

Capitolul 5

GOSPODĂRIEA CALITATIVĂ A APELOR

5.1. Surse de poluare

Apa, așa cum se găsește în sursele naturale neinfluențată de om nu este o substanță pură. Ea conține, dizolvate sau dispersate diferite substanțe din rocile sau din aerul cu care a venit în contact, substanțe care determină modificări naturale ale calității. Activitatea omenească mărește considerabil posibilitatea ca apa să vină în contact cu diferite alte substanțe și să-și modifice astfel, în mod artificial, caracteristicile sale calitative.

Unele din aceste modificări naturale și artificiale nu influențează posibilitatea de folosire normală a apei. Altele pot face apa inutilizabilă pentru unu sau mai multe scopuri. Se folosesc diferiți termeni (fig. 5.1) pentru a indica modificarea caracteristicilor calitative ale apei:

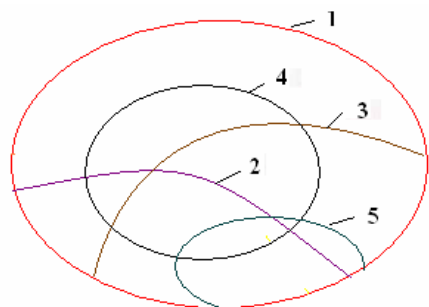


Fig. 5.1. Zonele principalilor termeni

- 1 – *impurificarea*, cu zona cea mai întinsă și se referă la orice alterare indiferent de cauză și de modul în care se manifestă;
- 2 – *murdărirea*, care poate fi datorată fie activității omului, fie unor cauze naturale, dar își limitează zona la cazurile de impurificare cu efecte perceptibile direct prin simțuri;

- 3 – *poluarea*, care cuprinde numai formele de impurificare datorate acțiunii omului;
- 4 – *degradarea*, care se referă la cazurile de impurificare de orice fel, a căror intensitate face ca apa să nu mai poată fi practic folosită;
- 5 – *otrăvirea apei*, care reprezintă poluarea cu substanțe toxice.

Ținând seama de cele de mai sus, acțiunile de protecție a calității apei se pot defini ca acțiuni de prevenire și de combatere a impurificării și îndeosebi a poluării apelor.

Sursele de poluare se pot împărți în două categorii distincte:

- *surse organizate*, care produc murdărirea în urma evacuării unor substanțe în ape prin intermediul unor instalații destinate acestui scop (orașe canalizate, evacuări de industrii sau crescătorii de animale etc.);
- *surse neorganizate*, care produc murdărirea prin pătrunderea necontrolată a unor substanțe în ape (localități necanalizate etc.).

După *acțiunea lor în timp*, sursele de poluare se pot grupa în modul următor:

- surse de poluare permanente;
- surse de poluare nepermanente;
- surse de poluare accidentale.

După *modul de generare a poluării*, sursele de poluare pot fi împărțite în:

- surse de poluare naturale;
- surse de poluare artificiale datorate activității omului, care la rândul lor pot fi subdivizate în: ape uzate și depozite de deșeuri.

Referitor la apele subterane, sursele de impurificare provin din:

- impurificări cu ape saline, gaze sau hidrocarburi produse ca urmare a unor lucrări miniere sau foraje;
- impurificări produse de infiltrațiile de la suprafața solului a tuturor categoriilor de ape, care produc și impurificarea dispersată a surselor de suprafață;
- impurificări produse de secțiunea de captare, din cauza nerespectării zonei de protecție sanitară sau a condițiilor de execuție.

Este interesant de semnalat marea diversitate a substanțelor impurificatoare care s-au găsit și se găsesc în sursele de alimentare cu apă:

- compuși anorganici, care se acumulează în sedimentele din albie;
- compuși organici biogeni cu o degradare biologică rapidă;
- compuși organici refractori, cu o degradare foarte lentă.

Sursele naturale de poluare a apelor sunt în cea mai mare parte a lor surse cu caracter permanent. Ele provoacă adesea modificări importante ale caracteristicilor calitative ale apelor, influențând negativ folosirea lor. Cu toate că, în legătură cu aceste surse, termenul de poluare este oarecum impropriu, el trebuie considerat în sensul pătrunderii în apele naturale a unor cantități de substanțe străine, care fac apele respective improprii folosirii.

Principalele condiții în care se produce poluarea naturală a apelor sunt:

- Trecerea apelor prin zona cu roci solubile (zăcăminte de sare, de sulfați etc.) constituie principala cauză de pătrundere a unor săruri în cantități mari în apele de suprafață sau în straturile acvifere. Un caz deosebit îl prezintă rocile radioactive, care pot duce la contaminarea unor ape de suprafață sau subterane.
- Trecerea apelor de suprafață prin zone cu fenomene de eroziune a solului provoacă impurificări prin particulele solide antrenate, în special dacă solurile sunt compuse din particule fine cum sunt cele din marne și argile, care se mențin mult timp în suspensie.
- Vegetația intensă acvatică, fixă sau flotantă în special în apele cu viteză mică de scurgere și în lacuri, conduce la fenomene de impurificare variabile în timp, în funcție de perioadele de vegetație.
- Vegetația de pe maluri produce și ea o impurificare, atât prin căderea frunzelor, cât și prin căderea plantelor întregi. Elementele organice sunt supuse unui proces de putrezire și descompunere, care conduc la o impurificare a apelor, în special în perioade de ape mici sau sub pod de gheață.

