

Capitolul 3

DIMENSIONAREA SCHEMELOR DE GOSPODĂRIRE A APELOR PENTRU FOLOSINȚE. SECETA HIDROLOGICĂ

3.1. Întocmirea schemelor de calcul

Schema de amenajare complexă a unui bazin hidrografic se obține suprapunând peste rețeaua hidrografică toate folosințele de apă din bazin precum și posibilitățile de realizare a lucrărilor de gospodărire a apelor.

Pentru rezolvarea problemelor de gospodărire a apelor se determină bilanțul în toate secțiunile caracteristice. În situația unei amenajări complexe, numărul secțiunilor caracteristice fiind mare se recurge la eliminarea numărului de secțiuni de calcul al bilanțului prin întocmirea schemelor de calcul, plecând desigur de la schema de amenajare.

Posibilitățile de reducere a numărului de secțiuni de calcul al bilanțului:

- *Eliminarea din calcul a unor anumite secțiuni:*
 - secțiuni amplasate în zone ce *nu sunt controlate* de lucrări de gospodărire a apelor;
 - secțiuni în care debitele necesare ale folosințelor sunt satisfăcute;
 - secțiuni în care deficitul înregistrat sunt mici.
- *Gruparea folosințelor pe un sector de râu:*
 - gruparea în paralel;
 - gruparea în serie;
 - gruparea mixtă.
- *Determinarea secțiunilor de calcul fictive*
 - în urma grupării folosințelor se obțin secțiunile determinante pe fiecare sector de râu; apoi, aceste secțiuni se grupează în secțiuni de calcul fictive

cumulative pe fiecare tronson de curs de apă; acest tronson cuprinde o lucrare de gospodărire a apelor și folosințele pe care le deservește.

Apar situații în care debitele captate de folosințe într-o secțiune se restituie în mai multe secțiuni (fig. 3.1). În situația în care este necesară introducerea unei secțiuni de bilanț între cele două restituții, sistemul de calcul adoptat permite efectuarea analizelor de bilanț în modul următor:

- se împarte secțiunea reală de prelevare 1 în două secțiuni fictive succesive adiacente: 1.1 și 1.2; în ambele secțiuni se consideră debitele egale cu cele din secțiunea reală 1;
- în secțiunea 1.1 se ia în considerare ca debit prelevat numai cel care se prelevă la C.P.C. și care se restituie parțial aval de secțiunea 2;
- în secțiunea 1.2 se ia în considerare ca debit prelevat numai cel care se prelevă pentru C.E.T. și care se restituie parțial amonte de secțiunea 2; deoarece debitele prelevate de C.P.C. nu se restituie amonte de secțiunea 1.2, acestea intră integral în calcul ca debite consumate (nerestituite) de folosințele din amonte.

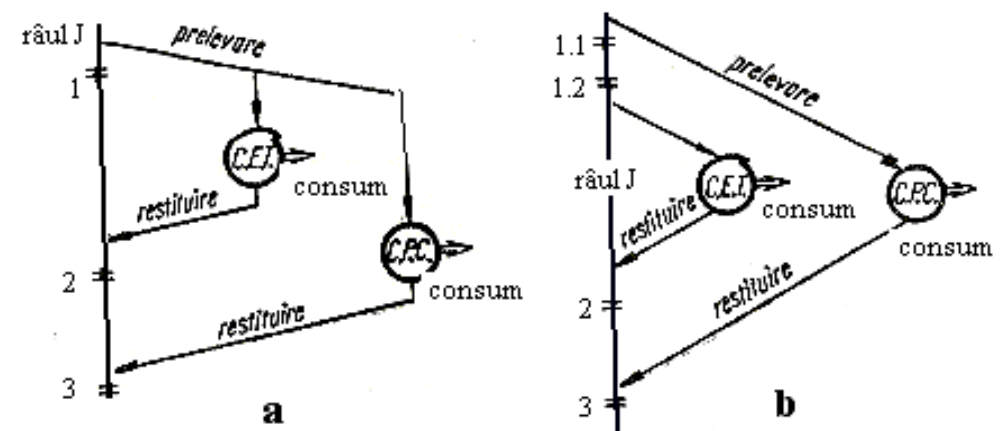


Fig. 3.1. Schema de reprezentare a unei folosințe cu mai multe puncte de restituție
a – schema reală; b – schema de calcul

Debitele derivate se introduc în calcule numai în secțiunile de captare și de restituție; efectul prelevărilor și restituțiilor respective este transmis tuturor secțiunilor din aval.

3.2. Metode de calcul

3.2.1. Generalități

Gospodărirea apelor încearcă să rezolve două probleme de regularizare a debitelor și anume:

- dimensionarea: având un debit regularizat sau o succesiune de debite se stabilește volumul necesar al acumulării
- verificarea capacității acumulării: având propus un anumit volum de lac se verifică debitul care poate fi regularizat.

Regularizarea debitelor se poate produce:

- integral, când debitul mediu regularizat (debitul mediu al cerinței de apă a folosinței) este egal cu debitul mediu afluent pe perioada considerată;
- parțial, când debitul mediu regularizat este mai mic decât debitul mediu afluent.

Perioada de timp în care se petrece umplerea și folosirea unui lac determină timpul și metoda de regularizare aplicată. Acestea pot fi: metode principale de regularizare și metode speciale de regularizare.

a. Metode principale de regularizare:

- regularizarea multianuală, în care ciclul de umplere și golire a lacului cuprinde o perioadă de mai mulți ani. Este cazul lacurilor de acumulare cu ciclu de umplere și folosire multianuală, care au ca scop să majoreze debitele anuale ale anilor săraci în apă;
- regularizarea anuală, care presupune repetarea în fiecare an a ciclului de umplere și folosire a lacului. Lacurile de acumulare anuale, de proporții mai mici asigură în perioadele de secetă ale anului un anumit debit regularizat;
- regularizările sezoniere, săptămânale, zilnice corespunzătoare unor lacuri de acumulare mai mici (chiar rezervoare), care se pretează unor perioade mai reduse (sezoane, săptămâni sau zile).

b. Metode speciale de regularizare:

- regularizarea în trepte care se referă la dispoziția în cascadă a lacurilor de acumulare atunci când un singur lac nu poate rezolva problema regularizării

debitelor pentru sectoarele râului, volumul lacului fiind limitat atât de caracteristicile orografice ale bazinului cât și de valoarea debitului mediu al râului în punctul hidrologic al acumulării.

- regularizarea prin compensare, metoda care se aplică în cazul în care într-un punct hidrologic al unui râu în care nu se poate realiza o acumulare este necesar un anumit debit regularizat asigurat prin condițiile de folosire a lacurilor superioare în acest sens ;
- transformarea viiturilor în lacuri, astfel încât în aval de secțiunea acumulării să fie transmise debite care să nu depășească valoarea unui debit admis;
- regularizarea dispecer, metoda care are la bază un grafic dispecer cu ajutorul căruia se pot stabili debitele ce se pot regulariza în diferitele perioade ale anului printr-un calcul obiectiv și determinat, fără a recurge la prognoze.

3.2.2. Calculul gospodăririi apelor în cazul unei singure folosințe

□ Acumularea de regularizare

Lacul din figura 3.2 controlează integral debitele afluate din secțiunea de priză a folosinței.

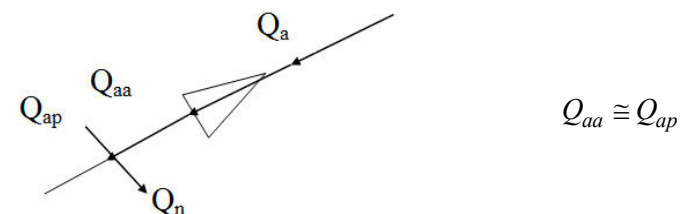


Fig. 3.2. Schema unei acumulări de regularizare

În cazul folosințelor cu cerință de apă constantă, calculul analitic se efectuează de obicei tabelar și parcurge următoarele etape de calcul:

1. Determinarea excedentelor și deficitelor / Calculul bilanțului apei în secțiunea de priză a folosinței

$$\Delta = Q_{ap} - Q_n$$

unde: Q_{ap} – debitele medii afluate;

Q_n – debitele cerinței de apă;

Δ – valorile excedentelor sau ale deficitelor.

2. Calculul variației teoretice a volumelor de apă din lac pentru satisfacerea folosinței

$$V_f = V_i - \Delta \cdot t$$

unde: V_f – volumul de apă golit din lac până la sfârșitul intervalului t ;

V_i – volumul de apă golit din lac până la începutul intervalului t .

Când volumul final rezultă negativ, înseamnă că debitele afluențe depășesc debitele necesare pentru umplerea totală a lacului de acumulare. Deoarece umplerea lacului nu este posibilă peste cota sa maximă, eventualele surplusuri fiind deversate, rezultă că în cazurile în care V_f rezultă negativ, se ia în calcule egal cu zero. Variația volumelor în lac pe perioada de calcul se determină aplicând succesiv relația de mai sus pentru toate intervalele de timp ale șirului de calcul.

Valoarea finală a unui anumit interval de timp se admite ca valoare inițială a intervalului următor. Ca valoare inițială se admite $V_i = 0$, adică lacul este plin la începutul perioadei de calcul. Este indicat ca valoarea finală a șirului de valori ale volumelor în lac să fie egală cu valoarea inițială cu care s-a început calculul. În caz contrar se reiau calculele prin aproximații succesive până la satisfacerea condiției puse, introducând ca valoare inițială a primului interval de timp valoarea finală rezultată.

3. Calculul volumului acumulării pentru satisfacerea folosinței cu asigurarea

Pentru determinarea volumului a cărui acumulare este necesară în vederea satisfacerii folosinței cu asigurarea prescrisă se alege pentru fiecare an valoarea maximă V_{max} din șirul de valori al volumelor în lac obținut. Această valoare reprezintă volumul pe care trebuie să-l aibă lacul de acumulare pentru a permite acoperirea necesarului de apă al folosințelor în anul respectiv. Pentru a exista certitudinea cuprinderii întregii perioade deficitare, în alegerea volumelor lacului de acumulare se lucrează pe intervale de timp de un an hidrologic, cuprins între 1 aprilie – 31 martie sau 1 mai – 30 aprilie.

În cazul în care volumul lacului de acumulare este egal sau mai mare decât valoarea maximă a acestui șir $V_{max\ max}$ este posibilă satisfacerea folosințelor pe întreaga perioadă luată în considerare.

Din șirul de n ani se ordonează descrescător valorile volumelor V_{max} a căror umplere este necesară pentru satisfacerea folosințelor în fiecare an și se determină volumul necesar satisfacerii folosinței cu asigurarea p %.

$$p = \frac{i - 0.3}{n + 0.4} \cdot 100 \text{ (\%)}$$

$$V_{lac} = V_f^{p\%}$$

În cazul în care lacul de acumulare nu este un lac de regularizare anuală valoarea $V_{max\ max}$ astfel obținută reprezintă volumul de apă care trebuie acumulat pentru satisfacerea folosințelor cu asigurarea dată p %.

În cazul acumulărilor multianuale din șirul de valori V se constată că există ani în care nu se atinge valoarea $V = 0$ (în acest caz limitarea volumului lacului $V_{max\ max}$ va putea influența modul de umplere al acumulării). De aceea, în acest caz se reia calculul variației volumului în lac introducându-se în afara condiției $V \geq 0$ și a doua condiție limitativă $V \leq V_{max}$. Efectuarea calculelor se face prin aproximații succesive până când valoarea finală a ultimului interval de timp devine egală cu valoarea inițială a primului interval de timp și apoi se reiau calculele până când noua valoare $V_{max\ max}$ coincide cu valoarea anterioară $V_{max\ max}$. Rezultă că valoarea inițială aleasă satisface condiția ca acumularea multianuală să satisfacă și folosințele cu asigurarea dată p %.

În cazul *folosințelor cu cerință de apă variabilă* succesiunea calculelor este aceeași ca și în cazul folosințelor cu cerință de apă constantă cu observația că determinarea excedentelor și deficitelor se face, scăzând din valoarea debitelor afluențe un debit variabil, corespunzător cerinței de apă a folosinței.

□ Acumularea de compensare

În cazul amenajărilor de compensare (fig. 3.3) lacul fiind situat la distanță mare în amonte sau pe un afluent nu controlează decât o parte din debitele afluențe în punctul de priză al folosinței. Acumularea de compensare are în secțiunea lacului un regim al debitului natural diferit de cel din secțiunea folosinței.

