

MANUAL SUPORT

ALIMENTĂRI CU APĂ

CURS

Autori:

Conf. dr. ing. FLORESCU CONSTANTIN

Prof. dr. ing. MIREL ION

Conf. dr. ing. CARABEȚ ADRIAN

Ș.L. dr. ing. STĂNILOIU CRISTIAN

Colecția “Student”

Timișoara
2015

CUPRINS:

CAP. 1 SISTEME DE ALIMENTARE CU APĂ

- 1.1. Scheme de alimentare cu apă
- 1.2. Proprietățile apei
- 1.3. Cantitățile apei de alimentare

CAP. 2 CAPTAREA APEI

- 2.1. Surse de apă
- 2.2. Captarea apei subterane
- 2.3. Captarea izvoarelor
- 2.4. Captarea apei de râu
- 2.5 Captarea apei de lac

CAP. 3 TRATAREA APEI

- 3.1. Metode de tratare
- 3.2. Scheme de stații de tratare
- 3.3. Deznisiparea apei
- 3.4. Tratarea apei cu coagulanți
- 3.5. Decantarea apei

CAP. 4 ÎNMAGAZINAREA APEI

- 4.1. Calculul capacității rezervorului
- 4.2. Rezervoare îngropate
- 4.3. Castele de apă

CAP. 5 TRANSPORTUL ȘI DISTRIBUȚIA APEI

- 5.1. Conducte de aducțiune
- 5.2. Dimensionarea aducțiunilor
- 5.3. Conducte rețele de distribuție
- 5.4. Dimensionarea rețelei de distribuție
- 5.5. Materialul conductelor
- 5.6. Armături, aparate de măsură și lucrări accesorii

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 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 $I-2$.

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 terenului 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, LEGEA 458/2002 și completată cu 311/2004.

Mirosul se datorește substanțelor minerale (H_2S din pirită, de exemplu), substanțelor organice în descompunere (putregaiuri, mucegaiuri, nămol etc.) și microorganismelor 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. Apa cu $pH=7$ este neutră, apa cu $pH<7$ este acidă, iar apa cu $pH>7$ este bazică. 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 SiO₂ 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 canalizare.

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

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.

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.

Reziduu 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 reziduu fix la 105°C, se obține reziduu de calcinare sau reziduu 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
Cadmiu (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 (C ₆ H ₅ 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

Fier total (Fe ²⁺ +Fe ³⁺), mg/dm ³ , maximum	0,1	0,3 (Fe ²⁺ +Fe ³⁺ +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	-	***
Oxigen dizolvat (O_2), mg/dm^3 , maximum	6	6	STAS 6536-87
Pesticide (insecticide organoclorurate, organofosforice, carbonice, erbicide), mg/dm^3 , maximum			STAS 12650-88
-fiecare componentă	0,1	-	
-suma tuturor componentelor din fiecare clasă	0,5	-	
Plumb (Pb^{2+}), mg/dm^3 , maximum	0,05	-	STAS 6362-85
Reziduu fix, mg/dm^3			STAS 3638-76
-minim	100	30	
-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)	2,5	3,0	STAS 3002-85
-permanganat de potasiu (KMnO_4)	10	12	
-prin metoda cu dicromat de potasiu, CCO-Cr(O_2)	3	5	
Sulfăți (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	0,1	-	****
-total -din care cloroform (CHCl_3)	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/dm^3 , concentrația maximă admisă pentru magneziu (Mg^{2+}) este de 30 mg/dm^3 .

**** 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 dm^3 de apă.

Activitatea globală alfa și beta, maxim admisă, se stabilește în funcție de aportul însumat maxim al radionuclidului radium 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/dm ³		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	-	STAS 10447/3-85
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	-	**
Plutoniu 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.

Tabelul 1.6

Indicatori bacteriologici

Felul apei potabile	Numărul total de bacterii care se dezvoltă la 37°C/cm ³ (UFC/cm ³)*	Numărul probabil de bacterii coliforme (coliformi totali)/ 100 cm ³	Numărul probabil de bacterii coliforme termotolerante (coliformi fecali)/ 100 cm ³	Numărul probabil de streptococi fecali/ 100 cm ³	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 -punct din rețea distribuție	sub 100 sub 100	Sub 3 sub 3***	0 0	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.

