

Capitolul 2

UTILIZAREA APEI

2.1. Disponibilul de apă

2.1.1. Definiții

Totalitatea elementelor naturale ale mediului ce pot fi folosite în activitatea umană constituie resursele naturale. Resurse naturale pot fi:

- regenerabile (apa, solul, flora, fauna sălbatică)
- neregenerabile (mineralele și combustibilii fosili)
- permanente (energie solară, eoliană, geotermală și a valurilor).

Din punct de vedere al administrării, apele se împart în ape internaționale, ape teritoriale și ape naționale.

Apele internaționale cuprind apele la care un stat este riveran cu alte state, cele care intră sau ies prin granițele statului precum și cele la care interesele unor state străine sunt recunoscute prin tratate și convenții internaționale.

Apele teritoriale (maritime interioare) sunt apele cuprinse în porțiunea de la țărmul mării spre larg până la liniile de bază, a căror întindere și delimitare se stabilesc prin lege. Liniile de bază sunt liniile celui mai mare reflux care unesc punctele cele mai avansate ale țărmului, ale locurilor de acostare, ale amenajărilor hidrotehnice și a altor instalații portuare permanente.

Apele naționale sunt fluviile, râurile, canalele și lacurile interioare, precum și apele fluviilor și râurilor de frontieră stabilite prin tratate, acorduri și convenții internaționale.

Apa este resursa care se reînnoiește permanent în procesul ciclic generat de acțiunea soarelui, nu se schimbă cantitativ și nu poate fi înlocuită.

Din punct de vedere al posibilităților de utilizare, resursele pot fi:

- totale, date de cantitatea de apă existentă și definite din punct de vedere teoretic pe baza studiilor meteorologice și hidrologice;
- utilizabile, reprezentând o cotă parte din resursele totale, care pot fi utilizate în condiții economice pentru satisfacerea cerințelor de apă.

Resursele de apă, cuprinzând toate formele ciclului natural al apei, pot fi grupate în:

- *resurse atmosferice* ce cuprind apa din atmosfera terestră care formează componenta ciclului între momentul evaporării și momentul căderii precipitațiilor. Resursele atmosferice constituie un mod indirect de caracterizare a resurselor de apă ale uscatului;
- *resurse ale uscatului* sunt componentele ciclului natural între momentul căderii precipitațiilor pe suprafața pământului și momentul ajungerii lor în urma procesului de scurgere, în mări sau oceane;
- *resurse oceanice* sunt apele reținute în ocean și alimentate de fluvii; acestea constituie principala sursă de alimentare a atmosferei.

Activitatea umană determină modificări considerabile ale resurselor de apă naturale. Influențele se manifestă asupra repartiției resurselor de apă între diferitele categorii de resurse, precum și asupra repartiției în timp sau în spațiu în cadrul aceleiași categorii și constau în:

- activități care modifică regimul precipitațiilor, reduceri considerabile ale precipitațiilor pot apărea în vecinătatea unor zone industriale ca urmare a emanațiilor de fum și abur;
- modul de amenajare a teritoriului unui bazin hidrografic, care modifică regimul de scurgere al apei chiar înainte de a ajunge în râu. În acest sens acțiunile de despădurire pe terenuri în pantă accelerează procesul de șiroire și implicit duce la diminuarea resurselor de apă subterană;
- intervențiile asupra albiilor râurilor care modifică condițiile de scurgere, implicit repartiția în timp a resurselor;

- consumul apei pentru diferite activități umane care duce la reducerea resurselor de apă;
- influențe datorate lucrărilor de gospodărirea apelor, care prin definiție au rolul de a modifica repartiția în timp și spațiu a resurselor de apă. Toate aceste influențe sunt variabile în timp, în funcție de activitățile umane la un moment dat.

Studiul resurselor de apă trebuie să țină cont de influența activităților umane atât în privința analizelor, datelor înregistrate din trecut, care trebuie supuse unor corecții pentru a deveni omogene, cât și în privința regimului viitor.

În cadrul schemelor de amenajare se studiază:

- *Potențialul hidrologic* reprezentând regimul de variație în timp și spațiu al resurselor de apă și este dat de debitul mediu multianual Q_0 .
- *Potențialul de gospodărirea apelor* reprezentând limita maximă până la care se pot dezvolta lucrările de gospodărirea apelor într-un bazin hidrografic. Acesta poate fi:
 - teoretic, corespunzând analizei teoretice a volumelor care pot fi acumulate în diferite secțiuni transversale pe cursurile de apă sau derivate;
 - tehnic ține seama de resursele de apă care pot umple acumulările și debitele care pot fi asigurate la derivație;
 - economic dat de eficiența economică a lucrărilor de gospodărire a apelor.
- *Potențialul de satisfacere a folosințelor*, reprezentând limita maximă până la care se pot dezvolta diferite folosințe în ipoteza valorificării potențialului de gospodărirea apelor poate cuprinde:
 1. *Potențialul de alimentare cu apă* ce corespunde debitelor care pot fi furnizate unei alimentări cu apă în ipoteza realizării tuturor acumulărilor incluse în potențialul de gospodărire a apelor (P_{ga}) și poate fi:
 - teoretic dat de cerința de apă a folosinței;
 - tehnic, corespunzând debitelor disponibile care pot satisface cerința;
 - economic, corespunzând variantei eficiente dintre soluțiile posibile.

2. *Potențialul hidroenergetic*

- teoretic este dat de puterea, respectiv energia ce poate fi produsă;
- tehnic este dedus din cel teoretic prin aplicarea coeficientului de randament;
- economic corespunde soluțiilor economice între diversele tipuri de amenajări hidroenergetice care valorifică potențialul tehnic.

3. *Potențialul irigabil*

- teoretic corespunde suprafeței cu deficit de umiditate;
- tehnic este dat de suprafața care poate fi irigată corespunzător resurselor de apă;
- economic, care reprezintă suprafața din potențialul tehnic, irigabilă în condiții de eficiență economică

- *Potențialul de combatere a efectelor dăunătoare* reprezintă limita maximă până la care se pot dezvolta amenajările de combatere și poate fi:
 - teoretic, corespunzând suprafeței inundabile în regim natural;
 - tehnic, reprezentând totalitatea suprafețelor care pot fi scoase de sub influența viiturilor;
 - economic, reprezentând lucrările din cadrul potențialului tehnic eficiente economic.
- *Potențialul de evacuare* reprezintă limita maximă până la care cursurile de apă pot fi utilizate pentru îndepărtarea reziduurilor.

Relația în care se găsește potențialul teoretic (P_{te}), tehnic (P_{th}) și economic (P_{ec}) este:

$$P_{te} \leq P_{th} \leq P_{ec}$$

Potențialele de evacuare a reziduurilor reprezintă cantitatea de substanțe reziduale care poate fi evacuată prin intermediul unui curs de apă raportată la:

- debitul minim al cursului de apă (fără amenajări de compensare a debitelor de restituții);
- debitul mediu (în ipoteza că s-ar asigura și o gospodărire a restituțiilor).

□ **Aplicație teoretică**

Pentru calculul potențialului hidroenergetic teoretic, respectiv pentru stabilirea puterii și a energiei disponibile pe un sector de râu trebuie să se cunoască următoarele date:

- cota punctului inițial H_0 [m] și final H [m] al sectorului de apă
- precipitațiile h [mm/an] și izohietele
- suprafața bazinului S [km²] și suprafețele elementare S_n [kmp] între izohiete consecutive;
- coeficientul de scurgere mediu pe porțiunea studiată.

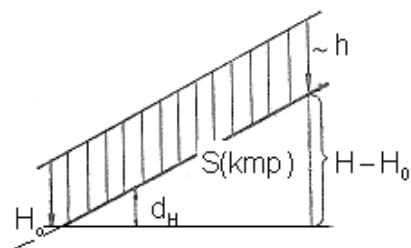


Fig. 2.1. Schița de calcul a potențialului hidroenergetic

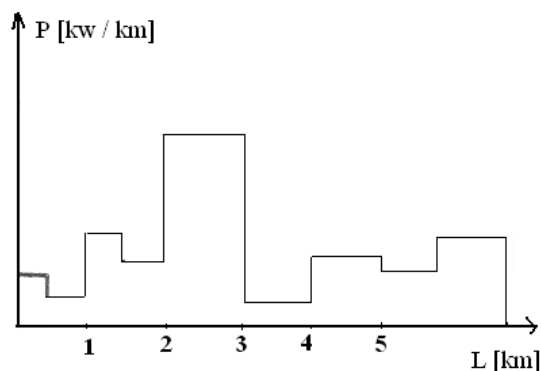


Fig. 2.2. Potențialul liniar al unui curs de apă

Potențialul precipitațiilor:

$$E_p = \frac{1}{367} \cdot \gamma \cdot H \cdot V = k \int_{H_0}^H h \cdot S \cdot dH = k \int_0^S h \cdot H \cdot dS \text{ [kWh/an]}$$

$$P_p = 9,81 \cdot Q \cdot H = 9,81 \cdot \sum_1^n \frac{10^{-3}(h_n + h_{n+1})}{2} \cdot \frac{\Delta S_n \cdot 10^6}{31,56 \cdot 10^6} \cdot H =$$

$$= 9,81 \cdot \sum_1^n \frac{h_n + h_{n+1}}{2} \cdot \frac{\Delta S_n}{31560} \cdot H \text{ [kW]}$$

unde: E_p – reprezintă energia;

P_p – reprezintă puterea.

$$P_p = \frac{E_p}{8760}$$

Potențialul specific al precipitațiilor:

$$p_p = \frac{P_p}{S} \text{ [kW/kmp]}$$

$$e_p = 8760 \cdot p_p \text{ [kW/an/kmp]}$$

Potențialul scurgerii cu debitul specific:

$$q = \frac{10^{-3} \cdot \alpha h \cdot 10^6 \cdot S}{31,56 \cdot 10^6} = \frac{\alpha \cdot h}{31,56} \text{ [l/s/kmp]}$$

$$E_s = 86 \cdot \int_0^S q \cdot H \cdot dS = 86 \cdot \int_0^H q \cdot S \cdot dH \text{ [kWh/an]}$$

$$P_s = \frac{1}{8760} \cdot E_s \text{ [kW]}$$

Potențialul specific al scurgerii cu debitul specific:

$$p_s = \alpha \cdot p_p$$

$$e_s = \alpha \cdot e_p$$

Între km 2 și km 3 râul dispune de o putere importantă concentrată pe o lungime mică, ceea ce este favorabil și permite o amenajare economică.

Potențialul hidroenergetic real se obține din potențialul teoretic prin aplicarea coeficientului de randament.

□ **Ce este un lac de acumulare ?**

Lacul de acumulare este o lucrare de gospodărire a apelor, având ca scop înmagazinarea apei prin bararea cursului de apă pentru regularizarea debitelor.

Prin regularizarea debitelor se înțelege modificarea în timp a regimului de scurgere al apei. Regimul apelor corespunde ansamblului elementelor cantitative și calitative ce caracterizează apele de suprafață și subterane.

Regimul apelor poate fi natural, nemodificat de acțiuni de gospodărire a apelor și regularizat / modificat / antropic rezultat ca urmare a influenței funcționării lucrărilor de gospodărire a apelor.

Lacul de acumulare modifică repartitia în timp a resurselor de apă prin reținerea în anumite perioade a unei părți din afluxurile de apă și evacuarea lor ulterioară. În funcționarea unui lac are loc un ciclu de umplere corespunzător perioadelor excedentare față de cerințe și unul de golire corespunzător perioadelor deficitare.

A. După perioada de funcționare acumulările pot fi:

- *acumulări permanente frontale* ($V_u \neq 0, V_p = 0$) cu funcționare continuă pentru satisfacerea folosințelor (fig. 2.3);
- *acumulări nepermanente frontale* ($V_p \neq 0, V_u = 0$), cu funcționare temporară în perioadele de ape mari exclusiv pentru atenuarea viiturilor (fig. 2.4). În această categorie intră și incintele laterale realizate în lungul cursurilor de apă (fig. 2.5);
- *acumulări mixte* ($V_u \neq 0, V_p \neq 0$) cu tranșe funcționând continuu pentru satisfacerea folosințelor și protecția calității apelor și cu tranșe cu funcționare temporară pentru atenuarea viiturilor (fig. 2.6).

