoare supraînălțării peste nivelul apei, inclusiv spațiul pentru gheață, în m, care se consideră de 0,3-1,0 m.

Decantoarele orizontale radiale sunt bazine rotunde cu diametrul mare, în care apa este adusă pe la partea de jos sau pe la partea de sus într-un tub central, de unde trece în spațiul de decantare și circulă orizontal până la jgheabul colector, prevăzut pe tot perimetrul (fig. 9.9).

Dimensionarea hidraulică se face cu relațiile:

$$V_{dec} = Q \cdot t_d, \quad (9.74); \quad A = \frac{Q}{u}, \quad (9.75); \quad H_u = \frac{V_{dec}}{A} \quad (9.76)$$

$$n = \frac{4A}{\pi \cdot D^2}, \quad (9.77); \quad V_d = \frac{p \cdot N \cdot T}{1.000}, \quad (9.78)$$

$$H_d = \frac{4V_d}{\pi \cdot D^2 \cdot n}, \quad (9.79); \quad H = H_d + H_n + H_u + H_s, \quad (9.80)$$

Tabelul 9.8

Încărcarea de suprafață la decantoare

Reducerea suspensiilor în decantor sau eficiența decantării, în %	Încărcarea de suprafață în m ³ /m ² ·h la o concentrație inițială a suspensiilor C, în mg/l		
	C<200	200≤C≤300	C>300
40...45	2,3	2,7	3,0
45...50	1,8	2,3	2,6
50...55	1,2	1,5	1,9
55...60	0,7	1,1	1,5

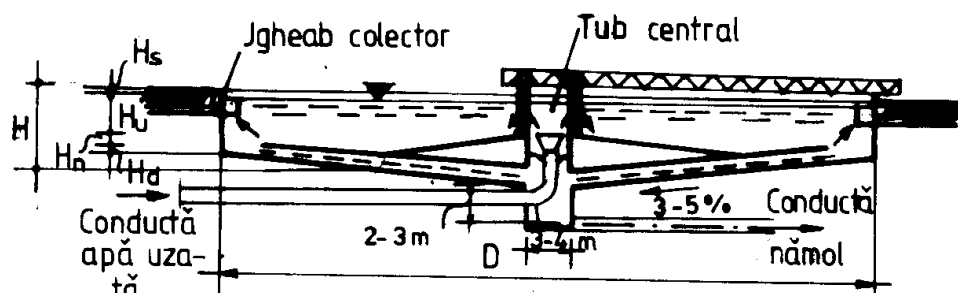


Fig. 9.9. Decantor radial.

în care: V_{dec} , Q , t_d , A , u , H_u , n , V_d , p , N , T , H_d , H au semnificațiile și valorile ca la decantoarele orizontale; D - diametrul decantorului, în m, care se prevede astfel încât să satisfacă condițiile: $D/H_u=10-15$ la $D<16$ m, $D/H_u=15-20$ la $D=16-30$ m și $D/H_u=20-25$ la $D=30-50$ m; H_n - înălțimea spațiului neutru, în m, care se consideră de 0,3 m; H_s - înălțimea de siguranță, în m, care se consideră de 0,3-0,4 m.

Tubul central are diametrul de 3-4 m iar jgheabul colector se prevede cu radierul în pantă spre evacuare și se dimensionează la viteza de 0,7 m/s pentru debitul $2Q_{oramax}$, în sistemul unitar de canalizare sau pentru debitul Q_{oramax} în sistemul separativ de canalizare.

Decantoarele radiale orizontale se construiesc din beton armat monolit sau din elemente de beton armat prefabricate.

Strângerea depunerilor de pe fund în pâlnia de nămol se poate realiza cu ajutorul unor răzuitoare fixate pe ferme suspendate pe o construcție metalică, care se rotește cu 2...3 ture pe oră. În anexa 5 este prezentat un pod raclor cu lame produs de firma ADISS S.A. din Baia Mare. Nămolul din pâlnia de nămol trece gravitațional prin conducta de descărcare la o mică stație de pompare cu pompe verticale, prevăzută în centrul unui grup de mai multe decantoare.

Decantoarele orizontale radiale se folosesc la debite de ape uzate mai mari de 9.000 m³/zi, sau în baza calculelor tehnico-economice comparative cu alte tipuri de decantoare și la debite de 5.000-9.000 m³/zi.

Decantoarele verticale sunt bazine circulare cu fundul în formă de trunchi de con (fig. 9.10). Apa de scurgere adusă în tubul central se mișcă în jos până la deflector și apoi în sus până la jgheabul colector.

În timpul mișcării verticale ascendente se depun substanțele nedizolvate, deoarece viteza de depunere este mai mare decât viteza de curgere a apei. Lichidul limpezit se scurge în jgheabul colector printr-un devorsor circular. Viteza din tubul central nu trebuie să tulbure depunerile.

Dimensionarea hidraulică se face cu relațiile:

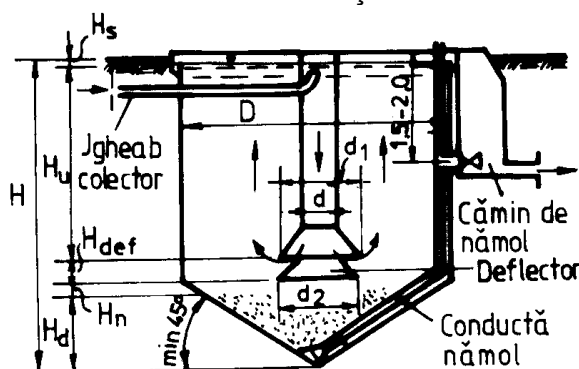


Fig. 9.9. Decantor vertical.

$$V_{dec} = Q \cdot t_d, \quad (9.81); \quad A = \frac{Q}{V_r}, \quad (9.82); \quad a = \frac{Q}{V_c}, \quad (9.83)$$

$$H_u = \frac{V_{dec}}{A}, \quad (9.84); \quad n = \frac{4(A+a)}{\pi \cdot D^2}, \quad (9.85); \quad d = \sqrt{\frac{4a}{\pi \cdot n}}, \quad (9.86)$$

$$V_d = \frac{p \cdot N \cdot T}{1.000}, \quad (9.87); \quad H = H_d + H_n + H_{def} + H_u + H_s, \quad (9.88)$$

în care: V_{dec} , Q , t_d , A , n , V_d , p , N , T au semnificațiile și valorile ca la decantoarele orizontale; V_r - viteza de ridicare, în m/s, care se consideră de maximum 0,7

mm/s la decantoarele primare și de maximum 0,5 mm/s la decantoarele secundare; a - aria secțiunii transversale a tubului central, în m^2 ; V_c - viteza de coborâre a apei în tubul central, care se consideră de 100 mm/s sau de 30 mm/s când nu există acest panou; H_u - înălțimea utilă, în m, care se recomandă să fie de maximum 4 m; D - diametrul decantorului, în m, care poate avea valoarea maximă de 7 m; d - diametrul tubului central, în m; H - înălțimea totală, în m; H_d - înălțimea de depuneri, în m; H_n - înălțimea spațiului neutru, în m, care se consideră de 0,4 m sau de 0,6 m când nu există panou deflector; H_{def} - distanța de la partea de jos a tubului central până la partea de jos a panoului deflector; H_s - înălțimea de siguranță, în m, care se consideră de 0,3 m.

La dimensionare se mai consideră: diametrul capătului de jos al tubului central $d_1 = 1,5d$, diametrul deflectorului $d_2 = (1,2...2)d_1$ iar unghiul dintre partea superioară a acestui deflector și orizontală de 17° .

Înălțimea H_u trebuie să satisfacă relația:

$$\frac{H_u}{D-d} \geq 0,8. \quad (9.89)$$

Înălțimea tubului central de liniștire trebuie să fie egală cu $0,8H_u$.

Debitul de evacuare a apei peste jgheaburi se ia de cel mult 1,5 l/s și m liniar de jgheab.

Depunerile se ridică prin conducta de nămol în căminul de nămol. Înclinarea generatoarei trunchiului de con trebuie să asigure o bună alunecare a lor.

La un grup de 4 decantoare se prevede în centru o cameră de distribuție a apei și câte un cămin de nămol la două decantoare. La căminul de nămol poate fi atașată și o cameră în care se colectează substanțele plutitoare.

Decantoarele verticale se construiesc din beton armat, tubul central din metal, iar conducta de nămol din fontă.

Pentru manevrarea panourilor deflectoare și pentru înlăturarea substanțelor plutitoare, se montează deasupra decantoarelor pasarele din plăci de beton sau din tole metalice așezate pe grinzi din beton armat.

Decantoarele verticale prezintă avantaj în ceea ce privește simplitatea exploatării, deoarece evacuarea depunerilor se face ușor. Având adâncimea mare (5... 7 m), sunt costisitoare în cazul solurilor stâncoase și nivelului apei subterane ridicat. De asemenea, depunerile se pot îndesa și în acest caz nu se mai ridică prin conducta de nămol, în special la unele ape industriale.

Decantoarele verticale se folosesc ca decantoare primare sau secundare la debite mai mici de $9.000 m^3/zi$ și când condițiile permit ca execuția să se facă fără epuizmente costisitoare sau săpături cu mijloace speciale.

Decantoarele cu etaj sunt bazine circulare sau dreptunghiulare în care are loc și decantarea și fermentarea anaerobă a substanțelor organice decantate (fig. 9.11).

Apa de scurgere intră în jgheabul de decantare, pe care-l parcurge în timpul t_d . În acest timp, depunerile cad prin fanta longitudinală de la partea de jos a jgheabului în volumul de fermentare. Pereții semiscufundați rețin materiile plutitoare și asigură circulația uniformă a apei. Nămolul fermentat trece prin conducta de nămol din spațiul de fermentare în căminul de nămol, prin sifonare sub presiunea hidrostatică de 1,5-2,0 m col. apă a apei decantate, iar de aici este trimis gravitațional sau prin pompare la uscare. Distribuția uniformă a debitului de apă în jgheaburile decantoare se realizează cu deversoare mobile reglabile, montate la ieșirea din acestea.

Pentru alunecarea depunerilor în jgheabul de decantare, pereții înclinați ai jgheaburilor decantoare vor forma cu orizontala un unghi minim de 50° , iar pentru împiedicarea pătrunderii gazelor și materiilor din spațiul de fermentare în partea de decantare, unul din pereți se prelungește față de celălalt cu minimum 15 cm. Lățimea fantei longitudinale din partea de jos a jgheabului decantor este de 15 cm. Pentru $D > (5 \dots 6) \text{ m}$, se prevăd două jgheaburi decantoare.

În volumul de fermentare substanțele organice se descompun în proporție de 50 %, iar durata de descompunere este funcție de temperatura apelor de scurgere.

Sub acțiunea presiunii coloanei de lichid, depunerile se îndeasă, ajungând la

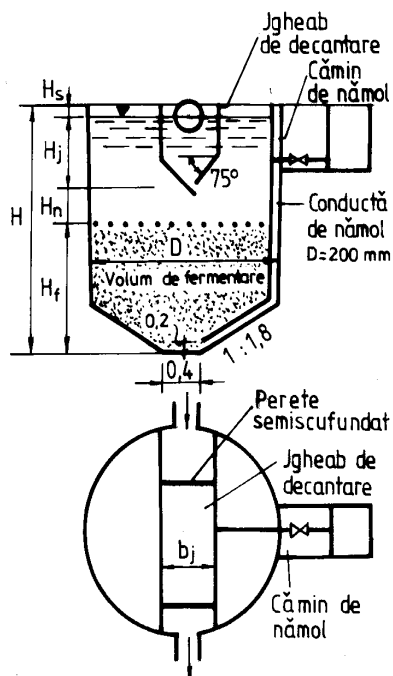


Fig. 9.11. Decantoare cu etaj.

umiditatea medie de 90 % la evacuare.

Amestecarea depunerilor proaspete cu cele fermentate se face prin bulele de gaz care se ridică și prin căderea depunerilor proaspete, când se evacuează cele fermentate.

În funcție de Q , în m^3/h și de t_d , în ore, ca la decantoarele orizontale, se determină volumul jgheaburilor V_j , în m^3 , din relația:

$$V_j = Q \cdot t_d. \quad (9.90)$$

Determinând suprafața secțiunii transversale A a unui jgheab, care se compune dintr-un triunghi și dintr-un dreptunghi, astfel încât $H_j < 2$ m și $b_j < 3$ m, se calculează lungimea totală a jgheaburilor L_j , în m, din relația:

$$L_j = \frac{V_j}{A}. \quad (9.91)$$

Impunând diametrul decantorului $D < 8$ m și considerând $l_j = D$ sau $l_j = 2D$, după cum există unul sau două jgheaburi într-un decantor, se determină numărul n de decantoare din relația:

$$n = \frac{L_j}{l_j}. \quad (9.92)$$

Volumul de fermentare V_f , în m^3 , care revine unui decantor, se determină în funcție de capacitatea specifică C , în l/om , care se ia din tabelul 9.9, de numărul N de locuitori și de numărul n de decantoare din relația:

$$V_f = \frac{C \cdot N}{1.000n}. \quad (9.93)$$

Înălțimile decantorului se determină din relația:

$$H = H_u + H_s = H_f + H_n + H_j + H_s, \quad (9.94)$$

în care: H este înălțimea totală, în m, care trebuie să fie mai mică de 10-12 m; H_u - înălțimea utilă, care trebuie să se prevadă de minimum 6 m, pentru o bună îndesare a depunerilor, putându-se micșora la 5 m în condiții de funcționare foarte grele; H_f - înălțimea spațiului de fermentare, în m, care se consideră de 0,5 m; H_n - înălțimea spațiului neutru, în m, care se consideră de 0,5 m; H_j - înălțimea jgheabului de contur, m; H_s - înălțimea de siguranță, în m, care se consideră de 0,3 m.

Tabelul 9.9

Valorile capacității specifice

Temperatura anuală medie a aerului, în °C	Capacitatea specifică C, în l/om	Timpul de fermentare, în zile	Observații
7	75	150	Se mărește cu 20 % capacitatea specifică în următoarele cazuri: - când temperatura este mai mică de 7 °C; - când numărul de locuitori este de 200-500; - în sistemul unitar de canalizare, datorită nămolului suplimentar adus de apele diluate 1:2 la deversorul amplasat înainte de stația de epurare. Se mărește cu 50 % capacitatea specifică în următoarele cazuri: - când se prevăd filtrele biologice după decantoarele cu etaj; - când numărul de locuitori este sub 200. Se mărește cu 70 % capacitatea specifică când se prevăd bazine de aerare după decantoarele cu etaj.
8	65	120	
10	50	90	

Suprafața orizontală a jgheaburilor trebuie să fie de maximum 80 % din suprafața totală orizontală, pentru a asigura ieșirea gazelor din spațiul de fermentare pe la suprafața lichidului și strângerea substanțelor plutitoare.

Din fermentarea depunerilor rezultă 8-10 l/om-zi gaze.

Dacă în calcule rezultă un număr mai mare de decantoare, acestea se pot cupla câte două ca în figura 9.12.

Deschizând stavilele S_1 și S_2 și închizând stavilele S_3 și S_4 apa de scurgere va circula prin jgheabul din jurul decantoarelor și prin decantoare în sensul indicat în figură. La intervale de cel puțin 10 zile se schimbă sensul de scurgere prin închiderea stavilelor S_1 și S_2 și deschiderea stavilelor S_3 și S_4 , uniformizându-se în acest fel depunerile.

Se pot cupla și câte 4 decantoare cu etaj la un loc, cu un cămin de nămol la două decantoare.

Spațiul de decantare poate fi prevăzut la partea de jos și în formă de W longitudinal central, cu două fante de trecere a depunerilor în spațiul de fermentare.

Decantoarele cu etaj se construiesc din beton armat.

Capătul superior al conductei de nămol din fontă se va prelungi cu minimum 0,4 m deasupra buzei decantorului.

Căminul de nămol va avea un compartiment uscat ce adăpostește vana și un compartiment umed, pentru primirea nămolului fermentat scos pentru evacuare la platformele de uscare.

Pentru a feri apele de scurgere de îngheț, decantoarele cu etaj se îngroapă în pământ, iar partea de la suprafață se acoperă iarna cu panouri de scânduri și rogojini sau se izolează cu un strat de pământ de grosime minimă cât adâncimea de îngheț.

Decantoarele cu etaj se fundează în săpătură obișnuită sau în chesoane deschise.

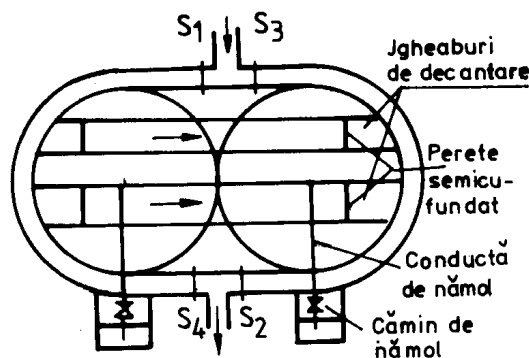


Fig. 9.12. Decantoare cu etaj cuplate.

La punerea în funcțiune trebuie să se introducă nămol vechi de un an dintr-o hazna ($1...2 \text{ m}^3$) adăugându-se și var ($5...6 \text{ kg}/1.000 \text{ locuitori}$). Se recomandă să se pună în funcțiune în timpul cald al anului.

Evacuarea depunerilor fermentate din decantoarele cu etaj se face în cantități stabilite de proiectant -vara în cantitate mai mare- rămânând în permanență în de-cantor circa 25 % din volumul total al spațiului de fermentare. Crusta formată din materiile plutitoare se distruge cel puțin o dată pe săptămână cu un jet de apă luat de la instalația de incendii.

Pentru îmbunătățirea eficienței tratării nămolului, decantoarele cu etaj se pot prevedea cu dispozitive de amestecare mecanice orizontale sau verticale pentru nămol.

Decantoarele cu etaj se folosesc pentru localități de la 200 locuitori până la 20.000 locuitori (circa 100 l/s).

Fosele septice sunt instalațiile cele mai vechi și cele mai simple pentru epura-rea apelor uzate. Funcționează ca decantoarele cu etaj, însă nu au spațiul de decan-tare separat de cel de fermentare (fig. 9.13). Apa intră în prima cameră a fosei septice printr-un teu, sub crusta care se formează din materii plutitoare ridicate odată cu gazele rezultate din fermentare. Trecerea în camera a doua și în camera a treia se face prin câte 3-4 orificii de $30 \times 20 \text{ cm}$, amplasate

în pereții despărțitori. Tot printr-un teu iese lichidul din fosă, depunerile rămase în interior urmând să fie înlăturate după ce fermentează.

Pentru debite sub $1 \text{ m}^3/\text{zi}$ se construiesc fose septice cu o singură cameră, iar pentru debite de $1 \dots 10 \text{ m}^3/\text{zi}$ fosele septice se prevăd cu două camere.

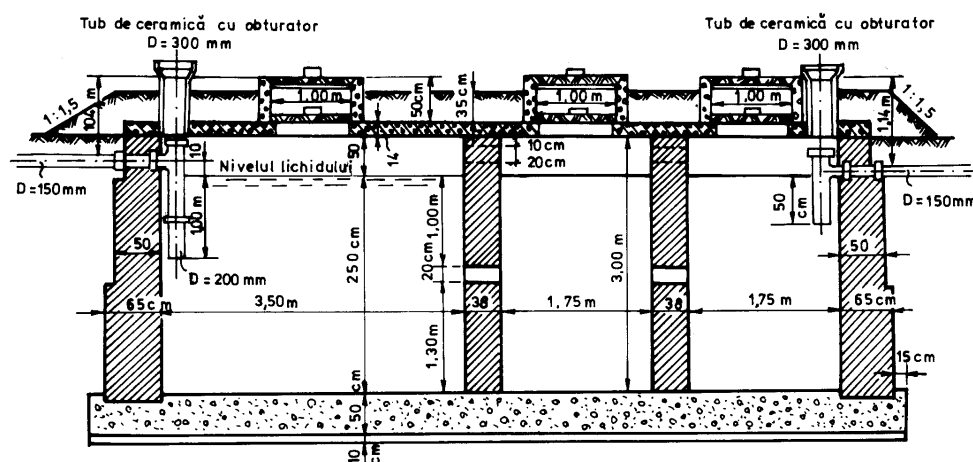


Fig. 9.13. Fosă septică.

Pentru debite până la $10 \text{ m}^3/\text{zi}$ volumul util al fosei septice se ia de 3 ori mai mare decât volumul zilnic total, dacă depunerile se evacuează de două ori pe an.

Pentru debite mai mari de $10 \text{ m}^3/\text{zi}$ volumul util al fosei septice se ia de 2,5 ori, respectiv de două ori mai mare decât volumul zilnic total, după cum evacuarea depunerilor se face odată pe an sau de două ori pe an.

Fosele septice au formă circulară sau rectangulară în plan, iar cele rectangulare cu 3 camere au prima cameră egală cu jumătate din volum, iar celelalte două egale cu câte un sfert din volum.

La darea în funcțiune fosele septice se umplu cu 20 % din volum cu nămol de cel puțin un an, rezultat dintr-o hazna și cu 50-100 kg var pastă, pentru grăbirea fermentării alcaline deoarece la început are loc fermentarea acidă.

La evacuarea nămolului fermentat din fosa septică cu autocisterne transportoare, prin căminele de vizitare, se lasă 20 % din volumul fosei nămol neevacuat, pentru contaminarea viitoarelor depuneri. După fiecare evacuare de nămol se va adăuga în fosa septică 50-100 kg de var pastă. După un an de îngropare depunerile din fosa septică se pot folosi pentru îngrășarea culturilor care nu se servesc pentru consum crude.

Se recomandă fosele septice pentru debite de apă până la 50 m³/zi (100-200 locuitori).

9.7. EPURAREA CHIMICĂ A APELOR DE SCURGERE

Pentru reținerea substanțelor cu suspensii coloidale și dizolvate și accelerarea procesului de decantare se introduc în apele de scurgere reactivi de coagulare ca în alimentări cu apă.

La epurarea chimică a apelor de scurgere menajere se folosesc ca reactivi: sulfatul de aluminiu, sulfatul feric, sulfatul feros, clorura ferică, varul, polielectroliți organici anionici sau cationici, naturali sau sintetici etc. Coagulantul organic și doza de coagulant se determină în baza cercetărilor de laborator. În funcție de compoziția apelor de scurgere și în special de conținutul de CO₂ și de bicarbonați, se poate prevedea sulfatul feros în doză de 150 mg/l, clorură ferică în doză de 30- 40 mg/l și varul în doză de 100-200 mg/l.

În anexa 1 sunt redată câteva tipuri de instalații pentru prepararea și dozarea substanțelor chimice utilizate la tratarea și epurarea apelor produse de firma ADISS S.A. din Baia Mare.

La decantoarele de după camerele de reacție trebuie prevăzut un spațiu mai mare pentru depuneri decât la decantoarele obișnuite. Depunerile reprezintă în acest caz 2...3,5 % din volumul apelor de scurgere epurate. Prelucrarea și folosirea ulterioară a acestor depuneri se face mai greu decât în cazul depunerilor obișnuite.

Pentru mărirea productivității, decantoarele se pot construi astfel încât apele cu coagulanți să întâlnească nămolurile depuse anterior. După acest principiu se construiesc decantoarele accelator, pulsator, ciclator etc.

Epurarea chimică a apelor de scurgere se face și prin metoda electrolitică. Aceasta constă în trecerea unui curent electric între electrozi de fier introduși în apa uzată din electroizoare, electrodul de fier anod (pozitiv) formând prin dizolvare hidroxid feros Fe(OH)₂, care este un bun coagulant. Procedul necesită un consum de energie electrică de 0,13 kWh și 43 g fier la 1 m³ ape uzate, deci se folosește numai la debite mici de ape industriale sau la epurări pentru grupuri de clădiri izolate, fiind costisitor.

9.8. EPURAREA BIOLOGICĂ A APELOR DE SCURGERE

Epurarea biologică are loc în construcții pentru epurarea în condiții apropiate de cele naturale sau artificiale.

Apele de scurgere aduse pentru epurare biologică pe câmpurile de irigare și pe câmpurile de infiltrare se infiltrează lent în teren, procesele de epurare având loc pe o grosime de 0,8...1,2 m de sol. În stratul superior al terenului, pe o grosime de 20...30 cm, au loc principalele procese de epurare. Impuritățile organice acoperă suprafața granulelor terenului și formează împreună cu bacteriile o peliculă biologică. Substanțele organice coloidale și dizolvate din apele de scurgere sunt adsorbite de această peliculă biologică și apoi sunt supuse mineralizării. Azotul din amoniu trece în nitrați, iar carbonul organic trece în CO_2 .

Creându-se condiții artificiale pentru dezvoltarea bacteriilor aerobe, intensitatea proceselor de mineralizare este mult mai mare la construcțiile de epurare în condiții artificiale decât la construcțiile de epurare în condiții naturale, rezultând supra-fețe de circa 100 ori mai mici.

Câmpurile de irigare servesc la epurarea biologică a apelor de scurgere, la fertilizarea solurilor cu substanțele nutritive ale acestor ape și la completarea deficitului de umezeală din soluri. În unele perioade ale anului (însămânțarea culturilor, strângerea recoltei, exces de umezeală etc.) se întrerupe udarea, deci și funcționarea acestor câmpuri și în acest caz apele se trimit pentru epurare pe câmpuri de infiltrare amplasate lângă cele de irigare.

Pe câmpurile de irigare cu ape uzate se cultivă plante care folosesc bine această apă și substanțele din ea și care suportă excese trecătoare de umiditate suplimentară: trifoi, lucernă, floarea-soarelui, sfeclă, cartofi, secară, fânețe, ovăz, rapiță, porumb, cânepă, dovleac.

Câmpurile de irigare sunt parcele de teren amplasate și înconjurate din toate părțile de diguri (fig. 9.14). Distribuția lichidului de scurgere pe aceste parcele se face printr-o rețea permanentă de irigare compusă din canale de distribuție și din canale de irigare, iar colectarea și evacuarea lichidului epurat se face printr-o rețea de desecare compusă din drenaje închise sau deschise și din canale de colectare.

Printre efectele negative pe care le pot produce apele de scurgere pe câmpurile de irigare se pot menționa: emanări de mirosuri neplăcute, colmatarea porilor dintre granulele terenului, mărirea acidității sau alcalinității, posibilitatea sărăturării solului, ridicarea nivelului apelor freatice, infectarea solului, culturilor și apelor freatice de mică adâncime cu bacterii patogene, paraziți sau substanțe toxice etc.

Din apa distribuită pe câmpurile de irigare o parte se evaporă (20-35 %), o parte este folosită de culturi (10-20 %), iar restul se infiltrează (50-75 %) epurându-se biologic.

Pentru acces, circulația cu utilaje de transport, se prevăd drumuri.

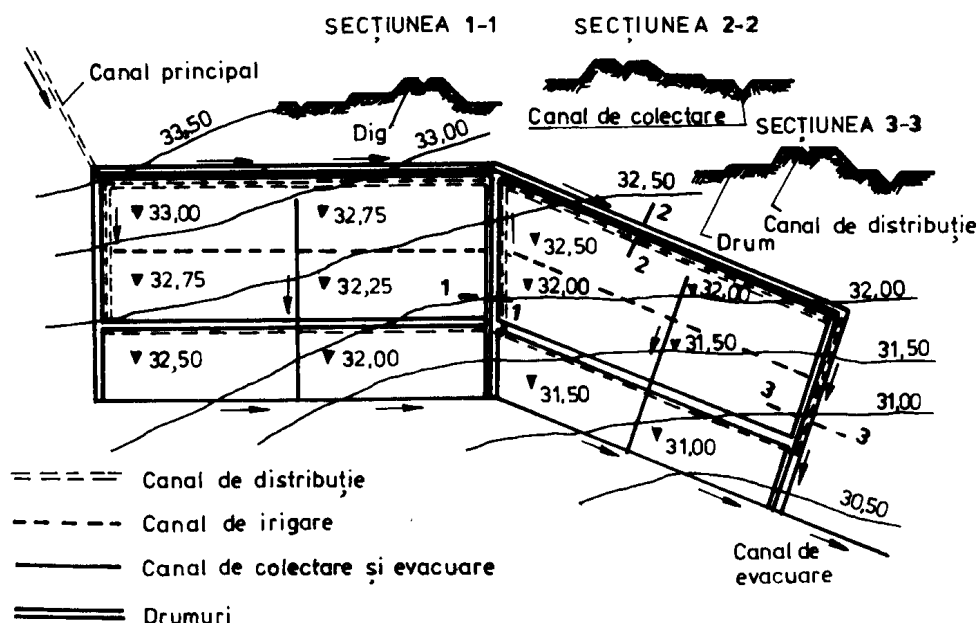


Fig. 9.14. Câmpuri de irigare.

Solurile nisipoase (cu conținut de particule de argilă până la 5 %) și cele de nisip argilos (cu conținut de particule de argilă de 5-15 %), formate din particule relativ mari cu dimensiuni aproximativ egale, sunt bune de amenajat. Se pot folosi și soluri argilo-nisipoase (cu conținut de particule de nisip de 5-15 %) și soluri argiloase (cu conținut de particule de nisip până la 5 %).

Nivelul apelor subterane trebuie să se afle la o adâncime de 1,5...2 m de la suprafața terenului. Dacă apele subterane sunt mai ridicate, se execută drenaje tubulare acoperite.

În funcție de felul culturilor, de cantitatea de precipitații atmosferice, de umiditatea naturală a solului și de destinația irigației (pentru umezire, pentru fertilizare, sau pentru ambele), există norme de irigare, de udare și medie zilnică de încărcare. Norma de irigare exprimă cantitatea de apă, în m^3 , care se poate trimite pe un ha de câmp cultivat în toată perioada de vegetație a unei culturi, cea de udare exprimă cantitatea de apă, în m^3/ha , care se poate trimite pe câmpuri la o udare, iar cea medie zilnică de încărcare exprimă cantitatea medie zilnică de apă, în $m^3/zi-ha$, care poate fi trimisă uniform în cursul întregului an.

Se recomandă, în general, ca irigarea cu ape murdare să nu se facă la legumele care se consumă crude și vin în contact direct cu apa uzată.

În timpul iernii se practică irigarea sub gheață sau se trimit apele uzate pe circa 70 % din suprafața câmpurilor, unde îngheață într-un strat de 0,5...0,8 m. Restul suprafeței este păstrată pentru scurgerea apelor provenite din topirea zăpezii și pentru epurarea apelor în acest timp.