Surse de poluare accidentală naturale sunt în general rare. Ele se datorează unor fenomene cu caracter geologic cum poate fi: pătrunderea unor ape puternic mineralizate în straturile subterane sau în apele de suprafață, în urma unor erupții sau a altor activități vulcanice, a deschiderii unor carsturi etc.

Surse de poluare permanentă artificială: principala sursă de poluare permanentă o constituie restituțiile de ape după utilizarea lor de către folosințe. După proveniența lor există următoarele categorii de ape uzate: ape uzate menajere, ape uzate publice, ape uzate industriale, ape uzate de la unități agrozootehnice și piscicole, ape uzate rezultate din satisfacerea nevoilor tehnologice proprii de apă a sistemelor de canalizare, ape uzate de la spălatul și stropitul străzilor și incintelor, ape meteorice infectate.

□ **Determinarea gradului de poluare a apelor**

O problemă importantă o constituie determinarea gradului de poluare a apelor. Este uzuală încadrarea apelor în diferite categorii de calitate, în țara noastră apele sunt încadrate în cinci categorii după folosințele pe care le deservește [Legea 310/2004].

Condițiile de calitate pe care trebuie să le îndeplinească apa emisarului după evacuarea apelor uzate se referă la caracteristicile organoleptice, fizice, chimice și bacteriologice ale apei. Sistemul este completat cu indicatori biologici, care caracterizează schimburile ce se petrec în faună și flora acvatică ca urmare a impurificării cu substanțe organice biodegradabile și a consumului de oxigen. Categoriile respective reprezintă un ghid pentru protecția calității apelor, dar nu exclud efectuarea studiilor unor scheme de gospodărire a calității apelor cu analize de optimizare economică a soluțiilor și implicit a calității apelor pe diferite tronsoane de cursuri de apă (cu condiția nedepășirii limitei admisibile din punct de vedere ecologic).

Un criteriu de apreciere poate fi cel al indicatorilor biologici și bacteriologici de calitate prin stabilirea grupului de bacterii coli. Acești indicatori permit o apreciere a calității absolute a apei, însă nu și a gradului de poluare produs de diferite surse de impurificare.

O posibilitate de stabilire a unui asemenea indicator îl constituie cel al deficitului de specii D_x , care pornește de la constatarea că mulțimea și natura formelor de viață acvatică dintr-o anumită zonă a unei ape de suprafață reflectă și intensitatea poluării apei în acea zonă. Ca atare [Gh. Crețu, 1980]:

$$D_x = \frac{A_0 - A_x}{A_0} \cdot 100 [\%]$$

unde: A_0 – numărul de specii dintr-o stație martor în amonte de zona poluată;

A_x – numărul de specii din zona poluată.

Din punctul de vedere al protecției mediului condiția care trebuie impusă este cea de a se realiza în aval de punctele de deversare ale apelor uzate un deficit de specii teoretic nul, practic un deficit de specii admisibil (stațiile de epurare au randamente limitate).

Prin caracteristicile calitative ale apelor s-au înțeles proprietățile fizice, chimice și biologice ale apelor naturale înainte sau după trecerea lor prin lucrările de gospodărire a apelor în scopul utilizării lor pentru folosințe sau la apele din circuitul folosințelor, atât în partea de alimentare cât și în partea de evacuare.

Principalele caracteristici care se urmăresc sunt:

- caracteristicile fizice: impuritățile fizice constituite din substanțele insolubile, substanțele coloidale, depunerile, suspensiile, materiile plutitoare, temperatura, culoarea, mirosul și gustul;
- caracteristicile chimice: conținutul în oxigen, reacția activă (pH), concentrația în substanțe toxice, radioactive sau în alte substanțe;
- caracteristicile biologice și bacteriologice pentru caracterizarea conținutului apei în bacterii patogene.

Pentru caracterizarea regimului de oxigen, element esențial în desfășurarea proceselor de transformare a substanțelor organice se iau în considerare următorii indicatori:

- oxigenul dizolvat (cantitatea de oxigen care se găsește în soluție în apă), care nu poate depăși ca valoare maximă concentrația de saturație;
- oxigenul chimic necesar (OCN), reprezentând cantitatea de oxigen (mg/l) necesară pentru oxidarea substanțelor organice conținute în apă fără ajutorul bacteriilor;
- oxigenul biochimic necesar (OBN) reprezintă cantitatea de oxigen (mg/l) necesară pentru oxidarea substanțelor organice din ape cu ajutorul bacteriilor, reflectând conținutul de substanțe organice în ape și deci gradul de impurificare a acestora;
- consumul biochimic de oxigen (CBO) reprezintă cantitatea de oxigen consumată pentru oxidarea substanțelor organice într-o anumită perioadă (de exemplu 5 zile CBO_5).

