

Capitolul 5

CONSTRUCȚII HIDROEDILITARE

Construcțiile hidroedilitare, adică cele de alimentare cu apă (potabilă și industrială) și canalizare, a localităților, sunt indispensabile vieții igienice a localităților și fără de care dezvoltarea industriilor acestora nu este posibilă. Dinamica economică a ultimelor decenii, cu precădere cea industrială și ca și consecință explozia demografică urbană, au condus la dezvoltarea și creșterea importanței acestor domenii ale hidrotehnicii.

5.1. Alimentări cu apă

5.1.1. Generalități, scheme ale amenajărilor de alimentări cu apă

Alimentările cu apă sunt, pentru centrele populate (urbane sau rurale) și industriile aferente acestora, dotări indispensabile vieții salubre a locuințelor și intervin ca un element important în aproape toate procesele tehnologice industriale.

În centrele populate, apa este utilizată pentru:

- necesități gospodărești / menajere ale oamenilor (băut, gătit, spălat etc.), ale zootehniei (adăpat, pregătirea hranei, igiena animalelor) sau combaterea incendiilor - *apa potabilă*;
- utilități publice (stropitul și spălarea străzilor, stropitul spațiilor verzi, fântâni ornamentale, spălarea canalizărilor) - *apa industrială*, dar și cea potabilă.

În industrii, apa are diverse folosințe direct în procesul tehnologic (pentru realizarea pastelor, soluțiilor, ca solvent, pentru producția de abur etc.), ca apă de răcire, ca mijloc de spălare, sortare sau transport - mai ales în minerit), pentru combaterea incendiilor etc.

Pentru alimentarea cu apă a unei localități, sunt necesare rezolvarea următoarelor principale probleme:

- stabilirea necesarului și a sursei de apă;
- obținerea calității cerute apelor utilizate;
- stabilirea tipului schemei de amenajare care să asigure o exploatare rațională.

Rezolvarea alimentării cu apă al unui centru populat, a unei industrii sau al unui complex de consumatori, presupune în primul rând stabilirea judicioasă a cantităților de apă necesare, a variațiilor de consum.

Perioada de calcul (perspectiva) a dezvoltării alimentării cu apă pentru care se determină debitul de apă necesar este de (20 ÷ 25) ani. În cadrul acestei perioade se are în vedere o primă etapă de (10 ÷ 15) ani necesară eșalonării raționale a investițiilor (tabelul 5.1).

Tabelul 5.1. Structura necesarului de apă pentru centrele populate și industrii

Struc-tura	Consumatorul	Categoria consumului de apă
a	Centrele populate	Consumul gospodăresc (casnic) Consumul public Consumul pentru mica industrie locală Consumul gospodăriilor agricole aferente centrelor populate Consumul pentru nevoi balneo - turistice
b	Industriile	Consumul igienico-sanitar Consumul tehnologic: - apă în procesul de fabricație - apă de răcire - apă pentru spălarea, sortarea și transportul materialelor
c	Stingerea incendiilor	Hidranți interiori Instalații speciale de sprinclere Hidranți exteriori
d	Întreprinderea de apă - canal	Consumul intern al uzinei de apă Consumul pentru spălarea canalizării
e	Șantierele de construcții - montaj	Consumul pentru producție și necesități tehnice Consumul pentru hidromecanizarea lucrărilor de pământ
f	Pierderile de apă	Pierderi inevitabile (normale) Risipa de apă

Determinarea *necesarului de apă* potabilă sau industrială are drept scop calculul debitelor necesare pe categorii de utilizări, conform coeficienților de variație zilnică (K_{zi}) și orară (K_o) a consumurilor. Aceste debite (consumuri) sunt:

- mediu zilnic,

$$Q_{zi,med} = 1,2 \cdot \sum \frac{N_i \cdot q_i}{1000} \quad (m^3 / zi) \quad (5.1)$$

- maxim zilnic,

$$Q_{zi,max} = Q_{zi,med} \cdot K_{zi} \quad (m^3 / zi) \quad (5.2)$$

- orar maxim,

$$Q_{0,\max} = Q_{zi,\max} \cdot K_0 \quad (m^3 / zi) \quad (5.3)$$

unde: 1,2 este un coeficient de spor/acoperire (20 %) ale pierderilor previzibile de apă;

N_i - numărul total al consumatorilor din fiecare categorie, în etapa de perspectivă (20 ... 25 ani);

q_i - (l/zi și consumator), debitul specific/norma de consum, stabilit pe categorii prin standarde.

Necesarul de apă pentru centrele populate (debitele) se calculează conform standardelor în vigoare și luând ca elemente de bază prevederile schiței de sistematizare a localității (dotări și profilul acesteia), atât pentru etapa preliminară de dezvoltare (10...15 ani) cât și pentru cea de perspectivă (20... 25 ani). Se vor avea în vedere consumul gospodăresc/casnic, consumul public, consumul pentru industria locală, precum și cel aferent gospodăriilor agricole (grădini) de pe raza localității.

Necesarul de apă industrială (pentru necesități igienico-sanitare și consumul tehnologic) este cu mult superior celui al centrelor populate (cam de 1,5 ... 2,0 ori). Aceasta pentru că întreprinderile industriale sunt, în general, mari consumatori de apă. La alimentările cu apă industrială, debitele se stabilesc pe categorii de utilizări după calitățile cerute apei. Apa pentru utilizări igienico-sanitare (potabilă) este necesară consumului angajaților pentru consum propriu-zis, cantine/restaurante sau băi/dușuri. Adeseori din rețeaua de apă potabilă a întreprinderilor se asigură necesarul pentru combaterea incendiilor, precum și apa necesară în anumite procese de producție care cer calități deosebite ale apei și debite reduse. În sprijinul acestei soluții stă nejustificarea financiară a construirii unei rețele separate acestor scopuri. Consumul tehnologic, cuprinde consumurile de apă pentru derularea procesului de fabricație, apa de spălare, pentru producția de abur, sau apa necesară dislocării, spălării și transportului hidraulic al materialelor. Debitele de apă industrială se pot grupa, după calitățile cerute apei, în apă brută (netratată), apă deznisipată, apă decantată, apă prefiltrată, filtrată sau tratată special.

Normele de consum pentru industrii variază în limite largi, pe ramuri de producție. De asemenea, variația consumului de apă este dependentă și de tehnologia de fabricație adoptată, de temperatura apei captate, de existența instalațiilor de recirculare. Cei mai mari consumatori de apă industrială sunt industriile chimice (de la sute până la mii de metri cubi de apă pentru tona de produs finit), centralele termoelectrice, industriile siderurgice, de extracție a cărbunelui, sau cele alimentare (zahăr, conserve).

Calitățile cerute apei (deci procesele tehnologice de tratare) depind în primul rând de categoria de utilizare (potabilă / industrială).

Pentru apa potabilă, calitățile necesare sunt stabilite prin analiza:

- proprietăților organoleptice (miros, gust);
- proprietăților fizice, adică turbiditatea (conținutul materialelor în suspensie și natura lor), culoare (datorită prezenței unor substanțe dizolvate), temperatură

(dependentă de sursă - de suprafață sau subterane, de anotimp), conductibilitatea electrică, radioactivitate;

- proprietăților chimice (reacție - pH -, duritate/conținutul de săruri, conținutul în substanțe organice, minerale și dioxid de carbon);
- proprietățile bacteriologice (conținutul în bacterii banale, saprofite și patogene, bacili, coli).

Condițiile cerute apei industriale sunt dependente de tipul industriei și scopul utilizării în procesul tehnologic.

Tipul schemei de alimentare cu apă și elementele componente ale acesteia depind pe de o parte de cantitatea, presiunea și calitatea apei cerute și, pe de altă parte, de condițiile locale privind sursele de apă disponibile, calitățile apei la aceste surse, poziția relativă (distanțe și diferențe de nivel) a consumatorului față de sursă și față de alți consumatori.

Într-o descriere generală, elementele componente ale unei amenajări (sistem) de alimentare cu apă potabilă sau industrială sunt:

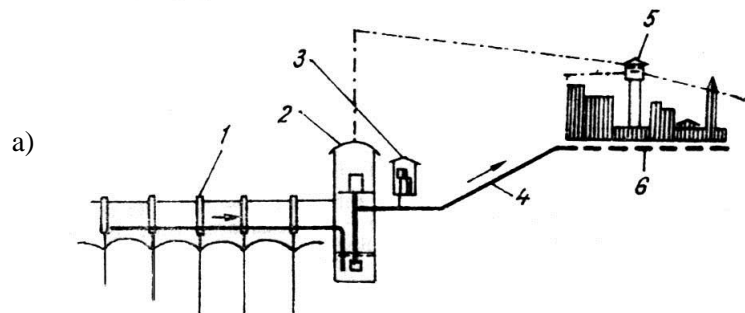
- priza de apă (captarea) și rețeaua de aducțiune (conducte) a apei de la sursă la consumator, cu stații de pompare (când este cazul - funcție de cota luciului apei la sursă față de cea generală a amplasamentului consumatorului);
- stații de tratare pentru ameliorarea calităților apei captate;
- rezervoare de înmagazinare pentru asigurarea rezervei de avarie (la sursă sau stația de pompare) și a volumului necesar compensării variațiilor consumului;
- sistemul de distribuția apei la consumator format din rețeaua de conducte de distribuție și eventualele stații de pompare.