Suprafața totală a câmpurilor de irigare S_t , în ha, se determină din relația:

$$S_t = S_u + S_f + S_d, \quad (9.95)$$

în care: S_u este suprafața utilă, în ha; S_f - suprafața câmpurilor de infiltrare, în ha, folosite atunci când nu se fac irigații, care se consideră $(0,25...0,50)S_u$; S_d - suprafața digurilor, drumurilor și rețelelor de irigare și de desecare, în ha, care se consideră $(0,20...0,40)S_u$.

Suprafața utilă se determină din relația:

$$S_u = \frac{Q_{zimax}}{q}, \quad (9.96)$$

în care: Q_{zimax} este debitul maxim zilnic al apelor de scurgere, în m^3/zi ; q - norma medie zilnică de încărcare, în $m^3/zi\cdot ha$, care se consideră 15-35 $m^3/zi\cdot ha$ la soluri argiloase, 25-60 $m^3/zi\cdot ha$ la soluri argilo-nisipoase și 35-70 $m^3/zi\cdot ha$ la soluri nisipoase.

Suprafața parcelelor trebuie să fie de minimum 5 ha pentru a se putea lucra mecanizat. O parcelă poate avea lungimea maximă de 1.600 m, lățimea maximă de 200 m și raportul laturilor de 1:5...1:8. Panta longitudinală a parcelelor în soluri de argilă nisipoasă și de argilă se ia de 0,001...0,002, iar în solurile nisipoase de 0,003. Panta transversală se ia de 0,002... 0,005. Drumurile se construiesc cu o lățime de 2,5...3 m, constituind aproximativ 5...10 km la 100 ha terenuri. Pe perimetrul fiecărei parcele se amenajează un dig cu înălțimea de 0,5... 1 m, calculată în funcție de grosimea stratului de gheață.

Canalele principale se construiesc în rambleu din beton și se dimensionează la debitul Q_{oramax} , cu secțiunea transversală dreptunghiulară sau trapezoidală și panta minimă de 0,0005.

Canalele de distribuție se construiesc descoperite, cu secțiunea transversală dreptunghiulară sau trapezoidală. Pot fi pereate sau nepereate. Se dimensionează la debitul Q_i , în l/s, dat de relația:

$$Q_i = \frac{1.000q \cdot t}{3.600t_u}, \quad (9.97)$$

în care: q este norma medie zilnică de încărcare, în $m^3/zi\cdot ha$; t - perioada între două udări succesive, care se ia 2...10 zile, după cum solurile sunt cu infiltrare bună sau rea; t_u - durata de udare, care se ia de circa o oră pentru 1 ha de parcelă irigată.

Panta minimă a canalelor de distribuție se ia de 0,0005.

Canalele de irigare se construiesc și se dimensionează ca și canalele de distribuție. Panta minimă la aceste canale se ia de 0,001.

Din rețeaua permanentă de irigare apele de scurgere trec în rețeaua provizorie de irigare, care depinde de metoda de udare a câmpurilor (în brazde sau pe fâșii).

În cazul irigării în brazde, rețeaua provizorie de irigare se compune din rigole de irigare și din brazde de udare (9.15,a). Rigolele de irigare se amplasează la distanța de 20...50 m și au panta de 0,002-0,005 iar brazdele de udare au adâncimea de 0,18...0,20 m și se amplasează cu panta de 0,001-0,003 la o distanță de 0,7-1,0 m una de alta.

În cazul irigării pe fâșii, rețeaua provizorie de irigare se compune din rigole de irigare, din care apa de scurgere trece în fâșiile cu lățimea de 10-15 m îngrădite cu diguri de pământ joase (fig. 9.15,b).

Apele uzate și apele de ploaie sunt evacuate prin rețeaua de desecare. Din rețeaua de drenaj apele trec în canalele de colectare și de aici în canalul de evacuare, care se varsă într-un emisar printr-o gură de vărsare.

Rețeaua de drenaj menține stratului activ de teren umiditatea necesară dezvoltării culturilor și aerează solul între udări. În terenuri argiloase sau argilo-nisipoase se prevede închisă, iar în terenuri nisipoase deschisă.

Debitul de calcul Q_d , în l/s, al drenajului închis este dat de relația:

$$Q_d = q_{sc} \cdot S = \frac{1.000\alpha \cdot q \cdot t \cdot n}{86.400m} S, \quad (9.98)$$

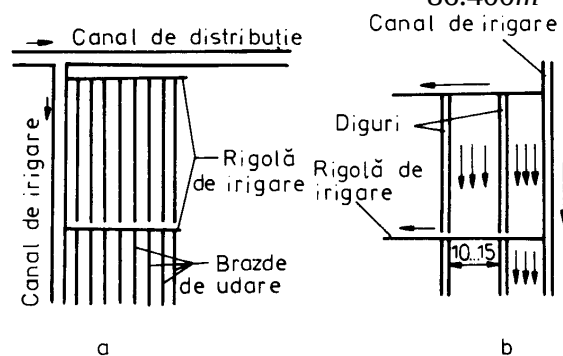


Fig. 9.15. Schema de udare în brazde (a) și pe fâșii (b).

în care: q_{sc} este debitul specific de scurgere, în l/s-ha; S - suprafața deservită, în ha; α - coeficientul de infiltrare, care se ia de 0,5; q - norma medie zilnică de încărcare, în m^3/z -ha; t - perioada între două udări succesive, care se ia de 5 zile; n - coeficientul de neuniformitate, care se ia de 1,5; m - numărul de zile în care se evacuează în drenuri apele infiltrate, care se ia de 2...2,5 zile.

Distanța în plan între drenuri L , în m (fig. 9.16,a), se poate determina din relația:

$$L = 632(H - h) \sqrt{\frac{K}{q_{sc}}}, \quad (9.99)$$

în care: H este adâncimea de așezare a drenurilor, în m, care se ia de 1,2...1,5 m; h - adâncimea de drenare, în m, care se ia de 0,3 m la ierburi, 0,8 m la legume și în general de 1 m; K - coeficientul de filtrație, în cm/s, care se ia de 1,0... 0,01 cm/s, pentru nisip și de 0,004...0,001 cm/s pentru nisip argilos; q_{sc} - debitul specific de scurgere, în l/s·ha.

Drenajul închis se execută din tuburi de argilă arsă cu diametrul de 50... 100 mm și cu lungimea de 30 cm, care la panta de 0,0025...0,005 trebuie să asigure o viteză de 0,2...1 m/s. Tuburile se așează cap la cap fără a se ștemui. Lungimea drenului poate să fie de 100...125 m.

Rețeaua de drenaj deschisă constă din canale de desecare (fig. 9.16,b) cu $H=1,5...2$ m și lățimea la fund de 0,20...0,40 m, care se dimensionează ca și rețeaua de drenaj închisă.

Canalele de colectare se execută sub formă de șanțuri deschise cu adâncimea de 4... 5 m.

Toate solurile care se pretează pentru culturi irigate pot fi și irigate cu ape de canalizare, cu condiția ca conținutul în săruri de sodiu ale acestora să nu fie dăunător solului. Defecțiunile raportului între substanțele nutritive (N:P:K=1,0:0,3:1,4) se pot corecta prin nămol fermentat și deshidratat sau prin îngrășăminte artificiale.

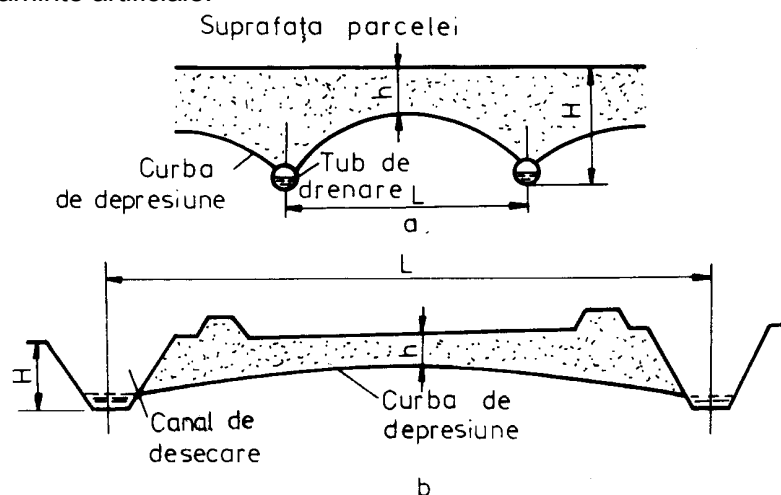


Fig. 9.16. Scheme de calcul pentru drenaje.

În jurul câmpurilor de irigare se poate prevedea un șanț cu scurgere directă în emisar.

Câmpurile de infiltrare servesc numai la epurarea biologică a apelor de scurgere și constau din parcele amenajate în același fel ca la câmpurile de irigare. Apele uzate decantate trimise pe aceste câmpuri se infiltrează în pământ, se colectează prin drenuri sau prin canale deschise și se evacuează într-un emisar.

În timpul iernii, numai suprafața necesară pentru infiltrare în perioada de primăvară a topirii zăpezilor nu se utilizează pentru formarea unui strat de gheață.

Suprafața totală a câmpurilor de infiltrare S_t , în ha, se determină din relația:

$$S_t = S_u + S_d, \quad (9.100)$$

în care: S_u este suprafața utilă, în ha; S_d - suprafața pentru diguri, canale și construcții administrative, în ha, care se consideră $(0,2-0,4)S_u$.

Suprafața utilă S_u , în ha, se determină din relația:

$$S_u = \frac{Q_{zi\max}}{q}, \quad (9.101)$$

în care: $Q_{zi\max}$ este debitul maxim zilnic al apelor de scurgere, în m^3/zi ; q - norma medie zilnică de încărcare, în $m^3/zi\cdot ha$, care se consideră 40-75 $m^3/zi\cdot ha$ la soluri argiloase, 50-100 $m^3/zi\cdot ha$ la soluri argilo-nisipoase și 70-150 $m^3/zi\cdot ha$ la soluri nisipoase.

Canalele de distribuție și lucrările de colectare a apei epurate se proiectează ca la câmpurile de irigare.

Asemănătoare câmpurilor de infiltrație sunt filtrele de nisip, posibil de realizat în terenuri nisipoase. Se sapă terenul până la stratul de nisip, după care se construiesc diguri pentru obținerea unor parcele cu suprafața de 0,4-0,6.

La dimensiuni ale granulelor de nisip de 0,2...0,5 mm, încărcarea hidraulică se poate considera de 0,8-12,5 $m^3/m^2\cdot h$.

Filtrele se umplu rapid în 5-10 min până se realizează o grosime de apă de 5-10 cm, care trebuie să se infiltreze în teren în maximum 4 ore. Umplerea se face de mai multe ori pe zi prin conducte îngropate în diguri și prin jgheaburi care pornesc de la aceste conducte iar evacuarea apelor filtrate se face prin drenuri de 50-100 mm așezate la circa 1 m de la nivelul terenului și la 1 m între ele.

Câmpurile de infiltrare subterană constau dintr-o rețea subterană de tuburi per-forate sau cu îmbinări neștemuite dispuse rectangular (fig. 9.17) sau ramificat din care apa uzată decantată se infiltrează în sol. Se folosesc în cazul clădirilor izolate sau grupurilor mici de clădiri. Pentru a se asigura aerisirea solului, se montează la capătul tuburilor din sol tuburi verticale, care se termină cu 1...1,5 m deasupra solului. Pentru cazul când tuburile nu funcționează, se

prevăd guri de evacuare în cel mai apropiat bazin natural de apă sau în puțuri absorbante.

Nivelul apelor subterane trebuie să fie la cel puțin 1 m de la fundul tu-burilor, pentru a se asigura schimbul de aer în stratul activ al solului.

Lungimea rețelei L , în m, se determină din relația:

$$L = \frac{Q_{zi\max}}{q}, \quad (9.102)$$

în care: $Q_{zi\max}$ este debitul maxim zilnic al apelor de scurgere, în l/zi; q - norma zilnică de încărcare cu ape de scurgere, în l/zi·m, care se ia de 4...25 l/zi·m.

Se prevăd tuburi cu diametrul de 75...100 mm, la adâncimea de 0,70... 1,00 m. Liniile de tuburi se prevăd cu panta de 0,001...0,003, la distanța de 1,3 m în terenuri nisipoase și de 1,7 m în nisipuri argiloase. Lungimea maximă a unei linii de tuburi este de 20 m.

Câmpurile de irigare subterană se amenajează ca și câmpurile de infiltrare subterană, considerându-se la dimensionare $q=25...85$ l/zi·m.

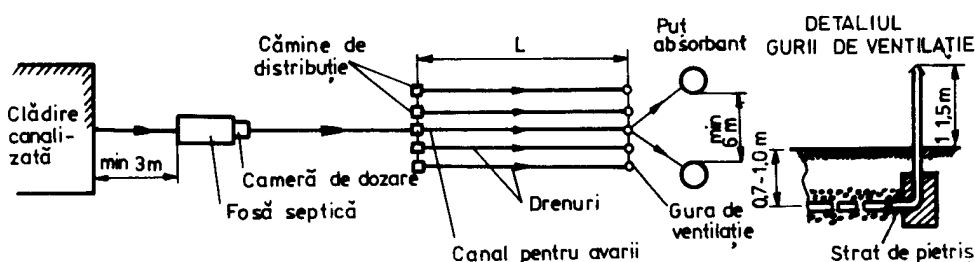


Fig. 9.17. Schemă de epurare cu câmpuri de infiltrare subterană.

Puțurile absorbante servesc pentru înfiltrarea în soluri formate din nisip grosier sau pietriș a apelor uzate de la clădiri izolate sau de la grupuri mici de clădiri astfel încât să nu fie periclitată sănătatea oamenilor și animalelor care se alimentează cu apă subterană. Au diametrul de 1...3 m și se construiesc din beton sau din cărămidă cu orificii în pereții laterali (fig. 9.18) care ocupă 2-3 % din supra-fața acestora. În interiorul puțului absorbant, apa se mai poate filtra prin câteva straturi de nisip și de pietriș.

La dimensionare se prevede o suprafață de infiltrare de 0,5-1,5 m₂ pentru un locuitor.

Fundul puțurilor absorbante se recomandă să fie cu 60 cm deasupra nivelului apei freatice.

În exterior, puțurile absorbante se pot înconjura cu un strat de piatră spartă sau de pietriș.

Iazurile biologice sunt bazine artificiale în care apa uzată este epurată biologic datorită proceselor biochimice care se desfășoară în bazinele naturale de apă. Există iazuri în serie, iazuri piscicole și iazuri pentru limpezirea apelor de scurgere, care au fost epurate în prealabil în filtre biologice.

Iazurile în serie se compun din 4...6 compartimente de pământ așezate în serie (fig. 9.19), care au taluzurile pereate și radierul impermeabilizat. Apa de scurgere trece dintr-un compartiment în altul prin scurgere liberă prin 5 jgheaburi așezate la circa 30 m unul de altul, pe digurile de despărțire. În pereții transversali de fascine din primul compartiment sunt oprite materiile nedizolvate. În ultimul compartiment se pot crește pești, deoarece apa de scurgere conține oxigen în soluție.

În situația actuală a funcționării iazurilor biologice din țara noastră se recomandă la orașe și crescătorii de porci pentru dimensionare:

- la primele compartimente:
 - 30-50 zile timpul de retenție;
 - 2,4-3,0 m adâncimea, pentru compensarea căldurii necesară fermentării metanice;
 - 340-560 kg CBO₅/zi·ha încărcarea organică de suprafață.
- la ultimele compartimente:
 - 20-100 zile timpul de retenție;
 - 1,2-1,5 m adâncimea;
 - 22-56 kg CBO₅/zi·ha încărcarea organică de suprafață.

La iazurile biologice facultativ aerob-anaerobe, care pot fi alcătuite dintr-unul sau mai multe compartimente legate în serie sau în paralel, se consideră timpul de retenție de 30-100 zile, adâncimea de 0,75-1,25 m și încărcarea organică de suprafață de 40-100 kg CBO₅/zi·ha.

Suprafața fiecărui compartiment se prevede de 0,5-2,0 ha, iar între comparti-

Iazurile de aerare folosesc proprietatea algelor de a îngloba azotul și fosforul.

Prin cercetări ale dr. Seibel din cadrul Institutului Max Plank Krefelb (Germania) a rezultat că unele plante acvatice superioare ca: *Phragmites communis*, *Carex stricta*, *Iris pseudocorus*, *Typha angusta-folia*, *Myosotis palustris*, *Scirpus lacustrus* (pipirig) în condiții determinate scot din apele uzate o serie de substanțe toxice (fenoli, crezoli, anilină, cupru, crom, nichel etc.). Rezultate bune în procesul de epurare biologică cu ajutorul plantelor la noi în țară s-au obținut folosind stuf, papură, mentă, măcriș, salată de apă sau zambilă tropicală. S-au introdus rizomi de pipirig în prundișul de pe grătare din bazine de contact și după 6 săptămâni tulpinile au atins înălțimea de 1,25 m. După 6-8 ore de staționare a apelor de la spălarea gazului de furnal s-au obținut aceleași rezultate pentru substanțele organice, substanțele fenolice, cianuri și sulfocianuri ca și după 16-18 ore de staționare în bazine fără plante.

Filtrele biologice sunt bazine pătrate, hexagonale, octogonale sau circulare în plan, având în interior material poros de umplutură alcătuit din: calupuri de lemn, șipci, piatră spartă, cărbune, tuf vulcanic, cocs, zgură de furnal, ceramică, cărămidă spartă, inele Rarching, baloane de sticlă spongioasă sau materiale sintetice care formează un suport de suprafață cât mai mare pentru microorganismele mineralizatoare de substanțe organice. Ele sunt aerate în mod natural și se încarcă cu ape decantate continuu sau intermitent (în salve).

Modul de funcționare al filtrului biologic se poate urmări în figura 9.20. Apa adusă de la decantorul primar se distribuie cât mai uniform pe suprafața filtrului biologic, trece prin materialul poros, se colectează în rigola laterală și apoi trece la decantorul secundar. La începutul funcționării, timp de 4...6 săptămâni, se formează la suprafața granulelor de material filtrant o membrană biologică bogată în microorganisme inferioare aerobe mineralizatoare (bacterii, alge, mucegaiuri). După formarea acestei membrane începe procesul de epurare biologică, care constă în mineralizarea de către organismele aerobe a substanțelor organice din stare insolubilă (nereținută în decantoare) și din stare coloidală și dizolvate adsorbite de membrană, ca efect al fenomenului de asimilație și desasimilație în activitatea biologică a acestor microorganisme. Oxigenul necesar bacteriilor aerobe mineralizatoare se ia din aerul care intră o dată cu apa și din aerul care circulă în stratul de material poros, când trec apele de scurgere. Trebuie asigurată o bună ventilație filtrului biologic atât pentru circulația aerului cât și pentru îndepărtarea CO₂ format la mineralizarea substanțelor organice.

Membrana biologică se mărește și la un moment dat se rupe, fiind antrenată de apă în decantoarele secundare.

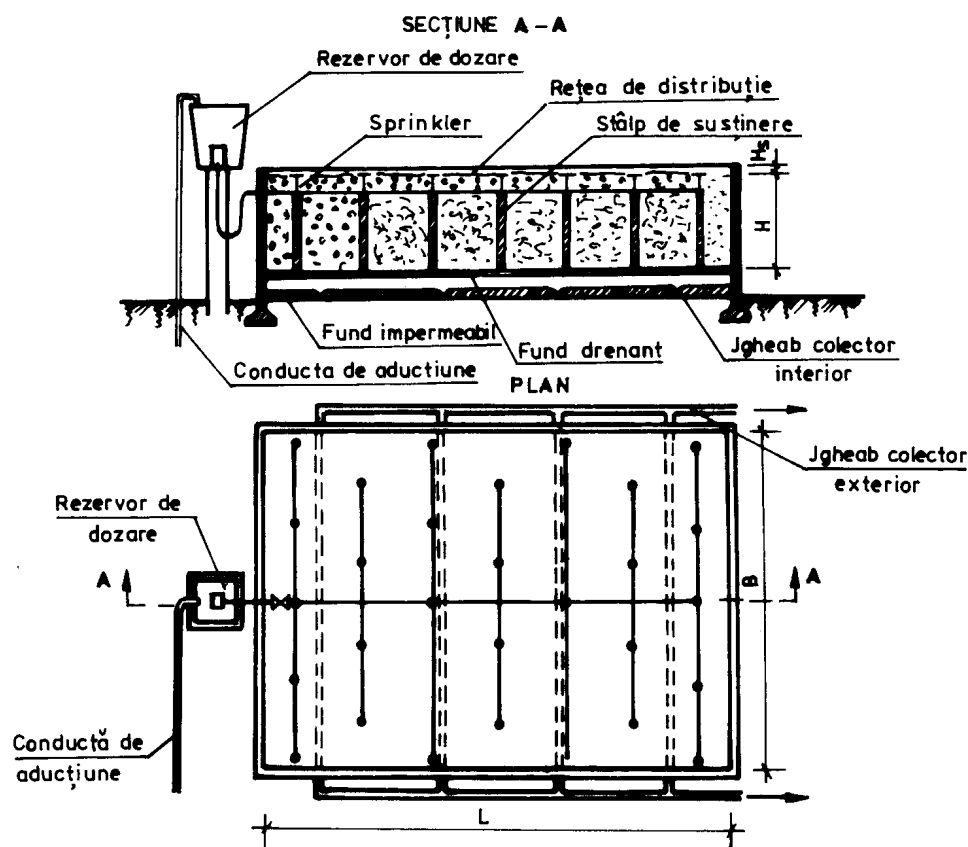


Fig. 9.20. Filtru biologic cu distribuție prin sprinklere.

Dacă distribuția apei pe suprafața filtrului biologic se face prin sprinklere, înaintea filtrului biologic se prevede un rezervor de dozare (fig. 9.21). Când rezervorul de dozare este plin, în mod automat lichidul de scurgere pătrunde în rețeaua de distribuție. Pe această rețea sunt montate coloane verticale care se termină la suprafața stratului filtrant sau la 10-30 cm deasupra stratului filtrant cu ajutaje speciale numite *sprinklere*. Apa de scurgere care iese din sprinklere este distribuită uniform sub formă de stropi pe suprafața stratului filtrant și apoi merge prin acest material, împrăștiindu-se în picături mici sau în pelicule subțiri, care vin în contact intim cu microorganisme aerobe și cu curenți de aer. După trecerea prin orificiile fundului drenant, lichidul ajunge la fundul impermeabil unde este colectat și evacuat prin jgheaburile de colectare.

Epurarea biologică în filtre biologice a apelor aduse de la decantoarele primare constă în trecerea substanțelor organice din stare insolubilă (nereținute în de-

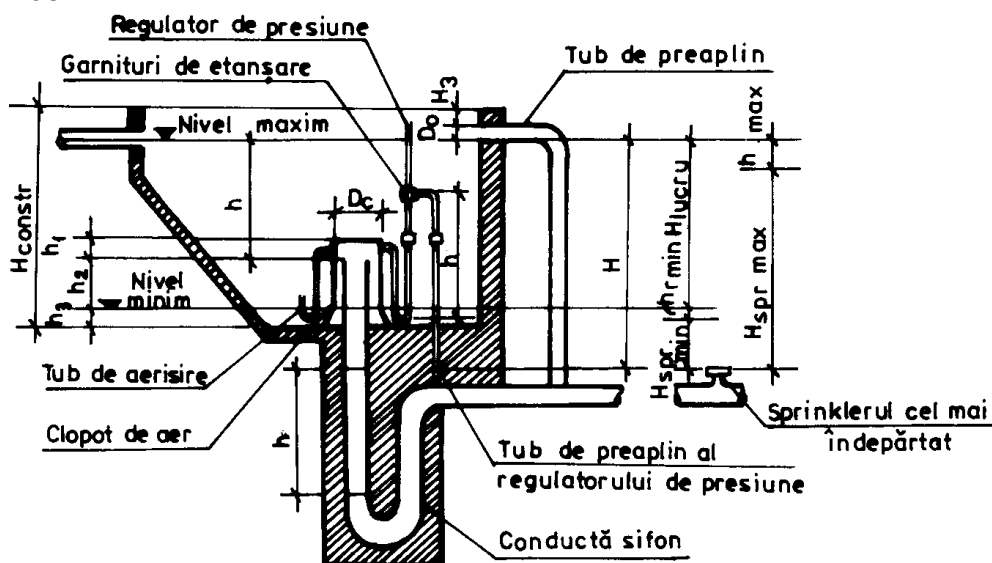


Fig. 9.21. Rezervor de dozare.

cantoare) și din stare coloidală sau dizolvată în substanțe mai stabile, de către microorganismele aerobe care se dezvoltă în stratul filtrant, ca efect al fenomenului de asimilație și desasimilație. Microorganismele inferioare (bacterii, alge, mucegaiuri) formează în 14 zile pe granulele zonei superioare a filtrului biologic o peliculă biologică mucilaginoasă, în care sunt adsorbite substanțele organice din apa de scurgere. Din substanțele adsorbite o parte, corespunzătoare consumului biochimic de oxigen, sunt atacate de fermenții secretați de microorganisme și asimilate ca hrană necesară reproducerii celulei sau activității vitale a acestora iar altă parte, corespunzătoare diferenței dintre consumul chimic de oxigen și consumul biochimic de oxigen, contribuie la mărirea peliculei biologice. Materiile în suspensie și coloidale trec prin membrana bacteriilor numai după ce sunt transformate în stare de soluție de către enzimele secretate de această membrană. Prin consumul de oxigen bacteriile reduc substanțele organice. Substanțele hidrocarbonate sunt transformate în interiorul celulei și eliminate sub formă de CO_2 și H_2O , iar substanțele organice azotoase asimilate sunt transformate până la stadiul de nitrifi și chiar nitrați.

Microorganismele inferioare dezvoltate pe granulele zonei superioare a filtrului biologic servesc ca hrană pentru protozoare care se dezvoltă în zona

mediană și care la rândul lor servesc ca hrană pentru microorganisme superioare ca: ciuperci, viermi și larve insecte care se dezvoltă în zona de bază a mediului poros. Larva mustei *Psychoda* fiind mare consumatoare de substanțe organice, se recomandă să se limiteze distrugerea acestor muște în funcție de nevoile filtrului biologic.

Microorganismele aerobe trebuie să aibă la dispoziție oxigen suficient care să ia din aerul ce intră cu apele de scurgere și din aerul care circulă în stratul de material de umplutură, când trec apele de scurgere, fiind dizolvat de aceste ape. În acest scop, trebuie asigurată o bună ventilație care contribuie în același timp și la îndepărtarea CO₂ format la mineralizarea substanțelor organice sau produs prin respirația microorganismelor.

O dată cu apele de scurgere se elimină din filtrul biologic și reziduurile activității vitale a bacteriilor, protozoarelor și microorganismelor superioare sub forma unor suspensii cu aspect de humus. De asemenea, excesul de peliculă biologică mărită la 1-2 mm în timpul funcționării este spălat și antrenat de apa de scurgere în mișcare la decantorul secundar.

Efectul de epurare a apelor de scurgere prin filtre biologice se caracterizează prin creșterea stabilității lichidului epurat până la 90 %, micșorarea cantității de CBO cu 90 %, prezența în lichidul epurat a oxigenului și a nitriților într-o cantitate până la 20 mg/l și reținerea bacteriilor într-un procent de 80-90 %.

Pentru mărirea efectului de epurare se pot construi și filtre biologice cu două trepte, adică două filtre separate, cu câte un decantor după fiecare grup cu un singur decantor după ambele filtre.

Dimensionarea hidraulică se face cu relațiile:

$$V_u = \frac{Q(L_a - L_b)}{C}, \quad (9.103); \quad A = \frac{V_u}{h}, \quad (9.104); \quad n = \frac{A}{a}, \quad (9.105)$$

în care: V_u este volumul util de material filtrant, în m³; Q - debitul de calcul, în m³/zi, care se consideră Q_{zimax} ; L_a - CBO₂₀ al apelor ieșite din filtrul biologic, în g/m³; C - capacitatea de oxidare a filtrului biologic, în g/zi·m³ material filtrant; A - suprafața secțiunii orizontale, în m²; h - înălțimea stratului activ de material filtrant, care se consideră în general de 2 m; n - numărul de filtre biologice, care trebuie să fie de minimum două; a - aria secțiunii orizontale a unui filtru biologic, în m², care se ia de maximum 2.000 m² în funcție de debite și de sistemul de distribuție a apelor la suprafața materialului filtrant.

Valoarea C la filtre biologice cu zgură de cazan, la temperatura medie a apelor de scurgere în timpul iernii de 10°C, se indică în tabelul 9.9.

La filtrele biologice umplute cu module de material plastic se consideră încărcarea volumetrică $I_{ov} \leq 200$ gCBO₅/m³·zi și încărcarea hidraulică superficială $I_{hs} < 0,2$ m³/m²·h.

Ventilația naturală la filtrele biologice are loc datorită diferenței de temperatură între lichidul de scurgere și aer (efect de tiraj). Dacă apa de scurgere are temperatura mai mare decât aerul înconjurător se formează un

curent ascendent (de la drenaj spre suprafață) în filtrul biologic, la un raport invers al temperaturilor curentul fiind descendent, iar la temperaturi egale ventilația încetând. La udări periodice, direcția curentului se observă numai în perioadele dintre udări, în timpul udării direcția acestuia fiind instabilă. Formarea curenților de aer este favorizată și de

Tabelul 9.10

Capacitatea de oxidare la filtre biologice

Temperatura medie anuală a aerului	Capacitatea de oxidare C, în g oxigen pe zi la m ³ de material filtrant	
	Pentru filtre biologice construite în încăperi încălzite sau izolate termic	Pentru filtre biologice descoperite
Până la 3 °C	200	-
3...7 °C	250	150
7...10 °C	300	200
Peste 10 °C	-	300

Observații: Dacă temperatura medie a apelor de scurgere în timpul iernii diferă de 10 °C, se măresc sau se micșorează proporțional valorile C. În cazul pietrei sparte C se micșorează de 1,3 ori, iar în cazul pietrișului de 1,5 ori

CO₂ format, care fiind mai greu decât aerul, coboară, iar locul lui este ocupat de aer. O diferență de temperatură de 3-4 °C este suficientă pentru asigurarea unor curenți de aer corespunzători. La filtrele biologice închise, suprafața secțiunii transversale a coșului de aerisire reprezintă circa 1 % din suprafața filtrului. Intensitatea ventilației mai depinde de înălțimea stratului filtrant și de dimensiunile granulelor acestuia. În cazul filtrelor biologice construite în loc deschis, ventilația este asigurată și de acțiunea vântului. Pentru a asigura accesul aerului în drenaj, se prevăd orificii în pereții laterali pe toată înălțimea acestora sau numai la bază, sub fundul drenant. Aceste orificii îmbunătățesc condițiile de ventilație până la o distanță de 2-3 m de ele în lățimea stratului filtrant, iar în timpul iernii contribuie la o răcire suplimentară a filtrelor biologice. Orificiile de sub fundul drenant servesc și la scurgerea lichidului de pe fundul plin în jgheburile colectoare existente. Suprafața acestor orificii trebuie să reprezinte minimum 3 % din suprafața filtrului biologic. În interiorul filtrului biologic viteza aerului trebuie să fie de 5 mm/s.