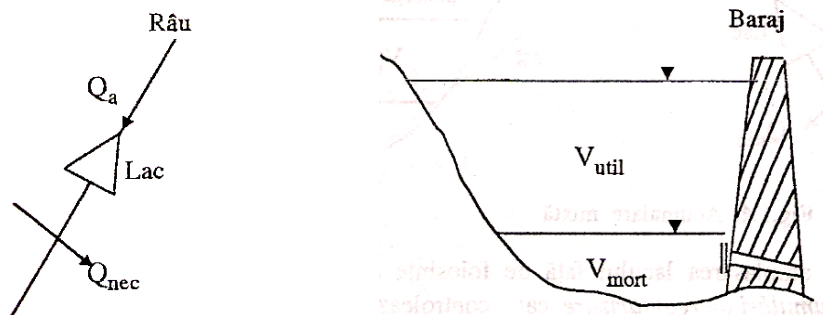


Fig. 2.3. Acumulare permanentă

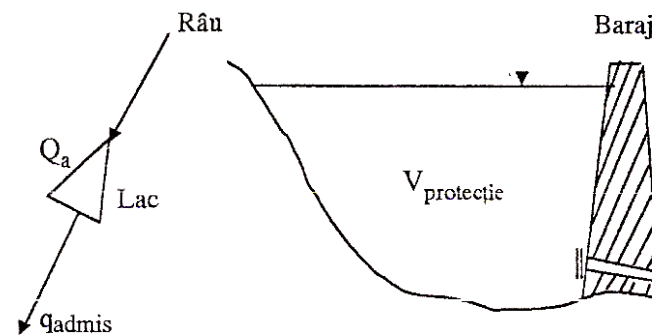


Fig. 2.4. Acumulare nepermanentă

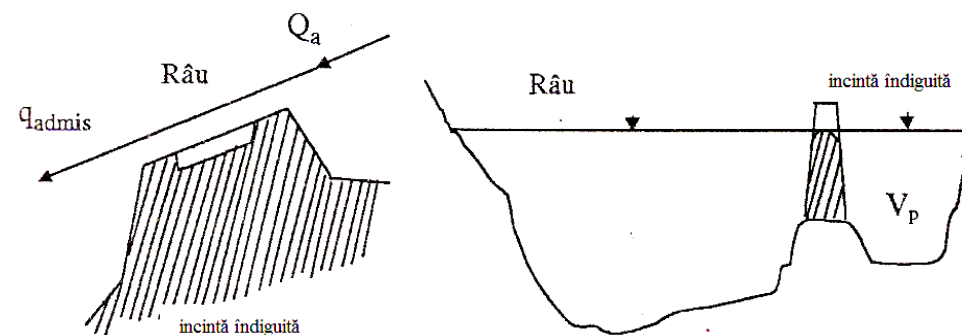


Fig. 2.5. Incinta laterală

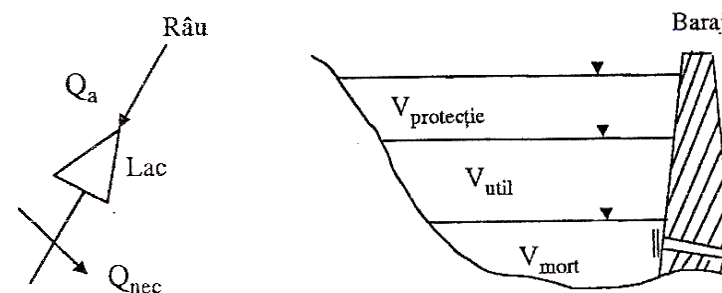


Fig. 2.6. Acumulare mixtă

B. După amplasarea acumulării față de folosințe, acestea se pot clasifica astfel:

- *Acumularea de regularizare* – lacul controlează integral debitul afluent din secțiunea de priză a folosinței (fig. 2.7);
- *Acumularea de compensare* – are în secțiunea lacului un regim al debitului natural diferit de cel din secțiunea folosinței (fig. 2.8).

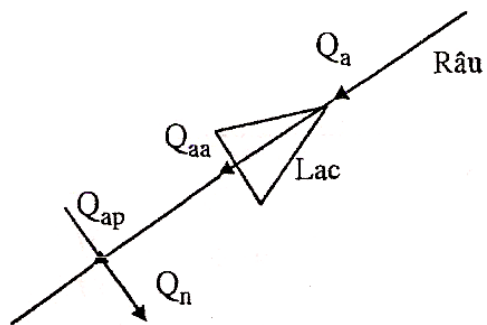


Fig. 2.7. Acumulare de regularizare

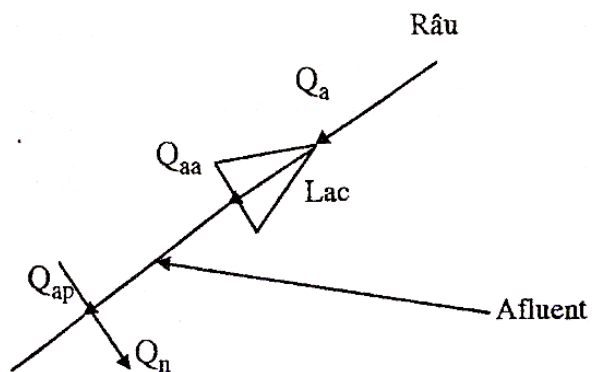


Fig. 2.8. Acumulare de compensare

c. *Acumulări tampon* – utilizate în special în amenajările preponderent hidroenergetice în aval de o folosință cu scopul de redistribuire a regimului neuniform al debitelor zilnice și săptămânale evacuate de aceasta (fig. 2.9).

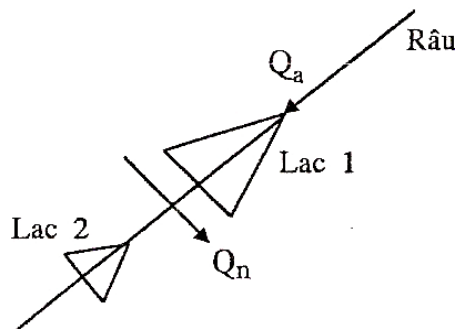


Fig. 2.9. Acumulare tampon

C. După durata ciclului de umplere – golire, acumulările pot fi:

- *Acumulări cu regularizare anuală, sezonieră* care corespund lacurilor cu regim de umplere și golire ciclică în decurs de un an, sezon, lună, săptămână. Înmagazinează în sezoanele de ape mari și restituie în sezoanele de ape mici (fig. 2.10).
- *Acumulări de regularizare multianuală* ce corespund lacurilor cu regim de umplere și golire în decursul mai multor ani. Acestea înmagazinează în anii ploioși și restituie în anii secetoși.

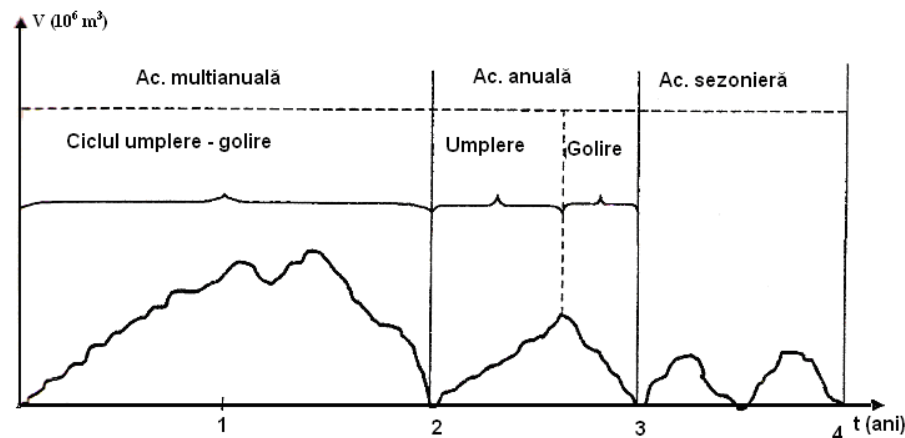


Fig. 2.10. Cicluri de umplere – golire pentru diferite tipuri de acumulări

Componentele volumului de apă al acumulării sunt (fig. 2.11):

- *Volumul util (V_u)* este volumul care justifică funcțiunile acumulării pentru satisfacerea folosințelor, limitat de nivelul minim și maxim normal de exploatare. Se poate defini un volum util maxim (teoretic) ca fiind volumul cuprins între nivelul prizei și nivelul crestei deversorului sau al stăvilei.
- *Rezerva de fier sau volumul de rezervă (V_r)* este volumul care urmează a fi folosit numai în condiții excepționale. Acest volum este cuprins între nivelul prizei și nivelul minim de exploatare.
- *Volumul mort (V_m)* este volumul situat sub nivelul captării și este compus din volumul neevacuabil situat sub golirea de fund și volumul evacuabil situat între golirea de fund și priză.

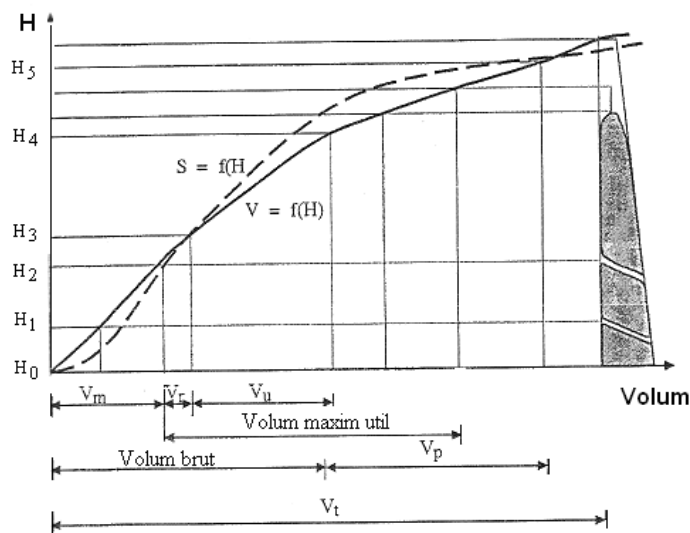


Fig. 2.11. Volume, niveluri și curbe caracteristice ale lacului

- *Volumul de protecție* (V_p) este volumul corespunzător pentru atenuarea viiturilor, situat deasupra nivelului maxim normal de retenție. Acesta este volumul cuprins între nivelul maxim de exploatare normală și nivelul maxim extraordinar (de calcul), fiind tranșa din lac rezervată gospodăririi apelor mari în scopul atenuării undelor de viitură. Este alcătuit din volumul nepermanent peste creasta deversorului sau a stavilei și de sub creasta acestora și nivelul maxim normal.
- *Volumul de gardă sau volumul de siguranță* (V_g) este volumul cuprins între nivelul maxim extraordinar și nivelul coronamentului barajului.
- *Volumul permanent sau volumul brut* este acel volum cuprins între nivelul minim al cuvetei și nivelul maxim normal.
- *Volumul total al acumulării* (V_t) este volumul cuprins între nivelul minim al cuvetei și nivelul crestei barajului.

$$V_t = V_m + V_r + V_u + V_p + V_g$$

Notând suprafața oglinzii apei cu S , volumul lacului cu V și înălțimea apei în lac cu H pe baza ridicării topografice a albiei se pot construi curbele caracteristice:

$$S = f_1(H)$$

$$V = f_2(H) = \sum(\Delta V)$$

unde:

$$\Delta V = \frac{S_i + S_{i+1}}{2} \cdot \Delta H_{i,i+1}$$

Nivelurile caracteristice ale lacurilor de acumulare sunt redată în figura 2.11:

- H_0 – nivelul minim al cuvetei ce corespunde nivelului talvegului.
- H_1 – nivelul golirii de fund ce corespunde cotei radierului celui mai coborât dispozitiv de evacuare a apei.
- H_2 – nivelul prizei este dat de cota radierului celui mai coborât orificiu de preluare a debitelor pentru folosințe.
- H_3 – nivelul minim de exploatare este cota cea mai coborâtă până la care este permisă scăderea nivelului apei în acumulare la o exploatare normală.
- H_4 – nivelul maxim de exploatare sau nivelul normal de retenție (NNR) este nivelul cel mai ridicat al apei în cursul unei exploatări normale, în afara viiturilor și corespunde nivelului maxim în limitele volumului util al lacului.
- H_5 – nivelul extraordinar sau maxim extraordinar este nivelul cel mai ridicat pe care-l atinge apa din lac în perioada de ape mari și corespunde probabilităților de producere a viiturilor de calcul și de verificare.