La alegerea tipului schemei de alimentare cu apă, în afara eficienței economice, mai sunt necesare a fi îndeplinite (pe cât posibil) și următoarele considerente de ordin tehnic:

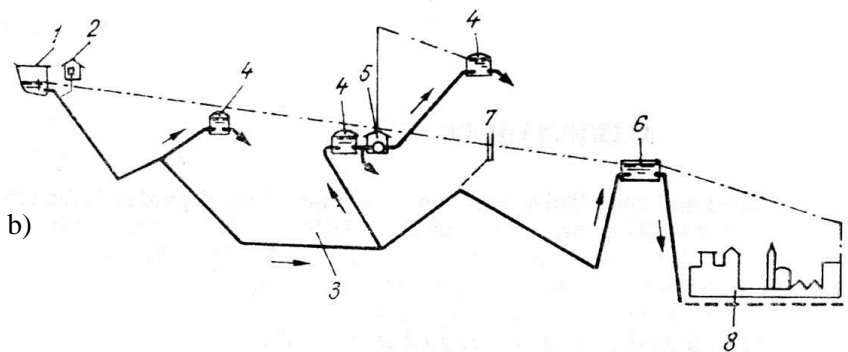
- alimentarea cu apă trebuie să se încadreze, ca schemă, în prevederile planului de amenajare complexă a bazinului hidrografic respectiv și să asigure o rezolvare continuă pentru toți consumatorii;
- să permită posibilitatea extinderii alimentării cu apă pentru o perspectivă mai îndepărtată (50 de ani);
- să garanteze posibilitatea eșalonării investiției în mai multe etape (prima fiind de 10... 15 ani);
- asigurarea cu prioritate a consumatorilor de apă potabilă din sursele subterane;
- să fie preferate sursele care prin cote permit utilizarea aducțiunilor gravitaționale, tip de aducțiuni care reduc cheltuiala și simplifică activitatea de exploatare;
- să permită gruparea diferitelor elemente componente (captarea cu stația de pompare sau stația de tratare apei cu rezervoarele de înmagazinare), grupare care conduce la simplificarea exploatarii și adesea la economii de investiții.

Schemele tip ale amenajărilor de alimentare cu apă și alcătuirea lor generală, funcție de sursa și consumatorii pe care-i deservesc, sunt prezentate în fig.5.1.a...d și 5.2, după cum urmează:

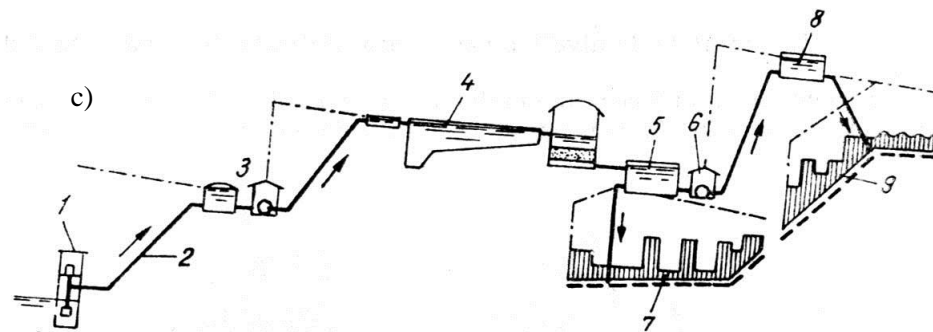
- a unei localități din surse subterane (fig.5.1.a), dintr-un izvor de mare debit (fig.5.1.b) și din surse de suprafață (fig.5.1.c);
- al unui centru industrial din surse de suprafață cu recircularea parțială a apei (fig.5.1.d);
- al unui mare centru urban dintr-un lac artificial de acumulare (prin bararea unui râu), în trei variante de realizare (fig.5.2.a,b).



1- captare prin puțuri; 2- stație de pompare; 3- stație de clorinare; 4- conductă de pompare; 5- castel de apă; 6- rețea de distribuție

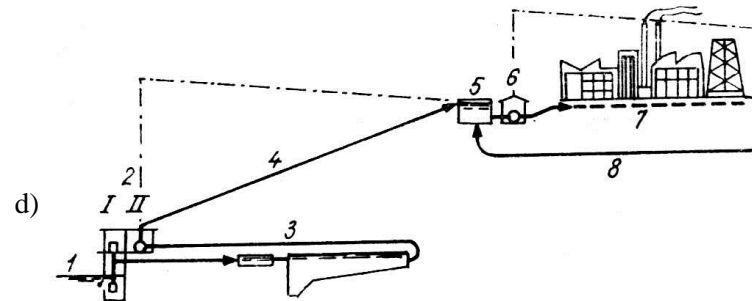


1- captarea de izvor; 2- stația de clorinare; 3- conductă de aducțiune gravitațională; 4- rezervoare de distribuție; 5- alimentare cu apă direct din conductă sau prin pompare; 6- rezervor de trecere; 7- castel de echilibru pentru evitarea presiunilor mari; 8- rețea de distribuție



1- Stație de captare și pompare; 2- conductă de refulare; 3- stație de pompare treaptă II și rezervor intermediar; 4- stație de tratare; 5- înmagazinarea apei în rezervorul de trecere; 6- repomparea apei din rezervorul de înmagazinare; 7- asigurarea consumului zonei inferioare; 8- rezervorul zonei superioare; 9- asigurarea consumului zonei superioare

Fig.5.1. Scheme de alimentare cu apă a unei localități



1- captare; 2- repomparea apei; 3- stație de tratare; 4- conductă de refulare; 5- rezervor de compensare a consumurilor industriale; 6- stație de pompare; 7- rețea de distribuție; 8- conductă de recircularea apei între turnul de răcire și rezervorul de înmagazinare

Fig.5.1. Scheme de alimentare cu apă a unei localități (continuare)

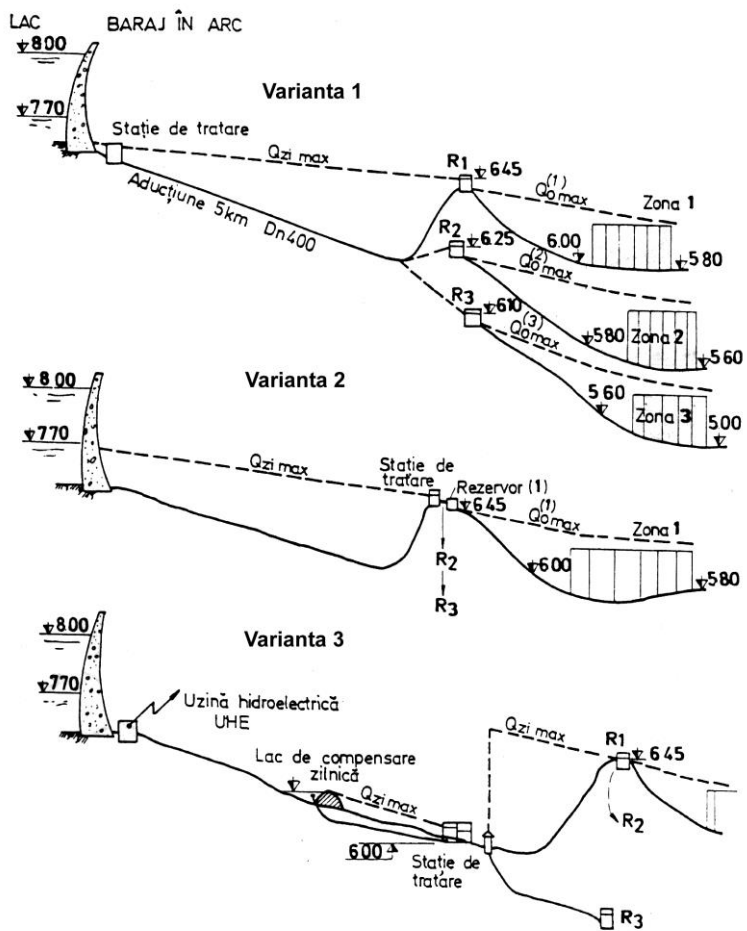


Fig.5.2.a.
Scheme tehnologice de alimentare cu apă din lac;
varianta 1 - stație de tratare lângă baraj;
varianta 2 - stație de tratare pe amplasament cu rezervorul;
varianta 3 - realizarea de lac tampon