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	STAS 6329-90
Organisme animale, vegetale și particule vizibile cu ochiul liber	lipsă	
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 geohelminții, 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 SR 1343/1-2006, 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 SR 1343/1-06, 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:

$$Q_{zimed} = \frac{1}{1000} \sum_{k=1}^n \left[\sum_{i=1}^m N(i) \cdot q_s(i) \right]_k \text{ în m}^3/\text{zi}; \quad (1.1)$$

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

$$Q_{zi\max} = \frac{1}{1000} \sum_{k=1}^n \left[\sum_{i=1}^m N(i) \cdot q_s(i) \cdot k_{zi}(i) \right]_k \text{ în m}^3/\text{zi}; \quad (1.2)$$

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

$$Q_{oramax} = \frac{1}{1000} \frac{1}{24} \sum_{k=1}^n \left[\sum_{i=1}^m N(i) \cdot q_s(i) \cdot k_{zi}(i) \cdot k_o(i) \right]_k \text{ în m}^3/\text{h}, \quad (1.3)$$

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:

$$N(i) = N_0(1 + 0,01p)^t \quad (1.4)$$

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 calculelor; p - procentul mediu de

creșterea 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:

$$k_{zi}(i) = \frac{Q_{zi\max}(i)}{Q_{zimed}(i)}, \quad (1.5)$$

$$k_o(i) = \frac{Q_{o\max}(i)}{Q_{zi\max}(i)}. \quad (1.6)$$

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/m²) la două săptămâni și 10 m² spațiu verde/cap locuitor sau 2 l/m²-zi;

- necesarul de apă pentru stropitul străzilor și spălat pietre (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 SR 1343/1-2006 – tabelul 2, 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_a) 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 sau localități diferențiate în funcție de gradul de dotare cu instalații de apă rece, caldă și canalizare	$q_g(i)$ (l/om-zi)	$k_{zi}(i)$
1	Zone în care apa se distribuie prin cișmele amplasate pe străzi fără canalizare	50	1,50/2,00
2	Zone în care apa se distribuie prin cișmele amplasate în curți fără canalizare	50..60	1,40/1,80
3	Zone cu gospodării având instalații interioare de apă rece, caldă și canalizare, cu preparare individuală a apei calde	100..120	1,30/1,40
4	Zone cu apartamente în blocuri cu instalații de apă rece, caldă și canalizare, cu preparare centralizată a apei calde	150..120	1,20/1,35

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. Definierea climei se face pe baza numărului anual (n) în medie multianuală a zilelor de vară (cu temperatura maximă măsurată ≥ 25 °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), valo-rile 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 % ($k_p=1,08...1,15$). 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 ($k_p=1,15...1,35$). 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 nu-mărul 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 industriei pot fi prevăzute sisteme speciale (șprinclere, drenare 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_{ib} (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}) se poate adopta după valorile din tabelul 1.7.

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
≤ 10.000	2,00...3,00
15.000	1,30...2,00
25.000	1,30...1,50
50.000	1,25...1,40
100.000	1,20...1,30
≥ 200.000	1,15...1,25

Observații:

1. În cazul în care distribuția 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.

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_{is} , în m³, dat de relația:

$$V_i = \frac{1}{1000} \sum_{i=1}^k Q_{ii} \cdot T_{ii} \cdot 60 + 3,6n \cdot Q_{ie} \cdot T_{ie} + 3,6 \sum Q_{is} \cdot T_s \quad (1.7)$$

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 $\sum N(i)$ 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 localitate și conform STAS 1478-90 pentru zona industrială, însumându-se	În localitate și zona industrială, în numărul care rezultă pentru fiecare
---------	------	---	---

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

$$V_{cons} = a \cdot Q_{o\max} \cdot T_{ie}, \quad (1.8)$$

în care Q_{ii} reprezintă debitul pentru stingerea incendiilor, care se ia conform STAS 1478-90, în l/s; T_{ii} - 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:

$$V_{Ri} = V_i + V_{cons}. \quad (1.9)$$

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:

$$Q_{ri} = \frac{V_{Ri}}{T_{ri}}. \quad (1.10)$$

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 mării rezervei de incendiu V_{ri} cu volumul de apă ce nu poate fi asigurat în timpul normat.

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:

$$Q_I = k_p \cdot k_s \cdot Q_{zi\max} + 24Q_{ri} \quad (1.11)$$

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:

$$Q_{Ia} = k_p \cdot k_s \cdot Q_{zi\max} \quad (1.12)$$

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 (1.11) și (1.12) 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:

$$Q_{II} = k_p \cdot k_s \cdot Q_{o\max} + k_p \sum_{i=1}^k Q_{ii} \quad (1.13)$$

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:

$$Q_{II(V)} = a \cdot k_p \cdot k_s \cdot Q_{o\max} + 3,6n \cdot k_p \cdot Q_{ie} \quad (1.14)$$