Între ultimii doi indicatori există relația:

$$K_t + L_t = constant$$

unde: k_t – consumul de oxigen biochimic la timpul t de la începutul desfășurării procesului;

L_t – oxigenul biochimic necesar în același moment;

Deoarece atât OBN cât și CBO se indică pentru anumite intervale de timp (Δt) rezultă relația:

$$CBO_{\Delta t} = OBN_{\Delta t}$$

În mod similar caracteristicilor cantitative și calitative variază în diferite secțiuni ale cursului de apă și se reprezintă prin curbe de frecvență și durată. Numeroși indicatori care intervin duc la necesitatea de a se dispune de un indicator sintetic, care ar trebui să țină seama și de variațiile în timp ale caracteristicilor calitative și care deși nu reflectă toate detaliile, permit totuși formarea unei imagini asupra regimului calitativ. Astfel, calitatea apelor este caracterizată printr-un indice sintetic denumit grad de curățenie care variază de la 100 pentru apele foarte curate la 0 pentru apele puternic impurificate.

În cazul în care interesează influența calitativă a apelor de suprafață în alimentarea unei acumulări se poate calcula calitatea amestecului acestor ape pentru fiecare indicator bacteriologic și fizico-chimic, după relația:

$$I_1 = \frac{I_{a1} \cdot Q_{a1} + I_{a2} \cdot Q_{a2} + \dots + I_{an} \cdot Q_{an}}{Q_{a1} + Q_{a2} + \dots + Q_{an}}$$

unde: I_1 – indicatorul rezultat al apei lacului;

$I_{an} \cdot Q_{an}$ – indicatorul, respectiv debitul celui de al n -lea afluent ($n = 1, 2, 3, \dots$).

□ Regimul cursului de apă și regimul apelor uzate

Categoriile de calitate ale cursurilor de apă naturale corespund debitelor medii lunare cu probabilitatea de depășire de 95%.

Analizând curbele de distribuție în regim natural și regularizat se constată că, deși curbele au toate același debit de 95%, alurele lor sunt foarte diferite (fig. 5.2), ceea ce înseamnă că efectele lor asupra calității apelor ar putea să fie și ele diferite,

iar modificările de regim datorate folosințelor pot modifica simultaneitatea apariției probabilității de 95%.

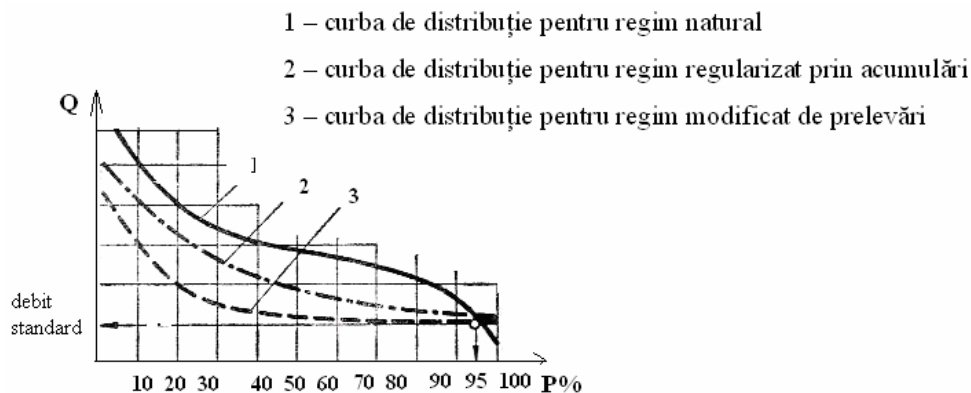


Fig. 5.2. Curbe de distribuție a probabilităților debitelor medii lunare, corespunzând diferitelor regimuri de amenajare, având același debit caracteristic 95%

Aceste considerente duc la concluzia că regimul cantitativ și calitativ al apelor trebuie studiat în detaliu, în primul rând pentru a obține elemente care reflectă în adevăr situațiile critice și în al doilea rând pentru a stabili dacă o situație critică izolată de tipul celei a debitului minim lunar 95% este suficientă și reprezentativă pentru caracterizarea regimului de calitate.

Pentru caracterizarea regimului apelor uzate se iau în considerare caracteristicile tip ale apelor evacuate de beneficiarul de folosință sau caracteristicile de proiect ale stațiilor de epurare, care se admit constante în calculele de gospodărire a calității apelor. În realitate aceste mărimi prezintă variații, astfel încât abordarea caracteristicilor respective pe baze statistico-matematice este importantă și necesară.

□ Diluția și amestecul

Diluția constituie fenomenul prin care concentrațiile de substanțe din apele uzate sunt reduse datorită aportului de ape cu concentrații mai reduse ale emisarului și este definită prin coeficientul de diluție:

$$d = \frac{Q + q}{q} \quad (*)$$

unde: Q – debitul emisarului amonte de punctul de deversare a apelor uzate;

q – debitul de ape impurificate.

După amestecul celor două feluri de ape, cantitatea de substanțe în suspensie sau soluție de un anumit tip (minerale sau organice) se determină prin ecuația:

$$C_{am} = \frac{C \cdot Q + c \cdot q}{Q + q} \quad (**)$$

unde: C_{am} – concentrația de substanțe de un anumit tip în apa amestecată;

C – concentrația în apa emisarului înainte de deversare;

c – concentrația în apa uzată.