Parametrii lacului de acumulare ca valori relative sunt redați prin coeficienți constructivi și fundamentali.

Coeficienții constructivi sunt:

- Coeficientul general

$$k_g = \frac{V_t}{V_b}$$

unde: V_t – volumul total al lacului

V_b – volumul barajului

- Costul specific al acumulării

$$k_s = \frac{C_b}{V_t}$$

unde: C_b – reprezintă costul barajului

Coefficienții funcționali sunt:

- Coeficientul de utilizare a resurselor hidraulice

$$k_u = \frac{V_{utilizat}}{V_{anual}}$$

unde: $V_{utilizat}$ – reprezintă volumul de apă utilizat

V_{anual} – reprezintă volumul de apă mediu anual

- Coeficientul de acumulare

$$k_a = \frac{V_t}{V_{anual}}$$

- Coeficientul de regularizare

$$k_r = \frac{Q_{r \min}}{Q_0}$$

unde: $Q_{r \min}$ – reprezintă debitul minim regularizat

Q_0 – reprezintă debitul mediu anual al râului

Lacurile de acumulare au ca și scop de a modifica regimul de scurgere în concordanță cu cerințele de apă ale folosințelor. De regulă, lacul se golește în perioadele deficitare și se umple în cele excedentare. Măsura în care o acumulare trebuie să fie influențată de situația din aval trebuie limitată din considerente tehnologice, astfel nu este necesară de exemplu, golirea lacului (cu proporții reduse) pentru a acoperi deficiturile care apar pe cursul inferior al râului P (fig. 2.12). De asemenea nu este necesar să se limiteze excedentele acumulabile de perioadele excedentare de pe râul P , deoarece măsura în care apar deficiturile pe râul P , dacă s-ar umple în aceste perioade acumularia este redusă.

De aceea pentru fiecare lac de acumulare se stabilesc două limite ale zonei de influență (fig. 2.12):

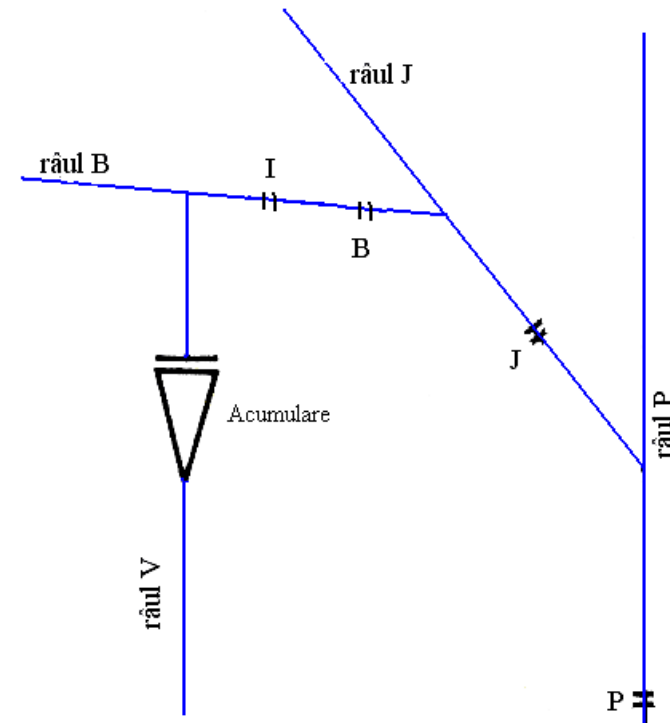


Fig. 2.12. Zone de influență a acumulării

- *Limita de satisfacere a folosințelor* este reprezentată de secțiunea aval a tronsonului pe care se ia în considerare utilizarea acumulării pentru acoperirea unor deficituri create de cerințele de apă (exemplu secțiunea B). Introducerea acestei condiții are ca efect de exploatare golirea acumulării, dacă apar deficituri în secțiunea I sau în secțiunea B . Acumularea nu va fi însă golită dacă apar deficituri în secțiunea J sau în secțiunea P .
- *Limita de menținere a regimului*, reprezentată de secțiunea aval a tronsonului pe care se admite ca o acumulare, chiar dacă nu acoperă deficiturile, trebuie să țină seama de situația existentă, astfel încât prin exploatare să nu agraveze această situație. În exemplul dat s-ar putea alege ca limita de menținere a regimului secțiunea J . Această secțiune nu ar impune obligații de golire a acumulării, dar ar impune condiții restrictive umplerii.

Limitele de influență constituie o ipoteză inițială asupra modului de exploatare a unor scheme de amenajare. În cazul general, o aceeași schemă de amenajare poate fi exploatată în diferite feluri, funcție de modul de determinare a limitelor de influență.

În cazul *lacurilor izolate* (fig. 2.13) nici una din secțiunile situate în zona de influență a unui lac de acumulare nu este influențată de alt lac de acumulare din sistem. În asemenea situații, deciziile de exploatare se referă numai la lacul respectiv, care se consideră lac de acumulare independent.

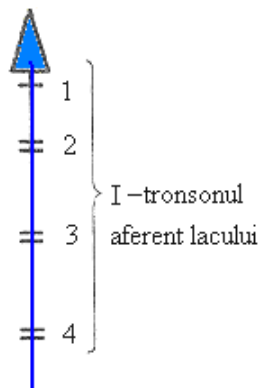


Fig. 2.13. Acumulare izolată

În cazul *lacurilor situate în paralel* (fig. 2.14) anumite tronsoane se găsesc sub influența a două sau mai multe lacuri situate fiecare pe altă vale, astfel încât debitele defluente dintr-un lac oarecare nu trec prin nici unul din celelalte lacuri. În asemenea situații sunt următoarele tipuri de tronsoane:

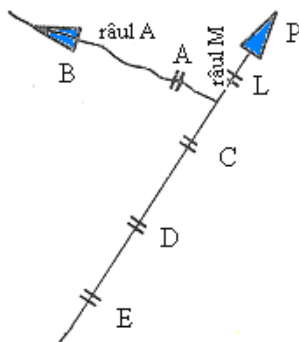


Fig. 2.14. Acumulări în paralel

- tronsoane deservite numai de câte unul din lacuri (în exemplul din figura 2.14 unul pe râul M până în secțiunea L deservit de acumularea P, altul pe râul A deservit numai de de acumularea B);
- tronsoane care pot impune condiții de exploatare mai multor acumulări (tronsonul de pe M aval de confluența cu A impune condiții de exploatare a acumulării P și B).

În cazul *lacurilor în cascadă (serie)*, acestea sunt situate unul în aval de celălalt (fig. 2.15), astfel încât apa evacuată din unul din lacurile din amonte poate traversa totalitatea celor situate în aval de el. Zona cascadei de lacuri poate fi divizată în tronsoane, fiecare tronson fiind limitat de câte două lacuri ale cascadei, iar ultimul tronson din aval, fiind limitat înspre aval de limita zonei de influență. În cazul lacurilor funcționând în serie se consideră că întregul lanț de lacuri constituie un ansamblu, limitele de influență precizându-se o singură dată pentru întreaga cascadă.

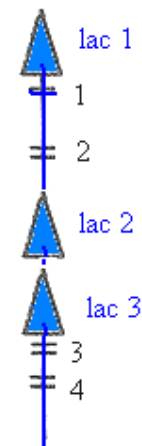


Fig. 2.15. Acumulări în serie

2.1.2. Resursele globale

Cea mai mare parte a suprafeței planetei (71%) este acoperită de ape. Apa dulce pentru nevoile actuale ale omenirii reprezintă mai puțin de 3% din totalul apei pe Glob și cea mai mare parte se află înmagazinată în calotele de gheață polară. Cota de apă dulce utilizabilă reprezintă 0,0002% din totalul apei planetare. Teoretic acest

volum care asigură perpetuarea vieții pe planeta noastră ar fi suficient pentru o populație de câteva ori mai mare decât cea actuală.

Una din problemele globale ale omenirii la confruntarea celor două milenii o constituie neconcordanța dintre resursele limitate de apă și neuniform distribuite, respectiv creșterea cerințelor și consumurilor de apă datorită sporului demografic și dezvoltării economice și sociale.

Problema se pune în același mod atât la nivel planetar, cât și la nivel regional și național. Cele mai mari cursuri de apă străbat zone slab populate sau cu o dezvoltare economică ce nu reclamă deocamdată mari nevoi de apă, în timp ce zone cu densitate mare dispun de rețele mai sărace de cursuri de apă. Zona cea mai bogată în apă, bazinul Amazonului, care singur transportă o cantitate de apă mai mare decât toate celelalte fluvii de pe Terra luate la un loc este nelocuită. Marile fluvii din Siberia traversează de asemenea o zonă slab populată, iar Europa cu o densitate mare a populației este o regiune săracă în apă.

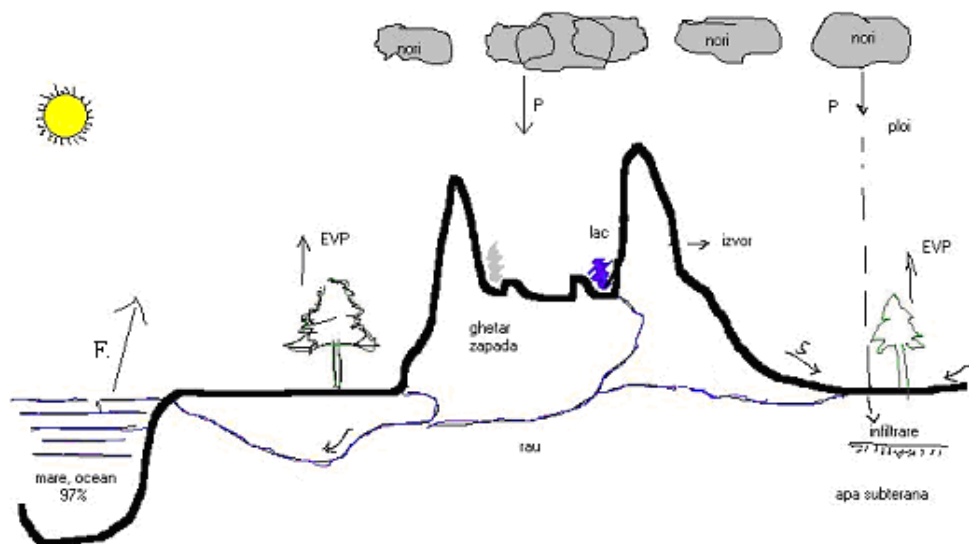


Fig. 2.16. Circuitul natural al apei și formarea resurselor de apă

În timp variația debitelor de apă prezintă mari discrepanțe și dificultăți pentru o utilizare rațională în regim natural. Cele mai multe cursuri cunosc perioade scurte de debite mari când se produc viituri și inundații păgubitoare, alternând cu perioade,

de regulă mai prelungite de debite insuficiente, corespunzătoare sezonelor secetoase. Mai mult de 50% din debitul total al râurilor și fluviilor se scurge spre mări și oceane într-un interval de 2-3 luni.

Rezerva mondială de apă este de 1.386 milioane km³ de apă, peste 96% fiind apă sărată. Din totalul de apă dulce, peste 68% este stocată în ghețari, iar 30% din apa dulce sunt prezente în subteran. Sursele de apă dulce de suprafață, cum ar fi râurile și lacurile, însumează doar 93.100 km³, care reprezintă aproximativ 1/150 dintr-un procent din totalul de apă. Totuși, râurile și lacurile reprezintă sursele principale pentru apa folosită zilnic de oameni.

