

Acest dosar este prezentat exclusiv pentru informare.
Stimate cititor!

Daca DVS doriti sa copiat acest dosar, el urmeaza a fi inlaturat fara intirziere, imediat dupa ce ati facut cunostinta cu continutul lui.

Copiind si pastrind dosarul in cauza, DVS va asumati toata responsabilitatea in conformitate cu legislatia in vigoare.

Toate drepturile de autor asupra dosarului dat se pastreaza dupa detinatorul de drept.

Orice utilizare in scopuri comerciale sau alte scopuri, cu exceptia utilizarii in scopuri de informare prealabila este interzisa.

Publicarea acestui document nu atrage dupa sine nici un fel de cistig comercial.

Insa astfel de documente contribuie rapid la ridicarea profesionalismului si spiritualitatii cititorilor si serveste drept reclama a editiilor de hirtie a acestor documente.

Corneliu Dan HÂNCU

Claudiu Ștefan NIȚESCU

AMENAJĂRI HIDROTEHNICE



Ovidius University Press – Constanța

2016

ISBN 978-973-614-897-2

Referenți științifici,

Prof.univ.dr.ing. Arsenie Dumitru Ion

Conf.univ.dr.ing. Ichinur Omer

PREFAȚĂ

Prezenta lucrare este destinată studenților de la specializările Amenajări și Construcții Hidrotehnice și Îmbunătățiri Funciare și Dezvoltare Rurală și acoperă problemele aferente cursului de Amenajări hidrotehnice, pe care aceștia îl studiază în anul 4, în cadrul Facultății de Construcții a Universității Ovidius din Constanța.

Conținutul cursului este structurat în șapte capitole :

- Introducere,
- Studiul bazinelor hidrografice și cadastrul apelor,
- Sisteme hidrotehnice de amenajare complexă a bazinelor hidrografice și planuri de gospodărire a apelor,
- Bilanțul apelor,
- Întocmirea schemelor hidrotehnice ale sistemelor de gospodărire a apelor,
- Regularizarea debitelor,
- Planuri de exploatare și grafice dispecer.

Acest manual ar putea fi utilizat și de studenți de la specializări înrudite (de exemplu, Hidroenergetică) sau de practicienii din domeniul Gospodăririi apelor sau din Administrația publică.

Lucrarea este rezultatul corectării și aducerii la zi a unui material din 2004. Au fost introduse suplimentar metodele de calcul pentru volumele lacurilor de acumulare și, de asemenea, metoda prin care se estimează înălțimea necesară a barajelor pentru realizarea de acumulări de apă pe diverse amplasamente.

CAP. 1 INTRODUCERE

1.1 PROBLEME GENERALE DE GOSPODĂRIRE A APELOR

Prin sistem hidrotehnic de gospodărire a apelor se înțelege ansamblul de lucrări și măsuri tehnico-inginerești, organizatorice și economice prin intermediul cărora omul stăpânește și folosește rațional resursele de apă dintr-un anumit teritoriu (de exemplu, bazin hidrografic).

Folosirea rațională a apelor înseamnă atât utilizarea lor integrală și multilaterală cât și protecția calității lor în spiritul dezvoltării durabile a societății umane (dezvoltare care conservă șansele generațiilor viitoare de a trăi și a se dezvolta într-un mediu ambiant curat, favorabil vieții).

Stăpânirea apelor înseamnă prevenirea și combaterea efectelor dăunătoare ale acestora, dintre care se pot menționa :

- procesele de eroziune pe terenurile în pantă și în albiile râurilor
- inundațiile
- excesul de umiditate prin înmlăștinirea terenurilor joase
- sărăturarea solurilor
- colmatarea albiilor râurilor și reducerea capacității lor de transport
- alunecările de teren

Datorită influențelor considerabile pe care apa le are asupra întregii activități a omului, acesta a început să desfășoare încă din cele mai îndepărtate timpuri o serie de acțiuni și lucrări pentru folosirea mai eficientă a resurselor și rezervelor naturale de apă.

Dacă la început omul primitiv o folosea cu precădere pentru nevoi fiziologice imediate și ca mediu de procurare a hranei, odată cu dezvoltarea agriculturii, apariția centrelor dens populate și meșteșugurilor, complexitatea acestor acțiuni și lucrări crește, apa fiind folosită și pentru alimentări cu apă, eliminarea reziduurilor, ca mediu de transport sau sursă de energie. În epoca modernă, solicitarea resurselor și rezervelor de apă a devenit din ce în ce mai mare, pe de o parte datorită creșterii continue a consumurilor specifice marilor aglomerări urbane și pe de altă parte datorită dezvoltării fără precedent a agriculturii intensive și a activităților industriale care solicită apă atât pentru procese tehnologice specifice, cât și pentru transport, furnizarea de energie sau chiar ca materie primă.