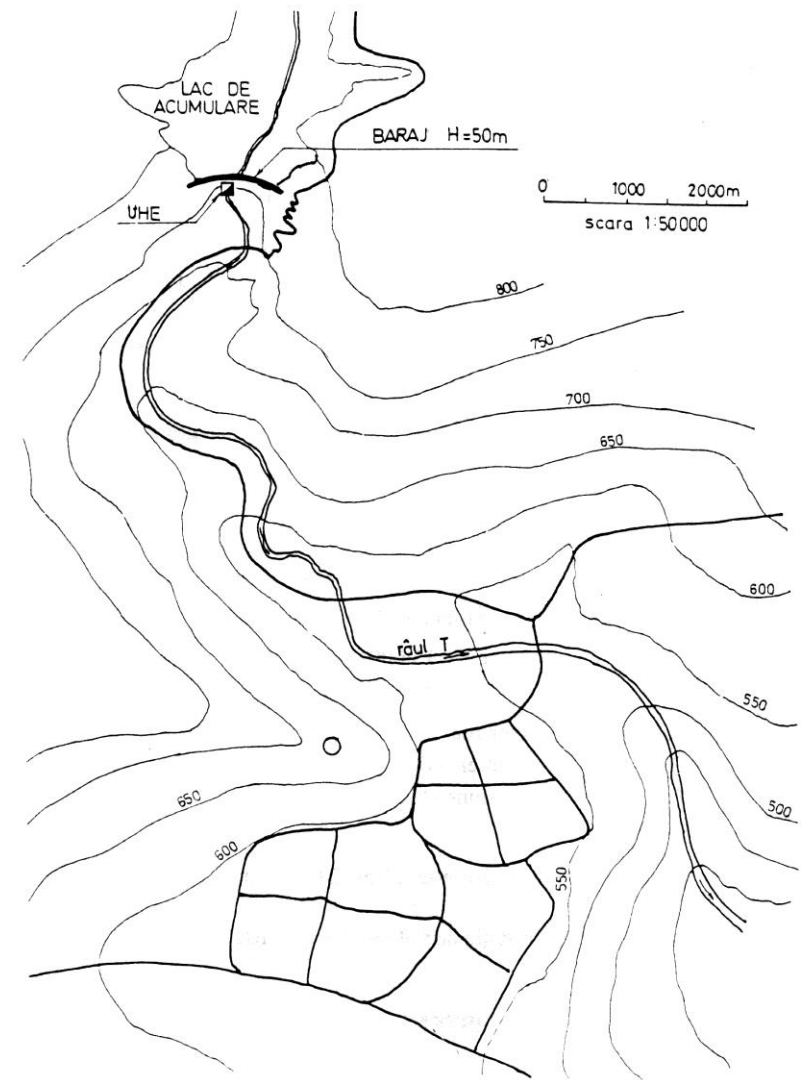


Fig.5.2.b. Plan general de situație

5.1.2. Construcții pentru captarea și tratarea apei

Tipul constructiv și alcătuirea generală a amenajărilor de captare sunt dependente de categoria sursei de apă.

Sursele de apă pentru amenajările de alimentări cu apă pot fi: subterane, de suprafață sau meteorice.

Apele subterane, se împart la rândul lor în ape de origine internă sau externă. Apele de origine internă pot fi juvenile, formate prin condensarea vaporilor de apă

din scoarța pământului sau ape veterice, legate de obicei de zăcăminte petrolifere; aceste ape sunt de interes redus pentru alimentările cu apă. *Apele subterane de origine externă* (apele vadoase) sunt importante, oferind surse de apă din cele mai agreate, datorită calității lor foarte bune, exceptând cazul când au un excesiv conținut salin. După adâncimea la care se găsesc, apele freatice pot ocupa cele mai înalte orizonturi când se pot capta prin drenuri orizontale sau construcții verticale de mică adâncime, sau în orizonturile de profunzime care pentru a fi captate necesită lucrări verticale realizate prin forare.

Apele de suprafață pot fi curgătoare sau stătătoare. Apele curgătoare în primul sector (cel montan) sau pâraiele/râurile mici sunt caracterizate prin pante longitudinale mari, adâncimi reduse ale secțiunii de scurgere, deci cu viteze mari de curgere, apă limpede, bine aerată și cu viituri de scurtă durată, în timp ce apele curgătoare în sectorul premontan și de câmpie/râurile mari și fluviile au adâncimi sensibil mai mari, curgere mai lentă și proprietăți cerute alimentărilor cu apă mai puțin favorabile.

Această categorie de apă asigură cele mai mari cantități utile în domeniul prezentat.

Apele de suprafață stătătoare, sau cu o curgere foarte lentă, adică cele ale lacurilor naturale sau artificiale, fie ale mărilor și oceanelor pot reprezenta, în anumite condiții o sursă importantă. Lacurile naturale și artificiale cu apă dulce sunt surse bune pentru alimentările cu apă, întrucât oferă o apă deja decantată mecanic și posibilitatea alegerii secțiunii optime de captare. Apele sărate ale mărilor și oceanelor, predominant detașat din punct de vedere cantitativ, necesită încă tratamente tehnologice costisitoare pentru a fi utilizabile. În consecință, aceste ape au folosință doar în domeniul industrial.

Captarea apelor meteorice, deci ale apelor provenite din precipitațiile curente, topirea zăpezilor și ghețarilor, ori din condensări de pe stâncă și alte suprafețe reci, ridică o serie de probleme tehnico-economice legate de repartiția inegală și adeseori nefavorabilă sau de impurificarea acestora în instalațiile de colectare.

Tipul și alcătuirea construcțiilor de captare sunt direct dependente de natura sursei de apă, așa cum s-a mai menționat în debutul acestui paragraf.

Apele subterane de mică adâncime (din orizonturile de suprafață) se colectează cu ajutorul *rețelelor de drenaj tubular* sau *galerii de captare orizontale*. Drenurile și galeriile de captare sunt tuburi de policlorură de vinil, de ceramică sau beton ușor armat de formă (în secțiune transversală) circulară sau ovală, prevăzute în partea superioară a circumferinței cu orificii (vezi fig.5.3 și subcapitolul 6.2), prin care efectul lor și cel al pantei longitudinale, constructiv creată rețelei, favorizează interceptarea și transportul apei către un bazin de înmagazinare. Drenurile sunt amplasate într-o tranșee filtrantă (filtre granulare: balast, pietriș sau nisip grăunțos) frontal-longitudinal față de curentul freatic cu pantă naturală (fig.5.4.a), sau creată "artificial" prin denivelări în cazul infiltrației apei din râuri (fig.5.4.b); acestea din urmă pot fi alimentate uneori și de apele din terase (versanți).

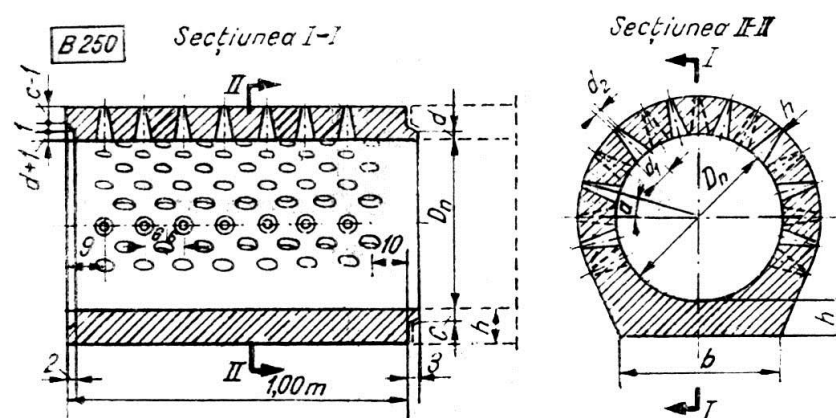


Fig.5.3. Elementele geometrice caracteristice pentru tuburile de drenaj din beton

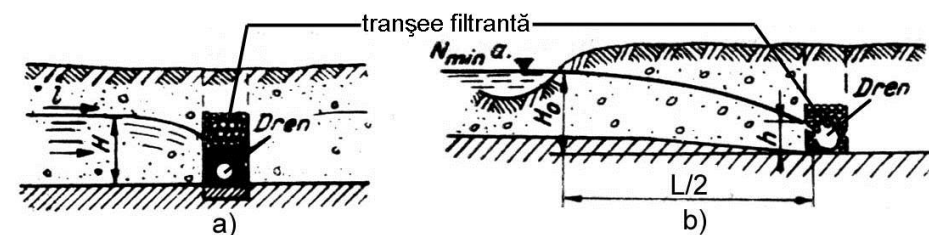


Fig.5.4. Tipuri de captări ale apelor freatice de mică adâncime cu rețele de drenaj tubular orizontal

Pentru captarea apelor subterane de adâncime sau mare adâncime cu nivel liber sau sub presiune se utilizează soluția drenajului vertical cu pompă, respectiv fără. Captările verticale sunt fântâni executate prin forare ($\phi = 100 \dots 1000$ mm, mai rar 1500 mm), săpare, ($\phi = 1,00 \dots 3,00$ m), ori înfigere (puțuri Norton sau abisiniene).