America de Sud pare a fi continentul cel mai bine înzestrat, dar 60% din debitul continental se scurge în fluviul Amazoanelor, greu de valorificat și trecând prin zone îndepărtate de concentrările de populație. America de Nord și Centrală au împreună un debit de apă pe cap de locuitor de două ori mai mare decât media mondială, însă cursurile naturale sunt limitate la vastele regiuni din vest, în special din sud-vestul Statelor Unite și din nordul Mexicului. Cele trei fluvii principale din Rusia (Enisei, Lena, Obi) curg spre nord prin Siberia și se varsă în mările arctice, la mare depărtare de centrele populate.

Europa și Asia sunt continentele care dețin o cotă parte substanțial mai mare din populația mondială decât din disponibilul de apă dulce. Debitul pe cap de locuitor al Europei reprezintă doar jumătate din media mondială, un deficit mai evident înregistrându-se în sudul și răsăritul Europei. Din fericire, clima temperată care caracterizează o mare parte a continentului și numărul mare de râuri mai mici cu un debit destul de constant permit valorificarea unei părți relativ importante a debitelor fluviale.

Din punct de vedere al debitului pe cap de locuitor, Canada este țara cea mai bogată din lume, însă două treimi din debitul fluviilor sale se îndreaptă spre nord, în timp ce 80% din locuitorii săi trăiesc într-o fâșie cu o lățime de 200 kilometri în lungul frontierei cu Statele Unite. De asemenea, Indonezia pare a fi un stat relativ bogat în resurse de apă, însă peste 60% din populația ei trăiește în insula Java, care dispune de mai puțin de 10% din debitul total al țării. Egiptul, unul dintre statele

care înregistrează cea mai mare lipsă de apă din lume depinde aproape integral de apele Nilului care pătrund în țară din direcția Sudanului.

2.1.3. Resurse ale României / spațiului Banat

România dispune de toate tipurile de resurse naturale de apă:

- apă dulce din: râuri, lacuri, fluviul Dunărea, resurse subterane;
- apă sărată din Marea Neagră.



Totalul acestor resurse într-un an mediu este de 135 miliarde m^3 repartizate astfel: 40 miliarde m^3 din râuri interioare, 1 miliard m^3 din lacuri naturale, 9 miliarde m^3 din ape subterane, 85 miliarde m^3 din Dunăre.

Dintre acestea, resursele de apă disponibile sunt: cursurile de apă interioare în regim natural, care pot asigura cu continuitate prelevări de cca. 5-6 miliarde m^3 / an cu o posibilitate de satisfacere de 90-97%.

Dunărea, al doilea fluviu ca mărime din Europa (cu lungime de 2850 km, din care 1075 km pe teritoriul României) are un stoc mediu la intrarea în țară de $174 \times 10^9 m^3$, fiind unul din puținele fluvii din lume cu un mare grad de regularizare naturală a debitelor. În același timp, Dunărea poate satisface doar cerințele dintr-o zonă limitată, cea de sud și sud-est a țării.

Resursele de apă subterană sunt evaluate la o capacitate teoretică anuală de 9 miliarde m^3 , din care 5-6 miliarde m^3 constituie stocul utilizabil tehnic, ținând seama și de perioada de refacere (cca. 1400 ani).

Resursele de apă subterană sunt constituite din depozitele de apă existente în straturi acvifere freatice și straturi de mare adâncime.

Repartiția scurgerii subterane variază pe marile unități tectonice de pe teritoriul țării, astfel:

- 0.5-1 l/s și km^2 în Dobrogea de Nord;
- 0.5-2 l/s și km^2 în Podișul Moldovenesc;
- 0.1-3 l/s și km^2 în Depresiunea Transilvaniei și Depresiunea Panonică;
- 0.1-5 l/s și km^2 în Dobrogea de Nord și Platforma Dunăreana;
- 5-20 l/s și km^2 în zona Carpaților, în special în Carpații Meridionali și în zonele de carst din bazinul Jiului și Cernei.

Resursele de apă ale Mării Negre, deși deosebit de importante nu pot fi luate deocamdată în considerare datorită dificultăților tehnice și economice de desalinizare a apei de mare. Analiza atentă a acestor stocuri trebuie să țină seama de următoarele aspecte:

- România are 200.000 km cursuri de apă, cu un regim de scurgere variabil în cursul unui an și de la un an la altul;
- media la nivelul țării arată o distribuție a scurgerii primăvara de 35-40% din volumul anual; vara de 13-35%; toamna de 8-20% și iarna de 10-35%;
- resursele specifice de apă de suprafață scad de la vest spre est, zonele cele mai sărace fiind Bârladul, afluenții Prutului, Bărăganul de nord, Dobrogea;

- raportul dintre debitele maxime în perioadele ploioase și debitele medii multianuale variază semnificativ de la un bazin la altul.

Resursele de apă potențiale și tehnic utilizabile pentru anul 2008 se prezintă în tabelul 2.1.

Tabelul 2.1. Resursele de apă potențiale și tehnic utilizabile pentru anul 2008

Sursa de apă Indicator de caracterizare	Total mii. mc.
A. Râuri interioare	
1. Resursa teoretică	40.000.000
2. Resursa existentă potrivit gradului de amenajare a bazinelor hidrografice	13.059.071
3. Cerința de apă a folosințelor, potrivit capacităților de captare aflate în funcțiune	3.940.724
B. Dunăre (direct)	
1. Resursa teoretică (în secțiunea de intrare în țară)	85.000.000
Resursa utilizabilă în regim actual de amenajare	20.000.000
2. Cerința de apă a folosințelor potrivit capacităților de captare aflate în funcțiune	4.737.664
C. Subteran	
1. Resursa teoretică din care:	9.600.000
- ape freatice	4.700.000
- ape de adâncime	4.900.000
2. Resursa utilizabilă	6.677.150
3. Cerința de apă a folosințelor potrivit capacităților de captare în funcțiune	758.628
Total resurse	
1. Resursa teoretică	134.600.000
2. Resursa existentă potrivit gradului de amenajare a bazinelor hidrografice	39.736.221
3. Cerința de apă a folosințelor, potrivit capacităților de captare aflate în funcțiune	9.437.016
4. Cerința de apă pentru protecția ecologică	4.341.972

Principala resursă de apă a României o constituie *râurile interioare*. O caracteristică de bază a acestei categorii de resursă o constituie variabilitatea foarte mare în spațiu:

- zona montană, care aduce jumătate din volumul scurs;
- variabilitatea debitului mediu specific (1 l/s și km² în zonele joase până la 40 l/s și km² în zonele înalte).

O altă caracteristică o reprezintă variabilitatea foarte pronunțată în timp, astfel încât primăvara se produc viituri importante urmate de secete prelungite. Față de anul 2006, volumele prelevate au crescut datorită intrării în funcțiune a Unității nr. 2 de la Cernavodă, precum și creșterii volumelor de apă folosite la irigații.

Rețeaua hidrografică din Banat (figura 2.17) cu o lungime totală de 6.296 km este formată din râuri cu scurgere permanentă și râuri cu scurgere intermediară.

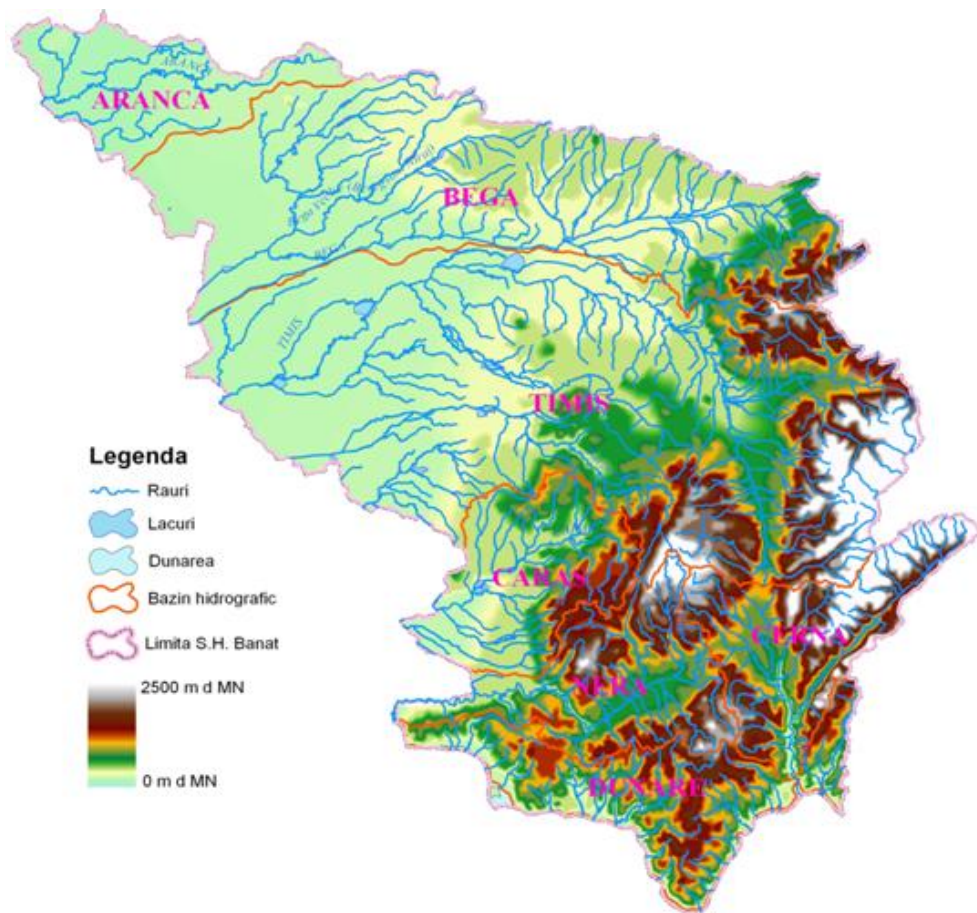


Figura 2.17. Relieful și rețeaua hidrografică a Spațiului Hidrografic Banat

În spațiul hidrografic Banat se individualizează șase bazine hidrografice principale și parțial bazinul hidrografic direct al Dunării (tabelul 2.2).

Scurgerea medie multianuală a râurilor din acest spațiu hidrografic variază cu altitudinea, ca rezultat al variației pe verticală a celor doi factori de care depinde scurgerea, precipitațiile și evaporația. Datorită sporirii cantității de precipitații cu altitudinea și scăderii evaporației cu creșterea altitudinii rezultă că scurgerea medie crește și ea cu altitudinea.

Tabelul 2.2. Spațiul hidrografic Banat

	Bazinul hidrografic (B.H.)	Lungimea râurilor [km]	Suprafața [km ²]
1.	B. H. Aranca	389	1201
2.	B. H. Bega	1418	4470
3.	B. H. Timiș	2434	7310
4.	B. H. Caraș	502	1280
5.	B. H. Nera	574	1380
6.	B. H. Cerna	524	1360
7.	B. H. Dunăre (parțial)	455	1319

În Spațiul Hidrografic Banat scurgerea medie multianuală are valori cuprinse între 1 l/s/km² și 60 l/s/km² (Figura 2.18). Gradientul scurgerii medii specifice diferă mult în cazul în care râurile străbat zone cu roci cristaline și carstice, valorile crescând simțitor în Munții Aninei, Cernei, Țarcu s.a. Astfel, pentru zona de munte, valorile acestuia sunt de peste 25 l/s/km² la 1000 m altitudine; în zona deluroasă a bazinului valorile gradientului scurgerii medii se înscriu între 2,5-5 l/s/km², pentru ca în zona de câmpie să fie de circa 1-2 l/s/km².

Resursele totale de apă sunt de 1.118.350.000 m³ (Figura 2.19), din care resursele de apă de suprafață reprezintă 608.350.000 m³. Asigurarea apei brute din surse de suprafață în regim natural nu ar satisface cerințele de apă ale folosințelor, întrucât consumul concentrat în aglomerările urbane depășește disponibilul. Apa de suprafață asigurată în regim natural reprezintă 313 mil. m³, la care se adaugă apa asigurată suplimentar prin lacuri de acumulare – 290,35 mil. m³ și 5 mil. m³ resurse de apă asigurate prin re folosire. Resursele de apă subterană reprezintă 510.000.000 m³.