Relațiile (*) și (**) se pot aplica în orice moment, debitele (Q , q) și concentrațiile corespunzătoare fiind înregistrate în momentul respectiv.

În cazul aplicării metodelor deterministe este uzual, în prezent, să se considere pentru Q debitul mediu lunar minim cu probabilitatea de 95%, iar pentru q debitul maxim zilnic. Această uzanță este justificată ca aproximație numai dacă există efectiv posibilitatea unei coincidențe a celor două mărimi și dacă simultaneitatea respectivă se realizează în perioadele în care funcționează folosințele, care determină gradul de calitate al râului. În cazul în care cele două condiții anterioare nu sunt respectate se efectuează analize speciale.

Diluția determinată cu relația (*) poate fi folosită în calcule, numai în cazul amestecului complet al celor două feluri de ape. De aceea între punctul de evacuare al apelor uzate și cel de amestec complet, diluția reală (d') este definită prin intermediul unui coeficient de amestec (a) (subunitar, tinzând spre valoarea unitară în punctul de amestec complet):

$$d' = \frac{Q + q}{q} \cdot a$$

□ Autoepurarea

Autoepurarea reprezintă ansamblul proceselor autonome de natură fizică, chimică și biologică prin care emisarii sunt readuși parțial sau total (mai rar) la caracteristicile lor calitative, anterioare poluării.

Cunoașterea procesului de autoepurare, precum și a elementelor care contribuie la aceasta este de o importanță deosebită, deoarece pe emisarii și în zonele unde se poate ține seama de autoepurare, cantitatea de impurități evacuate direct poate fi sporită.

Dintre elementele ce caracterizează procesul de autoepurare și care trebuie studiate, cel mai însemnat îl constituie regimul oxigenului în emisar.

În apa emisarului pe porțiunea luată în considerare pentru autoepurare, oxigenul provine din trei surse: existent înainte de primirea apelor uzate, produs prin fotosinteză de către plantele clorofiliene și aprovizionat prin reaerare.

Concentrația oxigenului dizolvat în râu va fi deci în funcție de două reacții opuse: utilizarea biochimică a oxigenului în timpul descompunerii reziduurilor și reaprovizionarea cu oxigen prin reaerare și fotosinteză.

Consumul de oxigen (X), respectiv oxidările biochimice efectuate în urma acțiunii bacteriilor aerobe se produce în două faze:

- faza primară (a carbonului) în timpul căreia oxigenul se consumă pentru oxidarea substanțelor organice;
- faza secundară (a azotului) în timpul căreia oxigenul se consumă îndeosebi pentru transformarea amoniacului în nitriți și apoi nitrați (nitrificare).

În faza primară, consumul de oxigen (fig. 5.3) este:

$$X_t = L_a(1 - 10^{-k_1 \cdot t})$$

$$L_t = L_a \cdot 10^{-k_1 \cdot t}$$

unde: X_t – cantitatea de oxigen biochimic consumat în timpul scurs până la momentul t (mg/l);

L_t – cantitatea de oxigen biochimic necesar la momentul t (mg/l);

L_a – consumul biochimic de oxigen la 20 zile ($CB0_{20}$) de la momentul inițial al procesului de mineralizare (mg/l);

t – timpul de la începutul procesului de consum și de dizolvare a oxigenului (zile);

k_1 – constanta vitezei de consum a oxigenului în temperatura apei.

În faza secundară – de nitrificare (după ce oxidarea carbonului a ajuns să fie practic terminată) are loc un prim proces de pierdere directă de amoniac gazos în atmosferă.

Cantitatea de oxigen necesar procesului de nitrificare numit oxigen de nitrificare necesar ONN se poate stabili cu relația [C.T. Wezernak și J.J. Gannon]:

$$ONN = 3,22 \cdot \frac{A_1 \cdot 10^{\beta_1 \cdot t - \alpha_1}}{1 + 10^{\beta_1 \cdot t - \alpha_1}} + 1,11 \cdot \frac{A_2 \cdot 10^{\beta_2 \cdot t - \alpha_2}}{1 + 10^{\beta_2 \cdot t - \alpha_2}}$$

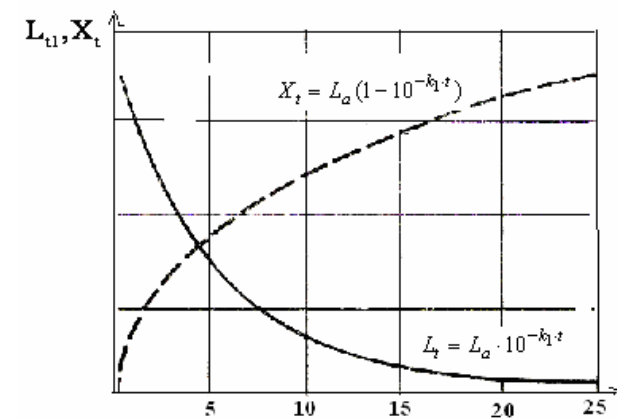


Fig. 5.3. Variația X_t și L_t în funcție de timp

unde: A_1 – limita superioară a azotului amoniacal oxidabil (egal cu concentrația de azot amoniacal în secțiunea amonte a sectorului considerat);

A_2 – limita superioară a azotului nitrit oxidabil (suma dintre concentrația inițială de azot amoniacal și azot nitrit);

α_1, β_1 – constante de oxidare ale azotului amoniacal;

α_2, β_2 – constante de oxidare ale azotului nitrit.