Fântânile forate sunt folosite pentru captarea apelor din straturi acvifere cu nivel liber sau sub presiune cantonate la mare adâncime sau cu mare profunzime. La adâncimi relativ reduse puțurile forate pot merge cu coloane filtrante având diametre mai mari (300 ... 400 mm), iar la adâncimi peste (30 ... 40) m, diametrele coloanelor filtrante și ale coloanelor definitive trebuie alese în funcție de schema și dimensiunile coloanelor de lucru (până la 100 mm).

Detaliile constructive și elementele componente de bază ale unei fântâni sunt prezentate în fig.5.5.

Amplasarea captărilor de apă potabilă trebuie făcută în amonte de centrele populate sau platformele industriale. În cazul amplasării (fortuite) în aval trebuie avută în vedere respectarea normelor de distanță pentru satisfacerea condițiilor de salubritate a captării. La fixarea amplasamentelor trebuie să se aibă în vedere și eventualele posibilități de extindere și în plus, să nu fie afectate de dezvoltările urbane sau industriale prevăzute în planurile de sistematizare.

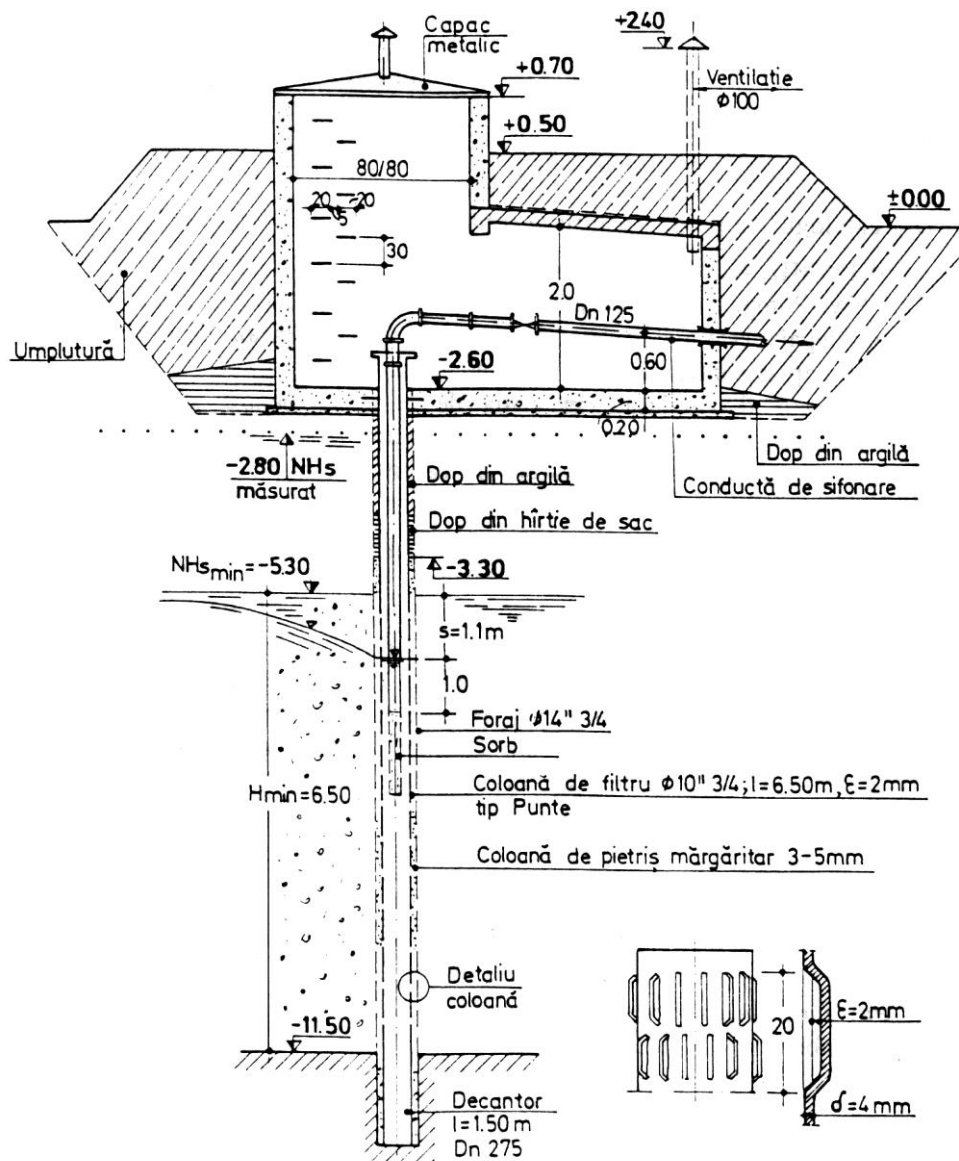


Fig.5.5. Detalii constructive ale unei fântâni forate

Șirul de fântâni se amplasează perpendicular pe direcția de curgere a stratului acvifer, iar în cazul captărilor prin infiltrație din malul râurilor, aproximativ paralel cu acesta.

Perimetrul de captare al fântânilor forate trebuie prevăzut în mod obligatoriu cu o coloană filtrantă. Filtrele pot fi (vezi fig.5.6) din oțel cu fante obținute prin

presare sau tăiere (fig.5.6.a), din bazalt (fig.5.6.b), din material plastic sau din oțel protejat cu material plastic. Este recomandabil ca suprafața golurilor să reprezinte (15 - 30) % din suprafața totală a coloanei. Pentru sporirea eficienței filtrele pot fi prevăzute cu buzunare de nisip (fig.5.6.c).

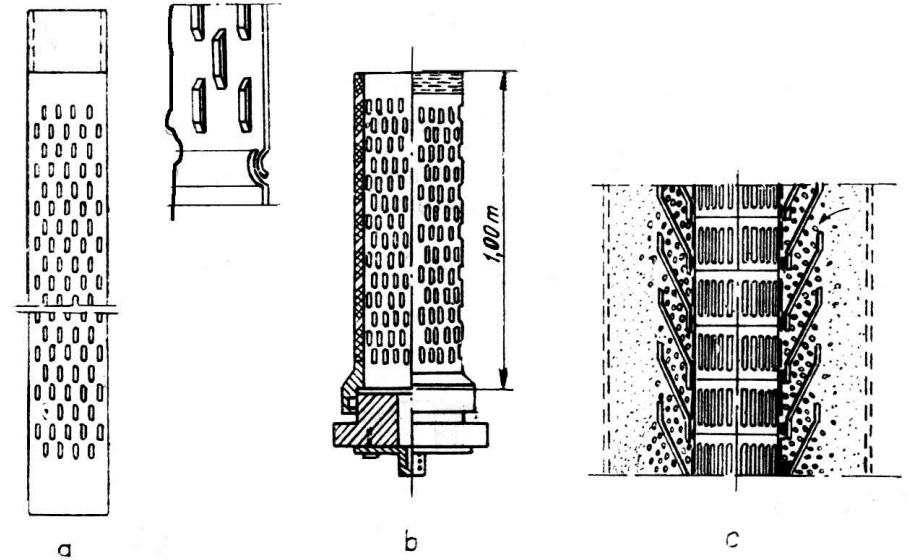


Fig.5.6. Diferite tipuri de filtre pentru fântâni

În plus, pentru prevenirea colmatării coloanei filtrante, acestea sunt protejate cu unul sau mai multe straturi de pietriș mărgăritar (vezi fig.5.5), fiecare cu o grosime de 0,05 m și alcătuite după principiul filtrului invers.

Pentru captările de mare adâncime se elimină o bună parte din neajunsurile execuției și exploatarei dacă se apelează la soluția mixtă a fântânilor forate, cu drenuri radiale.

Soluția *captărilor din apele de suprafață* este cel mai adeseori aleasă. Aceasta pentru că apele de suprafață sunt predominante din punct de vedere cantitativ (se pot realiza captări cu debite capabile cuprinse între 0,20 ... 20,00 m³/s) și au o distribuție relativ uniformă pe suprafața continentelor (excepție zonele de deșert). De asemenea captările de suprafață mai prezintă avantajele distanței mici dintre sursă și beneficiar, al costurilor de execuție și pompare sensibil mai reduse.

În schimb are dezavantajele variației în timp a calității și cerința obligatorie a tratamentelor (decantare, filtrare, dezinfectare, corectare gust, miros), tratamente de care apele subterane, cel mai adesea, nu au nevoie. Stația de tratare are în general costuri destul de ridicate (ca investiție) și necesită o exploatare scumpă (reactivi, personal permanent activ, energie).