Când schimbul natural de aer nu este suficient se folosesc instalații pentru aerisire artificială (ventilatoare, exhaustoare) care pot îndepărta curenții de aer de sus în jos, pentru reducerea răspândirii mirosului și dezvoltării muștelor.

La filtrele biologice din clădiri încălzite se prevăd dispozitive de încălzire a aerului introdus în timpul iernii și ventilație mecanică. Cantitatea de aer necesar în acest caz se determină cu formula:

$$V_{aer} = \frac{C}{21}, \quad (9.106)$$

în care: V_{aer} este cantitatea de aer necesară, în m^3 aer/zi pentru $1 m^3$ de material filtrant; C - capacitatea de oxidare, în g/zi pentru $1 m^3$ de material filtrant; 21 -

cantitatea de oxigen folosită dintr-un m^3 de aer introdus în filtrul biologic, în g/ m^3 , considerându-se că $1 m^3$ de aer la temperatura de $0^\circ C$ și la presiunea de 760 mm coloană de mercur cântărește 1.294 g, că cei 209,4 l oxigen conținuți într-un m^3 de aer cântăresc 300 g și că din acest oxigen se folosește numai 7 %.

Ventilația naturală la filtrele biologice din clădiri neîncălzite se poate prevedea cu prize de aer în perete și cu coșuri de tiraj.

Materialul filtrant trebuie să aibă suprafața poroasă și rugoasă, să fie rezistent și să nu conțină impurități. Zgura de cazan și cocsul sunt cele mai bune materiale filtrante. La o înălțime obișnuită a materialului filtrant de 2 m se prevede la partea superioară un strat de repartiție de 20 cm grosime cu material de 3-5 cm și sub acesta un strat de suport de 20 cm grosime cu material de 5-7 cm. Stratul de separație contribuie la o separație cât mai uniformă a apelor de scurgere în stratul activ și la reținerea impurităților rămase de la decantoarele primare. Volumul golurilor se recomandă de circa 50 %. Dacă se prevăd înălțimi de material filtrant mai mici de 2 m, acestea se realizează prin reducerea corespunzătoare a înălțimii stratului activ.

Pereții laterali se execută din cărămidă, beton sau beton armat. La instalațiile mici pot să lipsească acești pereți. Grosimea pereților de cărămidă este de 1-1,5 cărămizi. Pentru micșorarea consumului de material se poate folosi o zidărie găurită. Adâncimea fundațiilor pereților va corespunde adâncimii de îngheț a pământului din zona respectivă. Pentru evacuarea apei epurate se prevede în perete o deschidere continuă spre jgheaburile de colectare exterioare, în cazul când nu există jgheaburi de colectare interioare, sau se prevăd orificii în pereți, în dreptul jgheaburilor de colectare interioare.

Fundul drenant se execută din plăci prefabricate din beton armat (fig. 9.22) sau din cărămidă (fig. 9.23). Plăcile din beton armat au dimensiunile de 100x50 cm și grosimea de 8-10 cm și sunt prevăzute cu fante de 3 cm lățime. Plăcile sau cărămizile se așează pe grinzi longitudinale de beton sau pe stâlpișori de cărămidă, pentru a se forma spațiul de sub fundul drenant.

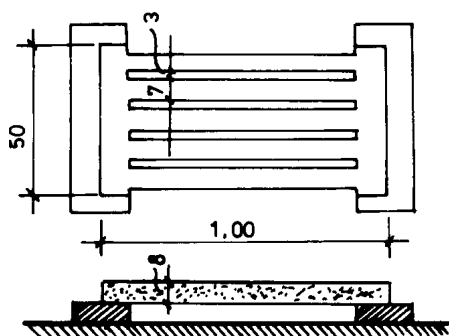


Fig. 9.22. Fund drenant din elemente prefabricate.

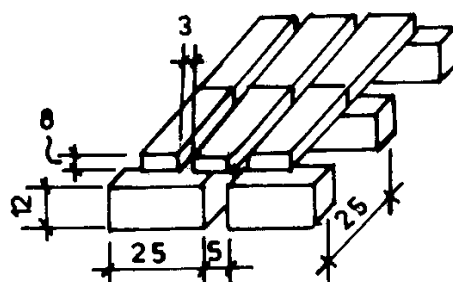


Fig. 9.23. Fund drenant din cărămidă.

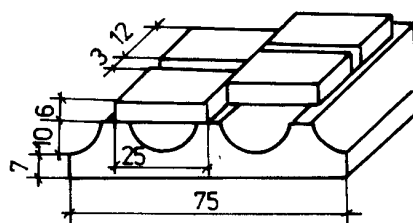


Fig. 9.24. Fund drenant din jgheaburi.

Fundul impermeabil se construiește din beton pe o fundație de piatră spartă de nisip sau de beton slab, cu pantă de 0,005...0,01 spre jgheaburile colectoare exterioare. Pe acest fund se pot construi și jgheaburi colectoare interioare cu lățimea de 0,15...0,20 m, la distanța de 1,5...4,0 m între ele și cu o pantă maximă de 0,02. În acest caz, fundul are pantă de 0,01... 0,02 spre jgheaburile interioare. Se pot construi și funduri formate numai din jgheaburi (fig. 9.24) care asigură o scurgere mai bună a apei de canalizare de-a lungul fundului. Distanța între fundul drenant și fundul impermeabil trebuie să fie de minimum 0,4 m. Lângă pereții filtrului biologic această distanță poate ajunge la 0,5-0,6 m, când fundul drenant este orizontal, iar fundul plin este în pantă.

În cazul când materialul filtrant se sprijină direct pe radier, se prevăd în ultimul strat de material cu granulația de 15-20 cm, drenuri de colectare a apei filtrate.

Spălarea drenurilor și bucăților de peliculă biologică din jgheaburi sau de pe suprafața fundului se face cu apă curată de la un furtun de incendiu.

Clădirea de deasupra filtrelor biologice se construiește din cărămidă, din cadre de beton armat cu umplutură sau din lemn. Se pot prevedea stâlpi

intermediari din cărămidă sau din beton armat chiar în stratul filtrant. Clădirea se prevede cu ferestre, iar la dimensiuni mai mari cu luminatoare. Datorită umidității mari a aerului la filtrele biologice, construcțiile din lemn se tratează cu antiseptice, iar cele metalice se vopsesc cu lacuri anticorozive.

Distribuția apei de scurgere pe suprafața materialului filtrant se poate face prin instalații fixe sau mobile. Ca instalații fixe se folosesc: stratul de repartiție de la suprafața materialului filtrant, jgheburile perforate, tuburile perforate și sprinklere, iar ca instalații mobile se folosesc jgheburile oscilante, distribuitorile mobile și distribuitorile rotative (turnante).

Jgheburile perforate se proiectează cu secțiunea triunghiulară sau sub formă de sector de cerc. Au înălțimea de 9...15 cm, se așează la distanța de 0,3 m între ele și sunt prevăzute cu orificii cu diametrul de 8...10 mm amplasate la intervale de 9...15 cm.

Tuburile perforate au diametrul de 25...50 mm, se așează la 1 m distanță între ele și sunt prevăzute cu orificii cu diametrul de 25 mm amplasate la intervale de 20...25 cm.

Sprinklerele sunt ajutaje speciale compuse dintr-un capac deflector și dintr-un cep, care se înșurubează pe rețeaua de conducte de distribuție. În fig. 9.25 este prezentat un tip de sprinkler la care piciorul capacului, pe care însă se pot forma depuneri, iar în fig. 9.26 este dat un tip de sprinkler la care capacul este fixat pe suprafața exterioară a capului. Apa sub presiune trece prin orificiul de ieșire și lovindu-se de capacul deflector se transformă în picături. Orificiul de ieșire are diametrul de 19 mm, 22 mm sau de 25 mm, în funcție de debitul necesar. Pentru a fi protejate împotriva coroziunii, sprinklerele se fabrică din bronz sau alamă.

În plan sprinklerele se așează în șah, astfel încât suprafețele udate să se suprapună parțial (fig. 9.27). Suprafața udată a unui sprinkler a_{ppr} având forma unui hexagon regulat înscris într-un cerc de rază R este egală cu $2,6R^2$. De asemenea, distanța între rândurile de sprinklere este egală cu $1,5R$, iar distanța dintre sprinklere de pe același rând este egală cu $1,75R$.

Legătura între diferite elemente ale sprinklerului din fig. 9.25 este prezentată în diagrama din fig. 9.28.

Apele de scurgere se trimit la sprinklere din rezervorul de dozare prin intermediul unui sifon. Rezervorul de dozare are forma unui trunchi de piramidă răsturnat. La partea de jos a acestui rezervor este amplasat un clopot de aer care se compune dintr-un tub metalic răsturnat de diametru D_0 cu fund metalic, sprijinit pe suport pe fundul rezervorului. La stânga clopotului de aer este prevăzut un tub de aerisire pentru întreruperea automată a funcționării sprinklerelor, iar regulatorul de presiune de la dreapta clopotului de aer servește la schimbarea înălțimii h corespunzătoare nivelului la care încep să funcționeze sprinklerele în mod automat. Schimbarea înălțimii h se face prin deplasarea părții superioare a tuburilor regulatorului de presiune la garniturile de etanșare. Fundul metalic se amplasează la distan-

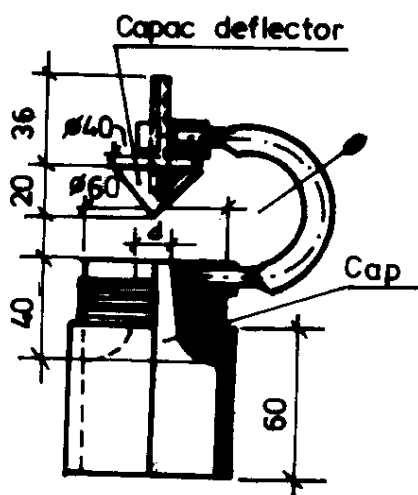


Fig. 9.25. Sprinkler fixat pe rețele de conducte.

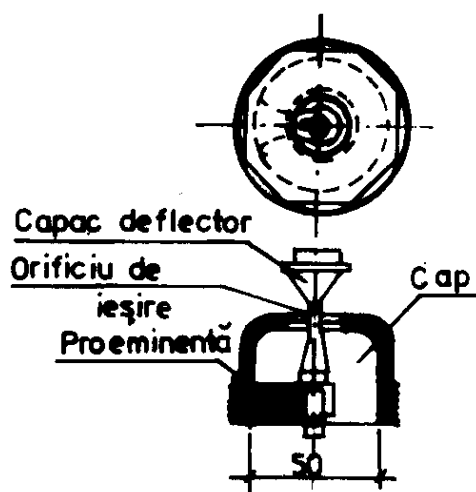


Fig. 9.26. Sprinkler la care capacul este fixat pe suprafața exterioară a capului.

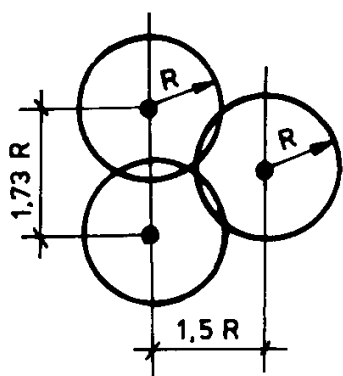


Fig. 9.27. Dispoziția în plan a sprinklerelor.

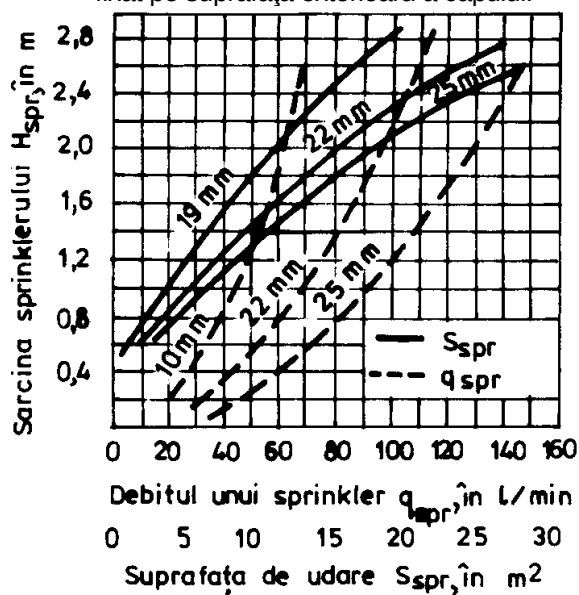


Fig. 9.28. Diagrame de legătură între diferitele elemente ale sprinklerului.

ța h_1 de partea superioară a conductei sifon, iar de la nivelul minim conducta sifon se ridică pe înălțimea h_2 . Înălțimea spațiului inactiv al rezervorului de

dozare s-a notat cu h_3 , iar adâncimea de lucru cu H_{lucru} . Conducta sifon are diametrul d și de la ea pleacă rețeaua de conducte de distribuție la sprinklere.

La oprirea funcționării dispozitivului, apa se găsește în rezervorul de dozare la nivelul minim, în tuburile regulatorului de presiune la nivelul legării de clopotul de aer, iar în conducta sifon la nivelul superior al sprinklerelor. Când nivelul în creștere al lichidului ajunge la capătul descoperit al tubului de aerisire, ieșirea aerului de sub clopotul de aer încetează. Continuând umplerea, aerul din clopotul de aer se comprimă, nivelul în tubul din stânga regulatorului de presiune scade, nivelul din tubul din dreapta al regulatorului de presiune se ridică și rămâne constant la punctul de legătură al tubului de preaplin al acestuia, deoarece apa împinsă se scurge la sprinklere, iar nivelul din conducta sifon scade. Când apa din rezervorul de dozare se apropie de nivelul minim, nivelul ei sub clopot va ajunge la partea superioară a conductei sifon, la regulatorul de presiune ea se va găsi numai în tubul din dreapta al acestuia pe înălțimea h , corespunzătoare presiunii aerului din clopot, iar în conducta sifon nivelul ei va fi mai jos cu h față de nivelul inițial. În momentul următor, datorită ridicării nivelului, presiunea aerului din clopot crește și apa din regulatorul de presiune este împinsă, umplându-se apoi clopotul de aer cu apă și începând să funcționeze conducta sifon. Rezervorul se golește în acest fel și prin conducta sifon și prin regulatorul de presiune până când intră aer în clopotul de aer prin tubul de aerisire, adică până la nivelul minim.

Nivelul maxim al apei din rezervorul de dozare se găsește deasupra capătului sprinklerelor la înălțimea $H=1,5-2,0$ m.

În general, nivelul apei în rezervorul de dozare este mai sus decât nivelul apei din filtrul biologic cu aproximativ 10 cm, datorită pierderilor de sarcină dintre ele, însă această mărime nu se ia în considerație în calcul.

La nivelul maxim al apei din rezervorul de dozare, sprinklerele funcționează sub sarcina H_{sprmax} și au loc pierderi de sarcină h_{rmax} prin conducta sifon și prin rețeaua de conducte de distribuție la sprinklere, iar la nivelul minim sprinklerele funcționează sub sarcina H_{sprmin} și au loc pierderile de sarcină h_{rmin} . Sub sarcina H_{sprmax} debitul unui sprinkler este q_{spr} și debitul a n sprinklere este: $Q_{sprmax}=n \cdot q_{sprmax}$, iar sub sarcina H_{sprmin} debitele corespunzătoare sunt q_{sprmin} respectiv Q_{sprmin} .

Calculul hidraulic al rezervorului de dozare și al instalației de stropire se face după cum urmează:

- Se impun mărimile H și $h_{rmax}=0,2H$ și se determină mărimea $H_{sprmax}=H-h_{rmax}$.
- Se fixează diametrul sprinklerelor și în funcție de acest diametru și de H_{sprmax} se determină din diagrama din figura 9.28 valorile q_{sprmax} și q_{spr} .
- Se calculează raza de acțiune a sprinklerelor în funcție de suprafața de udare a sprinklerelor S_{spr} și apoi distanța între rândurile de sprinklere și distanța dintre sprinklerele de pe același rând. În funcție de dimensiunile unui filtru biologic la

care se proiectează instalațiile, se determină numărul de rânduri, numărul de sprinklere pe un rând și apoi numărul n de sprinklere din filtrul biologic respectiv.

- Se determină volumul rezervorului de dozare V , în m^3 , în funcție de timpul în care are loc umplerea $t_u=5-10$ min sau de timpul în care are loc golirea acestuia $t_g=1-5$ min, cu una din formulele:

$$V = 60Q_{afl} \cdot t_d, \quad (9.107); \quad V = 60(Q_{sprmed} - Q_{afl}) \cdot t_g, \quad (9.108)$$

în care: Q_{afl} este debitul afluent, adică debitul care alimentează rezervorul de dozare necesar sprinklerelor luate în considerare, în m^3/s ; Q_{sprmed} - debitul mediu al tuturor sprinklerelor deservite de rezervorul de dozare, în m^3/s .

Debitul Q_{sprmed} , în m^3/s , se determină din relația:

$$Q_{sprmed} = \frac{\alpha(Q_{sprmax} + Q_{sprmin})}{2}, \quad (9.109)$$

în care: α - coeficient care ține seama de dependența debitului de presiune, care se ia în calcule cu valoarea 1,05-1,10; Q_{sprmax} - debitul maxim al tuturor sprinkle-elor deservite de rezervorul de dozare, în m^3/s , care poate fi egal cu $n \cdot q_{sprmax}$ sau cu $2n \cdot q_{sprmax}$, după cum rezervorul de dozare deserveste un singur filtru biologic sau două filtre biologice; Q_{sprmin} - debitul minim al sprinklerelor deservite de rezervorul de dozare, în m^3/s , care se ia egal cu $1,5Q_{afl}$, pentru asigurarea întreruperilor necesare în distribuție.

- Se determină sarcina H_{sprmin} din diagrame din fig. 9.28 în funcție de q_{sprmin} sau din relația:

$$H_{sprmin} = \frac{Q_{sprmin}^2}{Q_{sprmax}^2} H_{sprmax}, \quad (9.110)$$

și impunându-se $h_{rmin}=0,2H_{sprmin}$ se determină înălțimea de lucru din relația:

$$H_{lucru} = H - H_{sprmin} - h_{rmin}. \quad (9.111)$$

- În funcție de volumul V și de înălțimea de lucru H_{lucru} se determină suprafața superioară S_s și suprafața inferioară S_i a rezervorului de dozare, considerându-se că aceste suprafețe se găsesc în raportul:

$$\frac{S_s}{S_i} = \frac{Q_{sprmax}}{Q_{sprmin}}. \quad (9.112)$$

- Se determină diametrul d al conductei sifon în funcție de debitul maxim al sprinklerelor deservite și de viteza $V < 1$ m/s și apoi se impune diametrul clopotului $D_c=2d$.

- Se impune distanța dintre fundul metalic al clopotului de aer și partea superioară a conductei sifon $h_1=0,5d$, se calculează distanța de la nivelul minim până la partea superioară a conductei sifon din relația:

$$h_r = \frac{H_{lucru}(10d^2 + D_c^2 \cdot h_1 + d^2 \cdot H)}{D_c^2(10 + h_1) + d^2 \cdot H}, \quad (9.113)$$

toate mărimile fiind în m și apoi se impune $h_3=0,15-0,20$ m.

- Se determină înălțimea de reglare din relația:

$$h = H_{lucru} - h_2. \quad (9.114)$$

- Se impune diametrul tubului de preaplin $D_p=150-300$ mm și înălțimea de siguranță $H_s=0,10-0,15$ m și apoi se calculează înălțimea de construcție H_{constr} a rezervorului de dozare din relația:

$$H_{constr} = H_s + D_p + H_{lucru} + h_3. \quad (9.115)$$

- Se dimensionează rețeaua de conducte de distribuție în tabele la debitul maxim al sprinklerelor și la viteze mai mici de 1 m/s. Pierderile de sarcină liniare și locale până la cel mai îndepărtat sprinkler trebuie să fie egal aproximativ cu h_{rmax} impus inițial, în caz contrar refăcându-se calculele. Coeficienții de rezistență ai pierderilor de sarcină locale se vor considera de 0,2 m în cazul reducărilor, de 1,5 m în cazul teurilor și crucilor și de 4,5 m în cazul sifonului.

Rețeaua de distribuție se execută din tuburi de fontă sau oțel și se așează pe stâlpi de susținere de cărămidă sau beton în materialul filtrant, la o adâncime de 0,2-0,7 m de la suprafața acestuia, pentru evitarea înghețării. De asemenea, tuburile acestei rețele se prevăd cu pantă de 0,002-0,005 și cu flanșe oarbe la capete, pentru a se putea goli. La sifoanele cu diametru mai mare de 250 mm nu se amenajează închideri hidraulice.

Jgheaburile oscilante se construiesc cu oscilare unilaterală (fig. 9.29) sau bilaterală (fig. 9.30) în jurul unei axe orizontale. Aceste jgheaburi se execută din metal în lungime de 3 m sau din lemn în lungime de 5 m, volumul maxim al lor corespunzând debitului lichidului de scurgere timp de 5-10 min. Ele pot lucra cu un debit oricât de mic și necesită o înălțime de construcție redusă (0,7 m inclusiv jgheabul).

Distribuitorul mobil servește la udarea filtrelor dreptunghiulare în plan și se compune dintr-un tambur gol în interior pe care sunt prevăzute jgheaburi din oțel zincat cu secțiune dreptunghiulară, ca paletele unei roți cu cupe (fig. 9.31). Tam-burul se sprijină pe roți care se mișcă pe șine așezate pe pereții longitudinali ai filtrului biologic sau pe console fixate pe stâlpi. Apa de scurgere trece din jgheabul longitudinal prin intermediul tubului în sifon într-un tub cu diametrul de 100 mm și cu orificii cu diametrul de 3-5 cm. Din orificii apa cade pe o suprafață metalică și de pe aceasta în jgheaburile tamburului punându-l în mișcare de rotație. Această mișcare se transmite roților și distribuitorul înaintază. La capă-

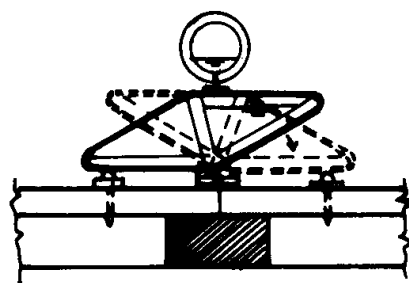
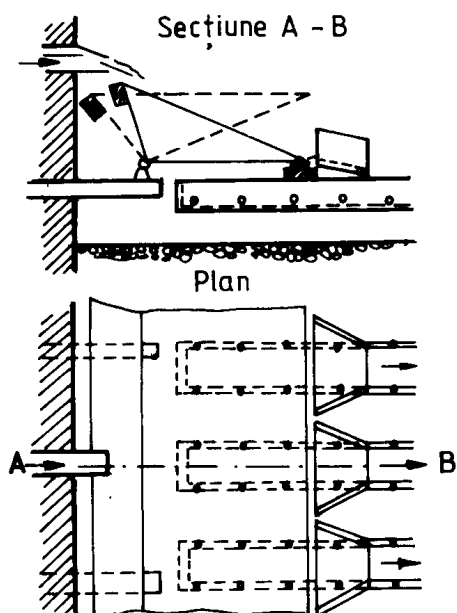


Fig. 9.29. Jgheaburi cu oscilare unilaterală. Fig. 9.30. Jgheaburi cu oscilare bilaterală.

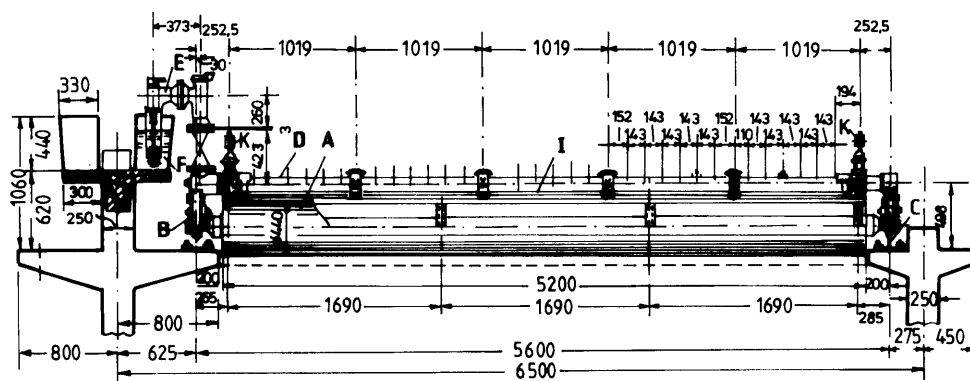


Fig. 9.31. Distribuitor dute-vino.

A - cilindru; B - roți de rulare; C - șine fixate pe console sau pe pereți longitudinali; D - conductă de apă uzată cu diametrul de 100 mm și orificii de 3-5 mm; E - sifon; F - jgheab longitudinal de apă uzată; I - suprafața metalică a cilindrului; K - dispozitiv de antrenare.

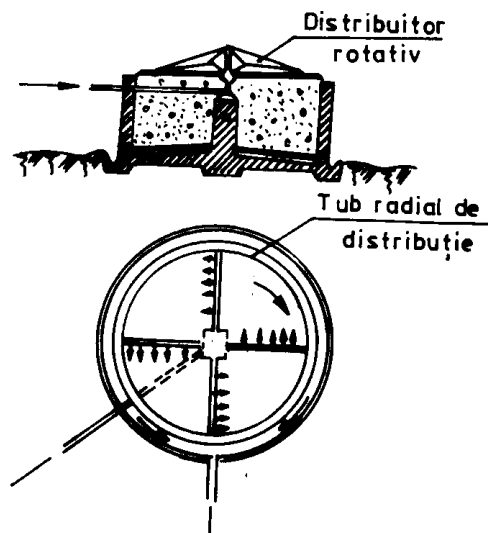


Fig. 9.32. Distribuitoare rotative (roata Segner).

tul filtrului sunt prevăzute tampoane speciale care întorc suprafața metalică și apa din tubul cu orificii se scurge pe cealaltă parte a tamburului, iar distribuitorul se mișcă în sens contrar.

Lungimea maximă a distribuitorului se ia de 5-6 m iar raportul dintre lungime și lățime de 6:1 până la 8:1. Sarcina necesară mișcării tamburului h , în m, este de 0,6-0,8 m și se calculează cu relația:

$$h = h_i + h_l = h_i + (\zeta_i + \zeta_c + \zeta_r) \frac{V^2}{2g} + \zeta_0 \frac{V_1^2}{2g}, \quad (9.116)$$

în care: h_i este pierderea de sarcină liniară în tubul în sifon și în tubul cu orificii, în m; h_l - pierderea de sarcină locală în tubul în sifon și în tubul cu orificii, în m; ζ_i - coeficientul de rezistență la intrare, care se ia de 0,2; ζ_c - coeficientul de rezistență la cot, care se ia de 0,54; ζ_r - coeficientul de rezistență la ramificații, care se ia de 2,0; ζ_0 - coeficientul de debit la orificii, care se ia de 1,0; V - viteza apei din tubul în sifon și din tubul cu orificii, în m/s; V_1 - viteza apei la ieșirea din orificiile tubului cu orificii, în m/s.

Distribuitorii mobili se prevăd în clădiri închise care îl feresc de acțiunea vântului și zăpezii.

Distribuitorul rotativ (roata Segner) se compune dintr-un rezervor cilindric din oțel prevăzut cu patru brațe de distribuție (fig. 9.32) sau cu mai multe brațe, care se rotește cu o turație medie de 1 rot/min în jurul unei axe verticale. Tuburile de distribuție au orificii la distanța de circa 300 mm la centru și de 40-70 mm la extremități, pentru asigurarea distribuției uniforme a apei de scurgere. În timpul funcționării dispozitivul se rotește în sens invers sensului unic de ieșire a jeturilor de apă din orificii, datorită forței de reacție a jeturilor. Presiunea

necesară funcționării dispozitivului rotativ este de 0,3-1,0 m col. apă deasupra axei orizontale a tuburilor. Dispozitivul rotativ poate fi acționat și mecanic.

Numărul de orificii m pe un braț de distribuție se determină din relația:

$$m = \frac{1}{1 - \left(1 - \frac{a}{D_r}\right)^2}, \quad (9.117)$$

în care: a este distanța dublă între ultimele două orificii, în mm, care se consideră de 80 mm; D_r - diametrul dispozitivului rotator, în mm, care se consideră cu 200 mm mai mic decât diametrul filtrului biologic.

Distanța orificiilor față de axa tubului de distribuție d_i , în mm, se determină din relația:

$$d_i = \frac{D_r}{2} \sqrt{\frac{i}{m}}, \quad (9.118)$$

în care: i este numărul orificiului socotit față de centru.

Turația distribuitorului n , în rot/min, se determină din relația:

$$n = \frac{34,78q \cdot 10^6}{m \cdot d^2 \cdot D_r}, \quad (9.119)$$

în care: q este debitul de calcul al brațului, în l/s; d - diametrul orificiilor, în mm, care se ia de 10-15 mm.

Presiunea h , în mm col. apă, necesară funcționării distribuitorului se determină din relația:

$$h = q^2 \left(\frac{256 \cdot 10^6}{m^2 \cdot d^4} - \frac{81 \cdot 10^6}{D_t^4} + \frac{294 D_r}{1000 K^2} \right), \quad (9.120)$$

în care: D_t este diametrul tubului de distribuție, în mm, care se ia de 50-250 mm; K - un modul, în l/s, care are valori de 6-560 l/s pentru $D_t=50-250$ mm.

Modulul K , în m³/s, se poate determina din relația:

$$K = \frac{\pi \cdot D_t^2}{4} C \sqrt{R}, \quad (9.121)$$

în care: D_t este diametrul tubului de distribuție, în m; C - coeficientul din formula lui Chézy, în m^{0.5}/s; R - raza hidraulică a tubului de distribuție, în m.