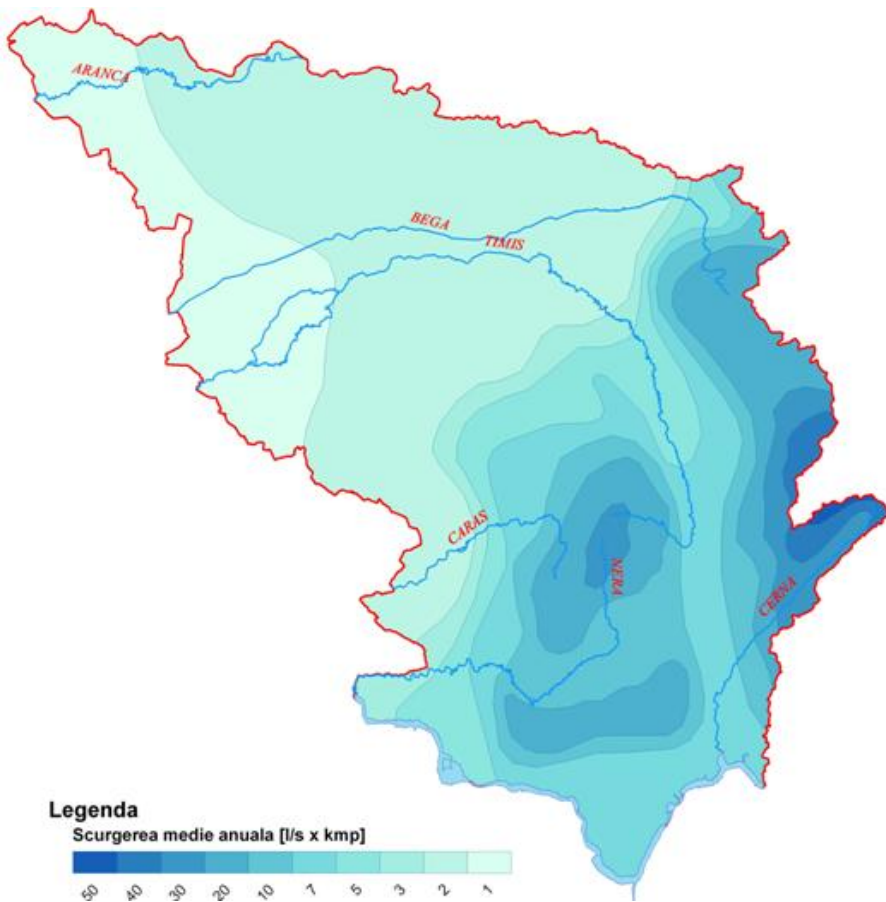


Figura 2.18. Scurgerea medie anuală de suprafață în Spațiului Hidrografic Banat [l/s·km²]

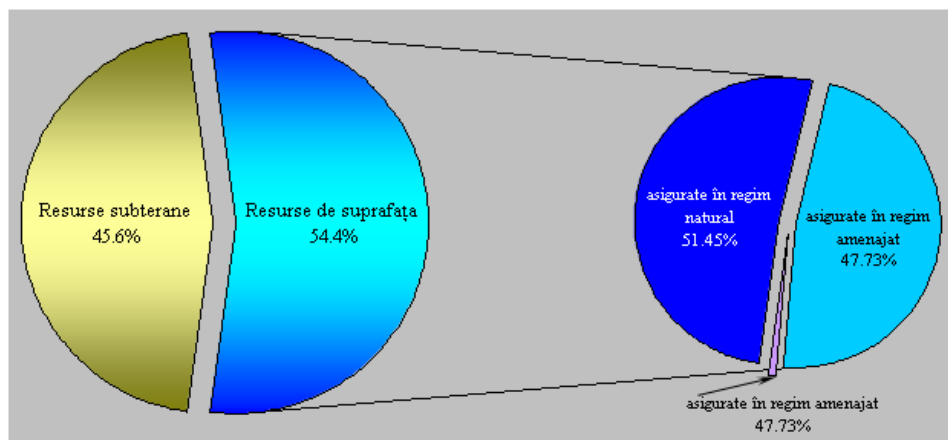


Figura 2.19. Distribuția procentuală a resurselor de apă din Spațiul Hidrografic Banat

2.2. Folosițele de apă

2.2.1 Clasificarea folosițelor

Apa reprezintă ca și energia o componentă esențială aproape a tuturor activităților umane. Aprovizionarea cu apă este vitală pentru hrănirea populației, pentru producerea bunurilor materiale (ridicarea nivelului de trai) și pentru menținerea integrității sistemelor naturale de care depinde viața pe pământ.

Se definește ca folosință de apă orice unitate cu caracter social sau economic care pentru desfășurarea activității sale are nevoie de apă de o anumită calitate, care își satisface această nevoie printr-un ansamblu unitar de construcții și instalații prin care se realizează alimentarea cu apă, utilizarea și evacuarea apei uzate.

Principalele folosițe de apă pot fi grupate, corespunzător scopului și modului de utilizare a apei, astfel:

- *Folosițe consumatoare de apă* (alimentările cu apă potabilă și industrială, inclusiv termocentralele, irigațiile etc.). Acestea utilizează apa prin prelevarea ei din sursă și restituie numai o parte sau deloc debitele prelevate. Sursa de apă a unei folosițe reprezintă apa de suprafață, subterană sau meteorică utilizabilă pentru folosiță (folosițe) dintr-o secțiune într-o perioadă de timp determinat.



- *Folosințe neconsumatoare de apă* (hidroenergetica, navigația, sportul, turismul pe apă etc.); utilizează apa fără prelevarea ei din sursă sau restituie practic integral cantitățile de apă prelevate.
- Folosințe ale anumitor caracteristici calitative ale apelor (ape termale și minerale).
- Folosințe ale debitelor solide interesate în aportul de aluviuni ale cursurilor de apă (balastierele).



2.2.2. Debite caracteristice ale folosințelor

Necesarul de apă reprezintă cantitatea de apă care trebuie furnizată unei folosințe în punctele de utilizare, astfel încât procesele în care este folosită să fie satisfăcute integral și în mod rațional fără întreruperi și restricții.

Necesarul de apă specific este necesarul de apă pentru unitatea ce caracterizează mărimea sau capacitatea folosinței: produs, capacitate de producție, materie primă, utilaj tehnologic etc.

Necesarul de apă se satisface din cerința de apă și apa recirculată. Cantitatea de apă care trebuie preluată din sursă pentru a acoperi necesarul de apă în mod rațional constituie cerința de apă.

Se cunosc următoarele cerințe de apă:

- cerința de apă nominală care se stabilește în condiții de funcționare la capacitatea instalată de reutilizare-recirculare a apei;
- cerința de apă maximă care se stabilește în condiții de funcționare fără reutilizare sau recirculare internă;

- cerința de apă minimă care se stabilește în condiții de funcționare cu reutilizare sau recirculare internă teoretic maximă, fără diminuarea producției de bază;
- cerința de apă cu restricții care se stabilește în condiții de recirculare internă de lungă durată, cu micșorarea sau oprirea unor activități auxiliare de scurtă durată.

Cerința de apă pentru unitatea ce caracterizează mărimea sau capacitatea folosinței este denumită *cerință de apă specifică*.

Consumul de apă reprezintă diferența dintre cantitatea de apă preluată din sursă și cantitatea de apă evacuată, formată din cantitățile de apă: reținute în procesele fiziologice; înglobate în produse; pierdute în procesul de folosire a apei; pierdute prin evaporări; pierdute în procesele de tratare, epurare, răcire și recirculare internă; pierdute în aducțiune și rețele de alimentare cu apă și canalizare; alte categorii de pierderi.

Debitele folosite în calcul pentru stabilirea condițiilor de satisfacere a folosințelor de apă sunt:

- *Debitul zilnic al necesarului* (Q_{zi}), reprezentând necesarul de apă din timpul unei zile, raportat la numărul de secunde dintr-o zi (86400 s), în m^3/s .
- *Debitul lunar al necesarului* (Q_{luna}), reprezentând necesarul de apă din timpul unei luni, raportat la numărul de secunde dintr-o luna medie ($2,63 \cdot 10^6$ s), în m^3/s .
- *Debitul orar al necesarului* (Q_{orar}), reprezentând necesarul de apă mediu al unei ore, în m^3/s .

Pentru calculele de gospodărire a apelor se folosesc următoarele debite de calcul:

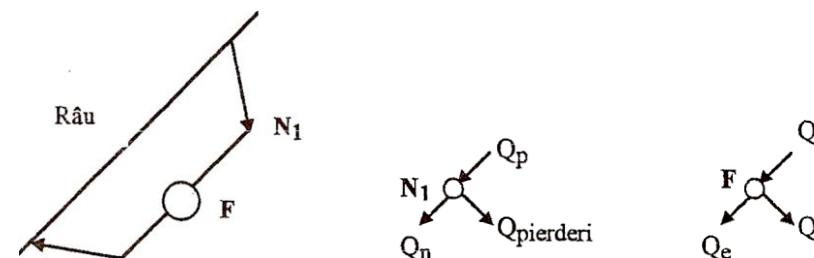
- debitul cerinței de apă corespunzător perioadei de compensare internă a folosințelor (debite zilnice, debite săptămânale etc.) pentru stabilirea condițiilor de satisfacere a folosinței de către sursa de apă;
- debitul maxim al cerinței de apă corespunzător perioadelor de compensare internă a folosinței (debitul zilnic maxim în cazul în care folosința dispune de capacitate de compensare zilnică etc.) pentru dimensionarea construcțiilor și instalațiilor de la sursă la rezervoarele de compensare internă;

- debitul orar maxim al necesarului de apă pentru dimensionarea rețelei de distribuție și a instalației aferente acesteia.

□ Tipuri de scheme ale unei folosințe

Schema unei folosințe reprezintă fluxul apei în cadrul acesteia, cuprinzând prelevarea, re folosirea și evacuarea apei distribuite prin noduri. Schemele pot fi cu circuit deschis, închis sau mixt.

- **Schemă cu circuit deschis**



Pentru nodul $N_1 \rightarrow Q_p = Q_n + Q_{pierderi}$

$$Q_p = Q_n + k_p$$

$$k_p > 1$$

Pentru nodul $F \rightarrow Q_n = Q_c + Q_e$

unde: Q_n – *debitul necesar* este debitul utilizat în regim normal rațional de funcționare de către folosință;

Q_p – *debitul cerinței de apă sau debitul prelevat* este debitul prelevat din sursă pentru a acoperi necesarul de apă;

Q_c – *debitul consumat* este debitul utilizat și nerestituit de folosință;

Q_e – *debitul evacuat* este debitul restituit în emisar. Prin *emisar* se înțelege în general mediul natural (râu, lac, mare, sol infiltrabil, depresiune etc.) sau amenajarea hidrotehnică (canal de desecare) care servește pentru evacuarea apelor;

Q_r – *debitul recirculat* este debitul reintrodus în circuitul de alimentare a folosinței. Recircularea apei poate fi *internă* (Q_{ri}) dacă aceasta se face

de către aceeași folosință și *externă* (Q_{re}) dacă se face de la o folosință la alta.