O alcătuire generală a schemei de alimentare din surse de suprafață, în două variante, este prezentată în fig.5.7.

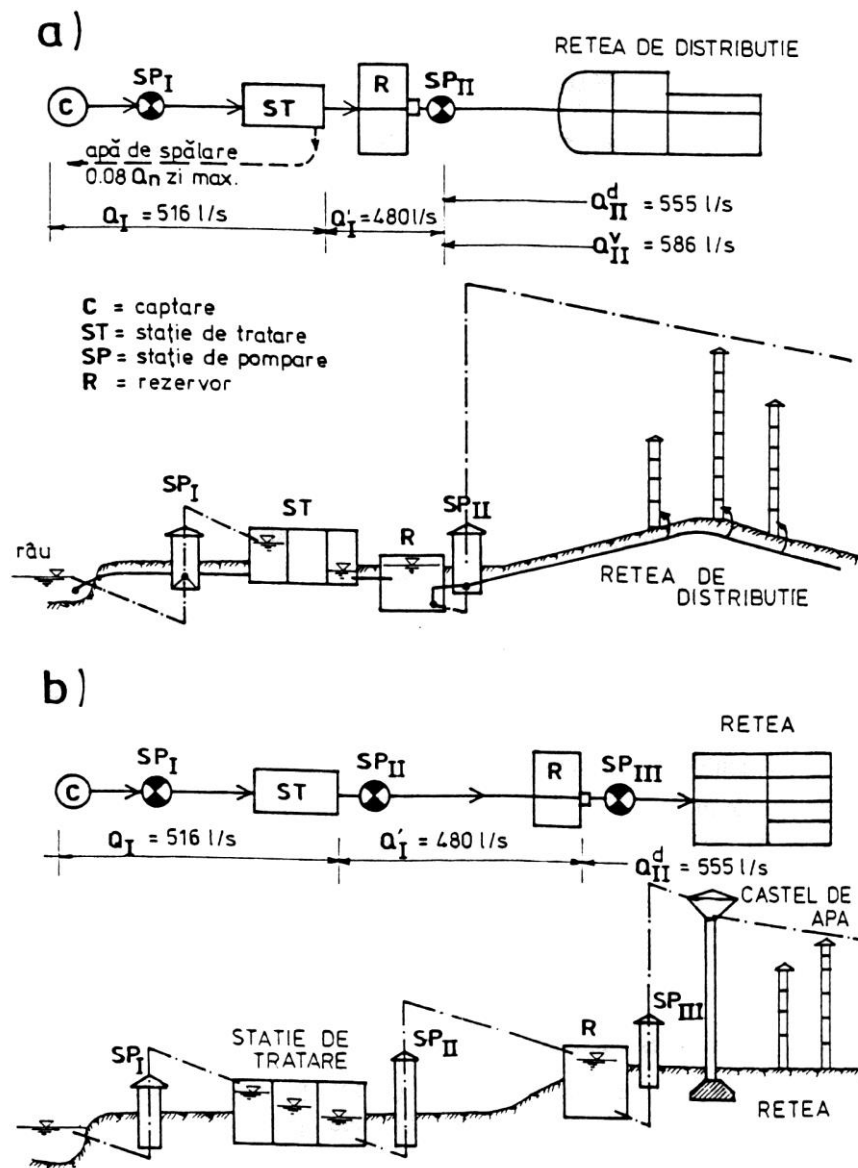


Fig.5.7. Scheme de alimentare cu apă din surse de suprafață. a) captare din râu, stație de tratare, rezervoare și pompare în rețea; b) captare din râu, tratare, rezervor și repompare în castelul de apă ce alimentează rețeaua de distribuție

Captarea apelor de suprafață acumulate în lacurile artificiale (stătătoare) este, cel puțin pentru țara noastră, o soluție de dată mai recentă. Față de apele curgătoare, apele lacurilor de acumulare oferă o serie de avantaje legate de o mai mare stabilitate în timp a calităților (temperatură, turbiditate, conținut chimic etc.).

Apa lacurilor de mică adâncime este de calitate apropiată cu cea a râurilor, prezentând însă oscilații mai mici ale calităților anterior menționate. În lacurile de mare adâncime, temperatura este practic invariabilă tot timpul anului.

Hidromecanica apelor lacurilor este cu mult mai lentă decât cea a apelor râurilor. Aceasta deoarece curenții verticali sunt determinați doar de variațiile de temperatură, iar cei orizontali de afluenți și de vânt. Valorile influențează mișcarea apei doar în straturile superficiale. Totuși, mișcarea apei provoacă o tulburare mai intensă în apropierea malurilor și în zona de fund a lacului. În zonele de adâncime au loc procese de descompunere a substanțelor organice. De aceea aceste ape sunt mai puțin aerisite și în plus nu beneficiază de influența benefică a soarelui.

Din toate aceste motive, cota captării prizei apelor de lac trebuie să se afle, pe cât posibil, la cel puțin 4 m de fundul lacului și pentru a se evita oscilațiile mari de temperatură la cel puțin (4 - 5) m de luciul apei.

Cel mai bun amplasament (atât în plan orizontal cât și vertical) se stabilește prin cercetări complete și sondări amănunțite. Pe o lungă perioadă de timp sunt necesare studii fizico-chimice și biologice pentru a putea fi luate măsurile cerute de standardele calității apei captate spre a putea fi utilizată fără riscuri.

Soluția constructivă a captării acestor ape este asemănătoare golirilor de fund ale barajelor (vezi cap.2), cu deosebirea că sunt amplasate la cote superioare celor de risc față de interceptia aluviunilor și alcătuite într-o rețea (cu două sau mai multe prize sorb, după necesități) de galerii orizontale și verticale executate în corpul barajului sau alături (ocolitor) acestuia. Alcătuirea acestei rețele este astfel realizată încât să permită accesul periodic pentru control și lucrările de întreținere. Prizele sorb sunt așezate într-o construcție de protecție prevăzută cu grătare metalice și site de reținere a aluviunilor mari și mijlocii.

Captarea apelor meteorice este acceptabilă ca soluție, doar pentru alimentarea cu apă a unor colectivități restrânse. Aceste ape pot fi captate pe o suprafață de interceptie (platformă de colectare) special amenajată în acest scop. Sunt utilizabile suprafețele de acoperiș, pavaje, terenuri stâncoase și chiar înierbate. De la suprafața colectoare apa este condusă prin conducte sau canale/rigole acoperite pentru a fi supusă unei limpeziri (decantare mecanică) și dezinfectării, apoi depozitată într-un rezervor sau cisternă, de unde primește calea distribuției la consumatori.

Volumul anual de apă necesar ($V_{an,c}$) trebuie să fie acoperit de volumul captat ($V_{an,c} - m^3/an$), determinabil conform relației:

$$V_{an,c} = c \cdot S \cdot h \quad (5.4)$$

unde: c - este coeficientul mediu de scurgere al suprafeței de colectare S (m^2);
 h (m/an) - este înălțimea totală (cumulată) a precipitațiilor căzute într-un an.

Tratarea apei (îmbunătățirea calităților acesteia) este o operațiune cel mai adesea obligatorie, cu precădere atunci când sursa de alimentare este din apele de suprafață. Aceasta pentru că prin contactul cu mediul înconjurător și în special cu rocile (în sectorul superior/montan) pe care le străbate apa în circuitul ei natural, se

mineralizează și se impurifică, ajungând să conțină o serie de substanțe dizolvate sau în suspensie, care-i imprimă caracteristicile organoleptice, fizice, chimice, biologice și bacteriologice.

Proprietățile apei în starea ei naturală nu satisface, de cele mai multe ori (mai ales în cazul apelor din surse de suprafață) condițiile de calitate cerute de consumatori. Corectarea calității apei, în vederea satisfacerii exigențelor impuse de diverse utilizări, se realizează prin procese de tratare, determinate de natura și starea de dispersie a substanțelor minerale sau organice conținute în apă, substanțe care, după caz, trebuie total sau parțial eliminate. Substanțele minerale sau organice se pot găsi în trei stări de dispersie: ca substanțe dizolvate, ca suspensii coloidale și ca suspensii gravimetrice.

Substanțele dizolvate în apă sunt dispersii moleculare (soluții). În apă pot fi dizolvate substanțe minerale (cloruri, carbonați și bicarbonați, oxizi, dioxizi, azotați de sodiu, potasiu, calciu, fier, siliciu etc.), substanțe organice (resturi vegetale și animale, compuși conținând carbon, hidrogen, oxigen, azot), sau gaze (oxigen, azot, dioxid de carbon, metan, hidrogen sulfurat). Substanțele dizolvate în apă atribuie acesteia reacția caracteristică pH care are o deosebită importanță, în special la tratarea cu coagulanți. În acest context se stabilesc anumite limite admisibile pentru conținutul în substanțe dizolvate, pentru duritate, alcalinitate sau agresivitate față de construcțiile cu care vin în contact.