Filtrele biologice se construiesc la distanța minimă de 300 m de clădirile de locuit, datorită pericolului de muște și de miros. Dacă nu se poate respecta această distanță, filtrele biologice se construiesc închise, folosindu-se un coș de aerisire sau o aerare artificială.

Película biologică formată din material viu, mort sau dezintegrat se desprinde greu de pe materialul filtrant și ajunge foarte încet în straturile inferioare.

Nămolul organic format astfel în masa filtrului biologic trebuie îndepărtat din când în când, deoarece constituie o suprasarcină inutilă.

Ca dezavantaje ale filtrelor biologice se pot menționa: înălțimea mare, suprafața ocupată mare, pericolul de îngheț, emanarea de mirosuri neplăcute, producerea de muște, necesitatea unei zone de protecție relativ mare. Datorită înălțimii mari, sunt necesare în general pompări. Gheața formată pe aparatele de distribuție, la suprafață și în stratul superior al filtrelor biologice contribuie la micșorarea gradului de epurare al apei filtrate. Mirosul poate avea loc vara dacă se epurează ape de canalizare stătute.

În cazul când se plantează gard viu, în acesta își fac cuiburi păsările distrugătoare de muște *Psychode*.

Filtrele biologice se folosesc în general pentru debite mai mici de 20.000 m³/zi, în locuri în care nu se pot amenaja câmpuri de irigare sau de infiltrare și care prezintă căderi necesare pentru eliminarea pompării apei de canalizare.

Filtrele biologice de mare încărcare funcționează ca și filtrele biologice de mică încărcare însă au capacitatea mare de încărcare cu ape decantate, respectiv cu substanțe organice, adsorbind în special impuritățile organice și oxidând numai substanțele organice ușor oxidabile. În aceste filtre substanțele azotoase se descompun numai până în faza de nitrifi. Randamentul lor poate atinge 90-95 % din randamentul filtrelor biologice obișnuite.

Reducerea substanțelor organice sau a concentrației impurităților din apele de scurgere care intră în filtrele biologice de mare încărcare se face amestecând aceste ape cu o parte din apele epurate, sau cu ape de altă proveniență, adică intro-ducând recirculația unei părți din lichidul epurat. Au volumul stratului filtrant de 2...2,5 ori mai mic decât la filtrele biologice de mică încărcare. Decantoarele secundare după aceste filtre biologice rețin o cantitate mai mare de peliculă biologică.

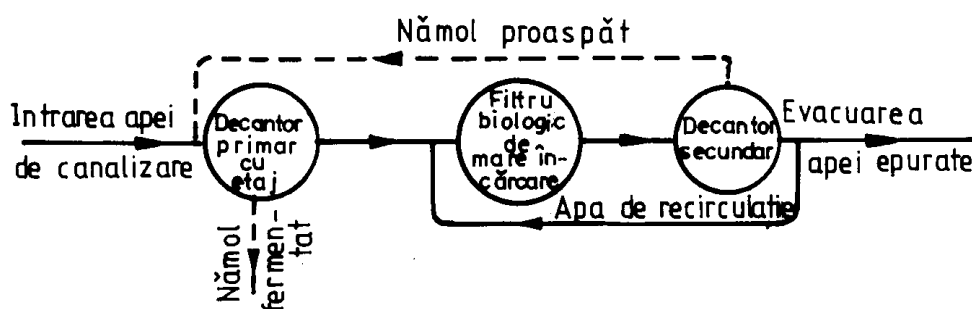
În filtrele biologice de mare încărcare se dezvoltă cu precădere microorganisme inferioare în membrana biologică extrem de subțire de pe granulele zonei superioare a stratului filtrant, care servesc ca hrană protozoarelor dezvoltate în zona inferioară.

Apa de scurgere care intră în filtrele biologice de mare încărcare se diluează cu apă filtrată de recirculație sau cu apă de altă proveniență. Apa de diluție reprezintă 40-140 % din apa de scurgere. Apa filtrată de recirculație se poate lua înainte de decantoarele secundare cu ajutorul unui deversor, din decantorul secundar sau după decantorul secundar (fig. 9.33). Diluția contribuie la:

- menținerea unor condiții aerobe mai bune în filtre, datorită prezenței sporite a oxigenului în lichidul recirculat;
- punerea de acord a încărcării cu variația debitelor și calităților apei;

- diluarea impurităților și evitarea spumei;
- evitarea colmatării prin reducerea concentrației în substanțe organice, încetinirea formării membranei biologice și spălarea intensă a acestei membrane;
- însămânțarea continuă a filtrelor cu microorganisme active conținute în apa de recirculație;
- obținerea de ape de scurgere aerobe fără miros;
- împiedicarea dezvoltării muștelor;
- evitarea înghețării, deoarece apa de recirculație aduce și cantități suficiente de căldură.

Filtrele biologice de mare încărcare se pot construi într-o singură treaptă sau în două trepte, cele în două trepte compunându-se din două bazine cu câte un



de-

Fig. 9.33. Schema de epurare biologică cu filtre de mare încărcare. cantor după fiecare.

Distribuția apelor de scurgere se poate face prin distribuitoare rotative sau prin sprinklere. Ca material filtrant poate servi piatra spartă (calcar, granit etc.) de pe care se desprinde mai bine pelicula biologică, deoarece are suprafața netedă. Se pot folosi, de asemenea, rondelurile ceramice sau cilindri ceramici goi în interior. Volumul stratului filtrant este de 2...2,5 ori mai mic decât la filtrele biologice obișnuite. La cele cu o singură treaptă se recomandă material de 4-6 cm, iar la cele cu două trepte se recomandă la prima treaptă material de 4-6 cm și la a doua treaptă material de 2,5-4 cm. Înălțimea stratului de material filtrant este 2-4 m. Pelicula biologică este antrenată continuu de curentul de apă până la decantoarele secundare, unde este reținută.

Dimensionarea din punct de vedere hidraulic se face după cum urmează:

- Se determină coeficientul de recirculație n din relația:

$$n = \frac{L_a - L_{am}}{L_{am} - L_b}, \quad (9.122)$$

în care: L_a este CBO_{20} al apelor uzate care se aduc la filtru, în mg/l; L_{am} - CBO_{20} al amestecului apelor uzate care se aduc la filtru cu apele de diluare, în mg/l,

care se ia de circa 200 mg/l sau de $0,5L_a$; L_b - CBO₂₀ al apelor care ies din filtru, în mg/l.

- Se determină încărcarea q a filtrului cu ape uzate, în $m^3/m^2 \cdot zi$, din relația:

$$q = \frac{Z}{L_a + n \cdot L_b}, \quad (9.123)$$

în care Z este încărcarea filtrului în CBO₂₀, în $g/m^2 \cdot zi$, care se ia de circa 2.500-3.000 $g/m^2 \cdot zi$.

- Se determină încărcarea totală q' , în $m^3/m^2 \cdot zi$, din relația:

$$q' = q(n+1), \quad (9.124)$$

- Înălțimea stratului filtrant H , în m, se determină din relația:

$$e^{-K' \cdot H} = \frac{(L_b - p)(n+1)}{L_a + n \cdot L_b - p(n+1)} = \frac{(L_b - \beta \cdot q' \cdot L \cdot am)(n+1)}{L_a + n \cdot L_b - \beta \cdot q' \cdot L_{am}(n+1)}, \quad (9.125)$$

în care: K' este un coeficient care are valoarea de 0,4-0,74 pentru temperaturi ale apelor uzate de 7-20 °C și pentru material filtrant de 30-40 mm; p - mărimea po-luării secundare, în mg/l; β - un coeficient de proporționalitate care se ia de 0,003 în cazul filtrelor cu recirculație și de 0,006 în cazul filtrelor fără recirculație.

- Suprafața S , în m^2 , se determină din relația:

$$S = \frac{Q}{q}, \quad (9.126)$$

în care: Q este debitul de calcul, în m^3/zi , care se consideră Q_{zimax} .

În general, la aceste filtre revin 15-25 locuitori pentru 1 m^3 de material filtrant.

Filtrele biologice de mare încărcare de 3 m înălțime sau chiar mai înalte se aerează artificial când schimbul de aer nu este satisfăcător. Depunerile din decantoarele secundare după aceste filtre trebuie eliminate mult mai repede decât cele din decantoarele secundare după filtrele biologice obișnuite, deoarece efluentul circulant trebuie menținut în condiții aerobe, iar aceste depuneri devin septice mult mai repede.

Filtrele biologice de mare încărcare se folosesc în cazul unor epurări biologice parțiale sau în cazul epurării unor ape de scurgere cu un grad înalt de concentrație, cum sunt unele ape de scurgere industriale. De asemenea, aceste filtre biologice se amplasează la distanțe mai mici de clădiri ca filtrele biologice obișnuite, deoarece datorită spălării puternice nu au miros, nu atrag muște în măsură mare și nu au nămol.

Filtrele biologice turn sunt filtre biologice de mare încărcare, circulare, cu două sau mai multe etaje puse unul peste altul (fig. 9.34). Ele întrunesc avantajele unei spălări intense (lipsă de nămol, peliculă biologică abia vizibilă cu ochiul liber) și ale unei înălțimi mari, traseul lung al apei descendente și contactul ei mai sigur cu materialul filtrant. În general, nu necesită apă de diluție.

Dimensionarea filtrelor biologice turn se face în funcție de încărcarea cu substanțe organice dată în tabelul 9.11.

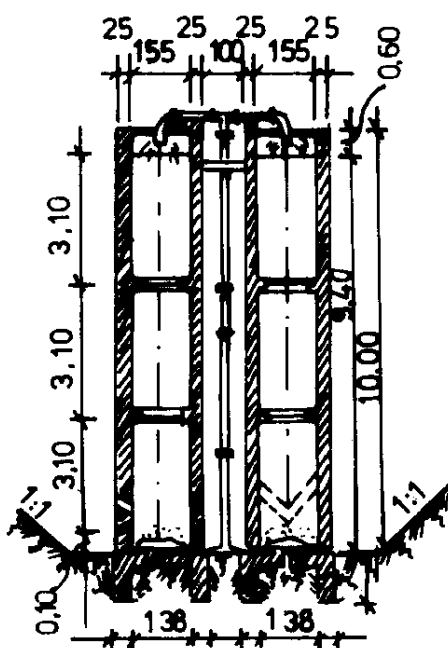


Fig. 9.34. Filtru biologic turn.

Tabelul 9.11

Încărcarea cu substanțe organice

CBO ₂₀ al apei epurate, în mg/l	Încărcări cu CBO ₂₀ , în g/m ³ ·zi, la o temperatură medie de iarnă a apelor uzate, în °C, de			
	8	10	12	14
20	800	1.000	1.200	1.400
30	1.300	1.500	1.600	1.800
40	1.600	1.700	2.000	2.200
50	1.900	2.000	2.200	2.500

Tabelul 9.12

Înălțimea filtrelor biologice în funcție de CBO₂₀ al apelor uzate

CBO ₂₀ al apelor uzate, în mg/l	250	300	350	450	500
Înălțimea filtrului biologic, în m	8	10	12	14	16 și mai mult

Înălțimea acestor filtre biologice se poate lua din tabelul 9.12.
Raportul între diametru și înălțime trebuie prevăzut de circa 1:6.

Mantaua filtrului biologic turn se poate confecționa din beton armat sau din cărămizi. La diferite niveluri se montează platforme accesibile prin scări de fier, prevăzute cu cercuri de protecție. Fiecare etaj se prevede cu o placă de fund perforată care permite curgerea apei de sus în jos și trecerea aerului. Controlul spațiului de aer cuprins între placa de fund a unui etaj și suprafața filtrului așezat dedesubt se poate face prin guri de vizitare prevăzute cu uși de închidere etanșe, care se manevrează de pe o platformă.

Distribuția apei la suprafața filtrului biologic turn se poate face cu o tavă perforată sau cu un vas prevăzut cu brațe din țevi perforate.

Mărimea granulelor trebuie să fie de 4-10 cm, adică mai mare ca la celelalte filtre biologice.

La căderea frunzelor și în timpul iernii trebuie prevăzut un acoperiș ușor demontabil.

Conducta care urcă până la partea de sus a filtrului biologic trebuie izolată termic contra înghețului.

În general, la temperaturi sub -5°C se închid 1/3-2/3 din orificiile de admisie a aerului din partea inferioară a filtrului pentru a se evita o răcire prea mare, tirajul fiind puternic.

Distanța filtrelor biologice turn de clădiri poate fi de 100 m.

Filtrele biologice turn se aplică la instalații mici și medii și la epurări preliminare, care preced epurarea biologică completă sau parțială.

Bazinele de aerare sunt bazine rectangulare de beton armat în care are loc epurarea biologică intensă a apelor uzate în mișcare, în condiții create în mod artificial. Procesul de epurare intensă se datorește:

- măririi concentrației microorganismelor prin recircularea unei părți din nămolul activat separat în decantoarele secundare;
- aerării artificiale, care asigură pe de o parte oxigenul necesar activității biologice a bacteriilor și oxidării chimice a unor impurități și contribuie, pe de altă parte, la menținerea nămolului în stare de suspensie în lichidul supus epurării;
- agitării artificiale a apei supuse epurării pentru ca nămolul activat să vină în contact cu toate particulele ei și să nu se depună pe fundul bazinului unde, datorită lipsei de oxigen, pot avea loc procese anaerobe de descompunere, după dispariția bacteriilor aerobe și a altor organisme inferioare.
- nămolul activat este o formație de materie gelatinoasă în care trăiesc bacterii aerobe și protozoare care adsorb substanțele organice coloidale și dizolvate din apele de canalizare și le trec în fază solidă decantabilă, ca în pelicula biologică a filtrelor biologice. Acest nămol are miros de pământ, culoare slab castanie și umiditate mare (98,5-99,3 %), fiind în același timp lesne putrescibil și puternic influențat de substanțele toxice.

La umidități mai mari de 99,5 % poate să apară fenomenul de umflare a nămolului, când încep să se formeze spori ai microorganismelor în loc de flocoane. În general, nămolul activat reprezintă circa 12 % din conținutul bazinului de aerare, iar în decantoarele secundare nu se recomandă ținerea acestuia mai mult de 6 h deoarece putrezește. Substanțele toxice cele mai defavorabile sunt: țițeiul, cromul și arsenul. Detergenții au influență defavorabilă prin spuma ce o formează. Vârsta normală a nămolului, dată de timpul mediu în care o particulă din materiile în suspensie rămâne sub aerare, este de ordinul a 3,5 zile. După acest timp potențialul nămolului activat poate coborî până la zero.

Procesul de epurare a apelor de canalizare are loc în două faze. În primele două ore după intrarea apelor sunt mineralizate materiile organice ușor oxidabile, micșorându-se brusc CBO inițial cu circa 50 % și consumându-se complet oxigenul pentru procesele de oxidare. În faza a doua a procesului de epurare se continuă oxidarea mai înceată a substanțelor azotoase greu oxidabile, deficitul de oxigen apropiindu-se de zero, datorită acumulării în lichid a unei părți din oxigenul aerului introdus pentru oxidarea substanțelor organice. După 6-10 ore se termină procesul de oxidare rezultând un lichid care nu mai putrezește și care conține nitrați și oxigen în soluție.

Turbiditatea și mărimea flocoanelor influențează în mare măsură descompunerea substanțelor organice. Concentrația în flocoane de nămol activat poate ajunge la 7.000 mg/l.

După sistemul de aerare, bazinele de aerare pot fi cu aerare pneumatică, mecanică sau mixtă. În cazul aerării pneumatice apa preia jumătate din oxigenul necesar prin dizolvare la suprafața ei, iar cealaltă jumătate din aerul comprimat introdus în mod artificial. La aerarea mecanică oxigenul se ia în întregime din atmosferă prin agitarea apei cu diferite dispozitive. Aerarea mixtă reprezintă o combinație a aerării pneumatice cu cea mecanică. În unele cazuri se folosesc două sisteme de aerare mecanică.

Bazinele de aerare pot fi alimentate concentrat sau fracționat cu ape de canalizare, adică cu tot debitul acestor ape la capătul din față al bazinului sau cu proporții diferite de debit în puncte distincte din lungul bazinului (sistem Gould). În ambele cazuri, nămolul activat este introdus la capătul din față al bazinului. La alimentarea concentrată nămolul de recirculație este folosit odată de întregul debit de apă de canalizare, degradându-se numai la început și apoi regenerându-se treptat. În C.S.I. s-a propus introducerea fracționată a nămolului în lungul bazinelor de aerare.

În funcție de schema tehnologică adoptată, bazinele de aerare pot fi cu epurare incompletă (parțială) sau cu epurare completă, după cum realizează numai prima fază a procesului de epurare sau ambele faze ale acestui proces.

În S.U.A. se folosesc bazine de aerare în care apa nedecantată sau decantată timp de 30 min este puternic aerată timp de 30-120 min și apoi trecută prin decantoare secundare timp de 2 h.

În cazul bioprecipitatoarelor se introduce oxigen în bazinul de aerare, iar în cazul aeroacceleratoarelor este înglobat într-o singură construcție spațiul pentru epurarea biologică prin nămolul activat cu spațiul pentru decantarea secundară, eliminându-se pomparea nămolului de recirculație.

În sistemul Kraus, o parte din nămolul de recirculație se amestecă cu nămolul fermentat și cu apa de nămol din rezervorul de fermentare metanică și după aerare acest amestec se introduce în bazinul de aerare cu restul nămolului de recirculație. Încărcarea cu CBO se ia de 1-1,5 kg/zi·m³ de bazin, durata de aerare de 2 h și timpul de regenerare de 6 h.

În unele cazuri se pot prevedea scheme în care o parte din apa epurată mecanic este trecută prin bazinul de aerare și apoi se amestecă cu cealaltă apă netrecută prin acest bazin.

Aerarea de contact (bioflocularea) se realizează prin introducerea în bazinul de aerare a unor containere umplute cu material poros și prin trimiterea aerului pe dedesubtul lor, pentru a se difuza în acest material poros.

Când apele de canalizare sunt foarte încărcate ($CBO_{20} > 250$ mg/l) iar în apa epurată se impune $CBO_{20} < 15$ mg/l, se poate prevedea epurarea biologică în două trepte sau epurarea biologică combinată compusă din bazine de aerare cu filtre biologice amplasate înainte sau după ele.

În cazul epurării în două trepte se prevăd două bazine de aerare cu câte un decantor secundar după fiecare. În primul bazin de aerare are loc o epurare parțială a apelor de canalizare, iar în al doilea bazin de aerare o epurare completă. Nămolul de recirculație din primul decantor secundar și nămolul în exces din cel de al doilea decantor secundar se introduc în primul bazin de aerare, iar nămolul de recirculație din al doilea decantor secundar se introduce în al doilea bazin de aerare, fiind trimis la prelucrare numai nămolul în exces din primul decantor secundar.

În figura 9.35 este prezentată schema instalației unui bazin de aerare pentru epurare completă într-o treaptă fără regeneratoare.

Apa de canalizare trece prin decantorul primar radial și trece apoi în camera de amestec, unde se aduce și nămolul activat de recirculație. Amestecul de apă și nămol activat trece apoi prin bazinul de aerare și în acest timp se introduce și aer de la compresor. Volumul nămolului activat reținut în decantorul secundar se evacuează continuu în stare proaspătă la bazinul de recepție al stației de pompare și de aici se pompează la camera de amestec și la bazinul de îngroșare. Nămolul de recirculație cu umiditatea de 99,3 % se pompează în mod continuu și uniform și reprezintă după Imhoff 24 % din debitul de apă de

canalizare care trece prin bazinele de aerare, iar nămolul în exces reprezintă circa 2-3 % din debitul de canalizare afluent la stația de epurare. Pentru menținerea integrității flocoanelor de nă-

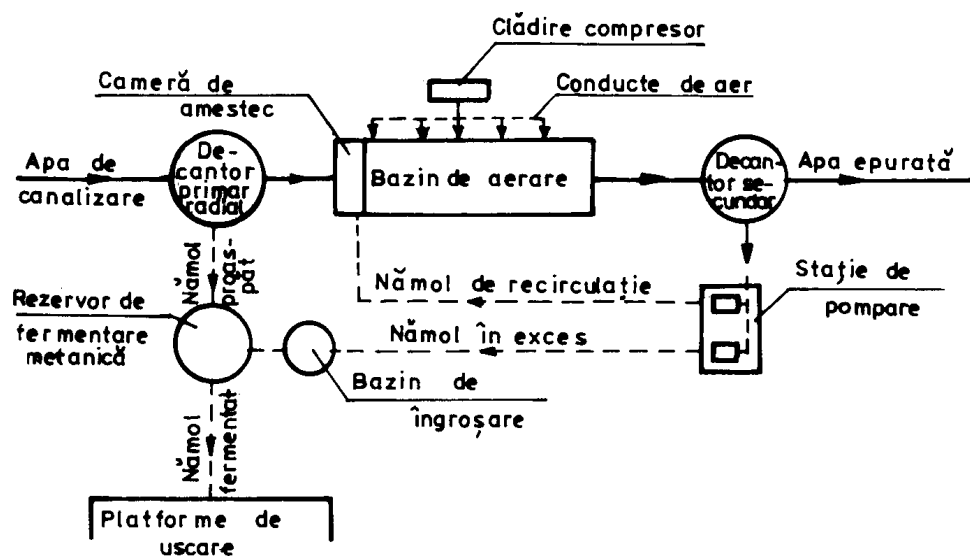


Fig. 9.35. Schema instalației unui bazin de aerare pentru epurarea completă într-o treaptă fără regenerare.

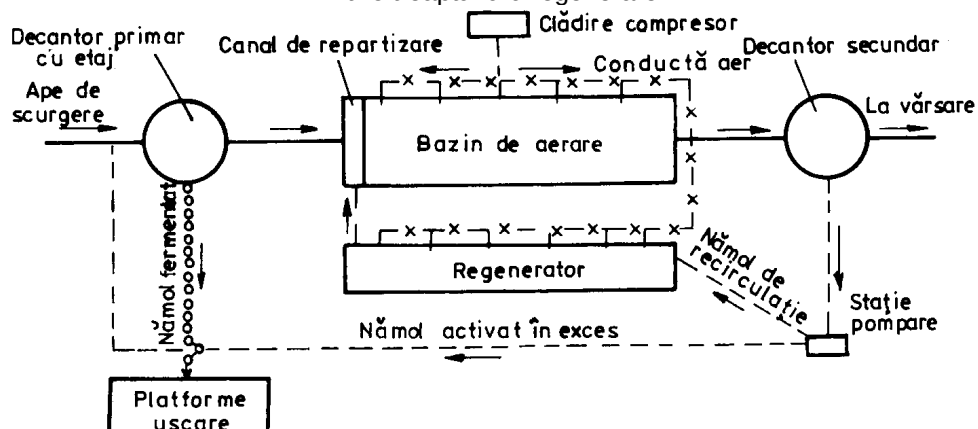


Fig. 9.36. Schema instalației unui bazin de aerare pentru epurare incompletă.

mol de recirculație acesta trebuie pompat în camera de amestec cu pompe centrifuge cu turație cât mai mică și cu palete în formă de elice sau cu pompe mamut.

Bazinele de îngroșare se pot amplasa și lângă decantoarele secundare.

În figura 9.36 este prezentată schema instalației unui bazin de aerare pentru epurare incompletă. Apa de canalizare este epurată biologic numai în prima fază (cu reducerea CBO cu circa 50 %) înainte de vărsarea în emisar. Nămolul activat reținut în decantorul secundar conține cantități importante de substanțe organice adsorbite din apele de canalizare, deoarece în bazinul de aerare nu se desăvârșește procesul de mineralizare a acestor substanțe, din cauza timpului scurt. Nămolul de recirculație se trimite la generatoare pentru terminarea procesului de mineralizare a substanțelor organice, ca în bazinele de aerare pentru epurarea completă și de aici în bazinul de aerare. Nămolul în exces pompat în amonte de decantorul cu etaj are efect favorabil asupra decantării, datorită capacității de floclare și conținutului în oxigen și enzime. Regeneratoarele au aceeași construcție și aceleași utilaje ca și bazinele de aerare și pot fi înglobate și în acestea.

În cazul epurării apelor uzate industriale, trebuie să se prevadă regeneratoare și la bazinele de aerare cu epurare completă, deoarece cantități mici de substanțe toxice din nămolul activat pot să scoată din funcțiune bazinul de aerare.

În figura 9.37 este redat un bazin de aerare cu coridor și cu aerare pneumatică prin plăci poroase așezate unilateral. Amestecul apei de canalizare cu nămolul activat intră în bazinul de aerare printr-un orificiu înecat acoperit cu o placă, iar ieșirea apei epurate are loc tot printr-un orificiu înecat. Aerul se distribuie la plăcile filtrante prin conducte orizontale și verticale.

În figura 9.38 se prezintă un aeroaccelerator care reprezintă un accelerator completat cu aerare. Apa de canalizare este introdusă pe la partea inferioară într-un

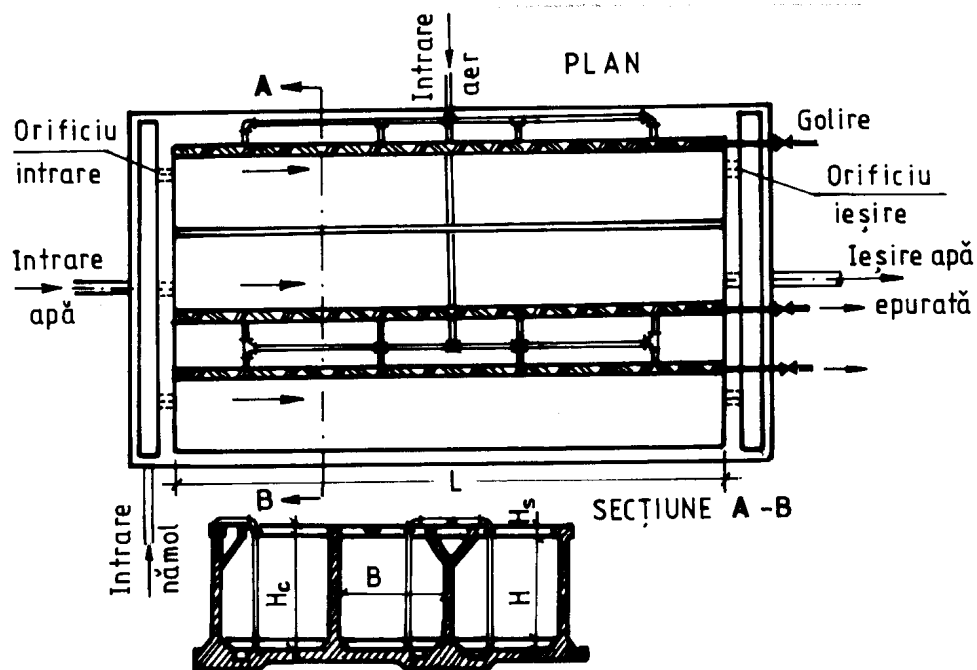


Fig. 9.37. Bazin de aerare cu coridor și cu aerare pneumatică prin plăci poroase așezate unilateral.

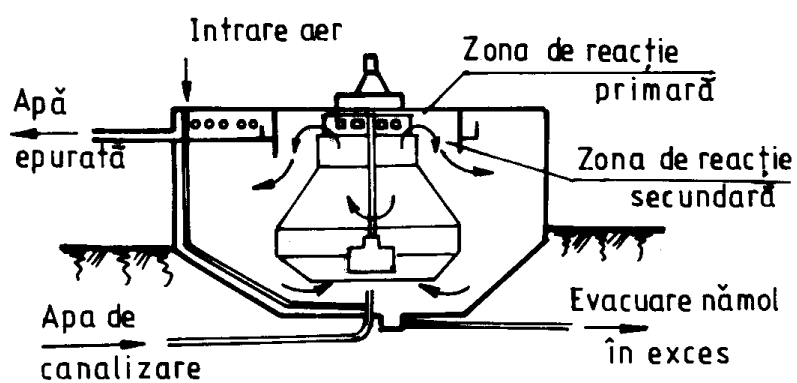


Fig. 9.38. Schema unui aeroaccelerator.

compartiment central împreună cu aerul comprimat. Turbina cu ax vertical din această zonă asigură printr-o agitare violentă un contact strâns între apa de canalizare și nămolul format în procesul anterior. Apa cu nămolul și aerul se ridică datorită amestecului de apă cu aer și în urma depresiunii create în zona periferică a cilindrului central, nămolul activat din exteriorul cilindrului trece în interiorul lui. La partea superioară a cilindrului central se evacuează în atmosferă excesul de aer și se produce coagularea. Din zona de reacție primară apa trece în zona de reacție secundară, fiind reglată prin intermediul unor ferestre obturate în diferite proporții. Din zona de reacție secundară apa trece în spațiul exterior de decantare și de aici este evacuată printr-un deversor periferic radial sau prin orificii uniform repartizate. Nămolul se colectează în câteva sectoare între cilindrul central și peretele exterior, de unde nămolul în exces se evacuează.

Bazinele de aerare sunt lipsite de miros și de muște și dau aproape același randament de epurare atât vara, cât și iarna. Ele au procesul de epurare mai intens ca în filtrele biologice, iar introducerea nămolului activat și al aerului se poate regla în funcție de încărcarea cu substanțe organice. Printre dezavantajele bazinelor de aerare se pot menționa: sensibilitatea la substanțele toxice, exploatarea mai complexă și producerea unui volum mai mare de nămol cu un conținut mai mare de apă. Datorită zgomotului produs, nu se recomandă ca bazinele de aerare să se amplaseze la distanțe mai mici de 100 m de clădirile locuite.

Distribuția aerului la bazinele de aerare cu aer insuflat sub presiune se poate face prin plăci poroase așezate bilateral (fig. 9.39), prin plăci poroase așezate uni-lateral, prin tuburi poroase, prin difuzoare, prin tuburi perforate (fig. 9.40) sau cu fante, prin conducte deschise și prin conducte flexibile. Plăcile poroase, tuburile poroase și difuzoarele realizează bule mici (1-4 mm), tuburile perforate sau cu fan-te realizează bule mijlocii (5-10 mm), iar conductele deschise realizează bule mari.