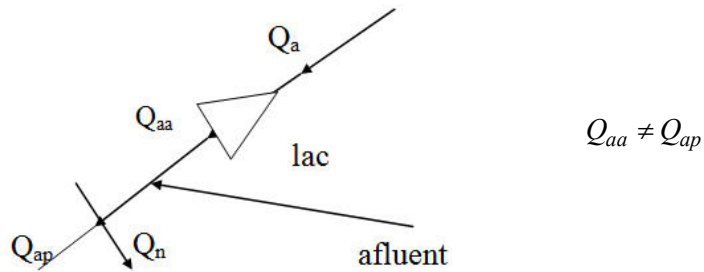


Fig. 3.3 - Schema unei acumulări de compensare

Volumele prelevate din lac în perioadele deficitare servesc, ca și în cazul acumulării de regularizare, la acoperirea necesarului folosințelor. În perioadele excedentare însă situația este diferită de cazul acumulărilor de regularizare (fig. 3.4), acumulările de compensare neavând decât posibilitatea a de a reține debitul natural afluent în secțiunea acumulării, mai puțin debitul de scurgere salubră Q_s aval de baraj.

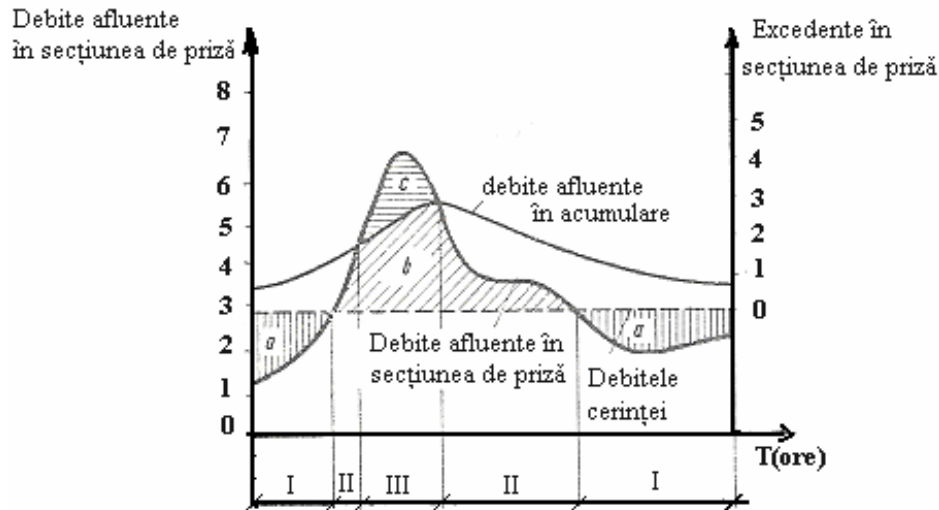


Fig. 3.4. Graficul regularizării de compensare

I – perioada deficitară; II – perioada excedentară în care debitul acumulabil este determinat de excedentele din secțiunea de priză; III – perioada excedentară în care debitul acumulabil este determinat de debitele afluate în acumulare; a – volume deficitare; b – volume excedente acumulabile; c – volume excedente neacumulabile

Dimensionarea acumulării de compensare cuprinde următoarele etape:

1. Determinarea excedentelor și deficitelor în secțiunea de priză a folosinței

$$\Delta = Q_{ap} - Q_n$$

Calculul de bilanț în cazul schemelor cu o singură folosință și o acumulare de compensare se efectuează în două secțiuni de calcul: în secțiunea de priză a folosinței și în secțiunea acumulării.

În secțiunea de priză se determină excedentele și deficitale, iar în secțiunea acumulării se verifică modul de umplere a volumului de apă golit din acumulare în perioada deficitară anterioară.

Debitele disponibile în secțiunea acumulării sunt determinate astfel :

$$Q_{da} = Q_{aa} - Q_s$$

2. Compararea excedentelor rezultate din calculul anterior cu debitele afluate în secțiunea acumulării

Se determină în locul șirului de valori Δ un nou șir de valori Δ' în care excedentele din secțiunea de priză a folosinței sunt limitate la excedentele utilizabile pentru umplerea acumulării. Din comparație rezultă două situații:

- $\Delta > Q_{da}$

Debitele afluate pot fi utilizate în întregime pentru umplerea acumulării și atunci rezultă: $\Delta' = Q_{da}$.

- $\Delta \leq Q_{da}$

Debitele afluate pot fi reținute în acumulare numai într-o cotă parte, egale cu excedentul din secțiunea de priză a folosinței și rezultă: $\Delta' = \Delta$.

În general se poate stabili regula că excedentele utilizabile sunt egale cu valoarea minimă dintre excedentele din secțiunea de priză a folosinței pe de o parte și debitele afluate în secțiunea acumulării pe de altă parte, adică:

$$\Delta' = \min(\Delta, Q_{da})$$

3. *Calculul variației teoretice a volumelor de apă din lac pentru satisfacerea folosinței*

$$V_f = V_i - \Delta' \cdot t$$

unde: V_f = volumul de apă golit din lac până la sfârșitul intervalului t ;

V_i = volumul de apă golit din lac până la începutul intervalului t .

4. *Calculul volumului acumulării pentru satisfacerea folosinței cu asigurarea $p\%$*

$$V_{lac} = V_f^{p\%}$$

□ **Calculul folosind curba de durată**

În cazul în care nu se dispune de date hidrologice de bază suficiente pentru aplicarea metodelor anterioare se folosesc diferite diagrame de calcul întocmite pe baza prelucrării datelor pentru numeroase alte râuri, admitându-se că aplicarea lor nu duce la diferențe sensibile.

Pentru aplicarea metodei indirecte de determinare a volumului de apă acumulat este necesară cunoașterea unor date hidrologice generale, care să reflecte caracterul scurgerii din bazinul analizat și anume:

t – raportul între durata perioadei de ape mici și durata totală a anului

m – raportul între volumul de apă afluent în perioada de ape mici și volumul total de apă afluent anual în anii secetoși;

C_v – coeficient de variație a curbei de frecvență a debitelor medii anuale.

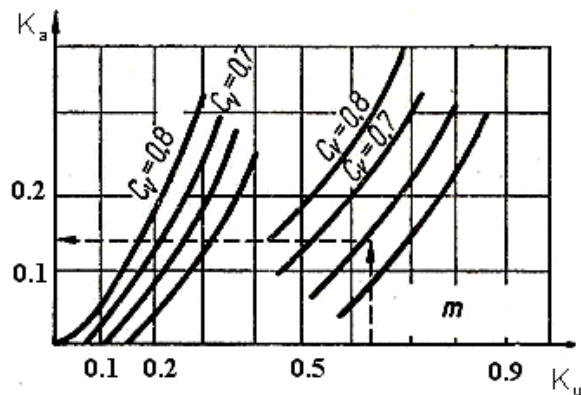


Fig. 3.5. Diagrame pentru calculul indirect al volumului de acumulare necesar

Diagramele de calcul (fig.3.5) sunt construite de obicei în valori relative. Mărirea cerinței de apă se exprimă prin coeficientul de utilizare K_u , reprezentând raportul dintre debitul constant al cerinței de apă a folosinței Q_p și debitul mediu multianual al râului Q_o .

$$K_u = \frac{Q_p}{Q_o}$$

Din diagramă se obține coeficientul de acumulare K_a care reprezintă raportul dintre volumul util V_u al cărui acumulare este necesară și volumul mediu anual V_o :

$$K_a = \frac{V_u}{V_o} = \frac{V_u}{31,56 \cdot 10^6 \cdot Q_o}$$

3.2.3. Calculul gospodăririi apelor în cazul mai multor folosințe

□ **Gradul de asigurare a unei folosințe**

Cerințele de apă trebuie satisfăcute cu o anumită probabilitate exprimată prin gradul de asigurare.

Gradul de asigurare a unei folosințe reprezintă probabilitatea ca debitele sursei, în secțiunea de prelevare a apei, să fie egale sau mai mari decât debitul cerinței de apă.

Se deosebesc următoarele forme de exprimare a gradului de asigurare a unei folosințe în funcție de frecvență, durată sau volum.

a. *Gradul de asigurare după frecvență* – p_f – se exprimă prin raportul dintre numărul de ani m în care cerința de apă poate fi integral satisfăcută (fără restricții sau întreruperi) și numărul total de ani n luați în considerare pentru determinarea regimului hidrologic al sursei.

$$p_f = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{m}{n}$$

Deoarece în majoritatea cazurilor perioadele de calcul sunt scurte (zeci de ani) expresia lui p_f se modifică adoptându-se diferite formule empirice aproximative:

$$p_f = \frac{m}{n+1} \cdot 100 \text{ [%]} \text{ (Weibull)}$$

$$p_f = \frac{m-0.5}{n} \cdot 100 \text{ [%]} \text{ (Hazen)}$$

$$p_f = \frac{m-a}{n+b} \cdot 100 \text{ [%]} \text{ (Alexeev)}$$

unde:

$$b = \frac{1}{1 + \sqrt{\frac{n+1}{n}}}; \quad a = \frac{1-b}{2}$$

Gradul de asigurare după frecvență se utilizează în unul din următoarele cazuri:

- când producția națională pe ramura respectivă se realizează într-un număr foarte redus de unități;
- când în cadrul folosinței nu se pot realiza stocuri de produse pentru compensarea producției pe intervalul unui an;
- când reducerea cerinței de apă sub cerința minimă are drept consecință deteriorarea instalațiilor folosinței sau consecințe negative asupra populației.

Gradul de asigurare după frecvență se ia pe categorii de folosințe conform tabelului 3.1.

Limitele superioare ale gradelor de asigurare se adoptă în situațiile:

- când efectele negative, sociale și economice provocate de lipsa de apă sunt deosebit de grave;
- când nu se ridică probleme tehnico-economice deosebite din punct de vedere al asigurării sursei de apă și al sistemului de alimentare cu apă.

Asigurarea după frecvență este cea mai des utilizată în calculele de gospodărire a apelor în regim amenajat; mai ales în cazurile în care există o lucrare de gospodărire a apelor care, realizează un grad ridicat de regularizare a debitelor.

Tabelul 3.1. Probabilități de satisfacere a cerințelor de apă

	Cerințe de apă	Gradul de asigurare după frecvență (%)
Uzinele hidroelectrice	$P_i > 300$ MW	95
	$P_i = 10 \dots 300$ MW fără acumulări cu lacuri de acumulare	90 80...90
	$P_i < 10$ MW	75
Alimentări cu apă industrială	$P_i > 10$ MW centrale termice	97
	$P_i < 10$ MW centrale termice	95
	Întreprindere industrială de interes național	95...97
	Întreprindere industrială de interes local	85...95
Alimentări cu apă potabilă	Localități urbane și localități balneo-climaterice	95...97
	Localități cu caracter turistic	95...97
	Centre populate în mediul rural	80...90
Irigații	Irigații	80
	Culturi legume și culturi orez	85
	Culturi de câmp	75
Unități piscicole	Pepiniere	85
	Crescătorii furajate	80
	Alte amenajări piscicole	75
Navigație	Căi navigabile magistrale	95
	Căi navigabile principale	90
	Căi navigabile secundare	85
	Căi navigabile locale	80
Amenajări de agrement	Toate categoriile	80

b. *Gradul de asigurare după durată* – P_d – se exprimă prin raportul dintre durata totală cumulată a perioadelor în care cerința poate fi integral satisfăcută (fără întreruperi sau restricții) și durata totală (suficient de mare) luată în considerare pentru determinarea regimului hidrologic al sursei.

$$P_d = \lim_{D \rightarrow \infty} \frac{d}{D}$$

Gradul de asigurare după durată se utilizează cu precădere la folosințele cu caracter industrial în cazurile în care acestea pot realiza stocarea și compensarea producției pe parcursul unui an.

c. *Gradul de asigurare după volum* – p_v – se exprimă prin raportul dintre volumul total de apă care poate fi efectiv livrat de sursă pe întreaga perioadă (suficient de mare) luată în considerare pentru determinarea regimului hidrologic al acesteia și volumul total al cerinței pe aceeași perioadă.

$$P_v = \frac{v}{V}$$

Gradul de asigurare după volum se utilizează la folosințele în care procesul de producție este condiționat cu precădere de volumul de apă furnizat și într-o măsură mai redusă de perioadele și regimul de furnizare al apei.