Suspensiile coloidale, sunt constituite din cele două faze, apa și substanța în suspensie, care se prezintă sub formă de particule de mai multe molecule (compuși de aluminiu, siliciu, fier și compuși organici). Datorită forțelor superficiale, de la suprafața de separație dintre apă și particule, suspensiile coloidale nu au decât o slabă tendință de depunere și pentru separarea lor din apă este necesar să se trateze apa cu un coagulant (de obicei un hidrat metalic) care are proprietatea de a aglomera aceste particule în suspensie coloidală aducându-le în starea de suspensie gravimetrică, pentru a putea fi astfel separate din apa de decantare și filtrare. Din categoria substanțelor organice în suspensie fac parte și microorganismele vii (planctonul). Această floră și faună dă indicații asupra compoziției chimice a apei, precum și a stării sanitare a acesteia.

Proprietățile fizice, chimice și bacteriologice ale apei la sursă și condițiile de calitate cerute de consumator determină procesele tehnologice de tratarea apei. Tehnologia de tratarea apei reproduce de fapt diversele fenomene fizice, chimice și bacteriologice naturale de epurare și autoepurare a apei, intensificându-le. În acest context, la alegerea schemei tehnologice de tratare a apei trebuie alese instalațiile și construcțiile care asigură procesul de tratare cel mai eficient și în același timp cel mai simplu din punct de vedere tehnologic.

Este recomandabilă adaptarea fluxului tehnologic "în cascadă", folosind aducțiunea sau pomparea apei de la sursă la o cotă suficientă pentru a trece apoi prin gravitație în toate treptele de tratare. Această dispoziție a stației de tratare asigură pe lângă economia de energie de pompare, o exploatare mai sigură și mai simplă.

Dacă amplasamentul avut la dispoziție nu permite așezarea în trepte ("cascadă") a diferitelor compartimente ale stației de tratare, acest flux optim poate fi realizat prin concentrarea instalațiilor în construcții unice de tip grupat și etajat. Se obțin astfel avantaje tehnice și economice, aferente spațiului utilizat și a volumului de lucrări necesare (mai ales în rețelele de conducte și canale) sau unei exploatare mai simple).

Între mai multe scheme tehnologice posibile de tratarea apei, alegerea se face pe baza unor calcule tehnico-economice amănunțite, cu luarea în considerare și a siguranței în funcționare sau simplității în exploatare.

Cazurile cele mai frecvente de tratare a apei și treptele tehnologice corespunzătoare sunt date, orientativ, în tabelul nr.5.2.

Schemele tehnologice, pentru cazurile 1 și 4 din tabelul nr.5.2, într-o descriere generală, sunt prezentate în fig.5.8 (pentru tratarea apelor de suprafață din râuri) și fig.5.9 (pentru apele subterane).

Procesul tehnologic al îmbunătățirii calității apei captate din sursă, cuprinde o serie de operațiuni, între care cele mai importante sunt: deznisiparea, decantarea, coagularea, filtrarea, dezinfectarea și alte tratări speciale pentru corectarea unor proprietăți fizice, chimice și organoleptice.

Deznisiparea, este operația de accelerare a depunerii/separării particulelor de nisip (particule cu diametrul mai mare de 0,2 mm) aflate în suspensie în apa captată. Această etapă de tratare a apei, care durează 2 - 3 minute cu scopul de a reține (25 - 30)% din suspensiile grele, se realizează cu ajutorul unor construcții special amenajate numite *deznisipatoare*. Depunerea, deci separarea suspensiilor grele este favorizată de viteza foarte mică de mișcare a apei din deznisipatoare, viteză determinată de panta și forma specială a acestor construcții. Funcție de direcția curentului apei din bazinul de sedimentare, deznisipatoarele pot fi orizontale sau verticale.

Deznisipatoarele orizontale sunt cel mai adesea folosite, deoarece permit o execuție mai lesnicioasă mai ales în cazul existenței stratului freatic la mică adâncime. Sunt alcătuite dintr-o cameră de acces, una de liniștire, o cameră de sedimentare și una de colectare a apei deznisipate. Pentru reținerea corpurilor plutitoare, înaintea bazinului/camerei de sedimentare, se prevede un grătar înclinat (2:1) din bare metalice cu interspații de (0,04 - 0,05) m. Viteza printre barele grătarului trebuie să fie de (0,4 - 0,5) m/s, iar dimensionarea și forma bazinului de sedimentare să asigure o viteză de curgere de (0,10 - 0,50) m/s.

Decantarea, este procesul de sedimentare prin care se depun cca. (80 - 95)% din substanțele aflate în suspensie în apă. Această depunere are loc fie pe cale pur fizică datorită gravitației, fie pe cale fizico-chimică în urma tratării apei cu un coagulant. Pentru ca decantarea să se realizeze în mod eficient, trebuie ca apa să staționeze sau să aibă o viteză foarte mică (0,001 ... 0,020 m/s). Decantoarele staționare (apă în repaus / $v = 0$ m/s) sunt o variantă la care s-a renunțat deoarece au o funcționare intermitentă și cu o exploatare greoaie.

Decantoarele cu funcționare continuă, în conformitate cu direcția de mișcare a apei în bazin, pot fi orizontale, verticale sau radiale.

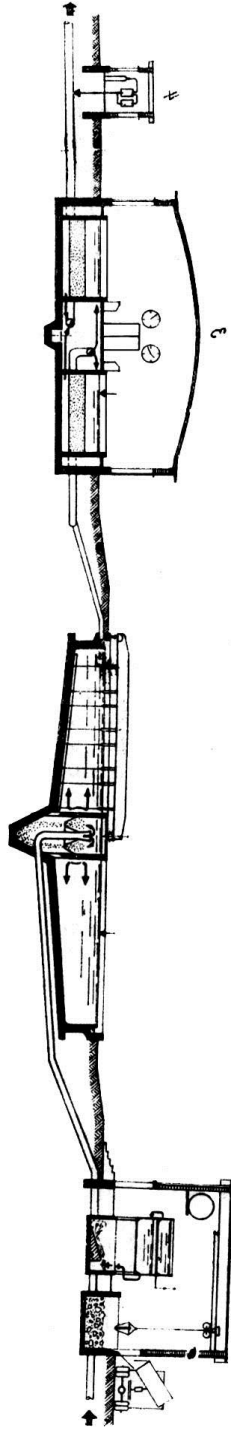


Fig. 5.8. Schema stației de tratare a apei de râu.

1- stație de coagulant; 2- decantor radial; 3- filtre rapide deschise; 4- stație de clorinare

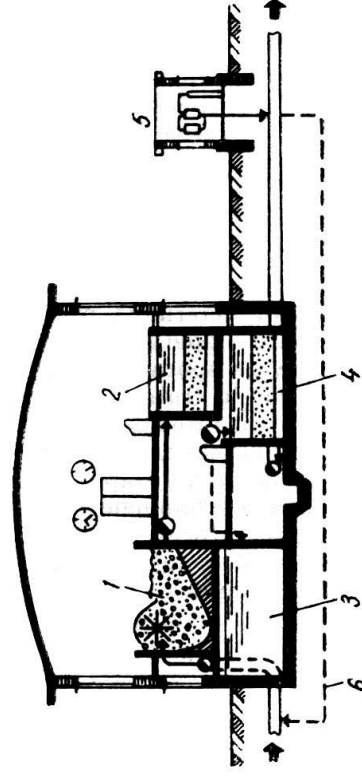


Fig. 5.9. Schema stației bloc de tratarea apei subterane.

1- bazin de aerare;

2- preaplin; 3- bazin de apă pentru

spălare; 4- filtre; 5, 6- stații de clorinare și preclorinare (în unele cazuri)

Tabelul 5.2. Indicații privind necesitățile de tratare a apei

Nr. crt.	Apa de tratat	Categoria de utilizare a apei	Instalații de tratare				Observații		
			Aerare (oxidare)	Tratare cu coagulant sau alți reactivi	Decantare	Filtrare		Dedurizare	Dezinfectare
1.	Apă de râu	Potabilă Industrială	- -	o n ^{b)}	o n	o n	n ^{a)} n	0 -	o = obligatorii n = necesare de la caz la caz
2.	Apă de lac	Potabilă Industrială	- -	n ^{c)} n	- -	o -	n n	0 -	a) Când duritatea apei depășește 30 grade sau limita cerută de apă industrială
3.	Apă subterană	Potabilă Industrială	- -	- -	- -	- -	n n	0 -	b) În cazul în care decantarea fără coagulant nu realizează limpezirea necesară admisă
4.	Apă subterană mineralizată cu Fe, Mn, CO ₂ peste limitele admisibile	Potabilă Industrială	o o	n ^{d)} n ^{d)}	n n	o n	n n	0 -	c) Când apa conține alge sau este colorată
5.	Apă subterană de duritate mare	Potabilă Industrială	- -	o n	n n	n n	o ^{a)} n	n -	d) În cazul în care fierul este de origine organică sau în compoziți humici
6.	Apă subterană cu CO ₂ agresiv	Potabilă Industrială	o o	- n	- -	n ^{e)} n ^{e)}	n n	n -	e) În general filtre cu marmură granulată

Decantoarele orizontale sunt bazine prin care apa circulă în sens orizontal, cu o viteză aproximativ constantă, firele de curent fiind paralele. Un asemenea decantor este alcătuit din (vezi fig.5.10) camera de distribuție, camera de reacție (1), camera de decantare (2) și cea de colectare a apei decantate.