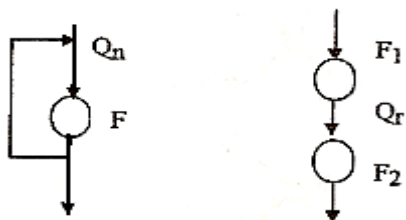
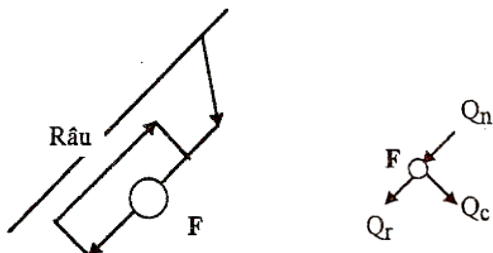


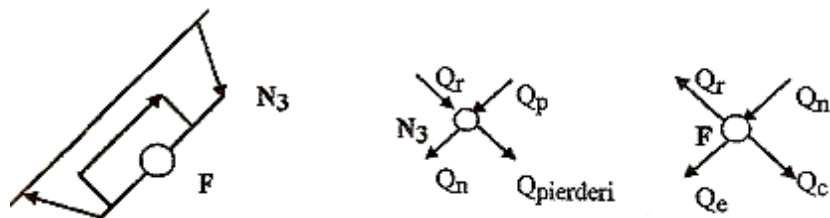
Fig. 2.20. Schema de recirculare a debitelor

• Schemă cu circuit închis



Pentru nodul $F \rightarrow Q_n = Q_c + Q_r$

• Schemă cu circuit mixt



Pentru nodul $N_3 \rightarrow Q_p = Q_n + Q_{pierderi} - Q_r$

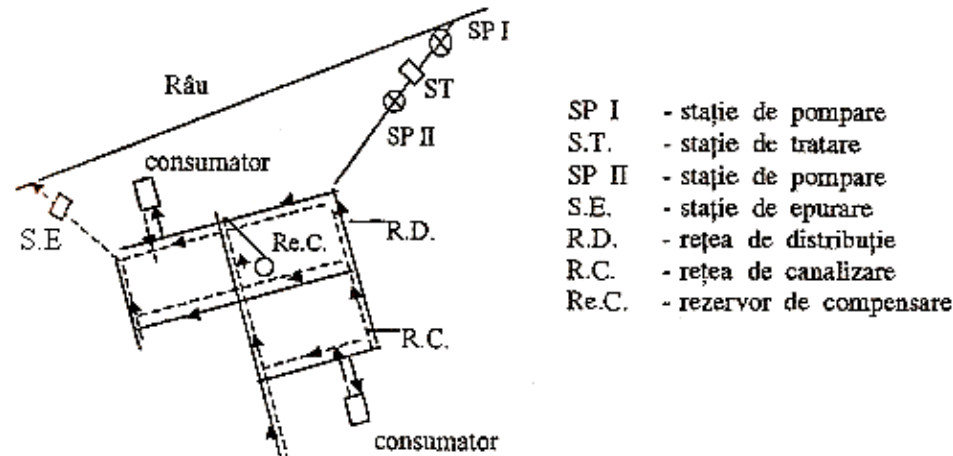
Pentru nodul $F \rightarrow Q_n = Q_c + Q_e + Q_r$

□ **Determinarea debitelor caracteristice în cazul următoarelor folosințe**

a. Alimentare cu apă a unui centru populat

Cantitățile de apă luate în considerare pentru un centru populat se stabilesc pe baza numărului de populație, al necesarului specific de apă etc.

Pentru sistemul de alimentare cu apă – canalizare al unei localități redat în figura de mai jos se vor determina debitul caracteristic.



- SP I - stație de pompare
- S.T. - stație de tratare
- SP II - stație de pompare
- S.E. - stație de epurare
- R.D. - rețea de distribuție
- R.C. - rețea de canalizare
- Re.C. - rezervor de compensare

Fig. 2.21. Schema sistemului de alimentare cu apă

Schema sistemului din figura 2.21 este o schemă cu circuit deschis, iar debitul caracteristic corespunzătoare acestei scheme sunt:

$$Q_n = Q_{orar \max im}$$

$$Q_p = k_p \cdot Q_{zi \max}$$

$$Q_p = k_p \cdot k_{zi} \cdot \frac{\sum q_i \cdot N_i}{1000 \cdot 24 \cdot 3600}$$

$$Q_p \neq 0$$

unde: $Q_{orar \max}$ – debitul orar maxim din ziua de maxim consum necesar consumatorilor racordați direct la rețea;

$Q_{zi \max}$ – debitul din ziua de maxim consum;

- q_i – debitul specific corespunzător gradului de dotare edilitară a zonei;
- k_p – coeficientul pierderilor;
- k_{zi} – coeficientul de variație zilnică;
- N_i – numărul locuitorilor zonei;
- Q_c – debitul consumat.

b. Alimentare cu apă industrială

Pentru sistemul de alimentare cu apă industrială se vor determina debitele caracteristice. Schema folosințelor industriale poate fi cu circuit deschis sau mixt.

$$Q_n = q \cdot C \cdot \frac{1}{n \cdot 3600}$$

- unde: q – debitul specific impus de tehnologia industrială;
- C – capacitatea de producție;
- n – numărul orelor de activitate.

Debitul prelevat, consumat și recirculat se stabilesc conform schemei generale în funcție de debitul necesar, debitul consumat și tipul de sistem (închis, deschis sau mixt).

c. Irigațiile

Pentru sistemul de irigații redat în figura de mai jos se vor determina debitele caracteristice.

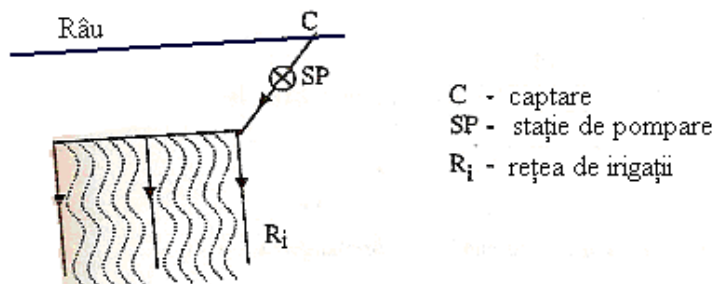


Fig. 2.22. Schema de amenajare a unui sistem de irigații

- C - captare
- SP - stație de pompare
- R_i - rețea de irigații

$$Q_n = Q_c = \frac{\sum C_i \cdot S_i}{2,63 \cdot 10^6}$$

- unde: C_i – consumul lunar de apă la plante, determinat pe baza metodei de bilanț a apei în sol;
- S_i – suprafața cu o anumită cultură irigată.

$$Q_p = k_p \cdot Q_n = \frac{1}{\eta} \cdot Q_n$$

- unde: η – randamentul sistemului de irigații, calculat în funcție de pierderile de apă de pe terenurile cultivate și din cele ale sistemului de alimentare;
- $K_p > 1$ – coeficientul pierderilor.

d. Hidroenergetica

Centralele hidroelectrice cu acumulări modifică variația naturală a scurgerii debitelor, iar debitele restituite sunt practic egale cu cele prelevate.

În cazul amenajării hidroenergetice cu centrală baraj, schema folosinței este deschisă.



Fig. 2.23. Schema amenajării

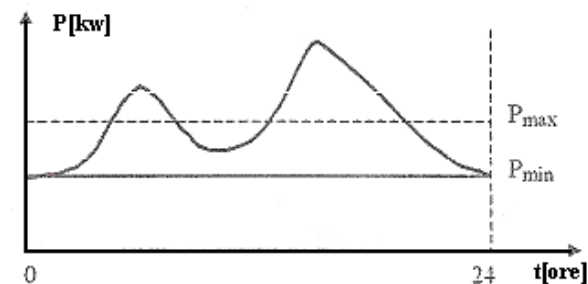


Fig. 2.24. Graficul de sarcină al CHE hidroenergetice cu baraj

$$Q_p = Q_{cer\text{int}\ddot{a}} = Q_n = Q_e$$

$$Q_c = 0$$

$$P_{inst.} = 9,81 \cdot \pi \cdot Q_n \cdot H$$

unde: η – randamentul turbinei când $H = H_{net}$;

η – randamentul sistemului în ansamblu atunci când $H = H_{brut}$.

Un alt exemplu de folosință neconsumatoare poate fi amenajarea hidroenergetică cu derivație, unde schema folosinței este cu circuit deschis și este redată în figura 2.25.

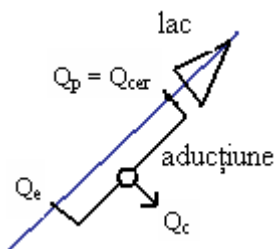


Fig. 2.25. Schema amenajării cu derivație

$$Q_p = Q_{cer\text{int}\ddot{a}} = Q_n \cdot k_p$$

$$Q_e = k_{p'} \cdot Q_n$$

unde: K_p – coeficientul pierderilor de la captare la CHE, $K_p > 1$;

$K_{p'}$ – coeficientul pierderilor de la CHE la emisar, $K_{p'} < 1$.

e. Navigația

Transportul pe un curs de apă navigabil este condiționat de: asigurarea unei adâncimi suficiente, în funcție de pescajul vaselor ce navighează; asigurarea unor lățimi corespunzătoare albiei conform șanalului navigabil proiectat.

În calculele de bilanț și de gospodărire, necesitățile de apă pentru navigație sunt reflectate, după caz, fie prin mărirea debitelor necesare asigurării adâncimilor de apă impuse de caracteristicile vaselor de transport, fie în cazul regimului barat,

prin debitele necesare pentru ecluzare și cele necesare pentru acoperirea pierderilor prin evaporare și infiltrații. Asigurarea adâncimilor de apă necesare se face fie prin furnizarea unor debite care să realizeze adâncimile impuse de navigația în curent liber, fie prin realizarea cu baraje de mică înălțime a unor biefuri succesive, dispuse în scară (navigație în regim barat) și asigurarea numai a debitelor necesare ecluzării. În funcție de traficul impus T [t / km an] se stabilește flota (F) și calea (C) și astfel se poate determina nivelul (N), respectiv debitul necesar (Q_n).

Pentru sistemul de irigații redat în figura de mai jos se vor determina debitele caracteristice.

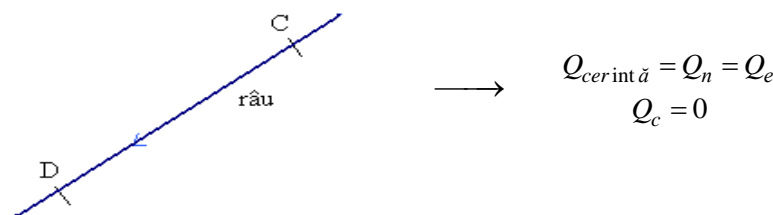


Fig. 2.26. Schema de calcul pentru navigație

f. Alte folosințe

Ca folosințe neconsumatoare de apă se mai pot aminti folosințele hidromecanice (instalațiile care transformă energia hidroenergetică în energie mecanică, în vederea utilizării acestora în diverse procese tehnologice: mori, joagăre, gater etc.) și amenajările pentru agrement (necesitățile de apă ale acestora au un caracter sezonier și sunt condiționate de modul lor de amenajare și de amplasare).

Din punct de vedere al gospodăririi apelor aceste folosințe au importanță relativ redusă, fiind în majoritate asigurate în regim natural de scurgerea debitelor sau prin amenajările ce satisfac celelalte folosințe.

Pentru orice altă folosință consumatoare sau neconsumatoare, cunoscând caracteristicile folosinței se stabilește debitul necesar și debitul consumat, iar apoi corespunzător schemei de amenajare se determină schema de calcul cu debitele caracteristice (debitul prelevat, debitul recirculat, debitul evacuat).

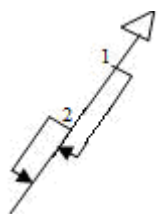
2.2.3. Gruparea folosințelor pe un sector de râu

În cazul unei singure folosințe este necesar calculul de bilanț în secțiunea de priză a folosinței respective, iar dacă numărul folosințelor este mai mare, atunci se fac calcule în fiecare din secțiunile de priză ale acestor folosințe. Dar, într-un bazin hidrografic numărul folosințelor fiind în general foarte mare ar fi necesar studiul bilanțului în multe secțiuni de calcul. Așadar, apare necesară gruparea acestor folosințe, grupare în care se ține seama, în primul rând, de modul de amplasare a folosințelor în rețeaua hidrografică.

În scopul reducerii numărului de secțiuni de calcul, folosințele amplasate într-un anumit sector pot fi grupate în: folosințe prelevând apa în paralel; folosințe prelevând apa în serie; folosințe prelevând apa în sistem mixt.