Gradul de asigurare după frecvență în situațiile exceptate conform tabelului 3.1, precum și gradul de asigurare după durată și cel după volum se stabilesc prin calcule tehnico-economice. Între aceste trei moduri de exprimare a asigurării există următoarea relație:

$$P_f < P_d < P_v$$

În practică stabilirea probabilităților de satisfacere a folosințelor de apă se poate face prin: metoda asigurărilor normate și metoda optimizării economice.

Metoda asigurărilor normate constituie măsura gradului de satisfacere a cerințelor de gospodărire a apelor fără a lua în considerare explicit efectele economice ale satisfacerii și respectiv nesatisfacerii cerințelor.

Metoda optimizării economice este o metodă bazată pe cunoașterea efectului economic al folosirii apei, respectiv studiul pagubelor provocate de lipsa apei prin

funcții de apă, producție. Asigurarea de calcul este un element rezultat pe baza unor calcule de optimizare economică.

□ Folosințe cu aceleași asigurări

În situația în care într-un bazin hidrografic apar mai multe cerințe dispersate, calculul bilanțului trebuie efectuat în mai multe secțiuni de calcul. În acest caz metodele utilizabile în practica sunt: metoda bilanțurilor cumulative și metoda modificării hidrografelor.

• Metoda bilanțurilor cumulative

În această metodă, calculele de bilanț al apelor se fac în diferite secțiuni succesive. În fiecare din aceste secțiuni se ține seama atât de cerința de apă din secțiunea respectivă cât și de consumul de apă din amonte. Prin această metodă se determină direct volumele de apă necesare în amonte de o anumită secțiune de calcul.

Metoda bilanțurilor cumulative se aplică numai în cazul schemelor de amenajare, în care acumulările conlucrează la satisfacerea folosințelor și nu se aplică la schemele care prevăd acumulări care redistribuie succesiv în timp debitele regularizate în amonte.

Exemplu

În cazul unei scheme de amenajare care are în partea din amonte a bazinului acumulări cu folosință hidroenergetică, iar în zona inferioară irigații, regimul energetic din amonte cu mărirea debitelor în perioada de iarnă nu convine irigațiilor cu necesar mare de apă vara și debite micșorate iarna. Apare evidentă în această situație includerea în schema de amenajare a unor noi acumulări în aval de amenajările hidroenergetice cu efect opus efectului primului grup. Aceste acumulări nu mai regularizează debitele naturale, ci debitele în regim modificat de amenajările din amonte.

Într-o secțiune oarecare de calcul k , debitele afluate în regim amenajat Q'_{ak} sunt date de relația:

$$Q'_{ak} = Q_{ak} - \sum_{i=1}^{k-1} Q_{ci}$$

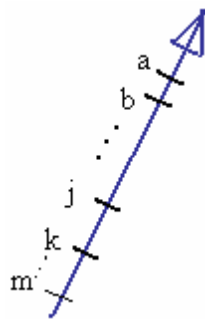


Fig. 3.6. Schema de calcul în cazul mai multor folosințe

unde: Q_{ak} – debitele naturale afluate în aceeași secțiune;

Q_{ci} – debitele consumate în amonte de secțiunea k .

Cunoscând debitele în secțiunea de calcul se pot determina deficitul și excedentele într-o secțiune oarecare de calcul :

$$\Delta_k = Q' - Q_{nk} = Q_{ak} - (Q_{nk} + \sum_{i=1}^{k-1} Q_{ci})$$

Rezultă că excedentele și deficitul în secțiunea de calcul k se determină scăzând din debitele naturale afluate în secțiunea respectivă suma dintre debitele consumate în amonte și cele ale cerințelor în secțiunea de calcul. Relația de mai sus se aplică pentru întreg șirul de calcul, obținând un șir de valori Δ_k cuprinzând excedentele (valorile pozitive) și deficitul (valorile negative) din secțiune.

Următorul pas constă în compararea deficitului lunar din secțiunea de calcul Δ_k cu cele dintr-o secțiune din amonte Δ_j . Într-o anumită lună a șirului de calcul pentru satisfacerea folosințelor în secțiunea j și din amonte de aceasta este necesară suplimentarea debitelor naturale afluate cu valoarea Δ_j , iar pentru satisfacerea folosințelor din secțiunea k din amonte de aceasta, suplimentarea debitelor naturale afluate în secțiune cu valoarea Δ_k . Pentru a putea satisface simultan secțiunea k și secțiunea j din amonte debitele naturale trebuie suplimentate cu un debit Δ'_k numit *deficit de calcul*, egal cu valoarea deficitului maxim dintre Δ_k și Δ_j .

În cazul existenței mai multor secțiuni în amonte, valoarea Δ'_k este egală cu valoarea deficitului maxim dintre Δ_k și deficitul din secțiunile din amonte.

Șirul de valori Δ'_k (deficite de calcul) se determină astfel:

$$\Delta'_k = \min(\Delta_a, \Delta_b, \dots, \Delta_j, \Delta_k)$$

În relație s-a introdus condiția de minim, ținând seama de semnul negativ al deficitului.

Cu privire la modul de aplicare al acestei relații se fac următoarele observații:

- relația se aplică și în cazul în care în secțiunea de calcul K apare un excedent, însă în una sau mai multe din secțiunile din amonte apare un deficit;
- în cazul în care se introduc în calcul secțiuni de bilanț în amonte pentru care schema nu prevede acumulări, acoperirea unor eventuale deficite din aceste secțiuni nu este posibilă. Din acest motiv deficitul din aceste secțiuni se anulează, urmând a fi considerate în calculele ulterioare egale cu zero. De asemenea, deficitul din toate secțiunile din aval se micșorează cu mărimea consumurilor care rămân neacoperite în secțiunea respectivă;
- în cazul în care în amonte de o secțiune de bilanț există secțiuni amplasate pe afluenți diferiți ca deficite, se consideră suma deficitului din secțiunile aflate pe diferiții afluenți din amonte, neținând seama într-o primă aproximație de eventualele excedente care ar apărea în unele secțiuni.

Se trece la analiza excedentelor, având în vedere faptul că aceste excedente se utilizează pentru umplerea volumului golit din lacurile de acumulare. Dacă în aval de o anumită secțiune K există o altă secțiune de calcul al bilanțului M , în care într-o anumită lună apare un excedent mai mic decât cel din secțiunea K , în acumulare va putea fi reținut acest excedent mai mic. Reținerea unor valori mai mari pentru umplerea acumulărilor duce la deficite în secțiunea M . De asemenea, dacă într-o lună în care apar excedentele în secțiunea K apar deficite în secțiunea M rezultă că nu pot fi reținute debite pentru umplerea acumulărilor din amonte de secțiunea de calcul K , orice reținere de debite ducând la mărirea deficitului din secțiunea M . Ca atare, în cazurile în care în șirul de valori Δ_k apar excedente, acestea trebuie comparate cu valorile excedentelor sau deficitului secțiunilor din aval. Din aceste valori se înscrie în șirul Δ'_k valoarea minimă, în cazul în care în toate secțiunile apar excedente sau valoarea zero, dacă în una sau mai multe din secțiunile din aval apar deficite.

Șirul de valori Δ'_k (excedente de calcul) va fi :

$$\Delta'_k = \min(\Delta K, \Delta M, \dots, \Delta N) \geq 0$$

Prin aplicarea succesivă a relațiilor la șirurile de excedente și deficite $\Delta A, \Delta B, \dots, \Delta K, \dots, \Delta N$ se obțin șiruri ale excedentelor și deficitelor de calcul $\Delta'A, \Delta'B, \dots, \Delta'K, \dots, \Delta'N$, șiruri care se vor utiliza în calculele următoare.

Din analiza acestor șiruri se determină variația volumelor în lacurile de acumulare din amonte de o anumită secțiune și se stabilește volumul necesar pentru satisfacerea folosințelor din această secțiune, cu o asigurare dată. Pentru amplasarea acestor volume în bazin (fig.3.7) se compară succesiv rezultatele bilanțurilor a două secțiuni succesive. În bazin în amonte de secțiunea J este necesară acumularea volumului V_j , iar în amonte de secțiunea K volumul V_k ($V_k > V_j$). Diferența de volum poate fi acumulată fie în amonte de secțiunea J , fie în secțiunea și secțiunea K .

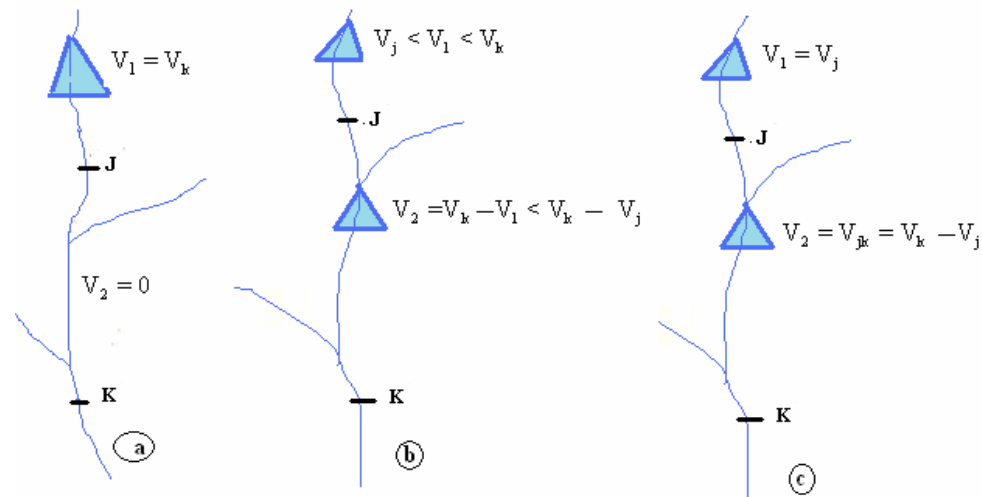


Fig. 3.7. Amplasarea volumelor în bazin ținând seama de secțiunile de calcul al bilanțului

Din calculele de bilanț ale celor două secțiuni rezultă că pentru acoperirea deficitelor sunt posibile următoarele soluții :

- acumularea întregului volum V_k în amonte de secțiunea J (fig. 3.7 a);

- acumularea unui volum mai mic decât V_k , însă cel puțin egal cu V_j în amonte de această secțiune, combinată cu acumularea diferenței de volum între cele două secțiuni de calcul (fig. 3.7 b);
- acumularea volumului V_j în amonte de secțiunea J și a volumului V_{jk} între cele două secțiuni (fig.3.7 c).

Numărul de variante distincte de amplasare a volumului de apă în acumulări se poate determina cu relația:

$$N = 3^{n-1}$$

unde: N – număr de acumulări distincte;

n – numărul secțiunilor de calcul succesive.

Metoda bilanțurilor cumulative implică introducerea unor corecții în cazul unor bazine hidrografice mari, care traversează zone variate din punct de vedere climatic. Datorită faptului că anii ploioși într-o zonă pot fi secetoși în alte zone, este posibil ca în aceste bazine, anii în care folosința nu este asigurată (care se elimină din calcul) să nu coincidă. În asemenea cazuri, soluția se găsește printr-o analiză critică a rezultatelor obținute și prin reluarea calculelor în diferite aproximații succesive.

În fiecare secțiune de calcul, în metoda bilanțurilor cumulative se introduc consumurile totale de apă din amonte de secțiunea respectivă, consumuri care au ca efect reducerea debitelor afluențe în secțiune, ceea ce este corect numai în situațiile în care cerințele de apă din secțiunile amonte au putut fi efectiv acoperite.

Există situații în care din cauza unor deficite în secțiunile din amonte neacoperite, metoda bilanțurilor cumulative duce la rezultate exagerate. Din acest motiv, în situațiile în care nu există posibilitatea acoperirii unor deficite dintr-o acumulare din amonte se analizează pentru secțiunea respectivă modul de introducere a restricțiilor pentru folosințe. Determinându-se modul în care au scăzut consumurile de apă efective, se corectează bilanțurile din toate secțiunile din aval cu mărirea consumurilor neacoperite. Corecția este denumită în mod convențional corecție tip III.