Primul termen al ecuației îl reprezintă oxigenul necesar pentru transformarea amoniacului în nitriți, iar cel de al doilea termen oxigenul necesar pentru transformarea nitriților în nitrați. Constantele se determină pentru fiecare caz în parte prin măsurători în natură.

5.2. Scheme de gospodărirea calitativă a apelor

□ Metode deterministe de calcul

Simultan cu problema asigurării coordonate a apei pentru folosințe trebuie rezolvate și problema calității apei. Aspectele cantitative și cele calitative ale valorificării resurselor de apă sunt rezolvate prin lucrări și măsuri nonstructurale care satisfac în mod coordonat ambele deziderate. [C. Roșu, 1999]

Plecând de la premisele conform cărora calitatea apei reprezintă un element ce se poate distribui rațional pentru toate necesitățile într-o zonă, care reprezintă bazinul hidrografic se poate trage concluzia unui plan (a unei scheme de amenajare), care

să trateze integral probleme legate de gospodărirea resurselor din cadrul bazinului hidrografic.

A. Scheme bazate pe epurarea apelor

Schemele au un caracter dinamic și cuprind:

- date de bază conținând:
 - caracteristici ale folosințelor, surselor de poluare;
 - caracteristici hidrologice și fizico-chimice ale cursurilor de apă;
- harta bazinului hidrografic, pe care se plasează sursele de poluare și folosințele care determină calitatea apei;
- calcule pentru verificarea condițiilor de calitate (d.p.d.v al CBO5, regimului de oxigen, materiilor în suspensie, temperaturii, substanțelor toxice etc.).

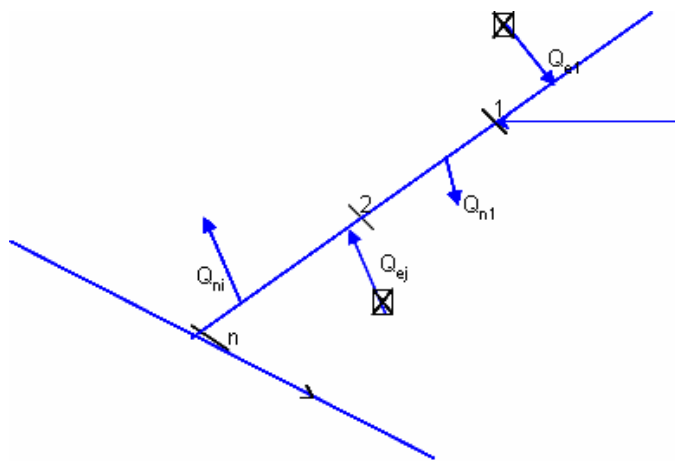


Fig. 5.4. Schemă de gospodărire calitativă bazată pe epurarea apelor

Observație: Influența surselor de poluare neorganizate (influența malurilor, versanților, localităților necanalizate) se poate considera ca efect al acestora ca o poluare inițială a ape emisarului.

Afluenții cursului principal se iau în considerare analog cu evacuările de ape uzate.

- Verificarea condițiilor de calitate d.p.d.v. al CBO5 și al regimului de oxigen (fig. 5.7 - 5.8, fig. 5.10)

$$D = \frac{K_1 \cdot L_a}{K_2 \cdot (e^{-k_1 t_c})}$$

- unde: K_1 – coeficientul care definește viteza consumului de oxigen;
 K_2 – coeficientul care definește viteza de reaerare;
 L_a – CBO inițial al râului la $t = 0$;
 t_c – timpul critic.

- Verificarea condițiilor d.p.d.v al materiilor în suspensie

Algoritmul de calcul (pe sectoare de râu sau puncte de descărcare):

- Evaluarea *cantității totale de suspensii* (C), care urmează a se descărca în emisar, cu relația:

$$C = C_1 \cdot q_1 + C_2 \cdot q_2 + C_3 \cdot q_3 + \dots [kg / zi]$$

unde: C_1, C_2, C_3 – concentrațiile în suspensie ale surselor de poluare;

q_1, q_2, q_3 – debitele de calcul ale surselor de poluare.

- Determinarea *gradului de diluare*:

$$d' = a \cdot \frac{Q + q}{q}$$

- Determinarea *coeficientului de amestec* (fig. 5.9) al apelor emisarului cu apele uzate evacuate:

$$a = \frac{1 - e^{-a} \cdot \sqrt[3]{L}}{1 + \frac{Q}{q} \cdot e^{-a} \cdot \sqrt[3]{L}}$$

unde: a – coeficientul care ia în considerare condițiile hidraulice de amestec;

L – distanța de la secțiunea de evacuare a apelor uzate până la secțiunea de calcul;

- Determinarea *coeficientului α* , care caracterizează condițiile hidraulice de amestec:

$$\alpha = \varepsilon \cdot \varphi \cdot \sqrt[3]{\frac{D_T}{q}}$$

$$D_T = \frac{g \cdot h \cdot V}{37 \cdot \pi \cdot C}$$

unde: ε – coeficientul ce depinde de punctul de evacuare a apelor uzate în secțiunea transversală;

$\varphi = L/l$ – coeficientul de sinuozitate al râului egal cu raportul dintre distanța între secțiunea de evacuare a apei uzate și cea de calcul L ;

D_T – coeficientul de difuzie turbulentă;

h – adâncimea curentului;

V – viteza medie a curentului;

n – coeficientul de rugozitate;

C – coeficientul lui Chezy.