Plăcile poroase se execută din silice cu liant de silice sintetică cu dimensiunile de 30x30x4 cm și se montează în cutii sau în canale longitudinale. Pentru a se ușura exploatarea se montează 4-10 plăci într-o cutie de fontă, oțel, aluminiu sau beton armat precomprimat. La o diferență de presiune de 5 cm col. apă în condiții standard de temperatură și umiditate coeficientul de permeabilitate al acestor plăci este de $10 \text{ m}^3 \text{ aer/m}^2 \cdot \text{min}$. Rezistența plăcilor poroase cu coeficientul de permeabilitate de $2 \text{ m}^3 \text{ aer/m}^2 \cdot \text{min}$ așezate la o adâncime de 0,5 m de la suprafața apei nu trebuie să depășească 200 mm col. apă. Suprafața ocupată de plăci reprezintă 5-8 % din suprafața totală a radierului.

Canalul de distribuție a aerului de sub plăcile poroase se întinde pe toată lungimea bazinului de aerare.

În cazul plăcilor așezate unilateral, lichidul are și o mișcare de rotație, în afară de mișcarea de translație, datorită densității mai mici a lichidului saturat cu

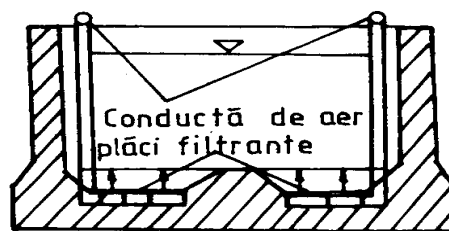
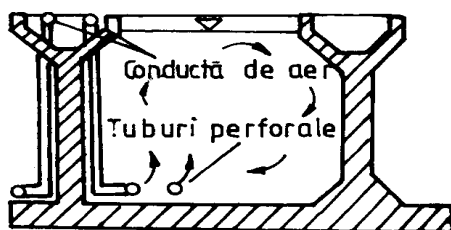


Fig. 9.39. Bazin de aerare cu aer insuflat

Fig. 9.40. Bazin de aerare cu aer insuflat prin porii plăcii poroase așezate bilateral prin tuburi perforate.

bule de aer de deasupra plăcilor. Prin ridicarea apei mai ușoare saturate cu bule de aer se mărește efectul de amestec.

Conductele verticale de aer au diametrul de 50-100 mm, se așază la distanța de 4-10 m una de alta și se prevăd cu clapete de reglaj. Distribuția aerului la aceste conducte se face dintr-o rețea de conducte de aer așezate orizontal între diferitele compartimente ale bazinului de aerare.

Pentru evacuarea lichidului de scurgere și a nămolului activat de sub plăcile filtrante se prevăd tuburi de golire cu diametrul de 100-150 mm, care se termină în afara bazinului de aerare cu o vană.

Dezavantajul plăcilor poroase constă în îmbâcsirea porilor lor cu săruri de fier, carbonați, particule de nămol activat sau de praf etc.

Tuburile poroase se execută din materiale plastice și se montează orizontal la circa 0,60 m deasupra radierului. Ele pot fi ușor demontate și redistribuite când este necesar în exploatare.

Difuzoarele pot injecta aer sau aer și apă, fiind construite sub formă de duze cupolă, ciupercă sau disc.

Tuburile perforate sunt prevăzute cu orificii de 2-3,5 mm executate în direcția radierului cu înclinarea de 45° față de planul vertical. Aceste tuburi se dimensionează la viteza de 10 m/s, pentru a se evita astuparea lor și se execută din oțel inoxidabil sau din materiale plastice. Distanța între tuburi se prevede de 0,30 m, iar distanța de la tuburi la radier de 0,1-0,2 m. Se pot prevedea și tuburi perforate detașabile la diferite adâncimi, începând cu adâncimea de 0,60 m sub nivelul apei. Dezavantajul acestor tuburi constă în înfundarea ușoară a orificiilor.

Conductele deschise au diametrul de 75-100 mm și se așează vertical în axa longitudinală a bazinului, la distanța de 100 m între ele, oprindu-se la 0,60 m de la radier. Acest sistem este mai simplu din punct de vedere al instalațiilor și exclude pericolul de înfundare. În acest caz însă, aerul nu mai acționează prin supra-fețele de contact ale bulelor fine, ci prin mișcarea turbionară pe care o provoacă, circulând lichidul în câteva secunde.

Conductele flexibile se prevăd verticale în interiorul bazinelor de aerare, lângă pereții transversali. Aceste conducte se termină cu numeroase tuburi de difuzie orizontale, care se pot așeza la diferite distanțe de pereți și radier.

Sistemul suedez INKA constă în introducerea aerului prin conducte perforate de mase plastice sau oțel inoxidabil cu orificii de 2,5 mm coborâte la adâncimea de 0,8 m. Pentru înlocuire sau curățire sistemul se poate ridica la suprafață prin legături mobile.

Rețeaua de distribuție a aerului comprimat mai cuprinde compresoare, filtre pentru curățirea aerului aspirat, aparate de măsură și conducte de la compresoare la bazine de aerare.

Calculul hidraulic al bazinelor de aerare cu epurare completă decurge după cum urmează:

- Se determină consumul de aer A , în $\text{m}^3 \text{ aer}/\text{m}^3 \text{ apă}$, cu una din formulele:

$$A = \frac{L_a - L_b}{K \cdot H \cdot d}, \quad (9.128)$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{I \cdot t}{H} = \frac{I}{H} (t_1 + t_2) = \frac{I}{H} \left(\frac{L_a - L_x}{K \cdot I} + \frac{1}{K_1} \lg \frac{L_x}{L_b} \right) = \\ &= \frac{I}{H} \left(\frac{L_a - 2,7K \cdot I}{K \cdot I} + \frac{1}{K_1} \lg \frac{2,7K \cdot I}{L_b} \right), \quad (9.129) \end{aligned}$$

în care: L_a este CBO_5 al apelor intrate în bazinul de aerare, în mg/l ; L_b - CBO_5 al apelor ieșite din bazinul de aerare, în mg/l , care se ia în calcule de 10-25 mg/l ; K - coeficientul de utilizare a aerului la adâncimea $H=1$ m și la deficitul $d=1$, în $\text{g}/\text{m}^3 \text{ aer} \cdot \text{m}$, care se ia de 10-12 $\text{g}/\text{m}^3 \text{ aer} \cdot \text{m}$ în cazul plăcilor filtrante și de 6-7 $\text{g}/\text{m}^3 \text{ aer} \cdot \text{m}$ în cazul tuburilor perforate; H - adâncimea stratului de lichid în bazinul de aerare, în m; d - deficitul de oxigen în soluție, exprimat în fracțiuni față de saturația sa completă, la temperatura dată. La intrarea apelor în bazinul de aerare, deficitul de oxigen fiind aproape de unitate iar la ieșirea apelor acesta fiind aproape zero, se consideră în calcule $d=0,5-0,6$; I - intensitatea de aerare, în $\text{m}^3 \text{ aer}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$; t - timpul total de epurare, în ore; t_1 - timpul primei faze a epurării, în ore; t_2 - timpul fazei a doua a epurării, în ore; L_x - CBO_{20} la sfârșitul primei faze a epurării, în mg/l ; K_1 - constanta vitezei de consum a oxigenului, în zile^{-1} , care se consideră de 0,16 zile^{-1} la temperatura apei de canalizare de 8 °C și la concentrația nămolului activat din bazinul de aerare de 2.700 mg/l .

În cazul repartizării aerului prin plăci poroase și temperaturii apelor de canalizare de 10 °C, intensitatea de aerare I este dată în tabelul 9.13.

- Se determină debitul de aer Q_{aer} , în m³ aer/h, din relația:

$$Q_{aer} = A \cdot Q, \quad (9.130)$$

Tabelul 9.13

Intensitatea de aerare

CBO ₂₀ al apelor de canalizare intrate în bazinul de aerare, în mg/l	Intensitatea de aerare I , în m ³ aer/m ² ·h	Observații
100	2,5	Pentru a menține nămolul activat în suspensie, intensitatea minimă se consideră de 1,5 m ³ aer/m ² ·h
150	3,3	
200	4,0	
300	5,4	

în care: Q este debitul de calcul al apelor care intră în bazinul de aerare, în m³/h, care se consideră Q_{zimax} .

- Se determină suprafața secțiunii orizontale S , în m², din relația:

$$S = \frac{Q_{aer}}{I}. \quad (9.131)$$

- Se impune înălțimea stratului de apă $H=2-4$ m.

- Se determină lungimea bazinului de aerare L , în m, din relația:

$$L = \frac{S}{B}, \quad (9.132)$$

în care: B este lățimea compartimentelor bazinului de aerare, în m, care se consideră de $(1-2)H$.

- Se determină numărul de coridoare n din relația:

$$n = \frac{L}{l}, \quad (9.133)$$

în care: l este lungimea unui coridor, în m, care se consideră de $(5-15)B$.

Se recomandă să se prevadă minimum două bazine de aerare cu un coridor, cu două coridoare (fig. 9.41) sau cu 3 coridoare (fig. 9.42), fără capacitate de rezervă.

- Se determină înălțimea totală de construcție a bazinului de aerare H_t , în m, din relația:

$$H_t = H + H_s, \quad (9.134)$$

în care: H_s este înălțimea de siguranță, în m, care se consideră de 0,3-0,4 m.

- Se determină timpul t , în ore, în care lichidul de scurgere se află în bazinul de aerare, din relația:

$$t = \frac{S \cdot H}{Q}. \quad (9.135)$$

Pentru a se împiedica depunerea nămolului trebuie să se asigure și viteza apei de 0,15 m/s. La viteze mai mici introducerea apei se poate face prin aparate de difuzare montate pe una din laturile bazinului, pentru a avea loc o mișcare de rotație cu viteza mai mare de 0,15 m/s în secțiunea transversală.

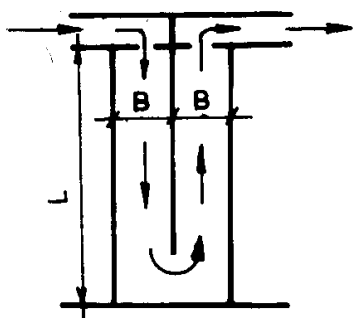


Fig. 9.41. Bazin de aerare cu două coridoare.

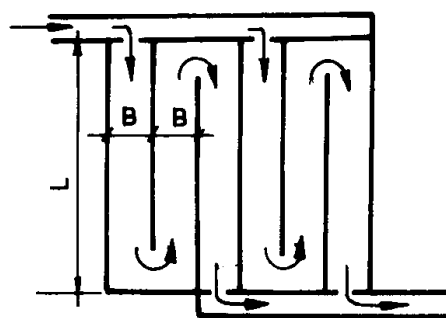


Fig. 9.42. Bazin de aerare cu trei coridoare.

Calculul hidraulic al bazinelor de aerare pentru epurarea incompletă se face în mod analog ca la bazinele de aerare cu epurare completă, mărimile A și I determinându-se din relațiile:

$$A = \frac{L_a}{2K \cdot H}, \quad (9.136); \quad I = \frac{2,3K_1 \cdot L_x}{K}, \quad (9.137)$$

în care: L_a , K , H și K_1 au semnificațiile de la bazinele de aerare cu epurare completă; L_x - CBO₂₀ la sfârșitul primei faze a epurării, în mg/l, care se poate considera $0,5L_a$.

Din volumul total rezultat în funcție de suprafața secțiunii orizontale S și de adâncimea stratului de lichid H se repartizează 60 % pentru bazinele de aerare cu epurare incompletă și 40 % pentru regeneratoare.

Calculul instalațiilor de aer comprimat constă în determinarea sarcinii și puterii compresorului.

Sarcina compresorului H_{aer} , în mm col. apă (kgf/m²), se determină din relația:

$$H_{aer} = H + h_p + \lambda \frac{L}{D} \gamma_a \frac{V^2}{2g} + \sum \zeta \cdot \gamma_a \frac{V^2}{2g}, \quad (9.138)$$

în care: H este adâncimea stratului de lichid în bazinul de aerare, în mm; h_p - pierderea de sarcină în plăcile poroase sau în tuburile perforate, în mm, care se ia în medie de 500 mm la plăcile filtrante și de 250 mm la tuburile perforate; λ - coeficientul de rezistență al pierderilor de sarcină liniare; L - lungimea conductei de aer, în m; D - diametrul conductei de aer, în m; γ_a - greutatea specifică a aerului, în daN/m³; V - viteza medie în conductele de aer, în m/s, care se ia de 10 m/s pentru conductele de la compresor la conductele verticale de aer și de 3-

5 m/s pentru conductele verticale de aer; g - accelerația gravitației, m/s^2 ; ζ - coeficientul de rezistență al pierderilor de sarcină locale.

Valorile λ pentru tuburi drepte se pot lua din tabelul 9.14.

Greutatea specifică a aerului γ_a , în daN/m^3 , se determină din relația:

$$\gamma_a = \frac{1,293 \cdot p \cdot 273}{1,03(273 + \Theta)}, \quad (9.139)$$

în care: p este presiunea absolută, în at; θ - temperatura minimă a aerului în conducte, în $^{\circ}\text{C}$.

Valorile ζ se pot lua din tabelul 9.15.

Puterea motorului la compresoare (suflante), în kW, se determină din relația:

$$p = \frac{L \cdot Q_{aer}}{102\eta}, \quad (9.140)$$

Tabelul 9.14

**Coeficientului de rezistență al pierderilor de sarcină liniare
pentru tuburi drepte**

D , în mm	100	150	200	250	300	350
λ	0,0235	0,0198	0,0180	0,0169	0,0162	0,0156

D , în mm	400	450	500	600	700	800
λ	0,0153	0,0150	0,0147	0,0143	0,0141	0,0139

Tabelul 9.15

Coeficientul de rezistență locală

Rezistența locală	Coeficientul de rezistență locală ζ
Intrarea în tub	0,5
Ieșirea din tub	1,0
Cot cu rază mică a curbei	1,5
Cot cu rază mare a curbei	1,0
Ramificație dublă la 45°	1,0
Reducție 200-150 mm	0,2
150-125 mm	0,1
150-100 mm	0,3
125-100 mm	0,15
100- 75 mm	0,2
75- 50 mm	0,3
Cruce pentru traseu drept	2,0
Cruce pentru traseu cotit	3,0
Teu pentru traseu drept	1,5
Teu pentru traseu cotit	3,0
Vană	0,1

în care: L este lucrul mecanic consumat, în $\text{daN}\cdot\text{m}/\text{m}^3$ aer, pentru comprimarea unui m^3 de aer de la presiunea absolută inițială p_1 , în at, la presiunea absolută p_2 , în at; Q_{aer} - debitul de calcul al aerului, în m^3 aer/s; η - randamentul compresorului, care are valoarea 0,75-0,80.

În cazul când $p_1=1$ at lucrul mecanic L , în $\text{daN}\cdot\text{m}/\text{m}^3$ aer, se calculează din relația:

$$L = 34.400(p_2^{0,29} - 1) = 34.400 \left[\left(\frac{10,3 + H_{\text{aer}}}{10,3} \right)^{0,29} - 1 \right], \quad (9.141)$$

Aerarea mecanică se realizează prin agitarea apei cu ajutorul aeratoarelor mecanice cu rotor cu ax orizontal sau cu ax vertical.

Aeratoarele mecanice cu rotor cu ax orizontal sunt dispozitive formate din cilindri orizontali pe care sunt fixate lamele, corniere, discuri sau plăci. Pentru antrenarea acestor aeratoare se prevăd motoare electrice cuplate direct sau prin intermediul unor reductoare de turații.

În timpul funcționării, aeratoarele se rotesc cu turații de 30-160 rot/min în bazine amenajate în mod special, formându-se picături fine de apă, valuri și spumă. Picăturile de apă sunt aruncate în aer iar o parte din aer se antrenează în profunzimea bazinului de aerare.

Cilindrii cu perii sunt alcătuiți din bare sau din baghete de oțel cornier sau din masă plastică, fixate radial la distanțe mici într-un ax de oțel și terminate printr-un vârf. Aceștia au diametrul de 35-45 cm și se amplasează de-a lungul pereților bazinului dreptunghiular (fig. 9.43-9.44).

În timpul rotației, periile cufundate în apă pe o adâncime de 5-12 cm aruncă apa în aer spre peretele opus.

În figura 9.45 se prezintă un aerator mecanic cu rotor cu ax orizontal format dintr-un cilindru orizontal pe care sunt fixate într-un plan 6 lamele dreptunghiulare fără spațiu între ele și decalate cu 30° față de lamelele din planul alăturat.

Dimensionarea aeratoarelor mecanice cu rotor cu ax orizontal se poate face în baza relației:

$$CO = 26,1 \frac{1}{t} \lg \frac{C_s - C_0}{C_s - C_t} \sqrt{\frac{K_{10}}{K_T}}, \quad (9.142)$$

în care: CO este capacitatea de oxigenare, în $\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$; 26,1 - produsul 2,30x11,3, primul termen reprezentând coeficientul de transformare a logaritmilor naturali în zecimale iar al doilea concentrația de saturație, în g/m^3 , a oxigenului în apă la 10°C și 760 mm Hg; t - durata experimentării, în ore; C_0 - concentrația la saturație a oxigenului în apă la temperatura de experimentare, în g/m^3 ; C_s - concentra-

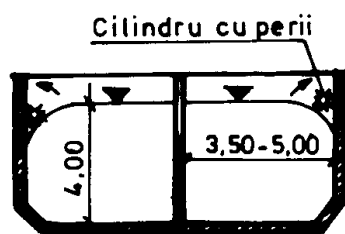


Fig. 9.43. Bazine cu perii de aerare dispuse pe pereții laterali.

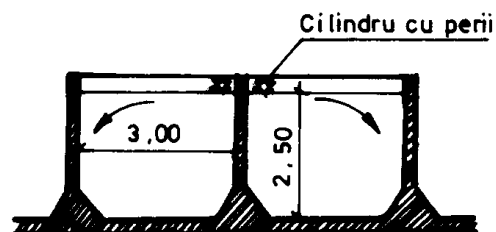


Fig. 9.44. Bazine cu perii de aerare dispuse pe peretele central.

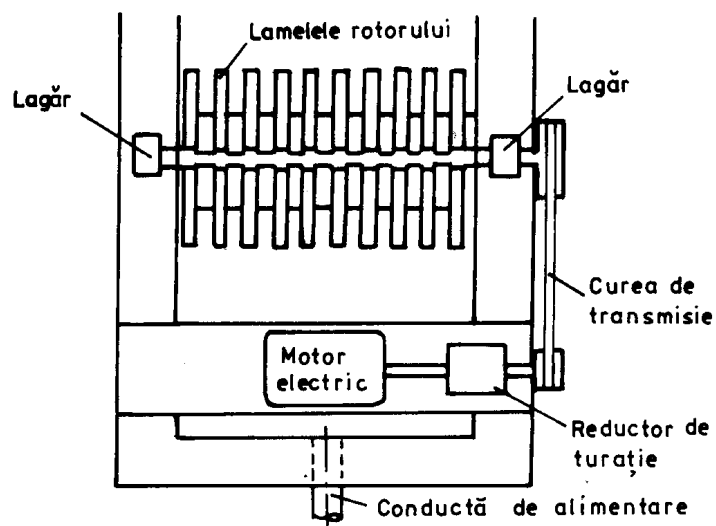


Fig. 9.45. Aerator mecanic cu rotor cu ax orizontal.

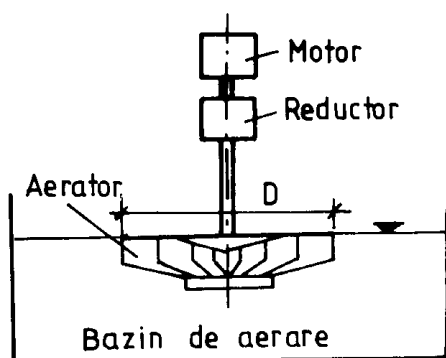


Fig. 9.46. Aerator mecanic cu ax vertical.



Fig. 9.47. Aerator mecanic românesc tip AMR.

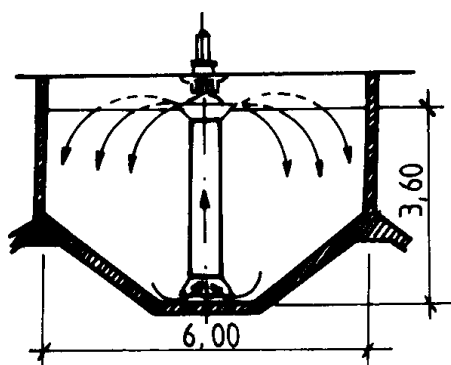


Fig. 9.48. Aerator sistem Simplex.

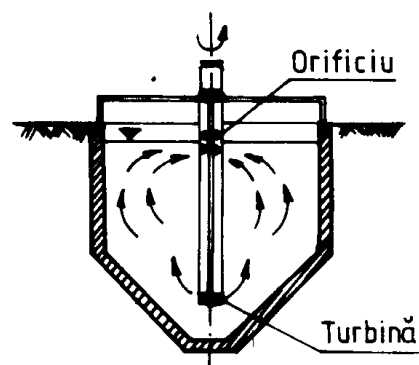


Fig. 9.49. Aerator sistem Durov.

ția oxigenului în apă la începutul experimentării, în g/m^3 ; C_t - concentrația oxigenului în apă la sfârșitul experimentării, în g/m^3 ; $(K_{10}/K_T)^{1/2}$ - valoarea de transformare pentru viteza de difuziune de la temperatura de experimentare T °C la temperatura de 10°C.

Aeratoarele mecanice cu rotor cu ax vertical sunt formate dintr-un disc orizontal pe care sunt montate palete ce se rotesc în jurul unui ax vertical sub suprafața în repaus a apei producând o puternică agitație acesteia.

Aceste aeratoare se amplasează în bazine independente cu suprafața pătrată sau în același bazin la distanțe corespunzătoare pătratului de influență (fig. 9.46).

În figura 9.47 este reprezentat un aerator mecanic românesc AMR căruia la diametre D de 300, 500, 750, 1.000, 1.250, 1.500 și 1.800 mm îi corespund transferuri de oxigen de 30, 90, 250, 400, 600, 900, respectiv 1.350 $\text{kg O}_2/\text{zi}$.

Bazinul de aerare în care se amplasează un aerator AMR trebuie să aibă lungimea $L=(5-8)D$, lățimea $B=(5-8)D$ și adâncimea $H=(2-3)D$, astfel încât să se realizeze timpul de aerare determinat experimental (3-4 ore pentru apele uzate menajere).

În figura 9.48 este reprezentat un aerator sistem Simplex care se compune dintr-un con cu palete care se rotesc cu 30-40 rot/min în interiorul capătului superior al unui tub central. Datorită rotației conului, apa este azvârlită puternic sub formă de picături fine la suprafața bazinului de aerare, producându-se astfel o circulație continuă și aerarea necesară.

În figura 9.49 este reprezentat un aerator sistem Durov, care este prevăzut cu un tub vertical cu orificii situate deasupra și dedesubtul nivelului apei și cu un mic aerator denumit și turbină. Când se rotește turbina, apa este evacuată spre partea inferioară a tubului central, iar la partea superioară a acestui tub se aspiră aerul prin orificiile de deasupra nivelului apei și apa prin orificiile de sub nivelul acesteia.

Bazinele de aerare se construiesc din beton armat. În cazul când sunt prevăzute cu alimentare prin plăci poroase sau prin tuburi perforate, au părțile superioare ale pereților longitudinali înclinate cu 45° față de orizontală, pentru a crea condiții mai bune mișcării de rotație a lichidului. Intrarea apei în bazinul de aerare poate avea loc prin orificii înecate iar ieșirea apei din acest bazin poate avea loc peste deversoare libere cu muchie ascuțită sau cu prag lat sau prin orificii înecate. Se poate prevedea un acoperiș ușor demontabil pentru protecție împotriva căderii frunzelor toamna și gerului iarna.

Pe pereții longitudinali se construiesc platforme de circulație cu balustrade și se montează conductele de aer.

La stația de compresoare se instalează 1-2 compresoare în lucru și un compresor de rezervă.

Șanțurile de oxidare sunt canale deschise trapezoidale săpate în pământ care au în plan forma unui cerc alungit (fig. 9.50) și în care se realizează atât epurarea apei, cât și mineralizarea nămolului, prin introducerea oxigenului necesar proceselor biologice.

După introducerea apei brute sosite de la grătare, încep procese de mineralizare asemănătoare cu cele din cursurile naturale de apă. Impuritățile apei de canal sunt adsorbite de flocoane de nămol activat din apa trecută anterior și mineralizate. Oxidatorul rotativ permite circulația apei, introducerea oxigenului din aer în apă și amestecul apei cu nămolul activat. Apa eliminată din șanțul de oxidare printr-un deversor trece în decantorul secundar după care este evacuată în emisar, fără a fi clorizată sau după o prealabilă clorizare. Nămolul de recirculație din decantorul secundar este pompat la șanțul de oxidare, iar nămolul în exces la platformele de uscare.

În cazul când o parte a șanțului de oxidare funcționează ca decantor secundar sau când șanțul de oxidare funcționează discontinuu, se elimină decantoarele secundare.

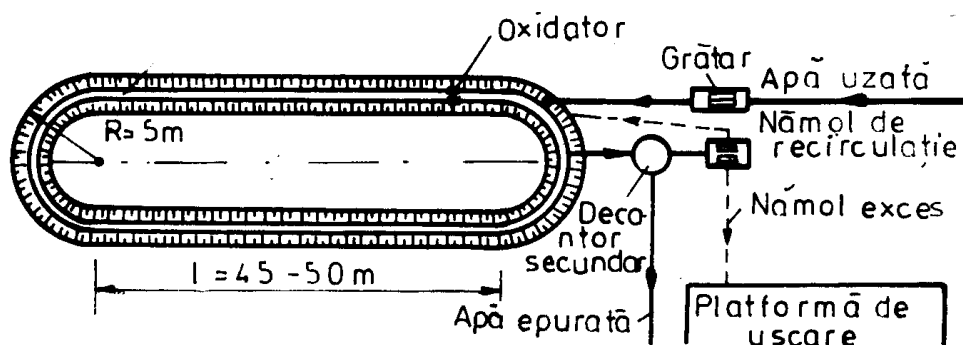


Fig. 9.50. Șanțuri de oxidare.

Nămolul din aceste instalații nu miroase urât și se deshidratează ușor.

Printre avantajele șanțurilor de oxidare se pot menționa: realizarea unui grad de epurare mare, funcționarea în bune condiții la debite variabile, tratarea apei și nămolului simultan într-un proces simplu de aerare, suprimarea decantoarelor primare, exploatarea nepretențioasă și indici de cost favorabili la investiții și exploatare. În schimb, șanțurile de oxidare au suprafață mare, funcționează ca decantoare la temperaturi scăzute, datorită opririi rotoarelor și depunerile formate în unele porțiuni ale lor pot intra în putrefacție, în lipsă de aer.

Pentru dimensionarea din punct de vedere hidraulic se consideră volumul de $0,3 \text{ m}^3/\text{om}$, secțiunea udată de $2...3 \text{ m}^2$, adâncimea utilă de 1 m și lungimea șanțului de 100 m . Taluzul se acoperă cu dale de beton. Se folosesc la stații de epurare care deservește localități până la 1.000 locuitori.

Decantoarele secundare se amplasează după lucrările de epurare biologică artificială și au rolul de a reține reziduurile activității vitale a microorganismelor mineralizatoare, pelicula biologică sau nămolul activat. Aceste decantoare pot fi orizontale longitudinale, orizontale radiale sau verticale și se dimensionează ca decantoarele de la epurarea mecanică, pe baza parametrilor din tabelul 9.16.

Cantitatea de depuneri p , în $\text{l}/\text{om}\cdot\text{zi}$, se ia din tabelul 9.17, iar timpul de funcționare T între două curățiri se consideră de maximum 6 ore.

Volumul de depuneri la decantoarele secundare după bazinele de aerare se calculează atât pentru nămolul de recirculație, cât și pentru nămolul în exces.

Se recomandă să se prevadă același tip de decantoare primare și secundare, pentru ușurarea exploatării.

Presiunea pentru evacuarea depunerilor se consideră de $1,0-1,2 \text{ m}$.

Depunerile din decantoarele secundare după filtrele biologice putrezesc mai încet, deoarece conțin o floră bacteriană aerobă. Aceste depuneri se trimit la decantoarele primare, la rezervoare de fermentare metanică sau, în cazuri rare, la platforme de uscare.

Tabelul 9.16

Parametrii hidraulici de dimensionare a decantoarelor secundare

Decantoare secundare după:	Viteza orizontală medie a apei V , în mm/s	Viteza de ridicare V_r , în mm/s	Încărcarea de suprafață u , în $\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$	Timpul de trecere a apei t_d , în ore
Filtre biologice	5	0,5	1,5-2	1,0
Filtre biologice de mare încărcare	5	0,5	1,5-2	1,5
Bazin de aerare cu epurare completă	5	0,5	1,5-2	1,0
Bazin de aerare cu epurare parțială	5	0,5	1,5-2	1,5

Tabelul 9.17

Cantitatea de depuneri (nămol)

Proveniența nămolului	p , în l/om-zi
Nămol proaspăt din decantoarele primare (umiditatea 95 %)	1,08
Nămol proaspăt din decantoarele secundare după filtre biologice (umiditatea 92 %)	0,16
Idem, după filtre biologice de mare încărcare (umiditatea 92 %)	0,40
Nămol proaspăt din decantoarele primare amestecat cu nămol provenit din decantoarele secundare după filtre biologice (umiditatea 94,5 %)	1,22
Idem, după filtre biologice de mare încărcare (umiditatea 95 %)	1,48
Nămol proaspăt din decantoarele primare amestecat cu nămol în exces din decantoarele secundare după bazine de aerare (umiditatea 95,5 %)	1,87
Nămol în exces ce se pompează din decantoarele secundare după bazine de aerare (umiditatea 99,3 %)	4,43
Nămol din decantoarele primare fermentat în rezervoare de fermentare metanică sau nămol decantat și fermentat în decantoare cu etaj (umiditatea 87 %)	0,26
Nămol fermentat din decantoarele primare sau cu etaj, amestecat cu nămol din decantoarele secundare după filtre biologice (umiditatea 90 %)	0,43
Idem, după filtre biologice de mare încărcare (umiditatea 90 %)	0,48
Idem, după bazine de aerare (umiditatea 93 %)	0,79

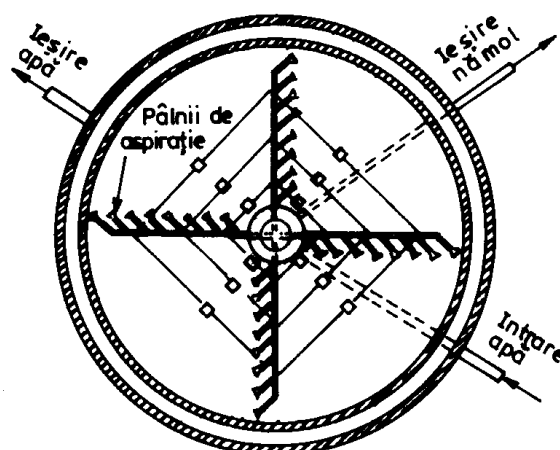


Fig. 9.51. Sistem de îndepărtare a nămolului de pe fundul decantoarelor secundare.