• **Metoda modificării hidrografelor**

În schemele complexe care prevăd redistribuiri ale debitelor într-un șir de lacuri de acumulare este necesar să se cunoască modul în care amenajările din amonte modifică regimul debitelor afluențe în acumularea din aval. Aceste modificări pot proveni din două motive: consumarea unei părți din debite de către folosințe și redistribuirea în timp a debitelor prin acumulările din amonte, având ca efect o sporire a debitelor naturale în perioadele de golire a acumulărilor și o reducere a debitelor naturale în perioadele de umplere a acestora.

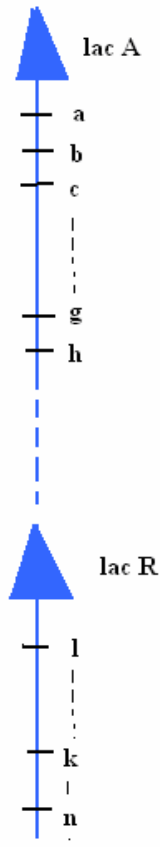


Fig. 3.8. Schema de amenajare pentru metoda modificării hidrografelor

Pentru calculele de bilanț ale unei secțiuni din aval trebuie cunoscuți ambii factori. Se presupune că se cere determinarea debitelor afluențe în regim amenajat într-o anumită secțiune K de calcul al bilanțului Q'_{ak} :

$$Q'_{ak} = Q_{ak} - \sum_{i=1}^{k-1} Q_{ci} \pm \Delta Q_{R-1}$$

unde: Q_{ak} – debitele afluențe (valori medii lunare pe șirul de ani de calcul) în regim natural în secțiunea K ;

$\sum_{i=1}^{k-1} Q_{ci}$ – debitele consumate în secțiunile din amonte;

ΔQ_{R-1} – modificările de debite provocate de acumulările din amonte, care sunt pozitive în lunile în care acumulările se golesc măbind debitele naturale și negative în lunile în care o parte din debite se rețin pentru umplerea acumulărilor.

Cu aceste debite afluențe în regim amenajat se determină excedentele și deficitele în secțiunea de calcul:

$$\Delta_k = Q'_{ak} - Q_{nk}$$

Pe baza valorilor $\pm\Delta_k$ se calculează volumele ale căror acumulări sunt necesare pentru acoperirea consumurilor de apă din secțiunea K .

Aplicarea metodei modificării hidrografelor cere determinarea succesivă a modului de gospodărire a apelor din secțiune în secțiune pe întregul șir de ani de calcul.

□ **Folosințe cu asigurări diferite**

Scopul calculelor de bilanț este de a determina volumul de apă al cărui cumulare este necesară pentru a permite satisfacerea cerințelor de apă ale folosințelor cu asigurarea de calcul dată.

În cazul unor scheme complexe de amenajare intervin mai multe folosințe cu asigurări diferite p_1, p_2, \dots, p_n (în ordinea crescătoare a asigurărilor).

Exemplu

O schemă complexă cuprinde amenajări pentru irigații $p_1 = 80\%$, hidroenergetice $p_2 = 90\%$, alimentare cu apă industrială $p_3 = 97\%$.

Existând n folosințe sau grupe de folosințe cu asigurări diferite, grupate în ordinea crescătoare a asigurărilor, volumul acumulărilor din bazin trebuie astfel determinat încât să respecte simultan următoarele condiții:

- să permită satisfacerea tuturor folosințelor suprapuse cu asigurarea $p_1 \%$ (cea mai mică);

- să permită satisfacerea ultimelor $(n-1)$ folosințe suprapuse cu asigurarea p_2 % (în unele cazuri se impune și condiția asigurării unei cote din folosințele cu asigurări mai mici);
- să permită satisfacerea ultimei folosințe cu asigurarea p_n % (cea mai mare).

În cazul exemplului dat va rezulta:

- satisfacerea simultană a necesarului de apă al irigațiilor, hidroenergetice și alimentării cu apă în 80% din anii șirului de calcul
- satisfacerea simultană a necesarului de apă al hidroenergetice și alimentării în 90% din anii șirului
- satisfacerea necesarului de apă al alimentării cu apă în 97% din anii șirului.

Calculul constau în determinarea volumului al cărui acumulare este necesară pentru satisfacerea fiecăreia din aceste condiții și în alegerea volumului corespunzător condiției celei mai defavorabile. Calculul se efectuează adoptând, după caz, fie metoda bilanțurilor cumulative, fie metoda modificării hidrografelor.

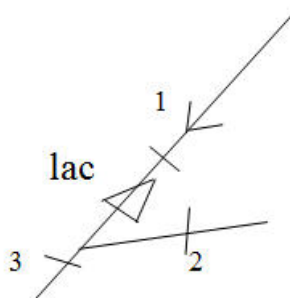
3.3. Scheme complexe

3.3.1. Algoritm de calcul

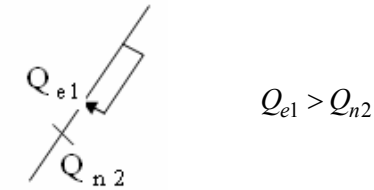
❑ Eliminarea din calcul a unor secțiuni

Secțiunile amplasate în zone ce *nu sunt controlate* de lucrări de gospodărire a apelor nu sunt luate în calculul schemei de amenajare, așadar rezultă că debitul necesar al folosințelor în secțiune este satisfăcut în regim natural.

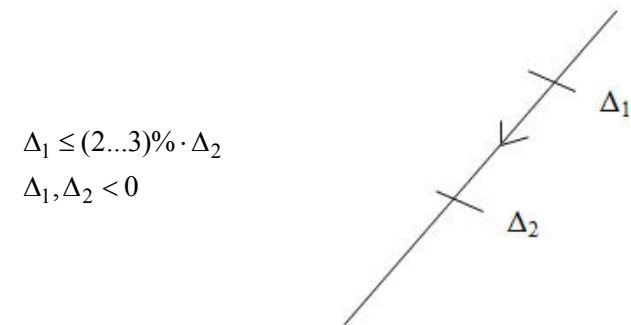
Din schema de calcul de mai jos, secțiunile 1 și 2 se pot elimina fără erori.



De asemenea, se pot elimina din calcul și secțiunile în care debitele necesare ale folosințelor sunt satisfăcute implicit, dacă se asigură debitele necesare în secțiunile din amonte. În această situație, din schema de calcul se elimină secțiunea 2 fără eroare.



Se pot mai elimina și secțiunile în care deficitul înregistrat sunt mici, astfel încât erorile introduse în calculele de bilanț pentru secțiunile din aval nu le depășesc pe cele admise. Din schema de calcul de mai jos se elimină secțiunea 1.



Exemplu

Secțiuni de calcul ce pot fi eliminate din schema de mai jos:

- secțiunea folosinței 3, dacă se îndeplinește condiția: $Q_{e1} > Q_{p3}$;
- secțiunea folosinței 4, dacă se îndeplinește condiția: $Q_{p4} > Q_{a4min}$.

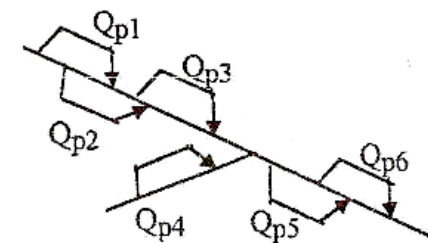


Fig. 3.9. Schema de amenajare

În urma eliminării secțiunilor de calcul 3 și 4, schema de amenajare va avea o nouă formă:

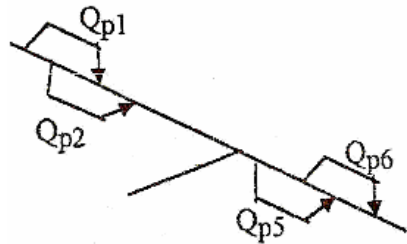


Fig. 3.10. Noua schemă de amenajare

□ **Gruparea folosințelor pe un sector de râu**

În urma grupării folosințelor se determină debitele necesare în secțiunile de priză ale folosințelor și debitul necesar în secțiunea determinantă, rezultând schema de calcul.

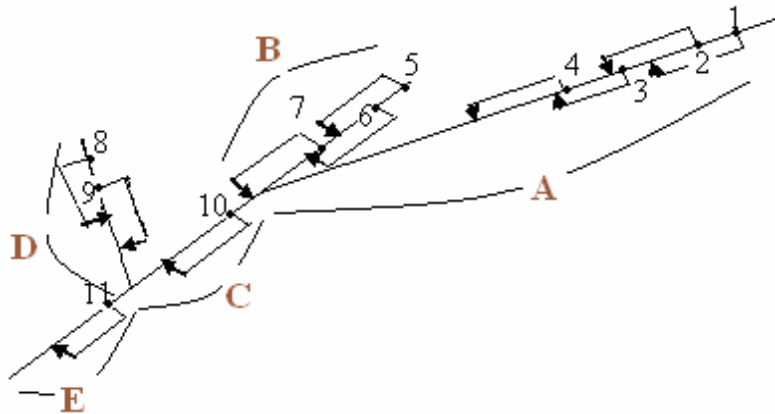


Fig. 3.11. Schema de amenajare

Gruparea folosințelor se face pe tronsoane de râu:

• **Tronsonul A**

$$Q_{n1} = Q_{p1}$$

$$Q_{n2} = Q_{p2} + Q_{p1}$$

$$Q_{n3} = Q_{p3} + Q_{p2} + Q_{c1}$$

$$Q_{n4} = Q_{p4} + Q_{p3} + Q_{c1} + Q_{c2}$$

$$\implies Q_n = \max(Q_{n2}, Q_{n3}, Q_{n4})$$

Folosințele din secțiunile 1 și 2 respectiv din secțiunile 3 și 4 sunt grupate în paralel.

• **Tronsonul B**

$$Q_{n5} = Q_{p5}$$

$$Q_{n6} = Q_{p6} + Q_{p5} \implies Q_n = \max(Q_{n6}, Q_{n7})$$

$$Q_{n7} = Q_{p7} + Q_{p6} + Q_{c5}$$

Folosințele din secțiunile 5 și 6 sunt grupate în paralel.

• **Tronsonul C**

$$Q_{n10} = Q_{p10}$$

• **Tronsonul D**

$$Q_{n8} = Q_{p8}$$

$$Q_{n9} = Q_{p8} + Q_{p9} \implies Q_n = Q_{n9}$$

Folosințele din secțiunile 8 și 9 sunt grupate în paralel, iar secțiunea determinantă este secțiunea din aval unde debitul necesar este maxim.

• **Tronsonul E**

$$Q_{n11} = Q_{p11}$$

În urma grupării în paralel, serie și mixtă a folosințelor rezultă schema de calcul (fig. 3.12).

După determinarea schemei de calcul, o altă etapă este să se calculeze bilanțul apei prin metodele analizate în acest capitolul (metoda modificării hidrografelor, metoda bilanțurilor cumulative).

Aplicând metoda bilanțurilor cumulative se calculează bilanțul apei în fiecare din secțiunile de calcul pentru a se stabili volumul de apă necesar satisfacerii tuturor folosințelor.

Volumul de apă se repartizează în lacurile de acumulare propuse pentru a satisface cerințele de apă ale folosințelor (fig. 3.13).