- Distanța de amestec complet al apelor uzate cu apele emisarului:

$$L_{ac} = \left[2.3 \frac{L}{\alpha} \lg \frac{Q}{\left(\frac{100}{p} - 1 \right) \cdot q} \right]^3$$

$$C_{ad} = s_{ad} \cdot (a \cdot Q + q)$$

$$E = C - C_{ad}$$

unde: L_{ac} – distanța de amestec complet;

p – procentul de amestec complet (70...80%);

s_{ad} – concentrația admisibilă;

C_{ad} – concentrația totală de suspensii;

E – cantitatea totală de suspensii ce trebuie reținută în stația de epurare.

- Cantitatea de substanțe în suspensie de un anumit tip

$$C_{am} = \frac{C \cdot Q + c \cdot q}{Q + q}$$

unde: C – concentrația în apa emisarului înainte de deversare;

c – concentrația în apa uzată.

- Verificarea condițiilor d.p.d.v al substanțelor toxice:

$$T = \sum t$$

unde: T – efectul toxic exprimat în procente față de limita admisibilă de toxicitate considerată 100%;

t – concentrația fiecăreia din substanțele toxice prezente concomitent în apă, în raport cu concentrația admisibilă pentru fiecare din ele.

B. Scheme bazate pe asigurarea unor diluții

Aceste scheme pot fi realizate prin:

- sporirea debitelor minime a unor cursuri de apă prin crearea de acumulări sau aducerea unor debite suplimentare prin derivații;
- schemele bazate pe epurarea apelor uzate sau pe sporirea debitelor de diluție se analizează împreună.

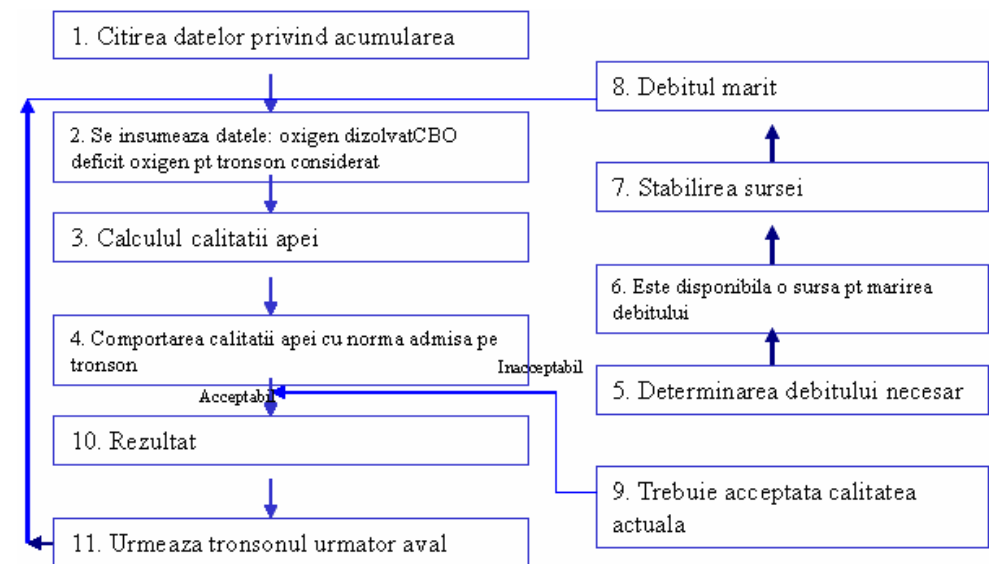


Fig. 5.5. Schemă simplificată a programului de gospodărire a calității apei pe bazin hidrografic

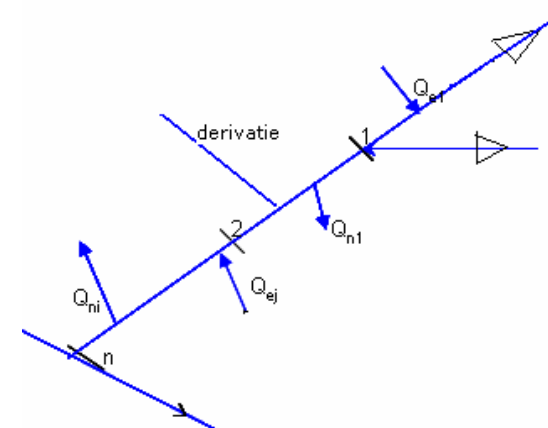


Fig. 5.6. Schemă de gospodărire calitativă bazată pe diluție

C. Scheme integrate

Simultan cu problema protecției calității apelor trebuie rezolvată și problema asigurării coordonate a apei pentru folosințe printr-o schemă complexă și integrată.