Îndepărtarea nămolului de pe fundul decantoarelor secundare radiale se poate realiza cu ajutorul unor pâlnii de aspirație prevăzute pe patru tuburi orizontale, care se rotesc încet în stratul de nămol prin intermediul unui electromotor cu reductor, așezat deasupra nivelului apei (fig. 9.51). Pâlniile de

aspirație au lățimea de 0,25 m și se amplasează la distanța de 1 m una de alta, astfel încât lățimea totală a lor să fie egală cu diametrul decantorului, pentru a se asigura îndepărtarea uniformă a nămolului. Sub presiunea hidrostatică naturală nămolul trece în pâniile de aspirație și din acestea în tuburile orizontale, iar apoi în conducta de descărcare.

Depunerile din decantoarele secundare după bazine de aerare se evacuează continuu, pentru a se evita ridicarea lor la suprafață.

Panta radierului decantoarelor radiale se ia de minimum 0,001-0,003, iar la decantoarele verticale se consideră viteza de trecere a apei din tubul central în de-cantor de 30 mm/s.

9.9. EPURAREA AVANSATĂ

Epurarea avansată se definește ca fiind ansamblul de construcții și instalații cu care se completează tehnologiile clasice de epurare pentru îndepărtarea substanțelor organice și a suspensiilor, eliminarea azotului și a fosforului sau a altor poluanți din efluentul secundar.

Epurarea avansată se poate aplica după epurarea mecanică/principală, ca o completare a epurării biologice/secundare sau după epurarea secundară, ca treaptă terțiară.

Metodele aplicate pentru epurarea avansată/terțiară sunt de natură fizică, fizico-chimică și biologică.

Metodele fizice folosite pentru epurarea avansată a apelor reziduale sunt: microfiltrarea și filtrarea prin mase granulare (nisip, nisip și antracit, pământ de diatomee etc.).

Metodele fizico chimice utilizate pentru epurarea avansată a apelor reziduale sunt: coagularea chimică, adsorbția, spumarea, electrodializa, osmoza inversă, distilarea, înghețarea, schimbul ionic, extracția cu solvenți, oxidarea chimică și electrochimică.

Metodele biologice utilizate pentru epurarea avansată a apelor reziduale sunt: striparea cu aer, irigarea cu ape uzate, iazurile de stabilizare, filtrele biologice, biofiltrele, bazinele cu nămol activ, bazinele de nitrificare-denitrificare și bazinele de defosforizare.

Procese de epurare avansată recomandate în funcție de natura materiilor îndepărtate (suspensii sau soluții) și de tipul efluentului sunt redate în tabelul 9.18.

Pentru alegerea procedeelor și a tehnologiei în ansamblu, trebuie avut în vedere: capacitatea de autoepurare a cursului natural în care se face descărcarea

efluentilor; costurile de tratare pentru apele prelevate în aval de punctul de descărcare, în scopul potabilizării lor; costurile construcțiilor și instalațiilor afe-

Tabelul 9.18.

Procese de epurare avansată

Materii îndepărtate	Operația sau procesul recomandat	Tip efluent
Solide în suspensie	Filtrare: microsite	EF; EBS
Oxidare amoniac	Nitrificare biologică	EF; EBS
Azot	Nitrificare, denitrificare biologică	EF; EBS
Azotați	Denitrificare biologică în etapă separată	EBS; N
Fosfor	Spălare în curent principal	AB; EF; NAR
Azot și fosfor	Nitrificare/denitrificare și îndepărtare fosfor prin procedeu biologic	AB; EF
Azot - metode fizice	Striparea cu aer; schimb ionic clorinare la punct critic	EBS; EBS+F
Fosfor - metode chimice	Precipitare chimică cu săruri metalice; Precipitare chimică cu var	AB; EB; EBS
Compuși toxici și organici refractari	Adsorbție pe carbon; Oxidare chimică; Nămol activ + cărbune activ pudră	EBS; EBS+F
Solide anorganice dizolvate	Precipitare chimică; Schimb ionic; Ultrafiltrare; Osmoză inversă; Electrodializă	AB; ABS
Compuși organici volatili	Volatilizare și striparea cu gaz	AB; EF

Legendă: EF - efluent de la treapta fizică de epurare; EB - efluent din treapta biologică înainte de decantorul secundar; EBS - efluent din treapta biologică după clarificare în decantorul secundar; AB - apă brută; N - nitrificare; NAR - nămol activ recirculat; F - filtrare.

rente tehnologiei propuse; necesarul de energie pentru funcționarea instalațiilor și echipamentelor aferente tehnologiei propuse; costurile de exploatare și controlul calității efluenților deversați.

Epurarea biologică avansată a apelor uzate menajere se impune atunci când prin procedeele clasice nu pot fi separate acele substanțe și elemente chimice care prin conținutul lor pot accentua poluarea emisarilor, făcându-i improprii pentru alimentările cu apă, pentru creșterea peștilor sau pentru zonele de agrement.

Fosforul și azotul sunt principalele elemente chimice din materiile organice care participă activ la procesele de epurare biologică în calitate de nutrienți.

Epurarea biologică a apelor reziduale și în special al apelor uzate industriale, cu un conținut redus de nutrienți, se poate realiza numai prin adaosul artificial de substanțe organice bogate în compuși de azot și fosfor.

Cantitățile mari de fosfor și azot rezidual care se găsesc în efluentul stației de epurare orășenești, asociate cu debitele mici de curgere ale râurilor, pot stimula, în anumite condiții, creșterea vegetației acvatice peste limitele admise, perturbând mediul înconjurător prin modificarea consumului de oxigen, respectiv

echilibrul biochimic al râului, favorizându-se apariția așa-numitului fenomen de eutrofizare.

Epurarea biologică avansată a apelor uzate presupune existența mai multor mecanisme de epurare bazate pe efectul diferitelor specii de microorganisme, care pentru producerea și menținerea lor în sistem, sunt necesare anume condiții de mediu.

Substanțele poluante, care trebuie eliminate din apele reziduale sunt constituite din:

- combinații ale fosforului și azotului, sărurile anorganice din îngrășămintele chimice, cu acțiune eutrofizantă asupra emisarului;
- combinații ale amoniului care prin procesele de nitrificare sunt, pentru emisar, consumatoare de oxigen și toxine pentru pești;
- substanțele nedegradabile biologic;
- suspensiile organice și anorganice fine care afectează concentrația oxigenului din emisar și măresc turbiditatea apei.

Epurarea biologică a apelor uzate, se poate împărți după scopul urmărit în patru faze:

1. Descompunerea substanțelor pe bază de carbon, fază în care substanțele organice din apă sunt oxidate pe cale biologică cu ajutorul microorganismelor heterotrofe într-un mediu bogat în oxigen. Ca urmare a activității acestor microorganisme se obține o nouă biomasă, care funcționează de viteză de dezvoltare și a densității microorganismelor este îndepărtată sub formă de nămol în exces și prelucrată în continuare;

2. Nitrificarea - oxidarea azotului, fază în care combinațiile anorganice ale azotului și anume amoniul și nitrații sunt oxidați cu ajutorul microorganismelor autotrofe (nitrifianți), în nitriți care sunt mai puțini dăunători, microorganismele nitrifiante se dezvoltă în medii bogate în oxigen;

3. Denitrificarea este faza în care nitrații și nitriții sunt transformați cu ajutorul bacteriilor heterotrofe în combinații gazoase. Aceste bacterii care trăiesc într-un mediu anoxic lipsit de oxigen își procură oxigenul necesar din descompunerea nitraților;

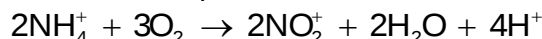
4. Eliminarea fosforului pe cale biologică, fază în care combinațiile anorganice ale fosforului sunt parțial consumate de microorganisme în timpul transformărilor care au loc, iar o altă parte este acumulată de către acestea.

Microorganismele care asigură descompunerea substanțelor organice, la eliminarea azotului și a fosforului din apele uzate, necesită crearea unor condiții corespunzătoare de mediu evidențiate printr-o tehnologie adecvată și o exploatare precisă.

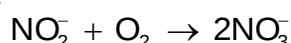
Nitrificarea și denitrificarea. Nitrificarea este procesul de oxidare a ionului de amoniu ($\text{NH}_4^+ - \text{N}$) în nitrit (NO_2^-) și apoi în nitrat (NO_3^-), cu ajutorul bacteriilor autotrofe și heterotrofe.

Procesul de oxidare se desfășoară în două faze.

În prima fază are loc oxidarea amoniului la faza de nitrit, sub acțiunea bacteriilor autotrofe, aerobe, de tipul Nitrosomonas, conform reacției:



În faza a doua are loc oxidarea nitriților la nitrați, cu ajutorul nitrobacteriilor (Nitrobacter), conform reacției:



Rezultatul final, al celor două faze de oxidare, se exprimă astfel:



Bacteriile heterotrofe (C_{org}) și cele autotrofe (CO_2) conviețuiesc în nămolul activ.

Cele două categorii de bacterii se influențează reciproc în așa fel încât microorganismele heterotrofe în activitatea lor de descompunere a combinațiilor organice pe bază de azot (N_{org}) produc amoniu. Ambele grupe de bacterii sunt consumatoare de oxigen, deci au nevoie de un mediu aerob.

Denitrificarea se poate defini ca fiind procesul prin care substanțele organice, combinațiile oxidate ale azotului, nitriții și nitrații sunt transformate cu ajutorul bacteriilor heterotrofe în azot gazos liber.

Pentru descompunerea substanțelor pe bază de carbon, extrag oxigenul necesar din combinațiile azotului cu oxigenul, ceea ce înseamnă că baza activității microorganismelor o constituie oxigenul legat chimic și nu oxigenul liber dizolvat.

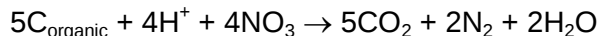
Această situație se întâmplă numai în cazul în care bacteriile sunt silit să utilizeze această sursă din cauza lipsei de oxigen liber. Realizarea acestui proces impune crearea condițiilor de mediu anoxice.

În procesul de denitrificare nitratul existent în apă este descompus pe cale biologică, în azot liber, bioxid de carbon și apă, concomitent cu un consum de carbon.

Reacțiile chimice ale denitrificării se bazează pe faptul că în locul asimilării de oxigen,



se produce consum de nitrat:



Sursele de carbon sunt constituite din metanol (CH_3OH), glucoza ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), etanolul etc., substanțe organice ușor asimilabile de către bacteriile denitrificatoare.

Reacțiile de denitrificare pentru metanol și glucoză, ca sursă de carbon sunt următoarele:





Denitrificarea fiind un proces de reducere pe cale anaerobă a nitriților din apă, se desfășoară în bazine anoxice, în care mediul de viață este lipsit de oxigen. În aceste bazine are loc o agitare a amestecului pentru a permite menținerea substanțelor solide în suspensie, dar suficient de lentă pentru a preveni contactul cu oxigenul atmosferic.

Procesele de nitrificare-denitrificare se pot desfășura în treaptă unică (bazine comune) sau în treaptă separată (bazine separate) cu condiția de a asigura mediul corespunzător dezvoltării microorganismelor specifice.

Procedeul de nitrificare-denitrificare în treaptă unică cu nămol activ elimină necesitatea sursei de carbon externe prezentând următoarele avantaje: reduce necesarul de oxigen pentru îndepărtarea materiei organice și realizarea nitrificării; elimină necesarul de carbon organic suplimentar impus de procesul de denitrificare; elimină decantoarele intermediare pentru recircularea nămolului. Un astfel de sistem conduce la o eficiență de îndepărtare a azotului total de 60-80% și poate ajunge până la 85-95%.

Procedeul de denitrificare în treaptă separată este procedeul în care denitrificarea se adaugă unui sistem biologic la care nămolul este generat independent în fiecare etapă - oxidare carbon organic, nitrificare și respectiv denitrificare. Pentru denitrificare se pot folosi bazinele cu nămol activat echipate cu agitatoare imersate, cu scopul de a se asigura o agitare continuă pentru a menține în stare de suspensie flocoanele de nămol activat.

Procedeul de nitrificare cu predenitrificare într-o singură treaptă, fig. 9.52 are loc într-un bazin cu două compartimente. Apa uzată intră în bazinul anaerob (DN) unde începe procesul de denitrificare prin utilizarea carbonului organic existent în apa uzată. Din cel de-al doilea bazin de nitrificare (N) se recirculă apa (RI), încărcată cu nitrați din zona aerobă în cea anoxică unde aceștia vin în contact cu substratul organic din apa uzată. Apa epurată (E) după decantorul secundar (DS) este evacuată într-un emisar natural. Schema este eficientă pentru eliminarea azotului și prezintă avantajul de a folosi rațional sursele de carbon interne existente și de a reduce costurile de investiție prin eliminarea unui decantor secundar.

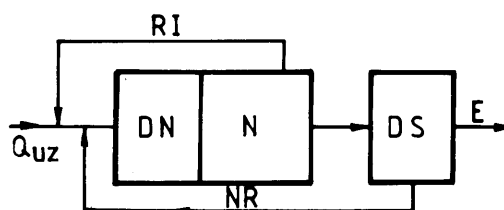


Fig. 9.52. Nitrificare-denitrificare.

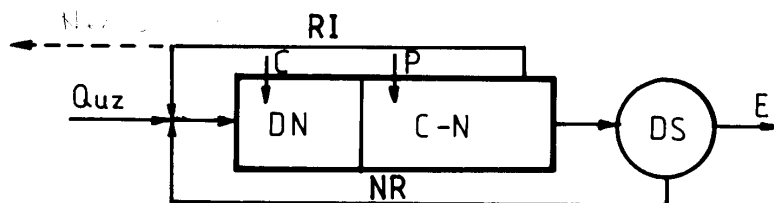


Fig. 9.53. Predenitrificarea și nitrificarea apelor uzate într-o singură treaptă.

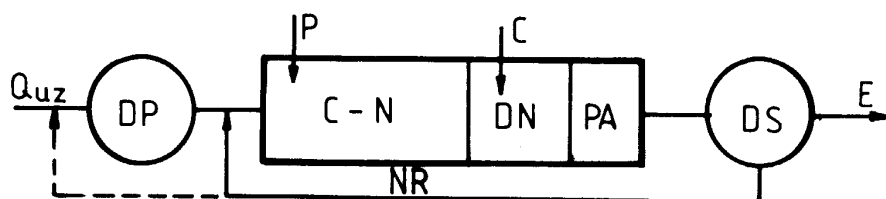


Fig. 9.54. Nitrificarea și postdenitrificarea apelor uzate într-o singură treaptă.

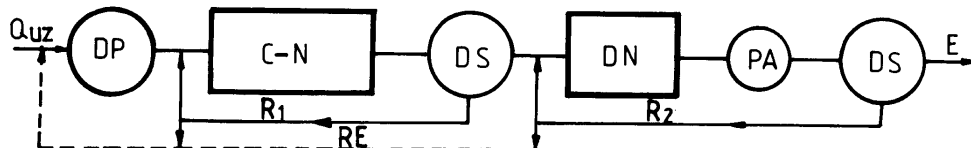


Fig. 9.55. Nitrificarea și postdenitrificarea apelor uzate în două trepte.

În figura 9.53 se prezintă, de asemenea procesul de nitrificare cu pre-denitrificare a apelor uzate într-o singură treaptă dar care folosește o sursă exterioară de carbon (C). Schema este prevăzută cu un adaos de produse chimice (P) pentru eliminarea fosforului din apa uzată.

Postdenitrificarea apelor uzate într-o singură treaptă este redată în figura 9.54. Apele uzate după decantarea primară (DP) sunt trecute în bazinul de activare (reactor) alcătuit din trei compartimente: compartimentul aerat utilizat pentru eliminarea carbonului și pentru nitrificare (C-N); compartimentul pentru denitrificare (D-N) cu sursă externă de carbon (C) și compartimentul de postaerare (PA). Nămolul în exces din decantorul secundar (DS) este recirculat (NR) înainte de reactor iar surplusul este trimis în decantorul primar (DP).

În figura 9.55 este redat procesul de nitrificare cu post denitrificare a apelor uzate în două trepte. Procesul necesită câte un decantor secundar (DS) după fiecare treaptă și câte un circuit de nămol activat (R_1+R_2). Nămolul

excedentar (*RE*) este reintrodus în decantorul primar (*DP*). Acest sistem, necesită consumuri sporite de energie la pomparea și postarearea apei și cheltuieli sporite pentru decantorul secundar suplimentar dar și pentru lucrările de exploatare.

Procese de nitrificare-denitrificare se mai pot realiza în bazine de activare cu funcționare discontinuă, în șanțurile de oxidare care utilizează procedeul cu denitrificare simultană, în filtrele biologice cu umplutură de masă plastică, în reactoarele biologice de contact și în reactoarele biologice cu strat fluidizat pentru denitrificare.

Procedeele fizico-chimice de îndepărtare a azotului se bazează pe strippingul cu aer, pe clorinarea la punctul de limpezire și de schimb ionic, în care o masă activă naturală reține ionul de amoniu.

Defosforizarea este procesul prin care se realizează îndepărtarea fosforului din apele uzate; prin folosirea atât a metodelor biochimice cât și a celor biologice.

Metodele biochimice se bazează pe incorporarea ortofosforului, a polyfosforului și a fosforului legat organic în celule. În funcție de condițiile specifice mediului, cantitatea de fosfor din apele uzate este de circa 1/7....1/3, iar cea conținută în celule este de 1/5 din cea a azotului.

Metoda biologică constă în expunerea microorganismelor la condiții alternative aerobe și anaerobe. Prin această metodă bacteriile sunt stresate și consumă o cantitate mai mare de fosfor. Fosforul este utilizat pentru îndepărtarea celulelor, sinteza unui material celular nou și la transportul de energie.

Tehnica cea mai uzuală de reținere a fosforului este cea fizico-chimică având la bază procese de precipitare și adsorbție cu ajutorul coagulanților.

Se folosește în acest scop ioni de Fe^{+3} , Al^{+3} , Ca^{+2} proveniți din soluții de clorură ferică (FeCl_3), sulfat de aluminiu ($(\text{SO}_4)_3\text{Al}_2$) și/sau var stins ($\text{Ca}(\text{OH})_2$).

Transformarea compușilor fosforului cu ajutorul acestor reactivi de precipitare în condițiile realizării unui pH adecvat, duce la formarea unor fosfați (PO_4) greu solubili și floculanți unor sedimentabili. Mai mult acești compuși au și o bună capacitate de adsorbție a fosfaților organici și a polifosfaților.

Pentru a asigura formarea flocoanelor se recomandă ca reactivii introduși în bazin să fie permanent agitați, prin aerare sau prin agitare mecanică, după care se lasă un timp corespunzător pentru reacții și decantare.

Reactivul de precipitare (*RP*) conform schemei din figura 9.56 se poate introduce în influentul decantorului primar (*DP*), cazul precipitării preliminare - (a), în influentul bazinului de aerare (*BA*), sau al decantorului secundar (*DS*) în cazul precipitării simultane - (b) sau după treapta biologică (*DS*) în cazul precipitării secundare - (c), schema tehnologică în acest ultim caz cuprinde

toate compartimentele necesare (preparare, amestec, reacție) și un decantor pentru

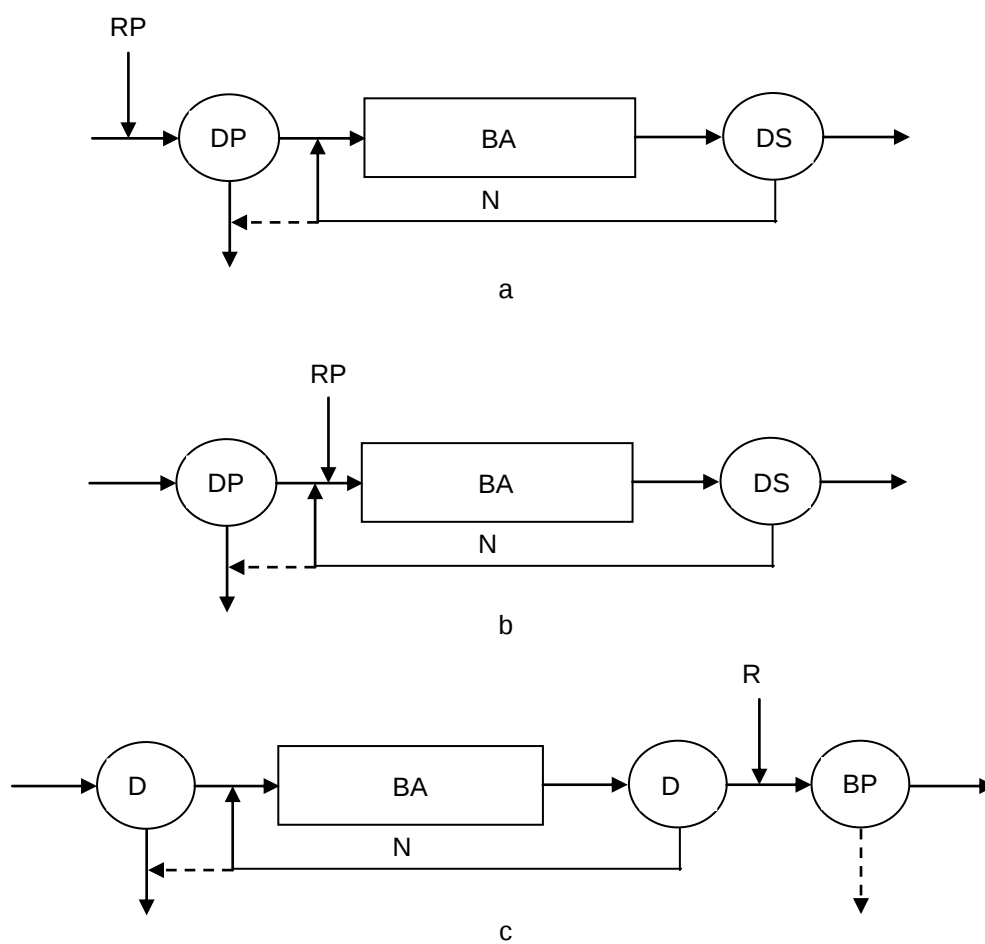


Fig. 9.56. Scheme tehnologice de defosforizare a apelor uzate.

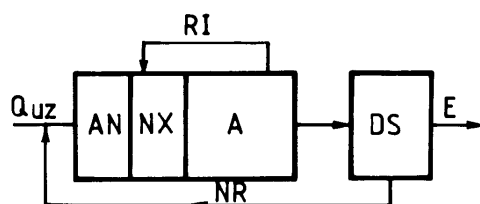


Fig. 9.57. Defosforizarea biochimică.

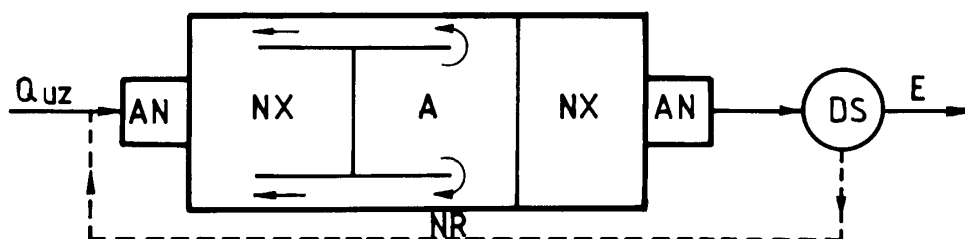


Fig. 9.58. Epurare biologică cu nitrificare-denitrificare și defosforizare.

sedimentarea flocoanelor (*BP*).

Fiecare din aceste scheme prezintă avantaje cât și o serie de dezavantaje de ordin tehnic și economic.

În figura 9.57 se prezintă o schemă de defosforizare biochimică caracterizată prin aceea că bazinul de activare este constituit din trei compartimente: anaerob (*AN*), anoxic (*NX*) și aerob (*A*). Prin circuitul intern (*R*) nămolul activat din compartimentul de aerare este introdus în compartimentul anoxic, iar prin circuitul extern nămolul de recirculație din decantorul secundar (*DS*) este introdus în compartimentul anaerob (*AN*).

În figura 9.58 este prezentată o schemă tehnologică de epurare biologică cu nitrificare, denitrificare și defosforizare. Bazinul de activare este completat, față de cazul anterior, cu alte două compartimente, unul anoxic (*NX*) și altul anaerob (*AN*). Este o schemă cu o tehnologie stabilă și de mare eficiență.

Rolul și cerințele bazinului de activare. În cadrul procesului de activare (revigorare) în bazinul de activare (bazinul reactor) apa uzată și nămolul activat sunt amestecate și aerate. Aerarea mai are rolul și de agitare a conținutului bazinului. Poate exista deci o variantă care prevede separat oxigenarea și agitarea.

Microorganismele curăță apa uzată prin adsorbirea conținutului biologic din aceasta, care într-o anumită proporție este folosit pentru respirație și transformat în masă biologică care sedimentează.

În cazul epurării apelor uzate cu nitrificare, în bazinul de activare, se va asigura pe lângă eliminarea compușilor de carbon și transformarea prin oxidare a amoniului în nitrat. La epurarea cu denitrificare, în mod suplimentar, azotul din nitrat este redus la azot gazos. Aceste procese se produc simultan în bazinul de activare sau într-un bazin preconnectat de denitrificare care poate fi utilizat și ca bazin de activare.

Reducerea biologică a fosforului constă în preluarea compușilor acestuia de către microorganisme. Adăugarea de săruri metalice produce precipitarea compușilor de fosfor și depozitarea lor în nămolul activat.

Din bazinul de activare, amestecul de apă uzată și nămol se scurge în decantorul secundar unde se face separarea apei uzate decantate de nămol. Nămolul decantat în decantorul secundar intră ca nămol recirculat în bazinul de activare iar apa epurată este evacuată în emisarii naturali. Deoarece nămolul activat prin procesele biologice își mărește volumul o parte se elimină ca nămol în exces.

Epurarea apelor uzate prin aplicarea procedurii de activare (revigorare), din punct de vedere al procedurii, al exploatării și al eficienței economice, impune următoarele cerințe legate de funcționarea bazinului de activare: sporirea suficientă a biomasei măsurată simplu prin cantitatea de substanță uscată a nămolului activat; agitarea intensă a amestecului apă-nămol; aerarea suficientă prin acoperirea consumului de oxigen și posibilitatea de reglare pentru adoptarea la diferite moduri de exploatare și încărcare; viteze ale curentului deasupra radierului bazinului suficient de mari, cel puțin de 0,15m/s la nămolul ușor și până la 0,30 m/s la nămolul greu pentru evitarea depunerilor; funcționarea uniform distribuită a instalației de aerare la diferite condiții de exploatare, posibilitatea de funcționare intermitentă pentru denitrificare; posibilitatea de adaptare a tuturor componentelor instalației la variațiile de debit afluent și a încărcării apei uzate; consum redus de energie pentru aerare, amestecare și agitare; costuri mici de construcție și exploatare; eliminarea apariției de mirosuri, aerosoli, zgomote și vibrații; siguranță în exploatare.

Toate aceste cerințe pot fi îndeplinite prin diferite modalități de construcție, moduri de exploatare și sisteme de aerare.

Pentru modul de exploatare trebuie stabilite condițiile de funcționare (aerobe, anoxice și anaerobe) și modul de trecere a apei prin bazin (parcurs longitudinală, curgere în cascadă, recirculare).

Rolul și cerințele decantorului secundar. Decantoarele secundare sunt construcții care au rolul de a separa nămolul activat din apa epurată biologic și formează împreună cu bazinele de activare un ansamblu care se influențează reciproc.

Capacitatea de încărcare cu poluanți organici ai bazinului de activare este dată de conținutul în substanță uscată a nămolului activat și de volumul bazinului. Cantitatea de substanță uscată depinde de capacitatea de reacție a bazinului de activare la variațiile de debit, indicii de nămol și de recirculare a nămolului.

La dimensionarea, alcătuirea și execuția decantorului secundar trebuie respectate următoarele cerințe: separarea nămolului activat de apa uzată prin

decantoare; îngroșarea și evacuarea nămolului activat pentru recircularea la bazinul de activare; acumularea intermediară de nămol activat decantat, care în urma șocurilor de debit, cum ar fi debitul meteoric, poate fi evacuat forțat din bazinul de

activare; evitarea curenților care ar putea produce evacuarea nămolului.

Procesul de decantare în decantorul secundar este influențat de procesul de floculare la intrare, de condițiile hidraulice, de mărimea raportului de recirculare a nămolului și de modul de evacuare din decantor. Nămolul decantat se concentrează în stratul de deasupra radierului bazinului. Îngroșarea astfel obținută depinde de proprietățile nămolului, grosimea stratului de nămol, timpul de depozitare și modul de evacuare.

În cazul aportului de ape meteorice, o parte din nămolul activat din bazinul de activare se va transmite decantorului secundar. În această situație, decantorul secundar trebuie să aibă capacitatea de a prelua această cantitate suplimentară de nămol.

Pentru aceasta trebuie prevăzut un spațiu de depozitare, suficient de mare, care se stabilește în funcție de suprafața și de adâncimea decantorului.

Elemente inițiale de calcul pentru dimensionarea bazinelor de activare. Debitul de calcul se stabilește în funcție de sistemul de canalizare existent pe vatra canalizată.

Pentru sistemul separativ de canalizare, debitele de calcul pentru dimensionare se consideră: debitul maxim zilnic ($Q_{zi\ max}$) și debitul maxim orar ($Q_{o\ max}$) la o asigurare de 99%.

La sistemul unitar de canalizare, pentru cazul zilelor uscate, debitul de calcul se consideră ca fiind debitul maxim zilnic ($Q_{zi\ max}$) și debitul orar maxim ($Q_{o\ max}$) pentru o asigurare de 85%.

În cazul perioadelor cu precipitații abundente, debitul de intrare în stația de epurare se consideră ca fiind o sumă între $2Q_{o\ max}$ și debitul de apă străină (Q_f) infiltrat în sistemul de canalizare din stratul freatic ($Q_m=2Q_{o\ max}+Q_f$).