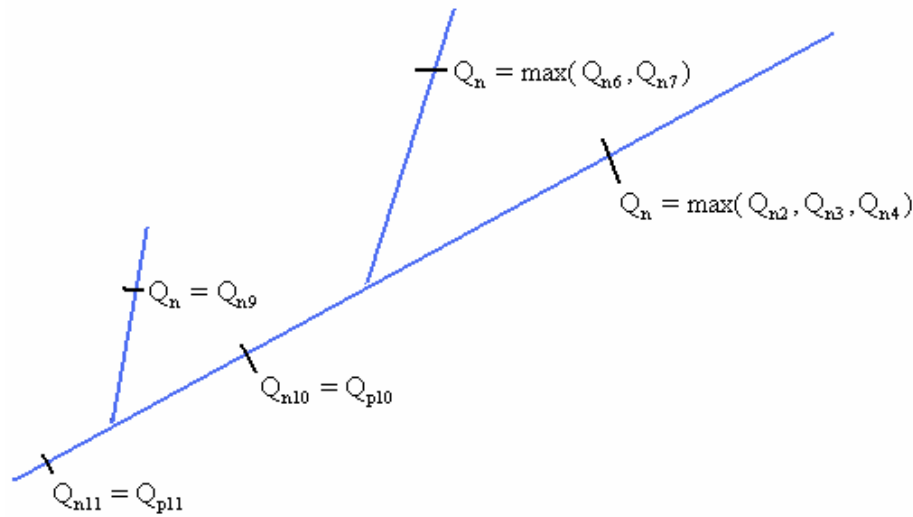


Fig. 3.12. Schema de calcul

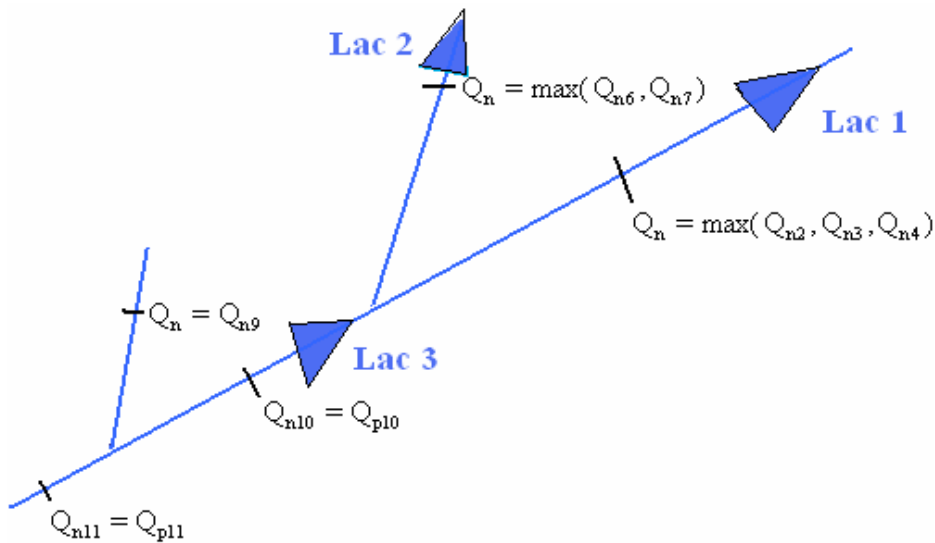


Fig. 3.13. Schema de calcul a amenajării complexe

• **Ipoteza 1 de calcul**

- Lacul 1 satisface folosința din secțiunea determinantă 2/3/4
- Lacul 2 satisface folosința din secțiunea determinantă 6/7
- Lacul 3 satisface folosințele din secțiunile 10 și 11.

▪ **Dimensionarea lacului 1**

Lacul 1 este o acumulare de regularizare. Pentru determinarea volumului lacului se parcurg următoarele etape:

- a. calculul bilanțului apei

$$\Delta_{2/3/4} = Q_{a2/3/4} - Q_{n2/3/4}$$

- b. calculul variației teoretice a volumelor de apă din lac pentru satisfacerea folosinței

$$V_f = V_i - \Delta_{2/3/4} \cdot t$$

- c. calculul volumului acumulării pentru satisfacerea folosinței cu asigurarea $p\%$

$$V_{lac1} = V_f^{p\%}$$

▪ **Dimensionarea lacului 2**

Lacul 2 este o acumulare de regularizare. Pentru determinarea volumului lacului se parcurg următoarele etape:

- a. calculul bilanțului apei

$$\Delta_{6/7} = Q_{a6/7} - Q_{n6/7}$$

- b. calculul variației teoretice a volumelor de apă din lac pentru satisfacerea folosinței

$$V_f = V_i - \Delta_{6/7} \cdot t$$

- c. calculul volumului acumulării pentru satisfacerea folosinței cu asigurarea $p\%$

$$V_{lac2} = V_f^{p\%}$$

▪ **Dimensionarea lacului 3**

Lacul 3 este o acumulare de regularizare pentru folosința din secțiunea 10, iar pentru folosința din secțiunea 11 este o acumulare de compensare. Pentru determinarea volumului lacului se parcurg următoarele etape:

a. calculul bilanțului apei

$$\Delta_{10} = Q'_{a10} - Q_{n10}$$

$$Q'_{a10} = Q_{a10} - (Q_{C2} + Q_{C3} + Q_{C4} + Q_{C6} + Q_{C7}) \pm \Delta Q_{lac1} \pm \Delta Q_{lac2}$$

$$\Delta_{11} = Q'_{a11} - Q_{n11}$$

$$Q'_{a11} = Q_{a11} - (Q_{C2} + Q_{C3} + Q_{C4} + Q_{C6} + Q_{C7} + Q_{C9} + Q_{C10}) \pm \Delta Q_{lac1} \pm \Delta Q_{lac2}$$

$$\Delta_f = \min(\Delta_{10}, \Delta_{11})$$

b. calculul variației teoretice a volumelor de apă din lac pentru satisfacerea folosinței

$$V_f = V_i - \Delta_f \cdot t$$

c. calculul volumului acumulării pentru satisfacerea folosinței cu asigurarea $p\%$

$$V_{lac3} = V_f^{p\%}$$

• **Ipoteza 2 de calcul**

Lacul 1 satisface folosința din secțiunea determinată 2/3/4.

Lacul 2 satisface folosința din secțiunea determinată 6/7 și folosința din secțiunea 10.

Lacul 3 satisface folosința din secțiunea 11.

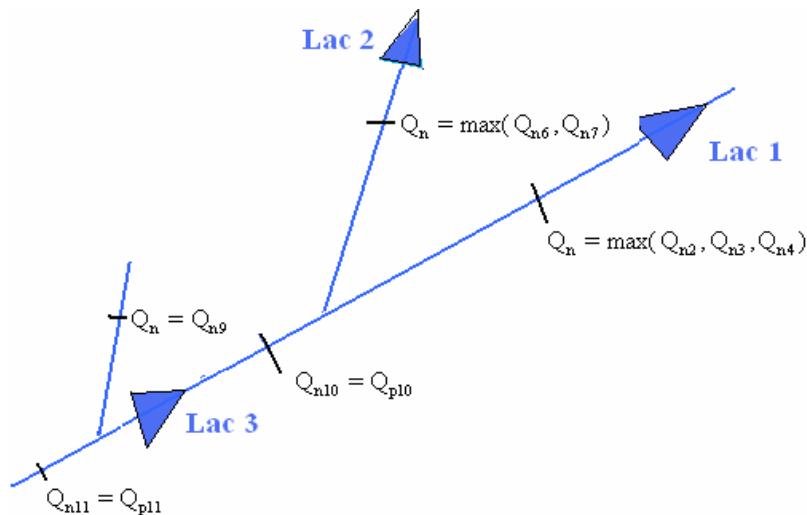


Fig. 3.14. Schema de calcul a amenajării complexe

▪ **Dimensionarea lacului 1**

Lacul 1 este o acumulare de regularizare. Pentru determinarea volumului lacului se parcurg următoarele etape:

a. Calculul bilanțului apei

$$\Delta_{2/3/4} = Q_{a2/3/4} - Q_{n2/3/4}$$

b. Calculul variației teoretice a volumelor de apă din lac pentru satisfacerea folosinței

$$V_f = V_i - \Delta_{2/3/4} \cdot t$$

c. Calculul volumului acumulării pentru satisfacerea folosinței cu asigurarea $p\%$

$$V_{lac1} = V_f^{p\%}$$

▪ **Dimensionarea lacului 2**

Lacul 2 este o acumulare de regularizare pentru $Q_{n6/7}$ și de compensare pentru folosința din secțiunea 10. Pentru determinarea volumului lacului se parcurg următoarele etape:

a. Calculul bilanțului apei

$$\Delta_{6/7} = Q_{a6/7} - Q_{n6/7}$$

$$\Delta_{10} = Q'_{a10} - Q_{n10}$$

$$Q'_{a10} = Q_{a10} - (Q_{C2} + Q_{C3} + Q_{C4} + Q_{C6} + Q_{C7}) \pm \Delta Q_{lac1}$$

$$\Delta_f = \min(\Delta_{6/7}, \Delta_{10})$$

b. Calculul variației teoretice a volumelor de apă din lac pentru satisfacerea folosinței

$$V_f = V_i - \Delta_f \cdot t$$

c. Calculul volumului acumulării pentru satisfacerea folosinței cu asigurarea $p\%$

$$V_{lac2} = V_f^{p\%}$$

▪ Dimensionarea lacului 3

Lacul 3 este o acumulare de compensare pentru folosința din secțiunea 11. Pentru determinarea volumului lacului se parcurg următoarele etape:

a. Calculul bilanțului apei

$$Q'_{lac3} = Q_{alac3} - (Q_{C2} + Q_{C3} + Q_{C4} + Q_{C6} + Q_{C7} + Q_{C10}) \pm \Delta Q_{lac1} \pm \Delta Q_{lac2}$$

$$\Delta_{11} = Q'_{a11} - Q_{n11}$$

$$Q'_{a11} = Q_{a11} - (Q_{C2} + Q_{C3} + Q_{C4} + Q_{C6} + Q_{C7} + Q_{C9} + Q_{C10}) \pm \Delta Q_{lac1} \pm \Delta Q_{lac2}$$

$$\Delta_f = \min(Q'_{alac3}, \Delta_{11})$$

b. Calculul variației teoretice a volumelor de apă din lac pentru satisfacerea folosinței

$$V_f = V_i - \Delta_f \cdot t$$

c. Calculul volumului acumulării pentru satisfacerea folosinței cu asigurarea $p\%$

$$V_{lac3} = V_f^{p\%}$$

• Ipoteza 3 de calcul

Lacul 1 satisface integral folosința din secțiunea determinantă 2/3/4 și parțial folosința din secțiunea 10 ($x\% Q_{n10}$).

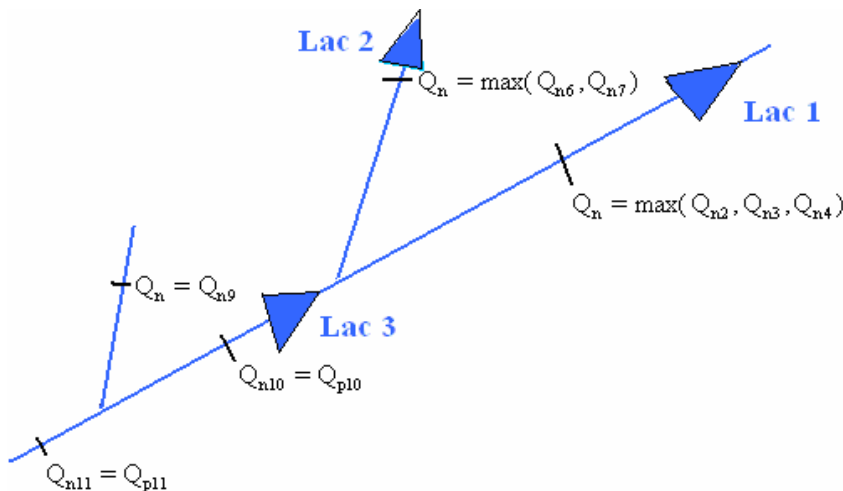


Fig. 3.15. Schema de calcul a amenajării complexe

Lacul 2 satisface integral folosința din secțiunea determinată 6 / 7

Lacul 3 satisface integral folosința din secțiunea 11 și parțial folosința din secțiunea 10 ($(100 - x\%) Q_{n10}$).