- Funcția obiectiv:

$$Z = \min \left(\sum_i A_i + B \right)$$

unde: $A_i = f(x_i)$ – cheltuielile pentru epurarea apelor uzate în punctele i ;

$B = f(y)$ – cheltuielile necesare măsurilor pentru criteriile de optimizare a compensării debitelor;

x_i – gradul de epurare al apelor uzate în punctele i (variabila de decizie);

y – mărimea debitului compensat (variabila de decizie).

□ Metode probabilistice de calcul

În balanța deficitului de oxigen în apele râului intervin ca factori principali, pe de o parte apele uzate epurate descărcate în râu și pe de altă parte și râul receptor cu caracteristicile sale. Practic, ambele sisteme au caracteristici variabile, ceea ce a făcut ca modelele deterministe care reprezintă relațiile dintre eficiența stațiilor de epurare și calitatea apelor râului să fie considerate puțin satisfăcătoare.

Modelul pentru evaluarea riscului de depășire a limitelor admisibile în râu pentru deficitul de oxigen este un model probabilistic, care introduce în raport cu sistemele și modelele deterministe, pe lângă ideea de probabilitate de realizare a depășirii și pe aceea de durată în timp a acestei situații critice. În plus, modelul probabilistic pentru determinarea riscului de depășire a deficitului de oxigen în râu, creează posibilitatea de a reduce costul epurării prin folosirea avantajelor capacității de autoepurare variabilă a râului sau prin utilizarea unui bazin de acumulare a apelor uzate epurate, care să permită înmagazinarea apei epurate în perioadele critice ale râului.

Pentru rezolvarea problemei se utilizează un model probabilistic corespunzător proceselor de tip Markov, procese în care starea de probabilitate la momentul $(t+l)$ este condiționată și poate fi dedusă de starea la momentul anterior t și de matricea de tranziție și a probabilităților, care definește relația între starea de probabilitate a sistemului la momentul t și la momentul $(t+l)$.

Pentru calculul deficitului de oxigen se utilizează relația modificată de T.R. Camp și W. E. Dobbins sub forma:

$$D_t = \frac{k_1}{k_2 - (k_1 + k_3)} \cdot \left[\left(L_a - \frac{R}{k_1 + k_2} \right) \cdot (e^{-(k_1 + k_3)t}) - e^{-k_2 \cdot t} \right] + \frac{k_1}{k_2} \cdot \left[\left(\frac{k_1}{k_1 + k_3} - \frac{A}{k_1} \right) \cdot (1 - e^{-k_2}) \right] + D_a \cdot e^{-k_2 \cdot t}$$

unde: k_3 – constanta vitezei de sedimentare și absorbție (zile⁻¹);

A – producerea sau reducerea de oxigen datorită plantelor acvatice;

R – adăugarea de CBO₅ datorită scurgerilor și eroziunilor;

K_1 – coeficientul care definește viteza consumului de oxigen;

K_2 – coeficientul care definește viteza de reerare;

L_a – CBO inițial al râului la $t = 0$;

D_a – deficitul inițial de oxigen față de saturație la $t = 0$.

Rezultatele obținute prin metodele de calcul anterioare pot fi transpuse în diagrame, prin care se exprimă sintetic indicatorii de calitate ai râului la un moment dat sau pe o anumită perioadă, în raport cu valorile admise. Ele pot fi utilizate atât în proiectarea și exploatarea lucrărilor de gospodărirea calității apelor, cât și în prognoza calității.