În conformitate cu cerințele normativului ATV 131-91, debitele de calcul, în cadrul sistemului separativ de canalizare, pe timp uscat se determină cu relația:

$$Q = Q_g + Q_i + Q_f \quad (9.143)$$

$$Q = 0,005E + Q_i + 0,003E \quad (9.144)$$

în care: Q_g este debitul uzat menajer, în l/s; Q_i este debitul industriei locale, în l/s; Q_f este debitul de apă străină infiltrat în rețeaua de canalizare; E - numărul de

Tabelul 9.19

Concentrațiile indicatorilor de calitate

Indicatori de calitate	Ape uzate menajere, în g/om·zi	Ape uzate industriale, în mg/l
C_{MTS}	70	130
C_{CBO_5}	60	200
C_{CCO}	120	280
C_N	11	60
C_P	2	5

locuitorilor; 0,005 l/s·E - debitul specific pentru apele menajere; 0,003 l/s·E - debitul specific de infiltrare a apelor străine.

Caracteristicile apelor de scurgere se stabilesc prin analize de laborator sau pe baza recomandărilor date de normativul german ATV 131-91, asimilat și de Comunitatea Europeană.

În tabelul 9.19 sunt date încărcările specifice pentru principalii indicatori de calitate ai apelor uzate menajere, corespunzătoare unui consum specific de 200 l/om·zi, și concentrațiile apelor industriale evacuate prin rețelele de canalizare.

La epurarea apelor uzate, pentru întreținerea biomasei se utilizează 0,004...0,5 kg N/kg CBO_5 și 0,01 kg P/kg CBO_5 , cantități ce sunt evacuate prin nămolul în exces. În calcule se va lua în considerație numai cantitatea ce revine prin apa de nămol, deoarece încărcarea treptei biologice poate crește cu până 20%.

Încărcarea organică volumetrică a bazinului de activare (I_{OV}) se exprimă prin raportul dintre cantitatea zilnică de substanță organică din influent exprimată în CBO_5 și volumul bazinelor de activare (kg $CBO_5/m^3 \cdot zi$).

Încărcarea organică în nămol (I_{ON}) se exprimă ca fiind raportul dintre substanța organică intrată zilnic în bazinul de activare și masa de substanță uscată (M_{BA}) din bazinul de activare (kg CBO_5/kg S.U·zi).

M_{BA} este masa totală de materii în suspensie din bazinul de activare și se exprimă, în kg.

m_{BA} este masa specifică de materii în suspensie admise în efluent, putându-se considera cu valori de 3...3.5 kg/m³.

Legătura între aceste mărimi se exprimă prin relația:

$$I_{OV} = I_{ON} \cdot m_{BA} \quad (9.145)$$

În condițiile în care în apa epurată se impune ca $CBO_5 < 20$ mg/l, rezultă că încărcarea nămolului trebuie să fie $I_{ON} \leq 0,25$ kg/kg·zi.

Conținutul specific de nămol în stațiile de epurare trebuie să fie de la $m_{BA} = 3$ kg/m³ la 3,5 kg/m³.

Pentru un conținut de nămol la care $m_{BA} = 3,2$ kg/m³, și o masă specifică admisă $m_{BA} = 0,25$ kg/kg·zi, rezultă o încărcare volumetrică $I_{OV} = 0,8$ kg/m³·zi.

Volumul bazinului de activare V_{BA} în m^3 , rezultă ca fiind raportul dintre încărcarea organică a apelor introduse în reactor și încărcarea organică volumetrică (I_{OV})

$$V_{BA} = \frac{CBO_5}{I_{OV}} \quad (9.146)$$

Vârsta nămolului (V_N) este parametrul care stă la baza dimensionării volumului bazinului de activare. Se definește ca fiind timpul aproximativ în zile,

necesar unei flocule de nămol de a staționa în bazinul de activare.

$$V_N = \frac{V_{BA} \cdot m_{BA}}{N_{ex}} = \frac{M_{BA}}{N_{ex}} \quad (9.146)$$

Volumul efectiv al bazinului de activare proiectat trebuie să fie mai mare decât cel calculat cu relația 9.146.

$$V_{BA} > \frac{N_{ex} \cdot V_N}{m_{BA}} \quad (9.147)$$

Pentru dimensionarea bazinelor de activare este necesar să se cunoască cantitatea de nămol în exces produsă N_{ex} (kg/zi); vârsta nămolului V_N (zile) și masa specifică de substanță uscată admisă m_{BA} în bazinul de activare.

În conformitate cu Normativul ATV 131-91, la localitățile cu mai mult de 5000 locuitori calculul bazinelor de activare trebuie efectuat pentru următoarele trei situații:

- eliminare carbon și nitrificare;
- eliminare carbon, nitrificare și denitrificare;
- eliminare carbon, nitrificare, denitrificare și defosforizare;

Bazine de activare pentru eliminarea carbonului și pentru nitrificare.

Etapele de calcul sunt:

- Se determină vârsta nămolului cu relația:

$$V_n = 2,3 \cdot 2,13 \cdot 1,13^{15-T} \quad (9.148)$$

în care: T este temperatura apei, în $^{\circ}C$; 2,3 factor de siguranță;

Pentru: $T=15^{\circ}C$ $V_{n\text{ teo}}=2,13$ zile

$T=10^{\circ}C$ $V_n=8$ zile

Conform ATV 131-91: $V_n=8$ zile pentru $E=100.000$ locuitori,

$V_n=10$ zile pentru $E<20.000$ locuitori.

- Conținutul specific de nămol din bazinul de activare, care se alege în funcție de specificul liniei de epurare:

- stații de epurare cu decantor primar $m_{BA}=2,5...3,5$ kg/m^3 ;
- stații de epurare fără decantor primar $m_{BA}=3,5...4,5$ kg/m^3 .

Tabelul 9.20

Nămolul specific în exces N_{CBQ_5} , în funcție de vârsta nămolului

$\frac{MTS}{CBO_5}$	Vârsta nămolului, V_n în zile					
	4	6	8	10	15	25
0,4	0,74	0,70	0,67	0,64	0,59	0,52
0,6	0,86	0,82	0,79	0,76	0,71	0,64
0,8	0,98	0,94	0,91	0,88	0,83	0,76
1,0	1,10	1,06	1,03	1,00	0,95	0,88
1,2	1,22	1,18	1,15	1,12	1,07	1,00

Valorile inferioare se iau pentru stațiile mici, iar cele superioare pentru stațiile mari.

- Stabilirea cantității de nămol extrase din bazinul de activare N_{ex} , în kg/zi:

$$N_{ex} = N_{CBQ_5} \cdot CBO_5 \quad (9.149)$$

în care: N_{CBQ_5} este nămolul specific în exces, în kg S.U./kg CBO_5 calculat cu relația empirică recomandată de ATV 131-91:

$$N_{CBQ_5} = 0,6 \left(\frac{MTS}{CBO_5} + 1 \right) - \frac{0,072 \cdot 0,6F}{\frac{1}{V_n} + 0,08F} \quad (9.150)$$

iar:

$$F = 1,072^{T-15} \quad (9.151)$$

Pentru diferite vârste ale nămolului V_n și o temperatură T a apei, relațiile (9.150) și (9.151) sunt calculate în tabelul 9.20.

Aplicația nr. 1. Să se dimensioneze bazinul de activare pentru eliminarea carbonului și pentru nitrificare de la o stație de epurare ce deservește $E = 40.000$ locuitori echivalenți. Linia tehnologică nu este prevăzută cu decantoare primare, iar temperatura minimă a apei se consideră $T=10^\circ\text{C}$. Industria evacuează un debit de $3.000 \text{ m}^3/\text{zi}$, cu o activitate de 16 h/zi .

Cu ajutorul relației (9.144) și a mărimilor din tabelul 9.19 se determină:

Debitul de calcul pentru perioadele uscate este:

$$Q_u = 0,005 \cdot 30.000 + \frac{3.000.000}{16 \cdot 3.600} + 0,003 \cdot 30.000 = 290 \text{ l/s} = 1.050 \text{ m}^3/\text{h}$$

Debitul de calcul pentru perioadele ploioase este:

$$Q_p = Q_u + (Q_g + Q_i) = 290 + 150 + 90 = 492 \text{ l/s} = 1970 \text{ m}^3/\text{h}$$

Debitele masice ale indicatorilor de calitate sunt:

$$MTS = 30.000 \cdot 0,070 + 3.000 \cdot 130 = 2.490 \text{ kg/zi}$$

$$CBQ_5 = 30.000 \cdot 0,060 + 3.000 \cdot 200 = 2.400 \text{ kg/ zi}$$

$$CCO = 30.000 \cdot 0,120 + 3.000 \cdot 280 = 4.440 \text{ kg/ zi}$$

$$N_{tot} = 30.000 \cdot 0,011 + 3.000 \cdot 60 = 510 \text{ kg/ zi}$$

$$P_{tot} = 30.000 \cdot 0,005 + 3.000 \cdot 5 = 75 \text{ kg/ zi}$$

Vârsta nămolului V_N se stabilește prin interpolare astfel:

$V_N = 8$ zile pentru $E = 100.000$ locuitori

$V_N = 10$ zile pentru $E = 20.000$ locuitori

Pentru $E = 40.000$ locuitori echivalenți rezultă $V_N = 9,5$ zile.

Se alege: $m_{BA} = 3,5 \text{ kg/m}^3$.

Cu ajutorul relației (9.150) se calculează:

$$N_{CBQ_5} = 0,6 \left(\frac{2.490}{2.400} + 1 \right) - \frac{0,072 \cdot 0,6 \cdot F}{\frac{1}{9,5} + 0,08F} = 1,034 \text{ kg MTS/kg } CBQ_5$$

$$F = 1,072^{10-15} = 0,7064$$

Cu ajutorul valorilor din tabelul 9.20 se calculează cantitatea de nămol extrasă din bazinul de activare:

$$N_{ex} = 1,034 \cdot 2.400 = 2.482 \text{ kg/ zi} \cong 2.480 \text{ kg/ zi}$$

Volumul bazinului de activare se determină cu relația (9.147):

$$V_{BA} = \frac{2.480 \cdot 9,5}{3,5} = 6.731 \text{ m}^3$$

Se alege un bazin rectangular echipat cu instalații de insuflare de aer cu bule fine, având următoarele dimensiuni: $L = 42,0 \text{ m}$, $b = 9,0 \text{ m}$, $h = 4,5 \text{ m}$.

$$\text{Volumul construit: } V_{BA} = 4 \cdot 42 \cdot 9 \cdot 4,5 = 6.800 \text{ m}^3 > 6.731 \text{ m}^3$$

Timpii de decantare sunt:

$$\text{- vreme uscată: } t_{R,BA} = \frac{6.800}{1.050} = 6,5 \text{ h}$$

$$\text{- vreme umedă: } t_{R,BA} = \frac{6.800}{1.770} = 3,8 \text{ h}$$

În cazul în care $T = 5^\circ\text{C}$ vârsta nămolului rezultă după cum urmează:

$$\text{- pentru } E = 100.000 \text{ locuitori, } V_N = 2,3 \cdot 2,13^{15-5} = 13 \text{ zile}$$

- pentru $E=20.000$ locuitori, $V_N = 2,3 + 2 = 15$ zile

Prin interpolare rezultă pentru: $E=40.000$ locuitori, $V_N=14,5$ zile.

Nămolul specific în exces este:

$$N_{CBQ_5} = 0,6 \left(\frac{2.490}{2.400} + 1 \right) - \frac{0,072 \cdot 0,6F}{\frac{1}{14,5} + 0,08F} = 1,024 \text{ kg MTS/kg } CBQ_5$$

$$F = 1,072^{5-15} = 0,50$$

$$N_{ex} = 1,024 \cdot 2.400 = 2.458 \text{ kg/zi}$$

Volumul bazinului de activare cu valorile determinate se calculează cu relația 9.146: $V_{BA} = 2.458 \cdot \frac{14,5}{3,5} = 10183 \text{ m}^3$, volum cu 60 % mai mare decât cel calculat pentru $T=10^\circ\text{C}$.

Pentru proiectare se consideră $T=10^\circ\text{C}$, iar pentru exploatare $T=12^\circ\text{C}$ ceea ce face ca volumul bazinului de activare să fie acoperitor.

Bazine de activare pentru eliminarea carbonului, nitrificare și denitrificare. Bazinul de activare, redat în figura 9.52 este alcătuit din: compartimentul pentru denitrificare ($V_D=DN$) și compartimentul pentru nitrificare ($V_N=N$). Instalația este prevăzută cu un circuit intern de nămol (RI) și dintr-un circuit extern de nămol (NR).

Compartimentul pentru denitrificare este prevăzut cu un sistem de amestec lent, iar compartimentul de nitrificare este echipat cu sisteme de insuflare de aer cu bule fine. Aerarea bazinului de nitrificare (V_N) pentru o temperatură de 10°C necesită pe o durată dată de vârsta nămolului $V_N=8\ldots 10$ zile. Vârsta totală a nămolului $V_{N,T}$, în zile, pentru întregul bazin de activare V_{BA} se poate exprima în funcție de mărimea bazinului de denitrificare V_D prin relația:

$$V_{NT} = \frac{V_N}{1 - \frac{V_N}{V_{BA}}} \quad (9.152)$$

În tabelul 9.21 sunt redate după ATV 131-91, în funcție de rapoartele V_D/V_{BA} și numărul locuitorilor ($E < 20.000$ loc. și $E > 100.000$ loc.), pentru $T=10^\circ\text{C}$, vârsta totală a nămolului V_N .

Volumul total construit pentru bazinul de activare trebuie să satisfacă condiția:

$$V_{BA} > \frac{N_{ex} \cdot V_N}{m_{BA}} \quad (9.153)$$

iar:

$$V_{BA} = V_D + V_N \quad (9.154)$$

Capacitatea de denitrificare, în kg NO₃-N_D/kg CBO₅, se poate determina din tabelul 9.22, în funcție de raportul V_D/V_{BA} .

La denitrificarea conectată azotul denitrificat ajunge în compartimentul de denitrificare numai prin circuitul intern și extern de recirculare. Prin urmare raportul de recirculare-revenire determină denitrificarea maximă posibilă atâta timp cât nu se depășește capacitatea de denitrificare dată în tabelul 9.22. Raportul minim de recirculare în funcție de denitrificare propusă se determină din tabelul 9.23.

La denitrificarea parțial preconectată este satisfăcător un raport de recirculare de 2. Pentru denitrificarea avansată raportul de recirculare trebuie să tindă la 4. La un raport de recirculare prea ridicat există pericolul ca să ajungă prea mult oxigen dizolvat din compartimentul de nitrificare în cel de denitrificare. Pentru a micșora cantitatea de oxigen din apa recirculată se poate prevedea la capătul bazinului de activare o zonă delimitată fizic în care se face o aerare redusă. La compartimente de denitrificare mari (de peste 40%) se poate îndepărta mai mult oxigen prin denitrificarea simultană deoarece nu mai apare limitarea factorului de recirculare. La denitrificarea în cascadă trebuie îndeplinite condiții speciale pentru un raport de recirculare dat.

Tabelul 9.21

Vârsta totală a nămolului pentru nitrificare și denitrificare

$\frac{V_D}{V_{BA}}$	Număr locuitori	
	<20.000	>100.000
0,2	12	10
0,3	13	11
0,4	15	13
0,5	18	16

Tabelul 9.22

Capacitatea de denitrificare

$\frac{V_N}{V_{BA}}$	Capacitatea de denitrificare, în kg NO ₃ -N _D /kg CBO ₅ la T=10 °C	
	preconectată	Simultană
0,20	0,07	0,05
0,30	0,10	0,08
0,40	0,12	0,11
0,50	0,14	0,14

Tabelul 9.23

**Raportul minim de recirculare pentru reducerea cantității de nitrat
la denitrificarea preconizată**

Nitrați recirculați, în %	Raportul de recirculare RF
33	0,5
50	1,0
67	2,0
80	4,0

Compartimentul anoxic pentru denitrificarea preconectată trebuie separat printr-un perete despărțitor de partea aerobă prevăzută pentru nitrificare. Nămolul activat în compartimentul de denitrificare trebuie ținut în suspensie fără introducere de oxigen.

Aplicația nr. 2. Să se dimensioneze bazinul de activare pentru eliminarea carbonului, pentru nitrificare și o denitrificare de 70 % la o temperatură de 10^0 C. Stația de epurare deservește 40.000 locuitori echivalenți, cu caracteristicile asemănătoare cu cele de la aplicația nr. 1.

Masa specifică de substanțe uscate se consideră $m_{BA}=3,5 \text{ kg/m}^3$.

Bilanțul azotului: $\text{NH}_4\text{-N}$ în influent: $0,30 \cdot N_{cat} = 0,30 \cdot 510 = 153 \text{ kg/zi}$

Biomasa realizată: $0,04 \cdot \text{CBO}_5 = 0,04 \cdot 2.400 = 96 \text{ kg/zi}$.

Azotul denitrificat: $510 + 50 - 153 - 96 = 311 \text{ kg/zi}$.

Capacitatea de denitrificare: $\frac{311}{2.400} = 0,130 \text{ kg NO}_3 - N_D / \text{kg CBO}_5$.

Cu ajutorul tabelului 9.22 pentru valoarea de $0,130 \text{ kg NO}_3 - N_D / \text{kg CBO}_5$ rezultă $V_D/V_{BA} = 0,45$ și respectiv $V_D/V_{BA} = 0,55$.

Cu ajutorul relației (9.152) se calculează vârsta nămolului:

$$V_N = \frac{8}{1 - 0,45} = 14,5 \text{ zile pentru } 100.000 \text{ loc. echivalenți.}$$

Cu ajutorul tabelului 9.21 se determină prin interpolare: $V_N=16,5$ zile pentru 20.000 loc. echivalenți.

Din tabelul 9.20 și cu relația 9.150 rezultă:

$$N_{\text{CBO}_5} = 0,97 \text{ kg S.U./kg CBO}_5.$$

$$\text{și } V_{BA} = \frac{2.400 \cdot 0,97 \cdot 16}{3,5} = 10642 \text{ m}^3$$

iar:

$$V_N = 0,55 \cdot 10642 = 5.873 \text{ m}^3$$

$$V_D = 0,45 \cdot 10642 = 4.789 \text{ m}^3$$

Bazine de activare pentru eliminarea carbonului, nitrificare, denitrificare și defosforizare. În biomasa bazinelor de activare există pe lângă azot și fosfor. Probabilitatea de eliminare a fosforului este în jurul valorii de 0,01 kg P/kg CBO₅.

La stațiile de epurare prevăzute cu nitrificare și denitrificare, la care redu cerea fosforului se face prin precipitare simultană, produsele chimice se vor de-termina separat în calculul producției de nămol și se va ține cont de inhibitoare ale reactivilor folosiți.

La reactivii de precipitare pe bază de Fe și Al se administrează circa 3 kg Fe și 1,5 kg Al la 1-1,5 kg P, ceea ce determină o creștere de substanță uscată de până la max. 4,5 kg/m³.

Producția de nămol în exces, în kg/zi se determină cu relația:

$$N_{ex} = CBO_5 \cdot (N_{CBO_5} + N_P) \quad (9.155)$$

Prin precipitarea chimicalelor producția de nămol în exces este de circa 2,5 kg MTS/kg Fe și respectiv 4 kg MTS/kg Al.

Cu aceste valori rezultă:

- la precipitare cu Fe:

$$P_{ex} = 3 \cdot 2,5 \text{ P/CBO}_5 = 7,5 \text{ P/CBO}_5 \text{ (kg MTS/CBO}_5\text{)}$$

- la precipitare cu Al:

$$P_{ex} = 1,5 \cdot 4 \text{ P/CBO}_5 = 6 \text{ P/CBO}_5 \text{ (kg MTS/CBO}_5\text{)}$$

Aplicația nr.3. Se cere dimensionarea bazinului de activare pentru eliminarea carbonului, pentru nitrificare, denitrificare și defosforizare, pentru situațiile analizate în aplicațiile nr.1 și nr.2.

Cantitatea de fosfor în biomasa afluentului este:

$$P_{tot} = 2.400 \cdot 0,01 = 24 \text{ kg/ zi.}$$

Producția de nămol din precipitarea azotului:

$$N_P = 7,5 \cdot \frac{75 - 24}{2.400} = 0,16 \text{ kg MTS/kg CBO}_5.$$

În aceste condiții volumul bazinului de activare rezultă:

$$V_{BA} = CBO_5 \cdot (N_{CBO_5} + N_P) \cdot V_N \cdot m_{BA} = 2.400 \cdot (0,97 + 0,16) \frac{16}{3,5} = 12397 \text{ m}^3$$

Știind că: $V_N/V_D = 0.55/0.45$ se obține

$$V_N = 12397 \cdot 0,55 = 6.818 \text{ m}^3$$

$$V_D = 12397 \cdot 0,45 = 5.579 \text{ m}^3$$

Consumul zilnic pentru reactivul de precipitare este: $(75 - 24) \cdot 3 = 153 \text{ kg Fe/zi}$, iar pentru un consum de Fe^{+3} dozat cu o soluție de clor de 14% cu o densitate a soluției de circa 1,3 kg/l se obține:

$$\frac{153}{0,14} = 1.090 \text{ kg/zi} = 840 \text{ l/zi}.$$

Eliminarea fosforului pe cale biologică se poate face printr-o tehnologie ca cea redată în figura 9.57.

9.9. PRELUCRAREA NĂMOLULUI DIN APELE DE SCURGERE

Rezervoarele de fermentare metanică sunt bazine cilindrice cu radier conic și cu acoperiș fix sau mobil (fig. 9.59), în care are loc fermentarea anaerobă mezofilă a depunerilor proaspete din stația de epurare cu formare de metan (75 %) și oxid de carbon și hidrogen sulfurat (25 %). Depunerile proaspete se amestecă cu cele aflate în rezervor la o temperatură care se menține prin încălzire artificială.

Amestecarea depunerilor și distrugerea crustei se realizează cu un hidroelevator sau cu pompe de recirculație, iar încălzirea depunerilor se poate face cu apă la temperatura de 60...70 °C sau cu aburi. Pentru apa caldă se prevăd serpentine în interiorul rezervorului sau schimbători de căldură exteriori, iar aburul se introduce direct. Volumul depunerilor se reduce aproape la jumătate după fermentare, de-

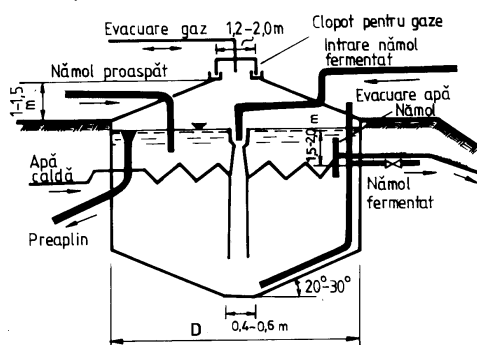


Fig. 9.59. Rezervor de fermentare metanică.

oarece substanțele organice trec în stare gazoasă și în compuși dizolvați. Apa de nămol se elimină prin conducte amplasate în 2...3 puncte.

În punctul cel mai înalt se montează un clopot pentru captarea gazelor. De la acest clopot gazul trece printr-o conductă la gazometre sau la cazanele centralei termice, unde se prepară aburul sau apa caldă. Introducerea depunerilor proaspete în rezervor se face prin intermediul camerelor de dozare cu deversoare mobile neînecate.

Volumul de fermentare al rezervoarelor se poate determina după numărul de locuitori, după cantitatea de nămol proaspăt în timpul fermentării, după cantitatea de nămol și de substanțe organice, după doza de încărcare zilnică sau după cantitatea de substanțe organice uscate admisă zilnic la fermentare în nămolul proaspăt.

După numărul de locuitori, volumul de fermentare V_f , în m^3 , se determină din relația:

$$V_f = \frac{N \cdot q}{1.000}, \quad (9.156)$$

în care: N este numărul de locuitori deserviți; q - capacitatea necesară pentru un locuitor, în l/om, care se poate lua de 30 l/om la epurarea mecanică și de 60 l/om la epurarea mecano-biologică.

După cantitatea de substanțe organice uscate admisă zilnic la fermentare în nămolul proaspăt, volumul V_f , în m^3 , se determină cu relația:

$$V_f = \frac{C}{I \cdot c} = \frac{0,94 S \cdot a}{I \cdot c} = \frac{0,94 p \cdot N \frac{100-d}{100} a}{I \cdot c}, \quad (9.157)$$

în care: C este cantitatea zilnică de substanțe organice din nămolul cu umiditatea de 6 %, în kg/zi; I - încărcarea dintr-o zi în substanțe organice uscate, $kg/m^3 \cdot zi$, care pentru nămolul proaspăt se ia de 2...5 $kg/m^3 \cdot zi$ la procentul de reducere a substanțelor organice de 55...42,5; c - coeficientul de corecție, care se ia de 0,82...1,1 pentru conținutul inițial de substanțe organice de 68...78 %; 0,94 - coeficient care ține seama de umiditatea de 6 % a substanțelor organice uscate; S - cantitatea totală zilnică a substanțelor uscate, în kg/zi; a - conținutul de substanțe organice, în procente; p - cantitatea de depuneri proaspete trimise la fermentare, în l/om·zi; N - numărul de locuitori deserviți; d - umiditatea depunerilor proaspete trimise la fermentare, în procente.

Numărul de rezervoare n se determină din relația:

$$n = \frac{V_f}{v}, \quad (9.158)$$

în care: v este volumul unui rezervor, în m^3 , care se prevede cu diametrul de 6-35 m.

Înălțimea rezervoarelor H , în m, se determină din relația:

$$H = H_d + h, \quad (9.159)$$

în care: H_d este înălțimea de depuneri, în m; h - înălțimea acoperișului, în m, care se ia de 1-1,5 m.

Debitul hidroelevatorului Q_e , în m^3/h , se determină din relația:

$$Q_e = \frac{v}{t}, \quad (9.160)$$

în care: t este timpul necesar pentru amestecarea tuturor depunerilor, în ore, care se ia de 5-6 ore.

Debitul pompei hidroelevatorului Q , în m^3/h , se determină din relația:

$$Q = \frac{Q_e}{r}, \quad (9.161)$$

în care: r este raportul dintre cantitatea de depuneri antrenate și cantitatea de depuneri pompate, care se ia de 4-5.

Cantitatea de căldură necesară pentru menținerea temperaturii optime în rezervor C , în kcal/h, se determină din relația:

$$C = C_d + C_p + C_a = Q_d(t_i - t_d) + S_p \cdot K(t_i - t_p) + S_a \cdot K(t_i - t_a), \quad (9.162)$$

în care: C_d este cantitatea de căldură necesară încălzirii depunerilor, în kcal/h, pentru ridicarea temperaturii unui litru de depuneri proaspete cu $1^\circ C$ fiind necesară o cantitate de căldură de 1 kcal; C_p - cantitatea de căldură necesară acoperirii pierderilor la suprafețele în contact cu pământul, în kcal/h; C_a - cantitatea de căldură necesară acoperirii pierderilor la suprafețele în contact cu aerul, în kcal/h; Q_d - debitul depunerilor proaspete, în l/h; t_i - temperatura interioară economică de încălzire a depunerilor în timpul fermentării mezofile, în $^\circ C$, care se ia de $30-35^\circ C$; t_d - temperatura depunerilor introduse în rezervor iarna, în $^\circ C$, care se poate lua în calcule de $10^\circ C$; S_p - suprafața de contact între rezervor și pământ, în m^2 ; K - coeficientul de transmisie a căldurii, în kcal/h· m^2 ·grd, care pentru un perete exterior de beton armat de 15-30 cm grosime tencuit pe ambele fețe se consideră $K=2,8-2,1$ kcal/h· m^2 ·grd; t_p - temperatura pământului, în $^\circ C$, care se poate lua la limită de $0^\circ C$; S_a - suprafața de contact între rezervor și aer, în m^2 ; t_a - temperatura minimă a aerului, în $^\circ C$, care se poate lua de $-18^\circ C$ până la $-24^\circ C$.

Debitul depunerilor proaspete, Q_d , în l/h, se determină din relația:

$$Q_d = \frac{N \cdot v_d}{24}, \quad (9.163)$$

în care: v_d este volumul depunerilor proaspete pentru un locuitor într-o zi, în l/om·zi, care se ia de 1,08 l/om·zi.

Suprafața serpentinelor folosite la încălzirea cu apă caldă S , în m^2 , se determină din relația:

$$S = \frac{C}{K(t_{ai} - t_i)}, \quad (9.164)$$

în care: K este coeficientul de transmisie a căldurii, în $kcal/h \cdot m^2 \cdot grd$, care se ia în calcule de $150 kcal/h \cdot m^2 \cdot grd$ pentru conducte așezate pe pereții rezervorului; t_{ai} - temperatura apei de încălzire a rezervorului, în $^{\circ}C$, care se ia de $60^{\circ}C$.

În cazul când încălzirea se face prin abur, la calculul termic aproximativ se vor lua următoarele norme specifice de abur pe $1 m^3$ de depuneri proaspete ce se încarcă în rezervor:

- în perioada de vară.....25-30 kg;
- în perioada de iarnă.....40-60 kg;
- în medie anuală.....25-35 kg.

Volumul de gaz dintr-o zi V_{gaz} , în m^3 , se determină din relația:

$$V_{gaz} = \frac{N \cdot v_{gaz}}{1.000}, \quad (9.165)$$

în care: v_{gaz} este volumul de gaz corespunzător unui locuitor într-o zi, în $l/om \cdot zi$, care se ia de $14 l/om \cdot zi$ (corespunzând la circa $16 m^3$ gaze pentru $1 m^3$ nămol proaspăt) în cazul stațiilor de epurare mecanică și de $20-30 l/om \cdot zi$ în cazul stațiilor de epurare mecanică și biologică.

Considerând că $0,5 m^3$ de gaz produce $1 CPh$, puterea câștigată la rezervoare P , în CP , este dată de relația:

$$P = \frac{V_{gaz}}{0,5 \cdot 24}, \quad (9.166)$$

Se folosesc gazometre de tip umed alcătuite dintr-un rezervor metalic umplut cu apă în care plutește un clopot metalic deplasabil pe verticală cu ajutorul unor role și ghidaje, sub acțiunea gazelor (fig. 9.60). Dacă nu există un grafic de calcul a capacității gazometrelor în funcție de producția și de necesarul de consum de gaze, se consideră suficientă pentru calculul capacității acestuia producția de gaze în timp de 3 ore. Capacitatea unui gazometru este de $100-300.000 m^3$ iar presiunea admisibilă a gazelor sub clopot este de $150-300 mm$ col. apă.