▪ Dimensionarea lacului 2

a. Calculul bilanțului apei

$$\Delta_{6/7} = Q_{a6/7} - Q_{n6/7}$$

b. Calculul variației teoretice a volumelor de apă din lac pentru satisfacerea folosinței

$$V_f = V_i - \Delta_{6/7} \cdot t$$

c. Calculul volumului acumulării pentru satisfacerea folosinței cu asigurarea $p\%$

$$V_{lac2} = V_f^{p\%}$$

▪ Dimensionarea lacului 2

a. Calculul bilanțului apei

$$\Delta_{2/3/4} = Q_{a2/3/4} - Q_{n2/3/4}$$

$$\Delta_{10} = Q'_{a10} - x\% \cdot Q_{n10}$$

$$Q'_{a10} = Q_{a10} - (Q_{C2} + Q_{C3} + Q_{C4} + Q_{C6} + Q_{C7}) \pm \Delta Q_{lac2}$$

$$\Delta_f = \min(\Delta_{2/3/3}, \Delta_{10})$$

b. Calculul variației teoretice a volumelor de apă din lac pentru satisfacerea folosinței

$$V_f = V_i - \Delta_f \cdot t$$

c. Calculul volumului acumulării pentru satisfacerea folosinței cu asigurarea $p\%$

$$V_{lac1} = V_f^{p\%}$$

▪ Dimensionarea lacului 3

a. Calculul bilanțului apei

$$\Delta_{10} = Q'_{a10} - (100 - x)\% \cdot Q_{n10}$$

$$Q'_{a10} = Q_{a10} - (Q_{C2} + Q_{C3} + Q_{C4} + Q_{C6} + Q_{C7}) \pm \Delta Q_{lac2} \pm \Delta Q_{lac1}$$

$$\Delta_{11} = Q'_{a11} - Q_{n11}$$

$$Q'_{a11} = Q_{a11} - (Q_{C2} + Q_{C3} + Q_{C4} + Q_{C6} + Q_{C7} + Q_{C9} + Q_{C10}) \pm \Delta Q_{lac1} \pm \Delta Q_{lac2}$$

$$\Delta_f = \min(\Delta_{10}, \Delta_{11})$$

b. Calculul variației teoretice a volumelor de apă din lac pentru satisfacerea folosinței

$$V_f = V_i - \Delta_f \cdot t$$

c. Calculul volumului acumulării pentru satisfacerea folosinței cu asigurarea $p\%$

$$V_{lac3} = V_f^{p\%}$$

3.3.2. Folosințe cu asigurări diferite

Dimensionarea schemei folosințelor cu asigurări de calcul diferite (fig. 3.16) parcurge următoarele etape:

- 1) În prima etapă se determină volumul necesar de apă ce trebuie acumulat în bazinul hidrografic pentru satisfacerea tuturor folosințelor la asigurarea $p_1\%$, cunoscând ca $p_1\% < p_2\% < p_3\%$. După eliminarea secțiunilor folosințelor 3, 7, 8 și 9, gruparea celorlalte secțiuni pe sectoare de râu și calculele de bilanț preliminar efectuate în secțiunile determinante rezultă un volum de apă necesar $V^{p_1\%}$.
- 2) În cea de-a doua etapă se determină volumul necesar de apă pentru satisfacerea folosințelor cu asigurările $p_2\%$ și $p_3\%$, la asigurarea $p_2\%$, ($V^{p_2\%}$). Comparând debitele prelevate și evacuate se constată că secțiunea folosinței 3 poate fi eliminată din schema de calcul. Folosințele din secțiunile 7, 8 și 9 pot fi eliminate din schema de calcul deoarece sunt satisfăcute în regim natural, conform relațiilor:

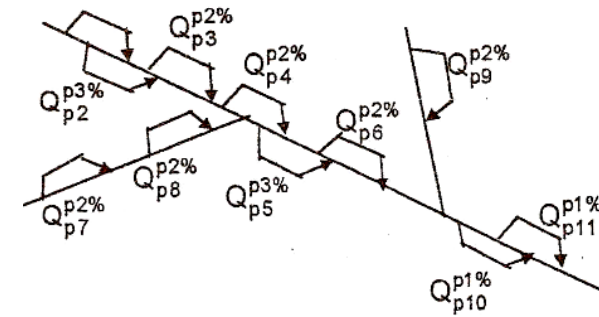


Fig. 3.16. Schema folosințelor cu asigurări de calcul

$$Q_{p1} > Q_{a1min}$$

$$Q_{e1} > Q_{p3}$$

$$Q_{p7} < Q_{a7min}$$

$$Q_{c7} + Q_{p8} < Q_{a8min}$$

$$Q_{p9} < Q_{a9min}$$

$$Q_{p10} < Q_{a10min}$$

Folosințele din secțiunile 10 și 11 cu asigurarea de calcul $p_1\%$ se elimină din calcul. Noua schemă de dimensionare arată ca în figura 3.17.

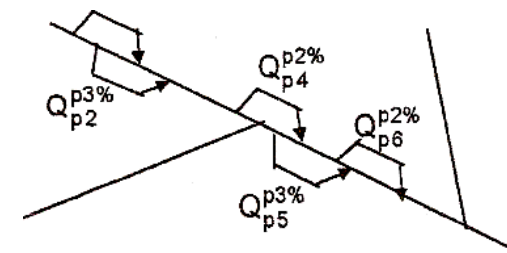


Fig. 3.17. Schema de dimensionare a folosințelor cu asigurări de calcul $p_2\%$

În continuare se grupează secțiunile folosințelor pe sectoare de râu rezultând o nouă schemă (fig. 3.18) și apoi se calculează bilanțul preliminar în secțiunile determinante. Aplicând metoda bilanțurilor cumulative se obține volumul de apă necesar $V^{p_2\%}$.

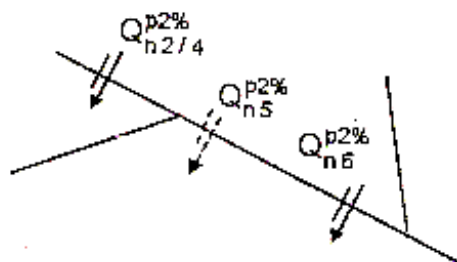


Fig.3.18. Schema de dimensionare la asigurarea de calcul $p_{2\%}$

3) În etapa a treia, din schemă se elimină și secțiunile folosințelor cu asigurarea de calcul $p_{2\%}$ (fig. 3.19).

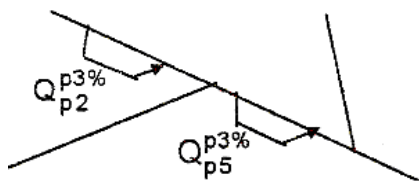


Fig.3.19. Schema de dimensionare la asigurarea de calcul $p_{3\%}$

După efectuarea calculelor de bilanț preliminar în cele două secțiuni determinante rezultă volumul de apă necesar cu asigurarea $p_{3\%}$ ($V^{P3\%}$).

a. Calculul bilanțului apei

$$\Delta_2 = Q_{a2} - Q_{n2}$$

$$\Delta_5 = Q'_{a5} - Q_{n5}$$

$$Q'_{a5} = Q_{a5} - Q_{C2}$$

$$\Delta_f = \min(\Delta_2, \Delta_5)$$

b. Calculul variației teoretice a volumelor de apă din lac pentru satisfacerea folosinței

$$V_f = V_i - \Delta_f \cdot t$$

c. Calculul volumului acumulării pentru satisfacerea folosinței cu asigurarea $p\%$

$$V_{lac} = V_f^{p3\%}$$

Volumele de apă determinate în cele trei etape se compară și se alege volumul care satisface cerințele folosințelor în situația cea mai defavorabilă.

$$V = \max(V_{P1\%}, V_{P2\%}, V_{P3\%})$$

Dacă $V = V_{p2\%}$, atunci repartizarea în bazinul hidrografic poate fi făcută conform schemei de calcul din figura 3.20.

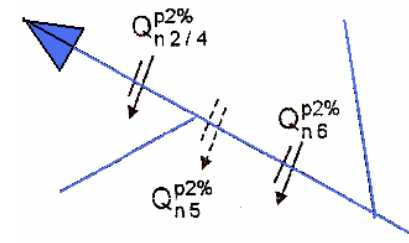


Fig.3.20. Schema de calcul la asigurarea de $p_{2\%}$

▪ Dimensionarea lacului

a. Calculul bilanțului apei

$$\Delta_{2/4} = Q_{a2/4} - Q_{n2/4}$$

$$\Delta_5 = Q'_{a5} - Q_{n5}$$

$$Q'_{a5} = Q_{a5} - (Q_{C1} + Q_{C2} + Q_{C3} + Q_{C4} + Q_{C7} + Q_{C8})$$

$$\Delta_6 = Q'_{a6} - Q_{n6}$$

$$Q'_{a6} = Q_{a6} - (Q_{C1} + Q_{C2} + Q_{C3} + Q_{C4} + Q_{C5} + Q_{C7} + Q_{C8})$$

$$\Delta_f = \min(\Delta_{2/4}, \Delta_5, \Delta_6)$$

b. Calculul variației teoretice a volumelor de apă din lac pentru satisfacerea folosinței

$$V_f = V_i - \Delta_f \cdot t$$

c. Calculul volumului acumulării pentru satisfacerea folosinței cu asigurarea $p\%$

$$V_{lac} = V_f^{p2\%}$$

Dacă $V = V_{p3\%}$ repartizarea se poate face conform schemei de calcul din figura 3.21.

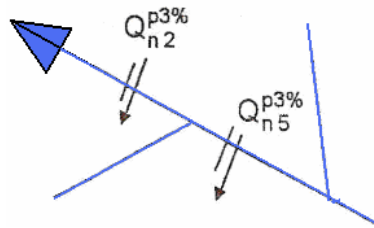


Fig. 3.21. Schema de calcul la asigurarea de $p_{3\%}$

▪ Dimensionarea lacului

a. Calculul bilanțului apei

$$\Delta_2 = Q_{a2} - Q_{n2}$$

$$\Delta_5 = Q'_{a5} - Q_{n5}$$

$$Q'_{a5} = Q_{a5} - (Q_{C1} + Q_{C2} + Q_{C3} + Q_{C4} + Q_{C7} + Q_{C8})$$

$$\Delta_f = \min(\Delta_2, \Delta_5)$$

b. Calculul variației teoretice a volumelor de apă din lac pentru satisfacerea folosinței

$$V_f = V_i - \Delta_f \cdot t$$

c. Calculul volumului acumulării pentru satisfacerea folosinței cu asigurarea $p\%$

$$V_{lac} = V_f^{p3\%}$$

3.3.3. Tipuri de scheme și amenajări cu derivații

□ Scheme cu circuit deschis

Pentru acest studiu se ia o schemă de pompare cu circuit deschis.

Se dimensionează cele două lacuri de acumulare din schema cu circuit deschis din figura 3.22.

▪ Dimensionarea lac 1

a. Calculul bilanțului apei în orele de turbinare

$$\Delta_{lac1} = Q_{a1} - Q_{n1}$$

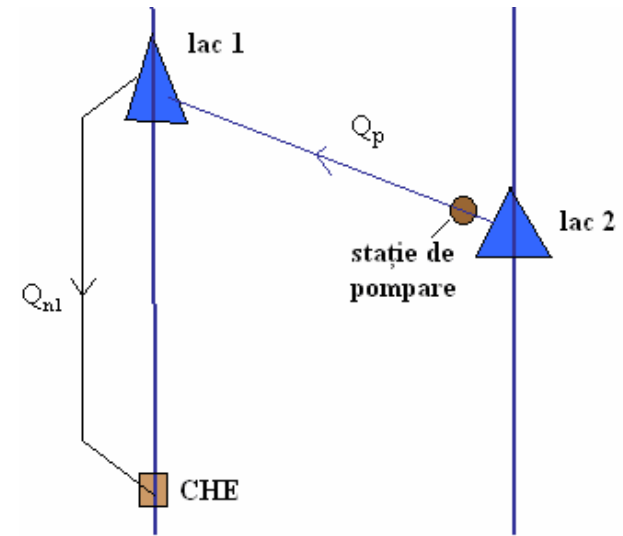


Fig. 3.22. Schema de pompare cu circuit deschis

$$Q_{n1} = \frac{P_1}{9,81 \cdot \eta_1 \cdot H_1}$$

unde: P_1 – puterea instalată la turbine [kW];

η_1 – randamentul sistemului;

H_1 – căderea brută între nivelul apei din lac și axul turbinei [m];

a'. Calculul bilanțului apei în orele de pompare

$$\Delta'_{lac1} = Q'_{a1} - Q_{n1}$$

$$Q'_{a1} = Q_{a1} + Q_p$$

$$Q_{n1} = 0$$

b. Calculul variației teoretice a volumelor de apă din lac pentru satisfacerea folosinței

$$V_f = V_i - \frac{\Delta_{lac1}}{\Delta'_{lac1}} \cdot t$$

c. Calculul volumului acumulării pentru satisfacerea folosinței cu asigurarea $p\%$

$$V_{lac1} = V_f^{p3\%}$$

▪ *Dimensionarea lac 2*

a. Calculul bilanțului apei în orele de funcționare a centralei

$$\Delta_{lac12} = Q_{a2} - Q_p$$

$$Q_p = 0$$

a'. Calculul bilanțului apei în orele de pompare

$$\Delta'_{lac2} = Q_{a2} - Q_p$$

b. Calculul variației teoretice a volumelor de apă din lac pentru satisfacerea folosinței

$$V_f = V_i - \frac{\Delta_{lac2}}{\Delta'_{lac2}} \cdot t$$

c. Calculul volumului acumulării pentru satisfacerea folosinței cu asigurarea $p\%$

$$V_{lac2} = V_f^{p3\%}$$

□ **Scheme cu circuit închis**

Pentru acest caz se ia o schemă de pompare cu circuit închis (fig. 3.23). Debitele turbinate Q_{n1} și cele pompate Q_{n2} sunt debite orare din graficul zilnic de sarcină sau debite medii lunare din graficul anual de sarcină, în funcție de tipul acumulării.