Un tronson de apă în care variațiile debitelor de apă nu depășesc 2-3 % din debitul afluent din amonte se consideră sector de râu.

a. Gruparea în paralel



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

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

În cazul grupării în paralel, secțiunea determinantă este întotdeauna secțiunea din aval în care debitul necesar este maxim.

$$Q_{nm} = Q_{p1} + Q_{p2} + \dots + Q_{pn} = \sum_{i=1}^m Q_{pi}$$

$$Q_n = Q_{pn}$$

Secțiune determinantă este secțiunea obținută în urma grupării folosințelor. Asigurarea debitului necesar în această secțiune înseamnă satisfacerea tuturor folosințelor de pe sectorul cursului de apă.

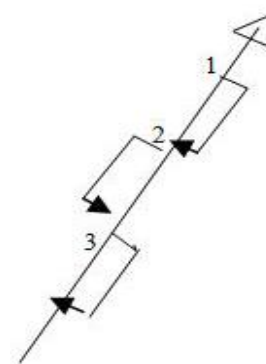
Resursele cursurilor de apă amenajate trebuie să permită satisfacerea simultană a tuturor acestor folosințe deoarece folosințele cu priza în aval nu au posibilitatea de a reutiliza debitele restituite de folosințele din amonte.

În aceeași categorie se încadrează, indiferent de amplasarea lor, folosințele care nu restituie apa. Astfel, un grup de folosințe în paralel poate fi echivalent cu o singură folosință, prelevând un debit egal cu suma debitelor prelevate de toate folosințele.

În cazul în care debitele prelevate de folosințele din aval sunt mai mici decât sporul de debit de pe sectorul considerat al cursului de apă, acest mod de amplasare a secțiunii de calcul poate da naștere la anumite erori. În acest caz este de preferat amplasarea secțiunii de calcul al bilanțului în secțiunea de priză a folosinței cu debitul cel mai mare prelevat pe sector.

b. Gruparea în serie

Pentru satisfacerea primei folosințe din amonte, debitul afluent la priza acesteia trebuie să permită prelevarea debitului Q_{p1} . Pentru satisfacerea celei de a doua folosințe, debitul afluent la priza respectivă trebuie să permită acoperirea consumului folosinței din amonte Q_{c1} , consum care nu se mai restituie în cursul de apă, precum și prelevarea debitului folosinței considerate Q_{p2} .



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

$$Q_{n2} = Q_{p2} + Q_{c1}$$

$$Q_{n3} = Q_{p3} + Q_{c2} + Q_{c1}$$

$$Q_n = \max(Q_{n1}, Q_{n2}, Q_{n3})$$

Prin urmare, în cazul folosințelor în serie, ansamblul acestor folosințe poate fi considerat în calcule echivalent cu o singură folosință, având un debit necesar egal cu valoarea maximă a șirului de valori obținute. Această folosință echivalentă

are o cerință de debit egală cu suma debitelor consumate de fiecare folosință din amonte la care se adaugă debitul captat în secțiune.

$$Q_{nj} = Q_{pj} + Q_{c1} + Q_{c2} + \dots + Q_{c(j-1)} = Q_{pj} + \sum_{i=1}^{j-1} Q_{ci}$$

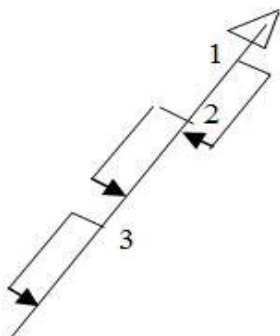
$$Q_n = \max(Q_{n1}, Q_{n2}, Q_{n3}, \dots, Q_{nj}, \dots, Q_{nm})$$

Secțiunea care îndeplinește condiția de maximizare reprezintă secțiunea determinantă a sectorului respectiv. Amplasarea secțiunii de calcul al bilanțului se face în secțiunea de priză a folosinței, în care s-a constatat valoarea maximă a debitului necesar.

În cazul folosințelor cu cerințe variabile în timp este posibil ca în diferitele intervale de timp condiția de mai sus să nu fie întotdeauna satisfăcută de aceeași folosință. În acest caz, relația de calcul trebuie aplicată în fiecare interval de timp în parte. Ca secțiune de calcul se poate alege fie secțiunea de priză a folosinței unde s-a constatat că valoarea maximă apare cel mai frecvent, fie secțiunea de priză a folosinței situate în amonte, dintre folosințele care intră în considerație.

c. Gruparea mixtă

Mai întâi se grupează folosințele dispuse în paralel, iar apoi rezultanta lor se grupează în serie cu celelalte folosințe.



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

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

$$Q_{n3} = Q_{c1} + Q_{c2} + Q_{p3}$$

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

2.2.4. Cadastrul apelor

Cadastrul apelor reprezintă acțiunea organizată pentru inventarierea, sistematizarea și sintetizarea datelor privitoare la caracteristicile naturale ale cursurilor de apă, la lucrările de stăpânire, folosire și protecție a calității apelor.

Cunoașterea datelor privind cadastrul apelor reprezintă o condiție fundamentală pentru studierea, proiectarea și realizarea lucrărilor hidrotehnice, pentru combaterea efectului dăunător al apelor și pentru folosirea apelor.

Desfășurarea activității cadastrale se realizează în două faze principale: inventarierea cadastrală primară și cea periodică.

Inventarierea cadastrală primară în situația existentă cuprinde următoarele grupe de obiective:

- cadastrul caracteristicilor naturale ale albiilor cursurilor de apă (degradări ale albiei, modificări ale acesteia, depuneri, împotmoliri, eroziuni, inundații etc.)
- cadastrul lucrărilor hidrotehnice pentru combaterea efectului dăunător al apelor (regularizări de albie, consolidări de maluri, îndiguiri, desecări);
- cadastrul folosințelor de apă (alimentări cu apă potabilă și industrială, irigații, energetică, piscicultură, navigație, acumulări, derivații etc.);
- cadastrul surselor de impurificare și al lucrărilor pentru protecția calității apelor (canalizări și surse de impurificare, stații de epurare etc.).

Evidența cadastrală periodică se întocmește pentru lucrările noi realizate, precum și pentru modificările survenite la lucrările care au fost obiectul inventarierii cadastrale primare.

Datele obținute prin evidența cadastrală se înscriu în fișe tip care cuprind și o schiță a obiectivului cadastral. Pentru folosințe de apă importante, elementele prezentate în fișa cadastrală pot fi completate cu date, schițe, secțiuni și profiluri tehnologice, hărți și detalii etc., care se trec în anexele tehnice la fișa cadastrală.

Inventarierea cadastrală se întocmește pe bazine hidrografice. Centralizarea și sintetizarea fișelor și obiectelor cadastrale inventariate se fac prin localizarea acestora pe hărți (scara 1: 25000 sau 1: 20 000), așa numitele hărți cadastrale.

Concluziile finale cantitative și calitative exprimate în tabele, hărți și text, asupra caracteristicilor naturale ale bazinului, a lucrărilor hidrotehnice de combatere a acțiunii dăunătoare a apelor asupra folosințelor de apă și a surselor de impurificare a apelor reprezintă sinteza cadastrală.

Sinteza cadastrală de pe bazinele hidrografice se reprezintă într-un atlas cadastral ce conține: rețeaua hidrografică; resursele de apă și lucrările de folosire, stăpânire și protecția apelor.

2.3. Bilanțul și balanța apei

2.3.1. Etape de calcul

□ Bilanțul apei

Pe perioada de calcul luată în considerare, în fiecare secțiune de bilanț reală se determină șirul de excedente și de deficite:

$$\Delta = Q_a - Q_n$$

unde: Q_a – debitul afluent [m^3/s];

Q_n – debitul necesar a fi asigurat în secțiune pentru satisfacerea folosințelor;

Δ – excedentul sau deficitul;

$\Delta < 0 \rightarrow$ deficite;

$\Delta > 0 \rightarrow$ excedente.

Considerând un șir de secțiuni reale care se grupează într-o singură secțiune fictivă cumulativă se stabilesc următoarele reguli:

- debitele furnizate de lucrările de gospodărire a apelor din amonte (deficitele determinante) trebuie să fie cel puțin egale cu deficitul maxim din șirul de secțiuni reale;

- debitele care pot fi reținute prin lucrările de gospodărire din amonte (excedentele determinante) pot fi egale cel mult cu excedentele minime din șirul de secțiuni reale;
- în perioadele în care apar în unele secțiuni deficite, iar în altele excedente, condițiile impuse de deficite sunt preponderente.

Aceste reguli pot fi concentrate în condiția:

$$\Delta_f = \min(\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n)$$

unde: Δ_i – deficitele și excedentele în secțiunea fictivă cumulativă.

Din punct de vedere economic, bilanțul reprezintă o relație între resurse și cerințe pentru o perioadă de timp, un rezultat al activităților economice, al regiilor care valorifică “apa”.

Din punct de vedere tehnic, bilanțul reprezintă o ecuație de continuitate a scurgerii în lungul cursului de apă.

Pentru analiza amenajării unui bazin hidrografic sunt necesare trei faze de studiu și anume:

- calculul bilanțului apelor, în care se compară debitele afluate cu cerințele de apă ale folosințelor și se determină posibilitățile satisfacerii acestora în regim natural sau necesitatea realizării unor lucrări de gospodărire a apelor (acumulări sau derivații);
- întocmirea schemelor de amenajare, în care se stabilesc amplasamentele diferitelor folosințe de apă din bazin și ale diferitelor lucrări de gospodărire a apelor, în vederea satisfacerii cerinței de apă a folosințelor;
- calculul gospodăririi apelor, cuprinzând stabilirea măsurilor necesare pentru regularizarea scurgerii prin lucrările cuprinse în schema hidrotehnică de amenajare, în scopul asigurării necesităților de apă ale folosințelor și valorificării optime a potențialului resurselor de apă.

Aceste faze de studiu nu sunt distincte. Astfel, calculele de bilanț sunt într-o oarecare măsură influențate de schemele de amenajare și uneori de gospodărirea apelor. Dimensionarea lucrărilor cuprinse în schema hidrotehnică de amenajare este influențată de modul de gospodărire a apelor. Din acest motiv calculele se efectuează de obicei cu aproximații succesive în următorul mod:

- se efectuează întâi un bilanț preliminar pe baza căruia se întocmește schema hidrotehnică;
- se definitivează pe baza schemei hidrotehnice propuse calculele de bilanț;
- se trece la efectuarea calculelor de gospodărire; acestea pot duce la modificarea schemei, cu refacerea calculelor de gospodărire pe baza schemei modificate.

Calculele de bilanț și de gospodărire a apelor se întocmesc atât în faza de proiectare, admițându-se anumite ipoteze asupra dezvoltării în viitor a folosințelor cât și în cea de exploatare, când se urmărește stadiul real al dezvoltării folosințelor și se determină modul de exploatare a lucrărilor de gospodărire a apelor ținând seama de acest stadiu real.

În calculele de bilanț al apelor rezultă că principalele date de bază necesare pentru întocmirea calculelor sunt cele cu privire la debitele afluențe și la debitele cerințelor de apă. Calculele se pot efectua luând ca bază diferite intervale de timp și corespunzător acestora se lucrează cu debite medii orare, zilnice, lunare sau anuale. Intervalul de calcul se alege în funcție de raportul între regimul și mărirea debitelor afluențe și regimul și mărirea debitelor cerințelor de apă ale folosinței, precum și de schema de amenajare. Astfel, pentru variații importante ale consumurilor în cursul unei zile sau săptămâni și necesitând regularizări de proporții mici se lucrează cu debite orare sau zilnice, iar pentru folosințe necesitând regularizări de proporții mai însemnate se lucrează cu debite medii lunare.

□ Balanța apei

Balanța apei reprezintă analiza relației resurse – cerințe pe o anumită perioadă de timp (lună, trimestru, an) și un anumit teritoriu (bazin hidrografic, județ, unități industriale, unitate economică etc.). Are ca și scop analiza echilibrului între resurse și cerințe pentru repartitia resurselor de apă.

2.3.2. Metode de calcul al bilanțului

Pentru calculele de bilanț se utilizează diferite metode, în funcție de folosințele din bazin, de datele de bază disponibile și de schema de amenajare.