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

$$Q_{II(V)} = k_p \cdot k_s \cdot Q_{o\max} + 3,6n \cdot k_p \cdot Q_{ie} \quad (1.15)$$

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.

$$Q_{II(V)} = a \cdot k_p \cdot k_s \cdot Q_{o\max} + 3,6n \cdot k_p \cdot Q_{ii} + 3,6(n-1)k_p \cdot Q_{ie} \quad (1.16)$$

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:

$$Q_{szimed} = k_p \cdot k_s \cdot Q_{zimed} \quad (1.17)$$

$$Q_{szi\max} = k_{zi} \cdot Q_{szimed} \quad (1.18)$$

$$Q_{so\max} = \frac{1}{24} k_o \cdot Q_{szi\max} \quad (1.19)$$

Aceste debite pot fi folosite la determinarea debitelor caracteristice de ape uzate, conform SR 1846-1/2006.

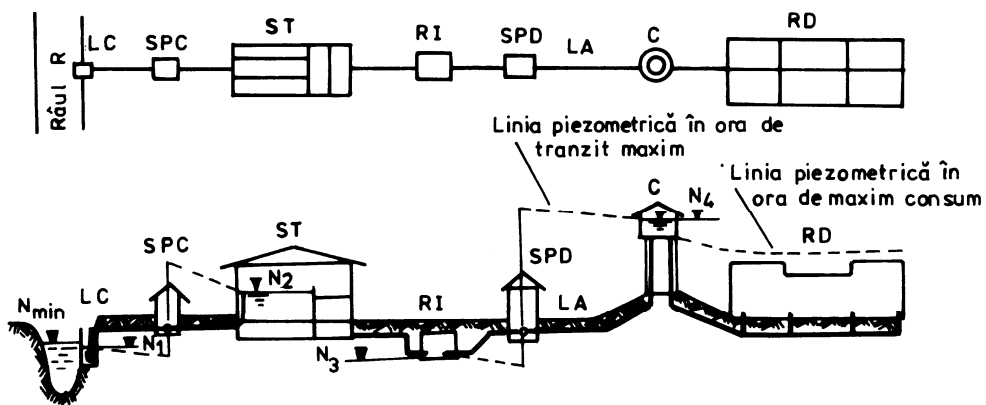


Fig 1.1. Schema de alimentare cu apă de râu.

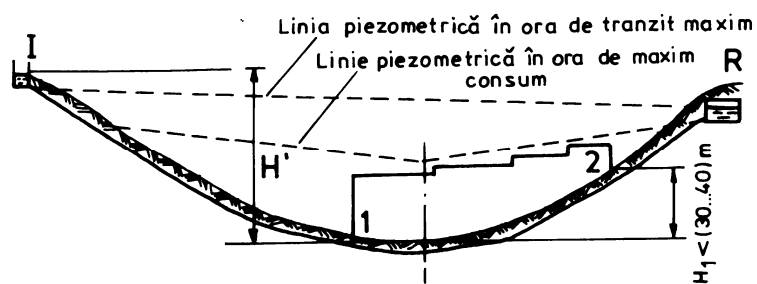


Fig.1.2. Schema de alimentare cu apă de izvor.

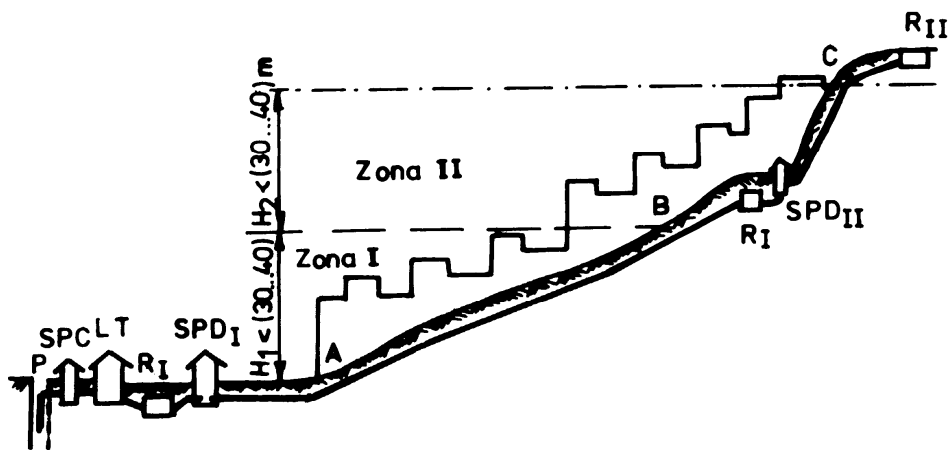


Fig. 1.3. Schema de alimentare cu apă pe zone.