▪ *Dimensionarea lac 1*

a. Calculul bilanțului apei în orele de turbinare

$$\Delta_{lac1} = Q_{a1} - Q_{n1}$$

$$Q_{n1} = \frac{P_1}{9,81 \cdot \eta_1 \cdot H_1}$$

a'. Calculul bilanțului apei în orele de pompare

$$\Delta'_{lac1} = Q'_{a1} - Q_{n1}$$

$$Q'_{a1} = Q_{a1} + Q_{n2}$$

$$Q_{n1} = 0$$

b. Calculul variației teoretice a volumelor de apă din lac pentru satisfacerea folosinței

$$V_f = V_i - \frac{\Delta_{lac1}}{\Delta'_{lac1}} \cdot t$$

c. Calculul volumului acumulării pentru satisfacerea folosinței cu asigurarea $p\%$

$$V_{lac1} = V_f^{p3\%}$$

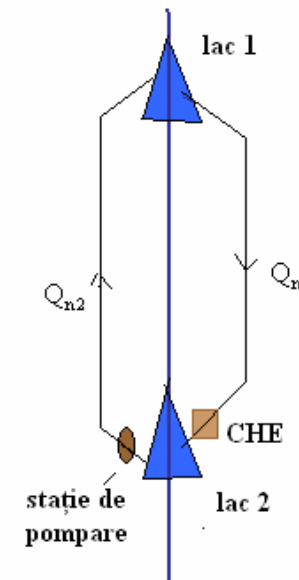


Fig. 3.23. Schema de pompare cu circuit închis

▪ *Dimensionarea lac 2*

a. Calculul bilanțului apei în orele de turbinare

$$\Delta_{lac12} = Q'_{a2} - Q_{n2}$$

$$Q'_{a2} = Q_{a2} + Q_{n1}$$

$$Q_{n2} = 0$$

a'. Calculul bilanțului apei în orele de pompare

$$\Delta'_{lac2} = Q'_{a2} - Q_{n2}$$

$$Q'_{a2} = Q_{a2}$$

$$Q_{n2} = \frac{P_2}{9,81 \cdot \eta_2 \cdot H_2}$$

unde: P_{12} – puterea instalată la pompe [kW];
 η_1 – randamentul sistemului de pompare;
 H_2 – înălțimea brută de pompare [m].

b. Calculul variației teoretice a volumelor de apă din lac pentru satisfacerea folosinței

$$V_f = V_i - \frac{\Delta_{lac2}}{\Delta'_{lac2}} \cdot t$$

c. Calculul volumului acumulării pentru satisfacerea folosinței cu asigurarea $p\%$

$$V_{lac2} = V_f^{p3\%}$$

□ Amenajări cu derivații

Derivațiile sunt lucrări de gospodărire a apelor care modifică regimul debitelor în scopul satisfacerii cerinței de apă a folosințelor. Spre deosebire de o acumulare care este amplasată pe un curs de apă, o derivație face legătura între două cursuri de apă. Această derivație se poate realiza între două cursuri de apă din același bazin hidrografic sau dintre două cursuri de apă din bazine diferite (fig. 3.24).

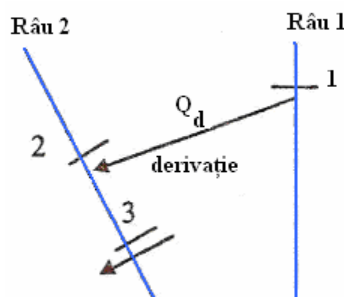


Fig. 3.24. Derivație între două cursuri de apă

Schema de calcul a derivației se rezolvă astfel:

- pe râul 1 avem o singură folosință (1), a cărei cerință de apă trebuie satisfăcută;
- pentru râul 2 avem două folosințe (2 și 3) și un afluent.

Secțiunea de confluență a derivației cu râul 2 și secțiunea determinantă 3 pot sau nu să se găsească pe același sector de râu.

Derivația realizată în regim natural pe ambele râuri va funcționa cu un debit variabil și trebuie să îndeplinească condiția:

$$Q_{d\max} \leq Q_{a1\min}$$

Dimensionarea derivației se va face la debitul maxim ce trebuie transportat din secțiunea 1 în secțiunea determinantă 3. Șirul de valori al debitelor afluenți în secțiunea 3 se compară cu șirul de valori al debitelor necesare în aceeași secțiune, rezultând șirul de valori Q_d din care se alege valoarea maximă.

$$Q_d = Q_{n3} - Q_{a3}$$

$$Q_{a3} \approx Q_{a2}$$

$$Q_d = (0 \dots Q_{d\max})$$

Condiția $Q_{d\max} \leq Q_{a1\min}$, fiind foarte restrictivă este de cele mai multe ori greu de îndeplinit. În asemenea situații se pune problema regularizării debitelor printr-o acumulare.

• Ipoteza 1

Într-o primă fază se pune problema regularizării debitelor în secțiunea 1 printr-o acumulare (fig. 3.25).

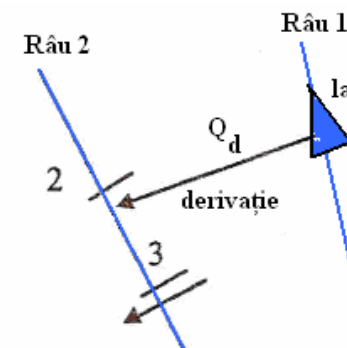


Fig. 3.25. Derivația între două râuri în regim modificat

Pentru ca derivația să poată fi realizată se pune condiția ca debitul mediu multianual al derivației să fie cel mult egal cu debitul mediu multianual afluent pe râul 1:

$$\bar{Q}_d \leq \bar{Q}_{a1}$$

Derivația va funcționa cu un debit variabil și se va dimensiona la debitul maxim ales din șirul de valori, apoi se trece la dimensionarea lacului.

$$Q_d = Q_{n3} - Q_{a3}$$

$$Q_d = (0 \dots Q_{d \max})$$

▪ *Dimensionarea lacului*

a. Calculul bilanțului apei

$$\Delta = Q_{alac1} - Q_d$$

b. Calculul variației teoretice a volumelor de apă din lac pentru satisfacerea folosinței

$$V_f = V_i - \Delta t$$

c. Calculul volumului acumulării pentru satisfacerea folosinței cu asigurarea $p\%$

$$V_{lac1} = V_f^{p\%}$$

• **Ipoteza 2**

În a doua ipoteză se pune problema regularizării debitelor afluențe prin amplasarea unui lac pe al doilea curs de apă (Fig.3.26).

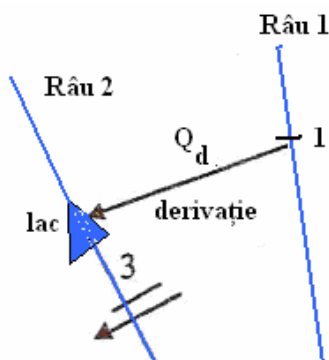


Fig. 3.26. Derivația între două râuri în regim modificat

Lacul de acumulare împreună cu derivația asigură debitele necesare în secțiunea determinantă 3. Dimensionarea derivației se face pentru un debit mediu multianual (\bar{Q}_d) dat de relația:

$$\bar{Q}_d \leq \bar{Q}_{n3} - \bar{Q}_{a3}$$

$$Q_{a3} \approx Q_{a2}$$

unde: $\bar{Q}_{a3}, \bar{Q}_{a2}$ – debitul mediu multianual afluent în secțiunea 3, respectiv în secțiunea 2;

\bar{Q}_{n3} – debitul mediu multianual necesar.

Pentru ca derivația să poată fi realizată pe râul 1 trebuie îndeplinită condiția:

$$\bar{Q}_d \leq \bar{Q}_{a1}$$

unde: \bar{Q}_{a1} – debitul mediu multianual afluent pe râul 1 în secțiunea 1.

Derivația funcționează la un debit variabil care satisface condiția $\bar{Q}_d \leq \bar{Q}_{a1}$.

▪ *Dimensionarea lacului:*

a. Calculul bilanțului apei

$$\Delta_3 = Q'_{a3} - Q_{n3}$$

$$Q'_{a3} = Q_{a3} + Q_d$$

b. Calculul variației teoretice a volumelor de apă din lac pentru satisfacerea folosinței

$$V_f = V_i - \Delta_3 t$$

c. Calculul volumului acumulării pentru satisfacerea folosinței cu asigurarea $p\%$

$$V_{lac} = V_f^{p\%}$$

• **Ipoteza 3**

Dacă relația $Q_d \leq Q_{a1}$ nu este satisfăcută, atunci se impune realizarea unei acumulări și pe râul 1 (fig. 3.27).

▪ *Dimensionarea derivației*

$$\bar{Q}_d = \bar{Q}_{n3} - \bar{Q}_{a3}$$

$$Q_{a3} \approx Q_{a2}$$

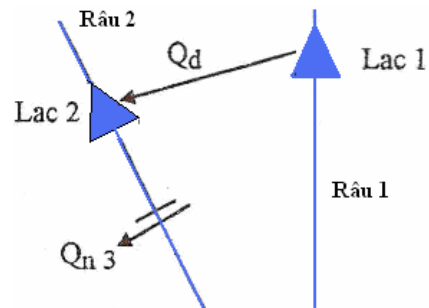


Fig. 3.27. Derivația între două râuri în regim modificat

Debitul mediu al derivației nu trebuie să depășească potențialul hidrologic

\bar{Q}_{a1} al râului 1, în secțiunea lacului 1.

$$\bar{Q}_d \leq \bar{Q}_{a1}$$

▪ *Dimensionarea lacului 2*

a. Calculul bilanțului apei

$$\Delta_3 = Q'_{a3} - Q_{n3}$$

$$Q'_{a3} = Q_{a3} + Q_d$$

b. Calculul variației teoretice a volumelor de apă din lac pentru satisfacerea folosinței

$$V_f = V_i - \Delta_3 t$$

c. Calculul volumului acumulării pentru satisfacerea folosinței cu asigurarea $p\%$

$$V_{lac2} = V_f^{p\%}$$

Debitul transportat de derivație poate fi:

- constant (\bar{Q}_d);
- variabil $Q_d \leq Q_{n3} - Q_{a3}$ sau $Q_d > Q_{n3} - Q_{a3}$.

▪ *Dimensionarea lacului 1*

a. Calculul bilanțului apei

$$\Delta_{lac1} = Q_{alac1} - Q_d$$

b. Calculul variației teoretice a volumelor de apă din lac pentru satisfacerea folosinței

$$V_f = V_i - \Delta_3 t$$

c. Calculul volumului acumulării pentru satisfacerea folosinței cu asigurarea $p\%$

$$V_{lac1} = V_f^{p\%}$$

3.4. Seceta

Seceta afectează mai mulți oameni decât orice alt dezastru natural și implică imense costuri economice, sociale și de mediu. Dezvoltarea monitorizării efective a secetei, avertizării rapide și a sistemelor de distribuție a constituit o provocare importantă datorită caracteristicilor unice ale secetei. În ultimii ani s-au făcut diverse studii pentru îmbunătățirea eficienței acestor sisteme.



Optimizarea monitorizării secetei reprezintă componenta cheie a planurilor de prevenire a situațiilor de secetă și a politicii naționale de gestionare a secetelor. Sistemele de avertizare pot furniza factorilor de decizie informații optime asupra măsurilor de diminuare ce pot fi folosite. Există numeroase posibilități de îmbunătățire

a acestui sistem, dar o abordare adaptată la tipul de climat, precum și la strategia de monitorizare a alimentării cu apă se dovedește a fi de succes în mai multe țări.

Secetele constituie fenomene climatice extreme, care prin efectele lor prezintă calamități naturale cu manifestare periodică, constând în reducerea drastică a precipitațiilor și resurselor de apă pe perioade lungi de timp (de obicei un sezon sau câteva sezoane sau ani la rând). Deficitul de precipitații conduce la reducerea rezervelor de apă disponibile pentru toate folosințele, ca și pentru protecția mediului.