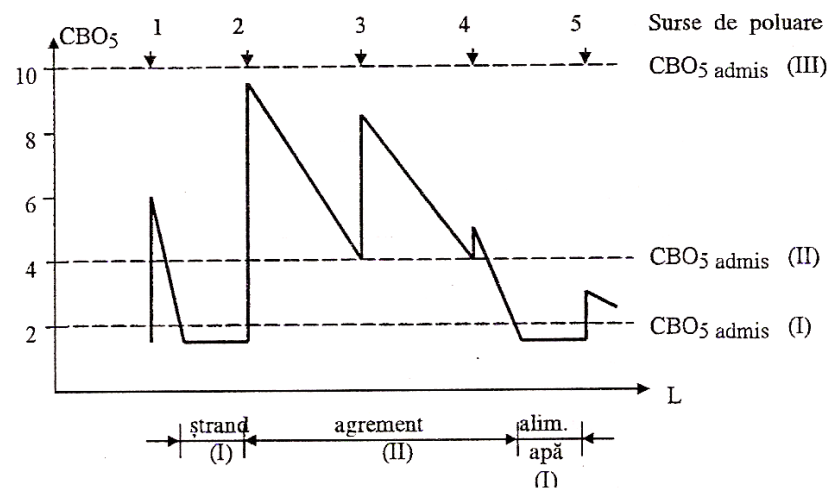


Fig. 5.7. Diagrama CBO₅ în lungul râului X pentru anul Y

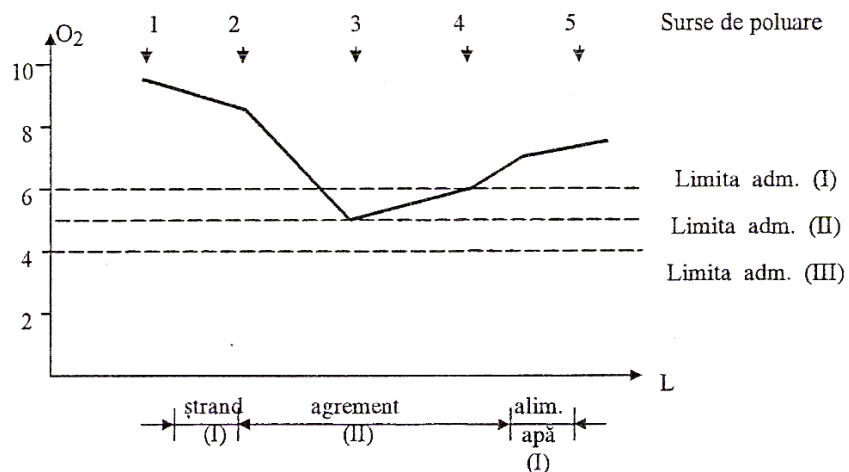


Fig. 5.8. Diagrama O_2 în lungul râului X pentru anul Y

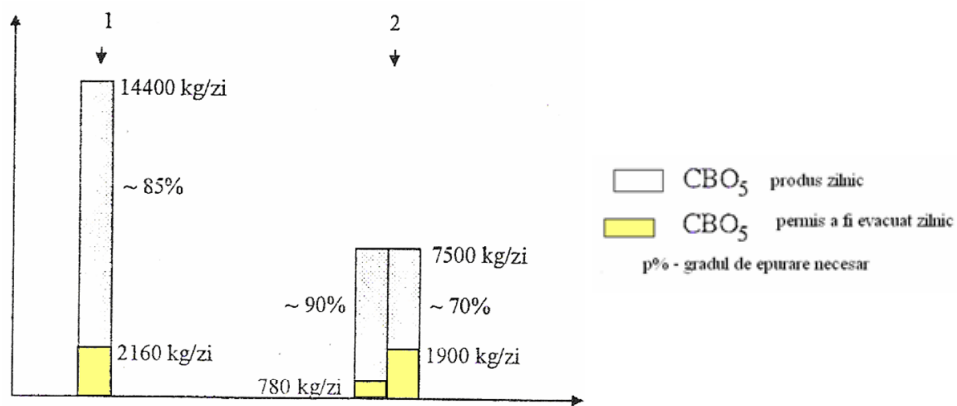


Fig. 5.9. Diagrama gradelor de epurare necesare în lungul râului X pentru CBO_5

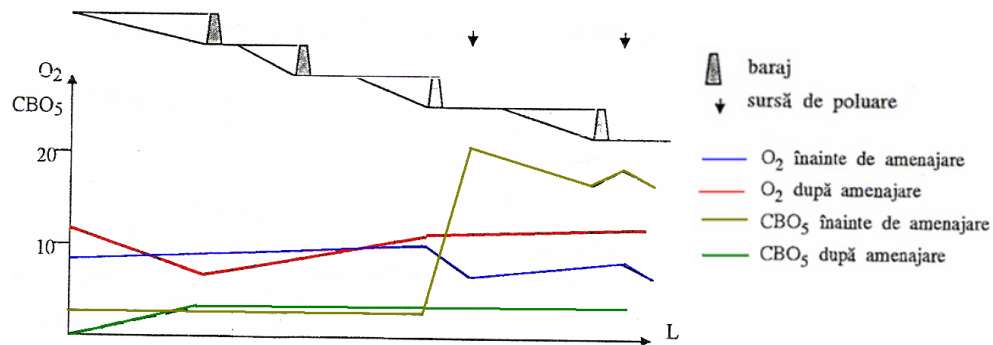
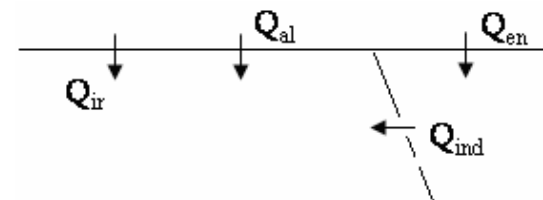


Fig. 5.10. Variația O_2 și CBO_5 înainte și după amenajarea râului

5.3. Probleme

1. Definiți impurificarea / murdărirea / poluarea / degradarea apei.
2. Determinarea gradului de poluare al apei.
3. Ce este diluția / amestecul ?
4. Definiți autoepurarea.
5. Întocmiți o schemă de gospodărire a apelor bazată pe epurarea apelor.
6. Întocmiți o schemă de gospodărire a apelor bazată pe asigurarea unor diluții.
7. Arătați o schemă integrată de gospodărire calitativă.
8. Trasați diagrama care să reflecte caracteristicile calitative ale unui râu.
9. Pentru folosințele din figura de mai jos întocmiți o schemă de gospodărire calitativă bazată pe epurarea apelor uzate.



10. Schema de gospodărire calitativă pentru împiedicarea pătrunderii impurificatorilor (grafic CBO_5 , lungime râu).
11. Schițați un grafic O_2 pe lungimea râului.