După datele de bază utilizate se disting:

- *metode directe*, care folosesc elementele de bază pe un șir de ani de observații sau ani caracteristici;
- *metode indirecte* cu caracter aproximativ, în care intervin numai date cu caracter general asupra scurgerii și folosințelor.

Metodele directe pot fi analitice sau grafice. În general metodele grafice se utilizează în cazul unor scheme mai simple de amenajare sau în studii preliminare.

O altă grupare a metodelor de calcul al bilanțului poate fi:

- *metode succesive* aplicate în cazul în care calculele se efectuează din amonte înspre aval, determinându-se succesiv modificările aduse de schema de amenajare asupra scurgerii naturale;
- *metode cumulative* aplicate în cazul în care calculele se efectuează cumulându-se în diferite puncte din bazin efectul ansamblului de lucrări hidrotehnice din amonte;
- *metode mixte* care reprezintă o combinare a metodelor succesive și a celor cumulative.

Alegerea metodei de calcul al bilanțului este determinată de influența folosințelor, a datelor hidrologice și a lucrărilor de amenajare.

□ Influența folosințelor

Pentru calculele de gospodărire a apelor, folosințele se pot grupa în:

- folosințe cu *necesar de apă constant* reprezentând folosințele cu variații pe termen scurt (diurne, săptămânale etc.) care au posibilități interne de compensare a acestor variații, prelevând din sursă un debit practic constant;
- folosințe cu *necesar de apă variabil* în cursul unui an sau de la an la an.

De asemenea folosințele se mai pot grupa în:

- folosințe care nu sunt interesate în consumarea unor cantități de apă mai mari decât cele necesare. De exemplu, în cazul irigațiilor cantitățile de apă prelevate din râu mai mari decât cele stabilite ca optime sunt consumate în mod inutil;

- folosințe care pot utiliza cu avantaje economice cantități de apă mai mari decât cele stabilite. De exemplu, la amenajările hidroenergetice, debitele suplimentare permit producerea de energie suplimentară neasigurată.

În ambele cazuri se pot distinge două regimuri de exploatare a amenajării:

- *regim normal*, care corespunde perioadelor în care necesarul de apă al folosinței este asigurat;
- *regim cu restricții* ce corespunde perioadelor ce depășesc asigurarea de calcul a folosinței.

Pentru cel de al doilea grup de folosințe însă în regim normal, se diferențiază un număr sporit de regimuri, ținând seama de diferențele ipoteze intermediare care pot să apară. Această grupare a folosințelor nu influențează modul de dimensionare a acumulărilor, însă duce la o diferențiere a modului de exploatare a acestora.

În funcție de numărul de folosințe ale căror necesități sunt satisfăcute, lucrările de gospodărirea apelor pot fi grupate în: lucrări pentru o folosință; lucrări pentru mai multe folosințe sau lucrări complexe, care pot avea o singură asigurare sau asigurări diferite.

□ Influența datelor hidrologice

Datele hidrologice pot influența calculul bilanțului astfel:

- amenajările analizate sunt amplasate în bazine în care se dispune de observații directe pe un șir mare de ani asupra debitelor sau pentru care asemenea date pot fi determinate prin similitudine hidrologică;
 - amenajările analizate sunt amplasate în bazine în care există date hidrologice generale, determinate pe baza unui șir scurt de măsurători sau pe bază de studii de generalizare hidrologică (debit mediu, caracteristici ale curbelor de durată etc.).
- Cazul bazinelor în care se dispune de observații directe:

Metoda de calcul al bilanțului constă în utilizarea șirului de observații directe pe mai mulți ani asupra regimului hidrologic. Pentru atingerea unei precizii suficiente șirul de ani de calcul nu trebuie să fie mai redus de circa 15... 20 ani

pentru folosințe cu asigurarea de 80 % mărindu-se corespunzător pentru folosințe cu asigurare mai mare.

Pentru șiruri mai scurte este necesar să se dispună de observații hidrologice directe mai îndelungate cel puțin într-o altă stație din bazin, verificându-se dacă perioada mai scurtă aleasă caracterizează suficient de bine regimul hidrologic din amplasamentul lucrării.

Pentru calculele de bilanț sunt necesare ca date de bază:

- șirul de debite afluate medii (zilnice, decadale, lunare, anuale) pe perioada de ani de care se dispune în secțiunile de calcul ale bilanțului;
 - valorile debitelor cerinței de apă necesare, consumate și restituite pentru folosințele cu consum constant sau șirul de debite pe aceeași perioadă ca debitele afluate, în cazul folosințelor cu necesar variabil.
- Cazul bazinelor pentru care există date hidrologice generale, metoda de calcul se bazează pe statistica matematică și utilizează ca elemente parametrii expresiei matematice a curbelor de asigurare a debitelor.

□ Influența lucrărilor de amenajare

În ipoteza existenței în bazinul studiat a unui singur lac de acumulare se disting două situații:

- acumularea de regularizare controlează cea mai mare parte a volumului afluent în secțiunea de amplasare a prizei folosinței;
- acumularea de compensare are rolul de a suplimenta debitele râului principal în perioadele unor debite insuficiente în secțiunea de amplasare a prizei folosinței.

Schemele mai complexe cuprind un număr mai mare de lacuri de acumulare de diferite tipuri. Folosințele pot fi concentrate într-un singur punct sau răspândite în întreg bazinul studiat.

Modul de amplasare a acumulărilor, numărul lor și modul de amplasare a folosințelor determină secțiunile în care se efectuează calculele de bilanț și influențează într-o anumită măsură chiar metoda de efectuare a calculelor. Pentru

efectuarea calculelor de bilanț și de gospodărire a apelor este necesară stabilirea unor secțiuni de calcul în care să se compare debitele disponibile cu cele necesare.

Teoretic ar trebui introduse în calcul toate secțiunile de captare și restituție a apelor de către folosințe, precum și toate secțiunile de amplasare a lucrărilor de gospodărire a apelor. În acest caz s-ar obține însă chiar pentru bazine mici un număr considerabil de secțiuni, volumul de calcul fiind practic imposibil de efectuat. De aceea este necesar să se selecționeze din acest ansamblu un număr relativ redus de secțiuni în care să se analizeze bilanțul apelor, secțiuni care sunt denumite *secțiuni de calcul*.

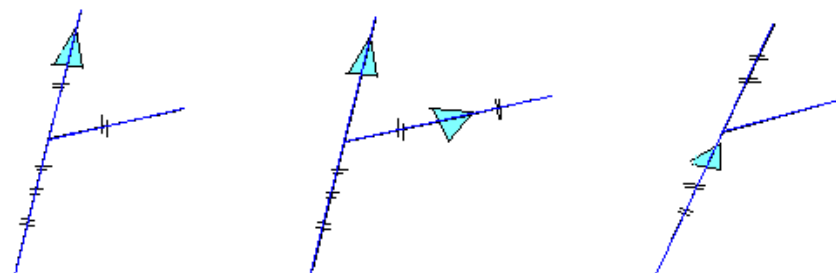
Secțiunile de calcul pot fi:

- *secțiuni de bază*, reprezentând secțiunile în amonte pe care sunt amplasate lucrările de gospodărire a apelor;
- *secțiuni auxiliare*, reprezentând secțiunile în amonte de care nu se iau în considerare posibilități de regularizare a debitelor.

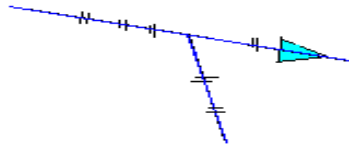
Alegerea secțiunilor de calcul se face în funcție de: amplasarea prelevărilor și restituirilor de debite în raport cu rețeaua hidrografică; amplasarea lucrărilor de gospodărire a apelor (acumulări și derivații) în raport cu rețeaua hidrografică.

2.4. Probleme

- 2.1. Definiți apele naționale / teritoriale / internaționale.
- 2.2. Caracteristicile apei ca resursă naturală.
- 2.3. Definiți potențialul hidrologic / de gospodărire a apei / de satisfacere a folosințelor.
- 2.4. Definiți potențialul de alimentare cu apă / hidroenergetic / de irigații.
- 2.5. Care este scopul unei acumulări de regularizare / de compensare / tampon ?
- 2.6. Scopul unei acumulări permanente / temporare ?
- 2.7. Volumul util / de protecție al unei acumulări.
- 2.8. Ciclul de umplere – golire al unui lac multianual / anual / sezonier.
- 2.9. Coeficientul de utilizare a resurselor de apă / coeficientul de acumulare.
- 2.10. Volumul maxim extraordinar / maxim normal al unui lac.
- 2.11. Definiți și reprezentați schema unei folosințe cu circuit mixt / deschis / închis.
- 2.12. Debitul prelevat / evacuat pentru alimentarea cu apă a unui centru populat / industrie.
- 2.13. Debitul prelevat / evacuat la o amenajare hidroenergetică cu baraj / derivație.
- 2.14. Debitul prelevat / evacuat la o amenajare de irigație / un sistem navigabil.
- 2.15. Secțiunile determinante pentru 4 folosințe grupate în paralel pe 2 sectoare de râu.
- 2.16. Secțiunile determinante pentru 4 folosințe grupate în serie pe 2 sectoare de râu.
- 2.17. Secțiunile determinante pentru 4 folosințe grupate în sistem mixt pe 2 sectoare de râu.
- 2.18. Alegerea secțiunilor de calcul / secțiuni determinante / secțiuni fictive.
- 2.19. Potențialul tehnic hidroenergetic / de alimentare cu apă / de irigație.
- 2.20. Limita de menținere a regimului pentru schemele de mai jos:



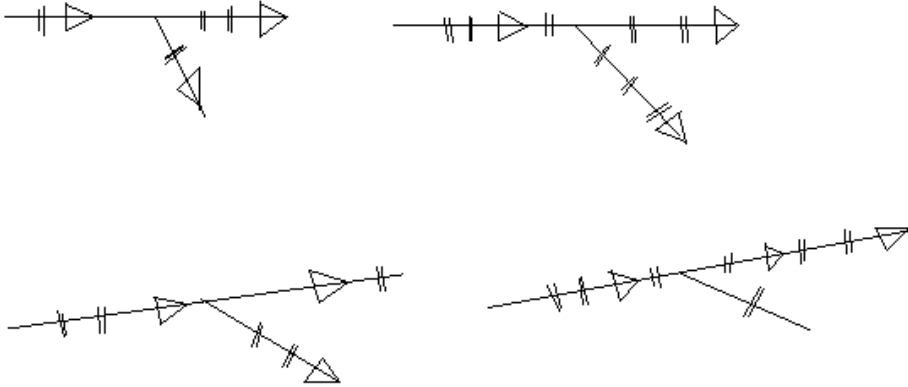
2.21. Limita de satisfacere a folosințelor



2.22. Debitul cerinței de apă la un sistem de alimentare cu apă pentru un centru populat.

2.23. Debitul recirculat la o folosință cu circuit mixt.

2.24. Secțiuni fictive cumulative și bilanțul în aceste secțiuni.



2.25. Explicați raportul $Q_{cerinta} / Q_{necesar}$ în cazul unei scheme închise a unei folosințe.

2.26. Relațiile între debitele caracteristice la o schemă cu circuit mixt / închis a unei folosințe.

2.27. Cazurile în care se pot elimina din calcul unele secțiuni de bilanț fără a introduce erori.

2.28. Cazurile în care se pot elimina din calcul unele secțiuni de bilanț cu introducerea de erori.

2.29. De ce în metoda bilanțurilor cumulative excedentele din secțiunea de calcul se compară cu cele din aval ?

2.30. De ce în metoda bilanțurilor cumulative deficiturile din secțiunea de calcul se compară cu cele din amonte ?

2.31. Cerința de apă a unei folosințe depinde de:

a. necesarul de apă;

b. sistemul de alimentare;

c. debitul recirculat.

2.32. Debitul caracteristic la un sistem de irigații cu două secțiuni de alimentare.

2.33. Debitul cerinței de apă la o amenajare hidroelectrică cu baraj / derivație.

2.34. Nivelul minim de exploatare a unui lac.