Gazele produse în rezervoare se pot folosi ca și combustibil la centrale termice sau electrice ale stației de epurare, la motoare cu combustie internă care acționează compresoare sau generatoare din stația de epurare, la construcțiile de deshidratare termică a nămolului fermentat sau la autovehicule. După o prealabilă curățire prin filtre cu pilitură de fier și compresare, gazele pot fi trimise și în rețeaua de gaze a orașului. Puterea calorică a gazelor de la epurarea mecanică este de $5.000 kcal/m^3$. Centralele electrice cu turbine de gaz

de rezervoare se amortizează în câțiva ani. Energia electrică produsă în centralele electrice este necesară funcționării stației și iluminatului. Căldura produselor de combustie este utilizată

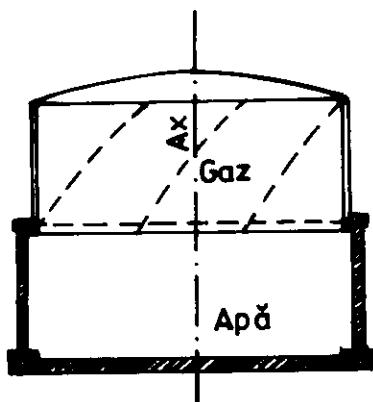


Fig. 9.60. Gazometru metalic tip umed.

pentru încălzirea nămolului și clădirilor administrației stației și pentru prepararea apei calde la dușuri și lavoaluri. La autovehiculele care funcționează cu gaze de butelii, gazele de la rezervoare se comprimă la 250-300 at în butelii de oțel -1,5 m³ gaz corespunzând la 1 l de benzină.

Apa caldă cu temperatura până la 60°C rezultată de la răcirea motoarelor cu gaz poate fi folosită la încălzirea rezervoarelor.

Rezervoarele de fermentare metanică se construiesc din beton armat monolit, prefabricat sau precomprimat cu acoperișul din beton armat, izolat termic și pentru gaz, sau din metal izolat termic. În cazul betonului precomprimat tensionarea armăturii se face pe două direcții sau numai pe orizontală. Se recomandă ca părțile descoperite ale rezervoarelor să se izoleze termic cu umplutură de pământ sau cu alte metode de izolare termică (10 cm de polistiren are același efect izolant cu un strat de pământ de 75 cm grosime). De asemenea, dacă este posibil, partea subterană a rezervoarelor nu se va așeza sub nivelul apei subterane. Pentru luarea probelor se prevăd dispozitive la diferite înălțimi.

Camerele de dozare se construiesc din beton armat și au volumul corespunzător volumului depunerilor încărcate sau descărcate simultan.

Gazometrele nu se izolează termic și se prevăd cu fundația sub adâncimea de îngheț a solului. La amplasarea gazometrelor se vor respecta normele P.S.I.

Conducta de gaz trebuie prevăzută cu un dispozitiv de protecție împotriva răzbaterii flăcării.

Rezervoarele de fermentare metanică se pot construi și în două trepte de fer

mentare, în acest caz volumul total rezultat ca necesar împărțindu-se în proporția 2:1 (prima treaptă la a doua). Rezervorul din prima treaptă se încălzește iar a doua treaptă se poate prevedea la temperatura atmosferică. În prima treaptă cu du-rata 1/3 din durata totală de fermentare se descompun substanțele organice și se

produc gaze, iar în treapta a doua se separă apele și se concentrează nămolul.

Rezervoarele de fermentare metanică se folosesc la localități cu un număr mai mare de 20.000-30.000 locuitori (circa 9.000 m³/zi).

Un rezervor poate avea volumul de 500, 750, 1.000, 1.500, 3.000 sau de 4.000 m³.

Depunerile din rezervor se pot amesteca cu un hidroelevator și cu o pompă, de 3 ori pe zi câte 5 ore.

Pentru încălzirea unui m³ de depuneri proaspete cu umiditatea de 95 % și pentru acoperirea pierderilor de căldură, sunt necesare 30.000...50.000 kcal.

Serpentinele pentru apă caldă se prevăd din țevi de oțel cu diametrul de 2 țoli.

Se recomandă ca toate părțile descoperite ale rezervoarelor de fermentare metanică să fie izolate termic, iar pe cât posibil partea subterană să nu se așeze sub nivelul apelor subterane.

Gazometrele au o capacitate de 1/8 din cantitatea de gaz obținută într-o zi și se prevăd de tip umed, neizolate termic.

Pereții rezervorului se construiesc din beton armat, iar acoperișul din beton armat sau din metal. Camerele de dozare se construiesc tot din beton armat, volumul lor corespunzând volumului de depuneri încărcate simultan în rezervor. Dacă din camerele de dozare depunerile se introduc în rezervor prin scurgere liberă, aceste camere trebuie amplasate cu 1,5...2 m mai sus decât nivelul depunerilor din rezervor. Camerele de dozare, conductele, baipasurile pentru avarii și pompele hidroelevatoarelor se amplasează într-o cameră adiacentă care va deservi cel puțin două rezervoare.

Iazurile de nămol (lagunele) servesc pentru fermentarea, deshidratarea sau depozitarea nămolului din decantoare. Ele necesită suprafețe mari, produc mirosuri urâte și constituie o sursă de infecție pentru mediul înconjurător, deoarece fermentarea are loc în aer liber și mersul acestei fermentări nu se poate controla. Din această cauză, iazurile de nămol pot fi folosite pentru deshidratarea nămolului sau pot fi desființate, pentru utilizarea terenului în alte scopuri.

Pentru reducerea parțială a mirosului trebuie ca nămolul să fie în permanență în apă, iar crusta ce se formează la suprafață să nu se distrugă.

În cazul când se asociază cu iazurile biologice, același bazin servește pentru oxidarea și fermentarea apei uzate și a nămolului.

Din iazurile de nămol care servesc pentru deshidratare, nămolul este extras periodic, după 2 ani acesta reducându-și umiditatea până la 70 %.

Dacă servesc pentru fermentarea, deshidratarea și depozitarea finală a nămolului, iazurile de nămol se părăsesc când se umplu.

Volumul iazurilor de nămol se împarte în compartimente de fermentare, uscare, depozitare și evacuare, pentru asigurarea unei funcționări continue. Nămolul uscat se poate transporta cu vehicule.

Iazurile de nămol se realizează în depresiuni sau prin îndiguire cu adâncimea de minimum 2 m. Se recomandă să se aleagă un teren în pantă pentru a se evita pomparea. Apa de nămol rezultată la deshidratare se evacuează gravitațional sau prin pompare cu ajutorul canalelor sau drenurilor amplasate sub fundul iazului și prevăzute cu stavile.

Bazinele de fermentare sunt construcții din pământ sau din beton armat care servesc pentru fermentarea în aer liber a nămolului. În condiții favorabile de teren și când nu interesează captarea gazelor, aceste bazine necesită un preț de cost redus și cheltuieli anuale reduse, deoarece nu se încălzesc, în anotimpul cald fermentarea producându-se repede.

Crusta de nămol care se formează la suprafață frânează degajarea gazelor de fermentare rău mirositoare.

Până la volumul de 5.000 m³, bazinele de fermentare se construiesc cu adâncimea de 3-5 m din pământ, în săpătură sau între diguri, sau din beton armat. La capacități mai mari, adâncimea se prevede de 5-12 m. În figura 9.61 este reprezentat un bazin de fermentare din beton armat cu drenuri în radier pentru evacuarea apei cedate din nămol.

În cazul bazinelor de fermentare cu funduri permeabile amplasate pe terenuri impermeabile trebuie ca apele de nămol infiltrate în stratul de apă freatică să nu infecteze captările de apă potabilă existente.

Bazine de îngroșare a nămolului servesc pentru deshidratarea nămolului activat în exces din decantoarele secundare după bazinele de aerare, înainte de introducerea acestuia în rezervoare pentru fermentarea metanică. Aceste bazine se construiesc și se dimensionează ca decantoarele verticale sau radiale. Debitul de calcul al bazinelor de îngroșare este debitul de pompare al nămolului în exces. La dimensionarea bazinelor verticale se consideră viteza de ridicare $V_r=0,2$ mm/s și timpul de decantare $t_d=6$ h. Tubul central al acestora se dimensionează la debitul de nămol în exces, iar compartimentul de decantare la debitul apei separate din nămol, care constituie 70-80 % din volumul nămolului, în funcție de umiditatea

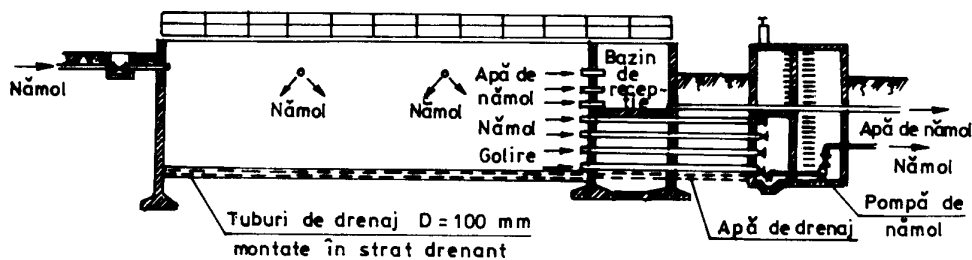


Fig. 9.61. Bazin de fermentare.

acestui. Această apă poate fi trimisă în apa de canalizare sau chiar în emisar, deoarece este epurată. La un timp de decantare mai mare nămolul ar începe să fermenteze, degajând miros urât și stânjenind funcționarea rezervoarelor de fermentare metanică. Nămolul îngroșat evacuat la partea de jos are umiditatea de 96- 97 % și în unele cazuri se evacuează direct pe platformele de uscare.

La dimensionarea bazinelor radiale se consideră încărcarea de suprafață $u=0,5 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$ pentru o concentrație a nămolului intrat de 200-3.000 mg/l sau $u=0,3 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$ pentru o concentrație de 5.000-8.000 mg/l. Evacuarea nămolului deshidratat la aceste bazine se poate face prin pâlnii de aspirație ca la decantoarele secundare radiale după bazinele de aerare.

Bazinele de îngroșare se amplasează lângă rezervoare de fermentare metanică sau decantoare secundare.

Platformele de uscare a nămolului sunt suprafețe înconjurate cu diguri de pământ sau cu garduri de beton, pe care se depozitează nămolul pentru uscare. Prin filtrarea și prin evaporarea naturală a apei, nămolul ajunge la umiditatea de 70...80 %, putându-se încălca cu lopata și transporta pe câmpuri sau în grădini, ca îngrășământ.

Pot fi construite pe soluri naturale filtrante sau pot fi amenajate pe o fundație artificială cu drenaj tubular (fig. 9.62).

Nămolul este adus în jgheaburile de distribuție de pe diguri și din acestea trece pe platforma de uscare prin intermediul gurilor de evacuare. Fundația acestor platforme se prevede dintr-un strat de 20...30 cm argilă bine bătută cu maiul sau dintr-un strat de 9...15 cm beton. Peste fundație se așează 20 cm pietriș, piatră spartă sau zgură și apoi 20 cm nisip. Drenajul se prevede din tuburi ceramice sau din beton cu diametrul de 75...150 mm, neștemuite la îmbinări, sau din tuburi de drenaj în lungul platformelor, la distanța de 4...6 m între ele și cu panta de 0,002-0,005. Terenului i se dă o pantă de 0,01...0,03 în direcția tuburilor de drenaj. Jgheaburile de distribuție se prevăd din beton cu secțiune semicirculară sau din azbociment cu diametrul minim de 150 mm și panta de 0,01...0,015. Depunerile introduse vara în straturi de maximum 0,5 m

se usucă în 20...40 zile. Iarna depunerile se acumulează tot timpul prin înghețare.

Apa colectată de la tuburile de drenare (circa 0,1 % din volumul apelor uzate ce intră în stația de epurare) se trimite într-un canal de beton la lucrările de dezinfectare ale stației, se evacuează în emisar sau se infiltrează în teren.

Dimensionarea hidraulică se face cu relațiile:

$$V_d = 0,365 p \cdot N, \quad (9.167); \quad S_u = \frac{V_d}{h}, \quad (9.168); \quad S_t = (1,3 \dots 1,5) S_u, \quad (9.169)$$

$$n = \frac{S_u}{s}, \quad (9.170); \quad h_i = \frac{V_i}{0,8 S_u}, \quad (9.171)$$

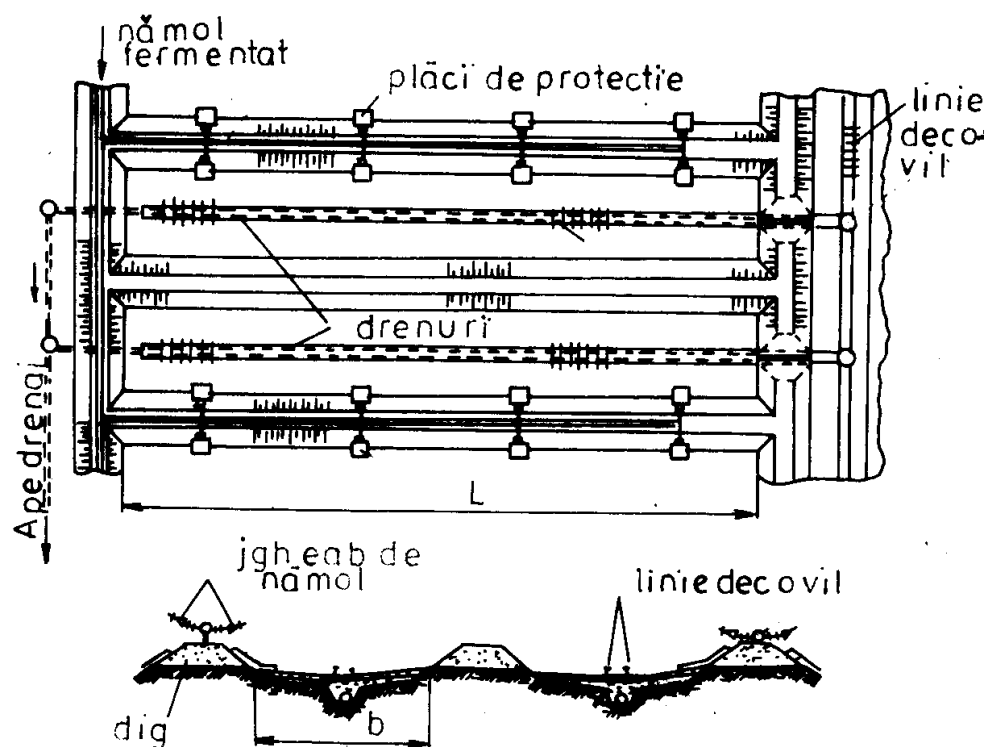


Fig. 9.62. Platformă de uscare cu garduri din beton.

în care: V_d este volumul anual al depunerilor trimise pe platforme, în m^3 ; N - numărul de locuitori deserviți; S_u - suprafața utilă a platformelor, în m^2 ; h - grosimea medie anuală a depunerilor, în m ; S_t - suprafața totală, adică suprafața care cuprinde și drumuri și diguri, în m^2 ; n - numărul de parcele, care trebuie să fie de minimum 3; s - suprafața utilă a unei platforme, în m^2 , ce poate

avea lungimea de 30...100 m și lățimea de 4...20 m; h_i - înălțimea stratului de depuneri în timpul înghețului, în m; V_i - volumul depunerilor în perioada de îngheț, în m^3 , considerând că prin înghețare volumul depunerilor se micșorează cu 25 % și că în perioada de îngheț (2...3 luni) depunerile se repartizează numai pe 80 % din supra-fața utilă; p - cantitatea de depuneri trimise pe platforme, l/om·zi, care se ia din tabelul 9.17, după datele propuse de K. Imhoff.

Cantitatea de nămol de recirculație la bazinele de aerare (umiditatea 99,3 %) se consideră de 24 % din cantitatea de ape uzate care trec prin aceste bazine.

Grosimea medie anuală a depunerilor h , în m, se poate lua din tabelul 9.24. Înălțimea digurilor este cu 0,1 m mai mare decât h_i .

La platformele de uscare înconjurate de garduri se consideră $S_f=(1,05-1,15)S_u$.

Tabelul 9.24

Grosimea medie anuală a depunerilor la platformele de uscare

Felul depunerii	Platforme cu fundația		
	Naturală		Artificială
	Argilă nisipoasă sau nisip argilos	Nisip	
Nămol provenit din decantoare primare	1,0	1,5	1,5
Nămol din decantoare cu etaj	1,5	2,0	2,0
Nămol din rezervoare de fermentare metanică	2,5	3,5	5,0

9.11. POMPAREA NĂMOLULUI DIN APELE DE SCURGERE

Depunerile proaspete sau fermentate care nu pot fi transportate prin gravitație se pompează. Se amenajează stații de pompare ca la alimentări cu apă cu pompe de nămol, pompele funcționând continuu sau intermitent. Se recomandă gruparea pompelor într-o stație centrală și folosirea lor la pomparea nămolului rezultat din diferite instalații.

Din decantoarele primare se poate pompa de 1...4 ori pe zi câte o oră, din decantoarele secundare după bazine de aerare se pompează continuu nămolul de re-circulație și câte o oră pe zi nămolul în exces, iar din rezervoarele de fermentare metanică se poate pompa câte o oră pe zi la platformele de uscare. Pompele de nămol ce pompează din decantoarele primare în rezervoarele de fermentare metanică pot fi folosite și pentru amestecarea depunerilor în

rezervoare de fermentare metanică și pentru pomparea din rezervoarele de fermentare metanică la platformele de uscare.

Puterea consumată de pompele de nămol P , în kW, se determină cu relația:

$$P = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{102\eta}, \quad (9.172)$$

în care: γ este greutatea specifică a nămolului, daN/m^3 ; Q - debitul care se pompează, în m^3/s ; H - înălțimea totală de pompare, în m; iar η - randamentul pompei, care poate avea valoarea 0,6...0,7.

Conductele de nămol trebuie să aibă diametrul de cel puțin 150 mm pentru a se evita înfundarea lor și se dimensionează cu ajutorul diagramelor din figura 9.63, întocmite pentru diametre de 150 mm, 200 mm, 250 mm și 300 mm.

Trebuie montată cel puțin o pompă de nămol de rezervă, iar pentru spălarea conductelor de nămol se prevede posibilitatea funcționării în serie a pom

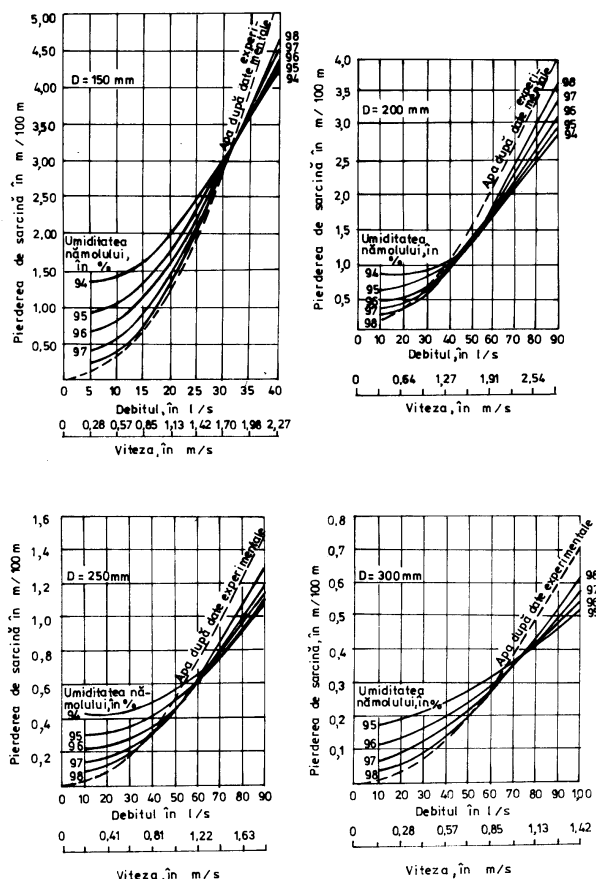


Fig. 9.63. Diagramă pentru calculul conductelor de nămol.

pompelor de nămol. La distanța de 200...500 m pe conductele de refulare se montează teuri cu vane prin care se pot goli diferite porțiuni în timpul reparațiilor. În cazul golirii, nămolul se poate evacua direct sau prin pompare cu ajutorul unei instalații mobile. Pentru cazuri de avarii se pot monta guri de evacuare acolo unde condițiile locale permit (în râpe, în râuri etc.).

9.12. DEZINFECTAREA ȘI EVACUAREA APELOR DE SCURGERE

Dezinfectarea apelor de scurgere se face în scopul distrugerii bacteriilor din aceste ape. Se folosesc aceleași metode de dezinfectare ca în alimentări cu apă, adică cu clor și cu clorură de var. Murdăriile organice din lichidul de scurgere au o mare capacitate de absorbție pentru clor, deci la stabilirea dozei de clor trebuie să se țină seama și de partea activă a clorului (care nu se combină cu murdăriile din apele de scurgere) și de clorul absorbit. Este puțin eficientă clorarea apelor de scurgere nelimpézite, deoarece bacteriile aflate în interiorul materiilor în suspensie nu dispar decât după câteva zile în contact cu substanța dezinfectantă. Trebuie asigurat un contact între clor și lichidul de scurgere timp de 30 minute, iar după contact în lichidul de scurgere trebuie să mai rămână un exces de clor de 0,2... 1,0 mg/l.

În calculele preliminariei se pot lua următoarele doze de clor, calculate după debitul maxim orar de apă epurat:

- pentru ape uzate decantate.....15...30 mg/l;
- pentru ape epurate în filtre biologice de mare încărcare
sau în bazine de aerare cu epurare parțială.....5...10 mg/l;
- pentru ape epurate în filtre biologice sau în bazine de
aerare cu epurare completă.....9...15 mg/l.

Lucrările pentru dezinfectarea apei de canalizare se compun din aparate pentru prepararea soluției dezinfectante, din camere sau dispozitive de amestec și din bazine sau decantoare de contact. În camera de clorare se instalează aparate de clorare sau instalații pentru prepararea soluției de clor din clorură de var. Se amenajează un depozit pentru clor și încăperi auxiliare. În camerele de amestec se produce amestecul soluției de clor cu apa de scurgere, iar în bazinele sau decantoarele de contact se realizează contactul între clor și apa de scurgere. Contactul între clor și lichidul de scurgere se poate realiza și în colectorul de la stația de epurare până la gura de vărsare.

Se mai introduce clor în lichidul de scurgere pentru a înlătura mirosul și pentru protecția temporară contra putrefacției. Doza de clor pentru înlăturarea mirosului este de 5...10 mg/l.

Bazinele de contact se dimensionează la timpul de contact între clor și apa de scurgere. În cazul tratării cu clorură de var, cantitatea de depuneri în aceste bazine se ia de 0,17 l/om·zi, iar în cazul tratării cu clor gazos, de 0,1 l/om·zi.

Considerând un consum de 2...20 kg/h din fiecare butelie de clor, se poate determina numărul de butelii care lucrează în același timp. Cantitatea de apă necesară pentru prepararea soluției de clor este de 0,5...1,0 l/g clor.

Se folosește clorarea cu clor gazos sau cu clorură de var când se consumă până la 50 kg/zi clor.

Evacuarea apelor de scurgere se face prin canale închise sau deschise. În punctul final al acestor canale se prevede o gură de vărsare, adică o construcție care trebuie să corespundă atât legilor hidraulice cât și condițiilor de ordin constructiv.

Gurile de vărsare se amplasează pe porțiuni de aliniament sau în malul concav al cursurilor de apă din emisari. La proiectarea gurilor de vărsare se va ține seama de: mărimea debitelor, variația nivelului apei din emisar, navigabilitate, gheață, situația locală etc.

Guri de vărsare pentru ape meteorice. Pentru canalele de ape meteorice care se varsă deasupra nivelului maxim al apei emisarului, se amenajează rigole de beton după curba profilului unui deversor (fig. 9.64).

Pentru canalele închise de ape meteorice care se varsă la nivelul maxim al apei din emisar sau depresiuni fără apă, gura de vărsare se amenajează printr-un zid de sprijin (fig. 9.65,a), iar pentru canalele deschise aceasta se amenajează ca în figura 9.65,b. În cazul depresiunilor fără apă, se mai prevede de la gura de vărsare în continuare un șanț pereat pe o distanță de 9...20 m.

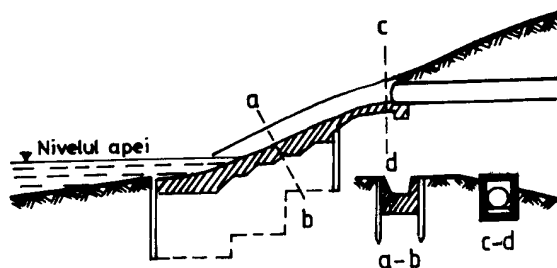


Fig. 9.64. Gură de vărsare pentru ape meteorice.

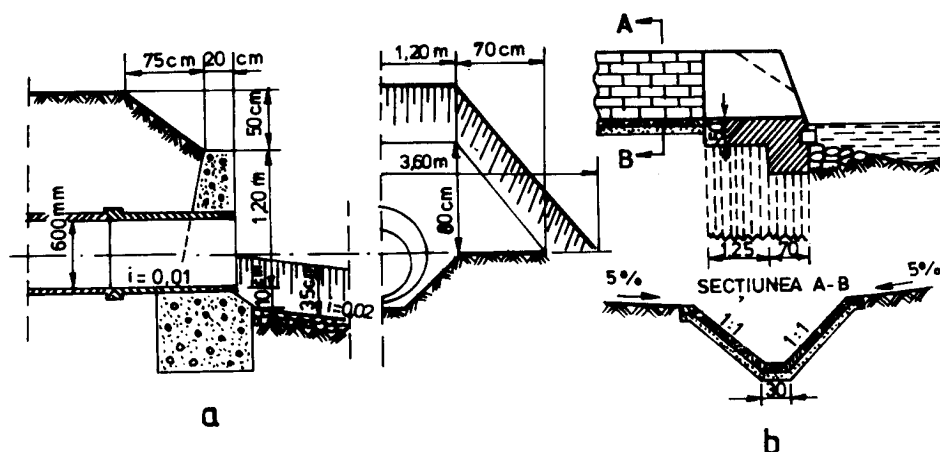


Fig. 9.65. Gură de vărsare pentru canale închise (a) și deschise (b).

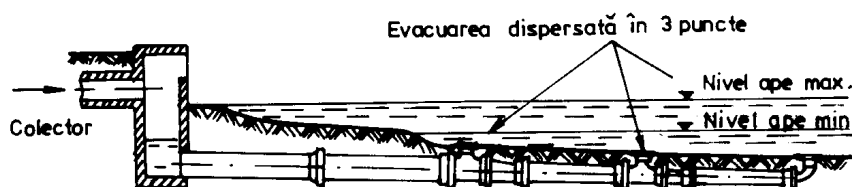


Fig. 9.66. Gură de vărsare pentru ape epurate.

Guri de vărsare pentru ape epurate. Apele epurate se transportă în recipienti naturali prin canale închise. Canalele deschise se varsă în emisar ca în figura 9.65,b. Canalele închise se termină lângă mal printr-un cămin și din acest cămin apele se pot varsa lângă mal sau la distanță de mal. Vărsarea la distanță de mal se poate face într-un singur punct (concentrată) sau în mai multe puncte (dispersată).

În figura 9.66 este prezentată o gură pentru vărsarea dispersată a apelor epurate. Conducele de evacuare de sub apă se dimensionează la o viteză $V=0,5...0,7$ m/s, se execută din fontă sau din oțel și se montează într-un șanț sau direct pe fundul râului. Dacă se așează pe fundul râului, se fixează cu piloți sau se acoperă cu pietre. Porțiuni de câte 50...100 m se îmbină pe mal, se transportă pe pontoane și apoi se lansează prin umplere.

De la fundul râului și de la suprafața inferioară a gheții până la punctul de evacuare trebuie să rămână o distanță de 1,5...2,0 m. Evacuarea apelor nu trebuie să conturbe navigația.

În punctele de evacuare se prevăd teuri cu ajutaje conice convergente la capete.

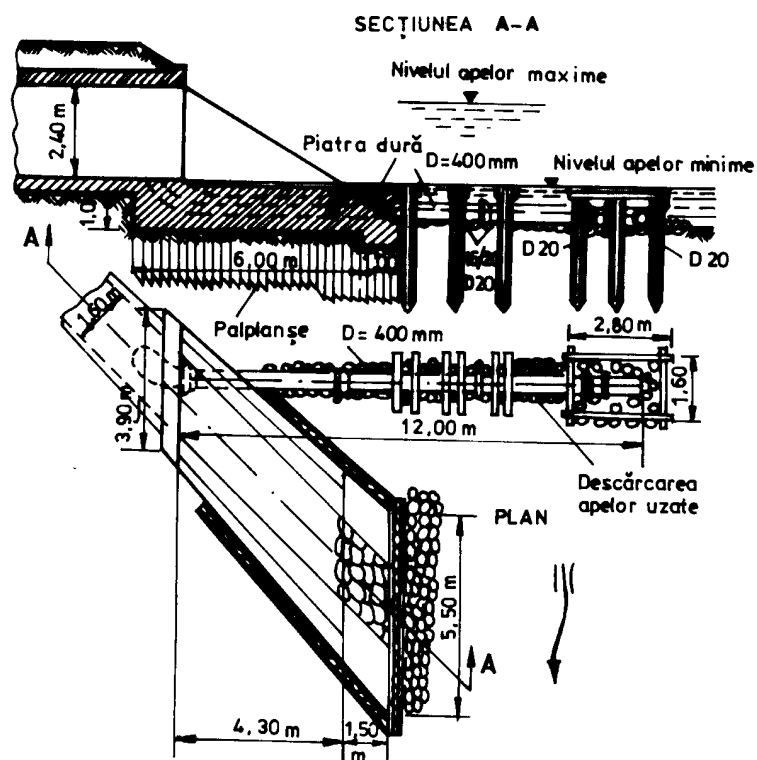


Fig. 9.67. Gură de evacuare a apelor neepurate.

Pentru lucrările provizorii și pentru canalizările în sistem unitar, care trebuie date în funcțiune înainte de construirea stației de epurare, se prevede o construcție ca în figura 9.67. Prin canalul amplasat sub apele mici se varsă apele uzate.