Decantoarele verticale se utilizează doar în zonele unde nu există spațiu suficient și numai pentru instalații mici (cu un debit de tranzit sub $15.000 \text{ m}^3/\text{zi}$). Sunt bazine de formă cilindrică sau, arareori, paralelipipedică, acoperite sau nu, prin care apa circulă de jos în sus.

Decantoarele radiale, soluție constructivă de dată mai recentă, sunt bazine de formă cilindrică ($D/H > 6$) în care sedimentarea/decantarea este realizată prin mișcarea de rotație imprimată apei, de brațele raclorului (1, vezi fig.5.11), cu viteză $\omega \cong 0,01 \text{ m/s}$. Brațele raclorului determină simultan și colectarea nămolului spre camera centrală (3), de unde acesta este evacuat prin pompare sau sifonare în conductele de refulare din galeria (2), acoperită cu dale de beton și amplasată sub radierul decantorului. Apa decantată este colectată în jgheabul superior de contur.

Coagularea suspensiilor din apă este o etapă a procesului tehnologic de tratarea apei, destinată eficientizării decantării. Coagularea realizează precipitarea rapidă în flacoane mari a materiilor coloidale conținute de apa captată din sursă.

Coagularea constă, în principal, din aglomerarea particulelor coloidale din apă în urma neutralizării câmpului magnetic al acestora, care le ține în echilibru, prin disiparea în apă a particulelor de coagulant cu sarcini electropozitive. Precipitatul care se formează, aglomerează în cădere sau în timpul agitării lente din camerele de reacție ale particulelor, determinând astfel și acțiunea de eliminare a materiilor organice și, în anumite condiții de fixare, a substanțelor care colorează apa.

Alegerea tipului de coagulant și a dozelor necesare se face în funcție de apa de tratat și se stabilește prin studii de laborator. Dozele de coagulant sunt direct proporționale cu conținutul de coloizi și de materii organice din apa brută. Materiile organice influențează dozele de coagulant după natura lor. Cel mai folosit coagulant pentru tratarea apelor de suprafață curgătoare este sulfatul de aluminiu (doze între $25 \dots 100 \text{ mg}/\ell$).

Filtrarea apei este de regulă, ultima etapă în schema tehnologică a unei stații de tratare pentru limpezirea apei. Această etapă este realizată cu ajutorul stratelor filtrante, constituite cel mai adesea din nisip cuarțos; acesta reține suspensiile conținute în apa decantată, prin efectul de sită și absorbție.

Filtrele, din punctul de vedere al vitezei de filtrare, pot fi lente, rapide, ultrarapide și speciale.

După criteriul presiunii de filtrare a apei, filtrele pot fi cu nivel liber sau sub presiune, iar după cel al alcătuirii constructive, mono sau bistratificate.

Între acestea, filtrele rapide realizează reținerea suspensiilor în toată masa stratului de nisip filtrant, dar într-o cantitate mai mare în partea superioară a acestuia. Reținerea particulelor fine aflate în suspensie din apa nefiltrată se face prin absorbție, pe suprafața granulelor de nisip grăunțos. Bacteriile conținute în apă sunt reținute doar parțial; de aceea dezinfectarea apei după filtrarea rapidă este obligatorie.