□ Tipuri de secete

• *Seceta meteorologică*

Pentru regiunile cu climat caracterizat de diferențe intersezonale mari în privința precipitațiilor, ca și cu o variabilitate extinsă și în interiorul sezoanelor, seceta meteorologică este definită în raport cu gradul de reducere a precipitațiilor față de o valoare medie multianuală sau "normală" și cu durata perioadei cu precipitații reduse. Deficitul de precipitații are variații mari atât în timp, pe intervale lunare, sezonale, anuale, cât și ca extindere teritorială.

Unele definiții ale secetei meteorologice identifică perioadele de secetă pe baza numărului de zile cu precipitații sub un anumit prag. Apreciere de acest gen este recomandată pentru regiuni cu regim pluviometric bogat și bine repartizat în timpul anului.

• *Seceta agricolă*

În condițiile lipsei precipitațiilor pentru un anumit interval de timp se instalează seceta atmosferică. Lipsa îndelungată a precipitațiilor determină uscarea profundă a solului și instalarea secetei pedologice. Asocierea celor două tipuri de secetă și diminuarea resurselor subterane de apă determină apariția secetei agricole, care duce la reducerea sau pierderea totală a culturilor agricole. Seceta agricolă este un fenomen natural de risc climatic posibil a se produce pe tot parcursul unui an sau în succesiune lunară/anuală, principalele caracteristici genetice fiind evoluția în dinamică a parametrilor caracteristici și extinderea locală sau regională.

Factorii ecologici acționează asupra plantelor concomitent și în interacțiune cu intensități diferite pe parcursul fazelor de vegetație. Evoluția acumulărilor vegetale,

respectiv parcurgerea fazelor și durata acestora este strâns legată de evoluția și intensitatea factorilor ecologici.

Impactul fenomenului de secetă pedologică este variat și deosebit de complex, iar efectele asupra stării de vegetație și productivității culturilor agricole sunt: directe/indirecte, singulare/cumulative, momentane/prelungite, locale/extinse.

Efectele directe conduc la deprecierea stării de vegetație și reducerea producției agricole anuale, deteriorarea treptată până la compromiterea totală a culturii etc.

Efectele indirecte sunt mai complexe, determinând schimbări în practicile de utilizare a terenurilor agricole și tehnologia de cultivare, precum și a modului de folosință al acestora, fiind afectată stabilitatea recoltelor anuale și chiar dezvoltarea economică a unei regiuni sau zone agricole, atunci când fenomenul se succede în timp și spațiu și nu se iau măsuri de prevenire și/sau diminuare a consecințelor nefavorabile.

• *Seceta hidrologică*

Are în vedere efectele perioadelor cu precipitații reduse (inclusiv precipitații solide) asupra volumului scurgerii pe râuri, volumului de apă acumulat în lacuri și în straturile acvifere.

Frecvența și severitatea acestei secete se definește pe bazine hidrografice. Seceta hidrologică se manifestă cu o anumită întârziere față de seceta agricolă și meteorologică. Analiza acestei secete implică stabilirea influenței deficitului de precipitații asupra componentelor sistemului hidrologic (infiltrația, scurgerea de suprafață, scurgerea subterană, debitele râurilor, volumele de apă și nivelurile din lacurile de acumulare, nivelurile freatice). Totodată, această influență este pusă în legătură cu cererea ce se manifestă în diferite sectoare utilizatoare de apă: agricultură, alimentări cu apă potabilă și industrială, irigații, piscicultură, navigație, habitat-recreațional, fauna salbatică.

Impactul secetelor hidrologice este sesizabil, atunci când seceta meteorologică se prelungește mai mulți ani consecutivi, efectele fiind în directă legătură cu caracteristicile lacurilor de acumulare. Aceste caracteristici (de înmagazinare și regularizare) prezintă interes și în cazul manifestării secetelor în acvifere subterane.

- *Seceta socio-economică*

Definițiile socio-economice ale secetei asociază cererea și oferta unor bunuri economice cu seceta meteorologică, hidrologică și agricolă. Satisfacerea cererii de apă pentru foraje, culturi agricole, piscicultură, ca și cea pentru producția de energie hidroelectrică depind de climă. Valorile scăzute ale precipitațiilor fac ca în perioade de secetă să nu poată fi satisfăcute nevoile umane și cele pentru menținerea echilibrului factorilor de mediu.

Seceta socio-economică survine atunci când cererea pentru apă ca bun economic depășește oferta, ca rezultat al secetelor și reducerii cantităților de apă. De multe ori, cererea crește datorită creșterii populației sau consumului pe cap de locuitor. Oferta crește și ea prin îmbunătățirea randamentelor de producție, a tehnologiilor sau prin construirea de noi lacuri de acumulare. Vulnerabilitatea la astfel de secete se poate mări în viitor, dacă cererea crește mai repede decât oferta.

Din punct de vedere meteorologic, secetele se caracterizează prin intensitate și durată. Aceste elemente prezintă importanță pentru că de ele depind efectele asupra producțiilor agricole pe plan local. Dacă analiza este la scară regională se va lua în calcul și aria de extindere a secetei, cu observația că analiza extinderii teritoriale a secetei va fi precedată de analize punctuale la stațiile meteorologice din regiune.

Analiza din punct de vedere istoric a secetelor impune și studiul frecvenței de producere a acestora. Legătura dintre elementele ce caracterizează secetele depinde în mare măsură de condițiile fizico-geografice locale, care prezintă o neuniformitate pronunțată determinată de influențele climatice, neuniformitatea reliefului, a solurilor, a condițiilor geologice etc.

Fenomenul de secetă este direct influențat de regimul pluviometric care evidențiază deficitul de umiditate din aer și sol, creșterea evapotranspirației potențiale și scăderea treptată a rezervelor de apă accesibile plantelor agricole [Donciu, 1973].

□ Indici de caracterizare a secetelor

Existența mai multor medii (solurile, apele, atmosfera) și sectoare afectate de secete (agricultura, industrie, piscicultura, hidroenergetica, agrement-turism, salubritate, sănătate etc.), condițiile particulare de ordin geografic și variabilitatea în timp a

secetelor conduc către definirea dificilă a unor indici unitari care să caracterizeze fenomenul de secetă.

Precipitațiile atmosferice prin absența și/sau insuficiența acestora constituie factorul meteorologic/climatic cel mai important care determină apariția, intensificarea și extinderea fenomenelor de uscăciune și secetă.

- *Indici și criterii pluviometrice*

Fenomenul de secetă este direct influențat de regimul pluviometric care evidențiază deficitul de umiditate din aer și sol, creșterea evapotranspirației potențiale și scăderea treptată a rezervelor de apă accesibile plantelor agricole.

Precipitațiile reprezintă principala sursă de apă pentru creșterea și dezvoltarea plantelor agricole, iar elementele cele mai semnificative ale acestui parametru meteorologic sunt variabilitatea cantitativă, distribuția și repartiția spațio-temporală. Ca fenomene de risc/stres hidric cu impact asupra culturilor agricole sunt analizate prin: suma anuală; media multianuală; numărul de zile cu precipitații; limite optime și critice ale cantităților de precipitații pe diferite intervale caracteristice/zilnice, lunare, sezoniere, anuale etc.; sezonul critic de producere al ploilor etc.

Un alt indicator specific precipitațiilor este și *numărul de zile cu ploi*, care durează astfel:

- 60 de zile, în medie, pe litoral și în zonele de câmpie;
- 80 zile în zonele colinare;
- până la 180 zile în zona de munte.

Acest indicator evidențiază distribuția lunară neuniformă pe parcursul întregului sezon vegetativ al culturilor agricole, o lună fiind optimă sub aspect pluviometric atunci când se înregistrează 70-80 mm precipitații utile/efective (≥ 5 mm /zi) în cel puțin 8-10 zile.

- *Indici de caracterizare a secetelor hidrologice*

Seceta hidrologica este apreciată în funcție de debitul și volumul scurgerii râului de rezerve (volumele) de apă din lacurile de acumulare, de nivelurile apelor subterane. Seceta determinată de reducerea precipitațiilor pe perioade îndelungate

de timp se manifestă în hidrologie prin perioade cu debite mici, însă un astfel de fenomen sezonier care intervine special vara nu constituie în mod necesar secetă. Dacă este însă o perioadă continuă cu debite reduse existente și în afara perioadelor normale cu debite minime, atunci desigur că ea se înscrie în manifestările unei secete hidrologice.

Analiza debitelor se referă la stabilirea frecvenței debitelor minime sau la intensitatea scăderii debitelor în râu în absența precipitațiilor. Se poate face și prin întocmirea curbelor de durată ale debitelor. Totuși, aceste modalități nu permit stabilirea directă a începutului și sfârșitului perioadelor de secetă.

Cel mai relevant mod de analiză hidrologică pentru evidențierea secetelor este cel referitor la perioadele continue în care debitul s-a menținut sub o mărime prestabilită (numit debit de referință). Analiza acestor perioade se poate face pe bază de date cu rezoluție zilnică și mai rar decadală sau lunară. Numărul de intervale de timp consecutive în care debitul sau volumul scurgerii a avut valori sub valoarea de referință reprezintă durata fenomenului de secetă.

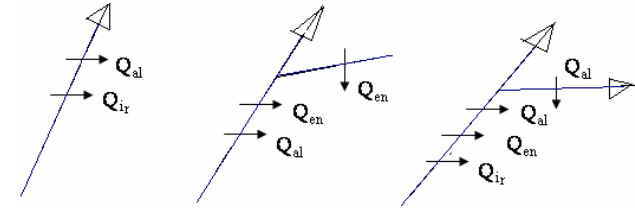
Pentru fiecare manifestare a fenomenului în parte, suma abaterilor volumului scurgerii față de valoarea de referință pe durata secetei reprezintă deficitul cumulat al scurgerii sau severitatea secetei. Împărțind acest deficit la durata la care se referă rezultă intensitatea secetei hidrologice.

Analizele se efectuează pe șiruri lungi de ani. În țara noastră, fără a avea un caracter ciclic real, se constată o succesiune între perioadele secetoase și perioadele ploioase, la un interval de aproximativ 12-15 ani.

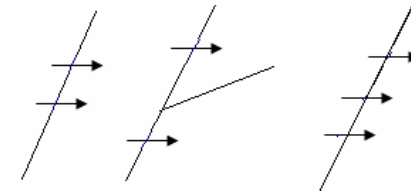
Secarea râurilor este un fenomen natural sau indus antropic prin care debitul râului ajunge să fie nul. La originea acestui fenomen stau în principal factorii climatici (precipitații, temperaturi), gradul de acoperire cu vegetație și tipul acestei vegetații, precum și factorii litologici (permeabilitatea / impermeabilitatea unor tipuri de roci).

3.5. Probleme

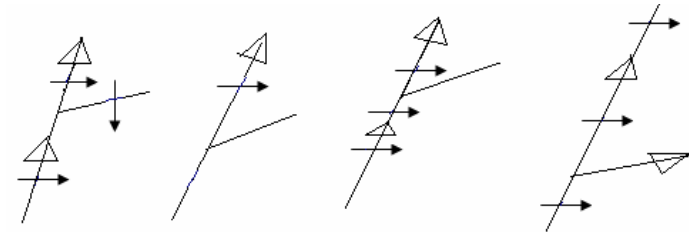
1. Care sunt caracteristicile unui sector de râu ?
2. Întocmiți schema de calcul



3. Amplasați lacurile de acumulare în bazinele hidrografice pentru schemele date:



4. Dimensionați schemele complexe de mai jos:



5. Care este algoritmul de calcul al metodei bilanțurilor cumulative / modificării hidrografelor?
6. Definiți gradul de asigurare după frecvență / durată / volum.
7. Determinați deficitul/excedentul în secțiunea de calcul la o acumulare de compensare.
8. Care sunt tipurile de secetă ?
9. Care sunt indicii ce caracterizează o secetă pluviometrică ?
10. Care sunt indicii ce caracterizează o secetă hidrologică ?
11. Volumul V_i determinat prin metoda bilanțurilor cumulative este identic cu volumul necesar doar folosinței din secțiunea i ?
12. Cât este debitul recirculat la o schemă mixtă a unei folosințe dacă cel evacuat este 0 ?