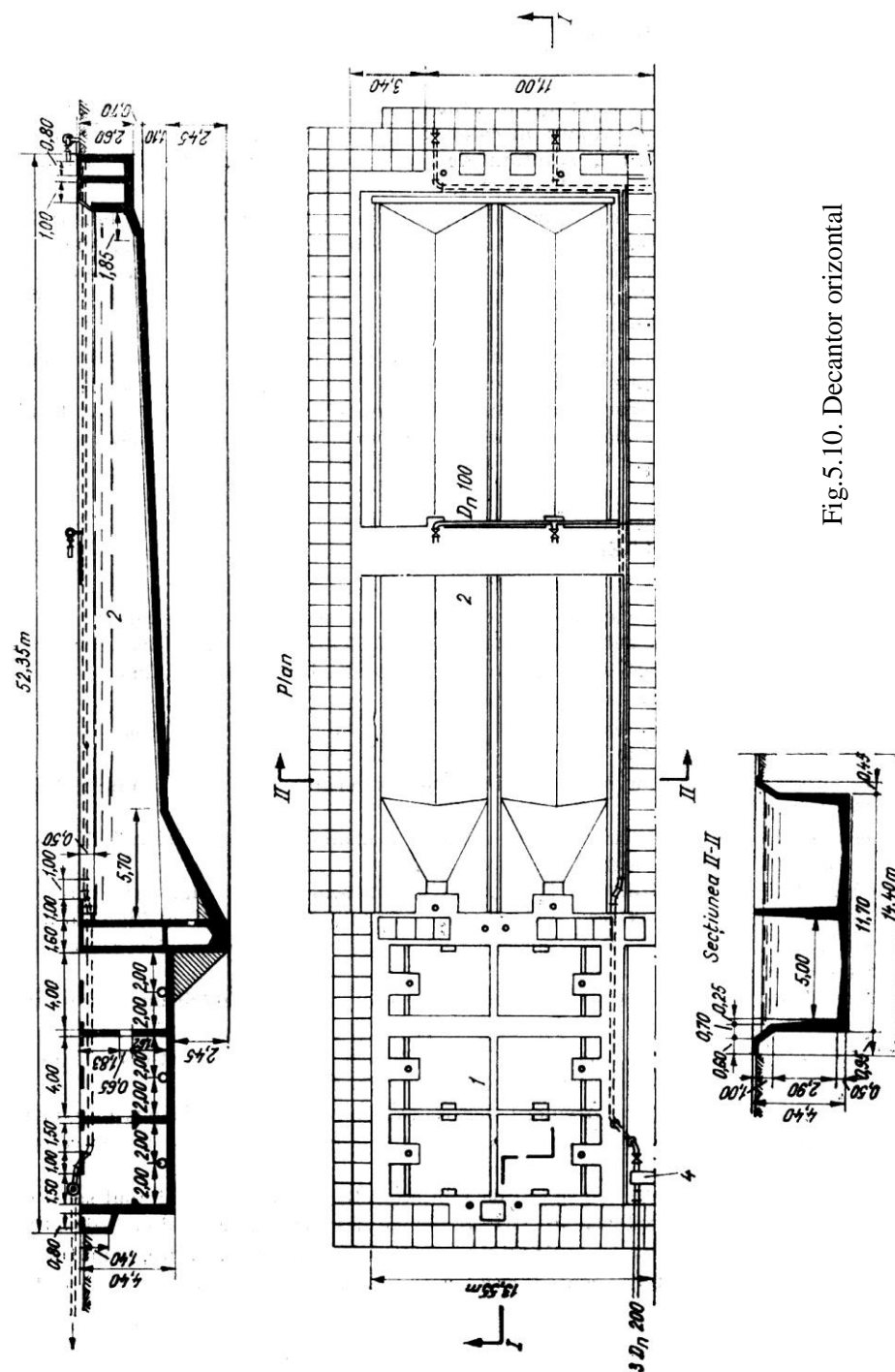


Fig.5.10. Decantor orizontal

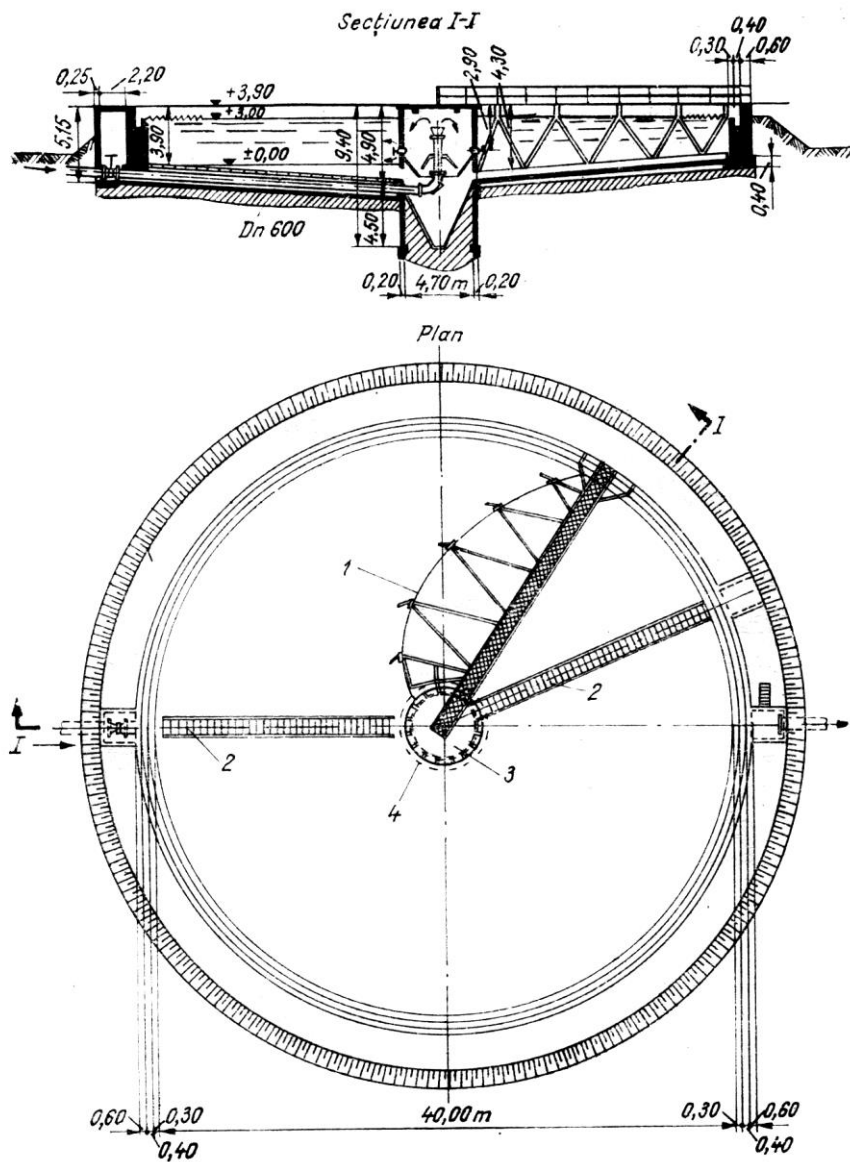


Fig.5.11. Decantorul radial

Filtrele rapide sunt folosite pentru limpezirea apei care provine din surse de suprafață, dar și în procese de tratări speciale (dedurizare, dezinfectare etc.). Pot funcționa, după necesități cantitative, cu nivel liber sau sub presiune. Alcătuirea generală și elementele constructive componente ale acestor două tipuri de filtre sunt prezentate în fig.5.12.a, b.

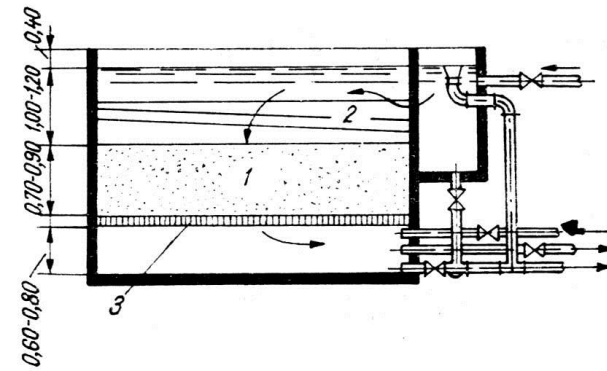
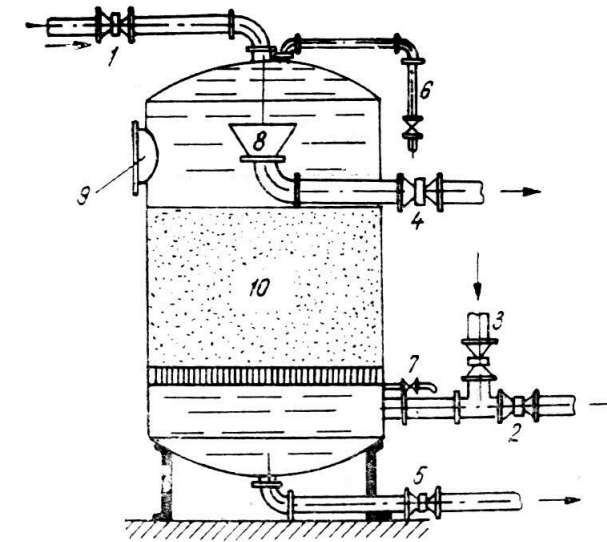


Fig.5.12
a) Schema unui filtru rapid cu nivel liber
1- strat filtrant;
2- jgheaburi;
3- drenaj



b) Filtru rapid închis cuprinzând conductele:
1- de aducțiune a apei în filtru; 2- de evacuare a apei după filtrare; 3- de introducerea apei de spălare ce deversează în pâlnia 8; 4- de evacuare; 5- de golire a filtrului; 6,7- de evacuare a aerului; 8- pâlnie; 9- gură de vizitare; 10- nisip filtrant

Filtrarea reduce numărul de bacterii conținute în apă, fără însă a o aduce în limitele de potabilitate din punct de vedere bacteriologic, cu precădere în cazul filtrelor rapide. De asemenea, chiar din cauza unor mici neatențități inerente în execuție pe rețeaua de aducțiune / distribuție, se poate produce în anumite condiții infectarea apei. Pentru a preveni aceste efecte nedorite și a menține apa într-un grad de puritate impus de normele igienico-sanitare, este necesară dezinfectarea acesteia.

Dezinfectarea apei se poate realiza prin următoarele metode:

- fizice (tratarea cu electricitate, raze ultraviolete, căldură);
- chimice (tratate cu clor, ozon, permanganat de potasiu);
- biologice (membrana filtrelor lente);
- oligodinamice (tratate cu ionii metalelor grele, argint, cupru).

Între acestea, și în România, cea mai des utilizată metodă este cea de clorinare, deoarece prezintă cea mai mare siguranță și un preț de cost scăzut. De asemenea exploatarea este puțin mai simplă.

Metodele de *tratări speciale* pentru corectarea unor proprietăți fizice, chimice și organoleptice ale apei, sunt necesare pentru eliminarea gustului, mirosului și culorii acesteia, pentru răcire, defेरizare, demanganizare, corectarea durtății, eliminarea gazelor (CO_2 și uneori H_2S), desalinizare, sau pentru fluorizare; de asemenea pentru îndepărtarea uleiurilor și fenolilor, a materiilor organice sau algelor și reducerea elementelor radioactive.

Aceste tratări sunt necesare, în special apelor subterane mineralizate, dar și apelor de suprafață poluate de deversările industriale sau pentru îndeplinirea unor condiții calitative cerute de consumatorii industriali. Marea majoritate a tratamentelor speciale sunt necesare apei potabile.

5.1.3. Conducte de aducțiune și rețele de distribuție

Conductele și lucrările accesorii care servesc pentru transportul apei între diferitele instalații tehnologice ale alimentărilor cu apă de la sursă la stația de tratare, de la aceasta din urmă la rezervoarele de înmagazinare, sunt numite *conducte de aducțiune*, sau pe scurt, aducțiuni.

Conform criteriului presiunii de regim (funcționare), aducțiunile pot funcționa cu nivel liber (gravitațional), caz în care ele pot fi închise sau deschise (canale), sau sub presiune, când transportul se realizează prin gravitație sau prin pompare (cu energie furnizată de stațiile de pompare).

Conductele de aducțiune necesită investiții importante în cadrul ansamblului sistemului de alimentare cu apă, putând ajunge uneori la valori de (70 - 80) % din costul total al lucrărilor. În acest context, alegerea materialului conductelor, stabilirea diametrelor economice, a traseelor și mijloacelor de execuție adecvate trebuie făcute cu cea mai mare atenție, pe baza unor studii tehnico-economice bine fundamentate. Realizarea unor conducte care să asigure în timp o bună funcționare și exploatare simplă, mai ridică, de asemenea, probleme în legătură cu lucrările auxiliare aferente: traversări de râuri și căi de comunicație, masive de sprijin și ancoraj, dispozitive de protecție contra suprapresiunilor, cămine de vane, de aerisire și golire. De asemenea o proiectare și realizare eficientă, mai ridicată și măsuri referitoare la protecția coroziunii sau agresivității agenților exteriori, sau chiar a apei transportate aferente monitorizării funcționării și debitmetriei.

O proiectare eficient tehnico-economică a aducțiunilor (cu funcționare, atât sub presiune cât și cu nivel liber - canale) ia în considerare următoarele elemente (date) de bază:

- debitul transportat (Q - m^3/s), secțiunea de curgere (S - m^2), raza hidraulică a secțiunii de curgere (R - m), panta de pozare (i_i) și cea hidraulică/piezometrică (i_p) și coeficientul de rugozitate caracteristic

materialului și finisajelor pereților interiori ai conductei/canalului (k/n), vitezele admisibile de curgere (v - m/s);