În acest stadiu s-a ajuns însă la concluzia că creșterea în continuare a solicitărilor nu va mai putea fi satisfăcută de resursele și rezervele de apă, fără luarea în continuare a unor măsuri de raționalizare a consumului și de conservare și protecție a hidrosferei.

A apărut astfel și s-a dezvoltat conceptul de amenajare complexă a bazinelor hidrografice prin sisteme hidrotehnice capabile să:

- asigure în modul cel mai rațional și economic totalitatea cerințelor de apă ale diverselor folosințe
- valorifice potențialul energetic și de transport al cursurilor de apă respective;
- prevină și să înlăture complet efectele distructive ale apei;
- asigure satisfacerea necesităților privind calitatea apei utilizate de diversele folosințe, în acest scop un obiectiv important avut în vedere la proiectarea unui sistem hidrotehnic fiind prevenirea și combaterea poluării apelor.

Complexitatea tehnică a unui sistem hidrotehnic dintr-un bazin hidrografic este condiționată de gradul de dezvoltare social-economică a teritoriului aferent. Prin funcțiunile sale însă, sistemul hidrotehnic permite accelerarea ritmului de dezvoltare a acestui teritoriu, ceea ce conduce la necesitatea măririi continue a complexității tehnice a sistemului hidrotehnic.

De aceea, proiectarea sa trebuie făcută pe baza unui plan de amenajare complexă a teritoriului respectiv în etape ce țin seama de această condiționare reciprocă.

Măsurile și lucrările legate de satisfacerea cerințelor de apă, din punct de vedere cantitativ și calitativ, ale diferitelor sectoare ale vieții economice și sociale, fac obiectul de folosire a calității apelor.

Dezvoltarea economică și creșterea demografică – dacă există – atrag creșterea cerințelor de apă.

Lipsa de concordanță între cantitatea și calitatea apei disponibile în sursele de apă și cerințele de apă, impun reglementarea folosirii apei.

În folosirea complexă a apelor sunt interesate localitățile (pentru alimentarea cu apă), industria, energetica, agricultura, piscicultura, transporturile și industria agrementului.

Unii dintre utilizatorii de apă, după ce au folosit-o o restituie în cursurile de apă sau în alți emisari în condiții calitative care o fac necorespunzătoare cerințelor altor folosințe situate în aval pe râuri sau pe malul lacurilor, etc. Această situație face necesară intervenția unor organisme specializate în protecția calității apei și a mediului în general (de exemplu, Garda de mediu).

Râurile din țara noastră prezintă, din punct de vedere cantitativ, mari variații ale debitelor atât pe durata unui an hidrologic cât și de la un an la altul. Aceste variații creează o bună parte din problemele de bază ale gospodăririi apelor pentru că, datorită lor, se impun cele mai grele și costisitoare lucrări de stăpânirea apelor, pentru îndepărtarea efectelor dăunătoare dar și lucrări hidrotehnice complexe destinate satisfacerii cerințelor de apă în perioadele cu debite reduse.

La debite foarte mari se produc inundații, eroziuni, exces de umiditate și alte degradări.

La debite mici, sub necesarul de consum, folosințele de apă suferă pagube foarte mari, care se pot propaga în întreaga economie . lipsa apei

potabile, lipsa apei industriale lipsa apei pentru irigații, piscicultură, creșterea animalelor și altele.

Sursele de apă cele mai importante din țara noastră sunt cursurile de apă (râuri, fluvii), acestea având un regim hidrologic torențial (debite și respectiv volume foarte mari de apă în perioadele de viitură și debite foarte mici în restul anului).

Acest regim hidrologic impune ample lucrări de regularizare a debitelor prin acumulări de apă și derivații din alte bazine hidrografice.

În anumite bazine hidrografice se găsesc folosințe de apă care necesită debite mari în perioadele cu debite naturale reduse. Se poate exemplifica cu producerea de hidroenergie iarna sau cu necesitățile de irigare a terenurilor agricole în lunile secetoase de vară.

Prin lucrările de gospodărire a apelor trebuie satisfăcute asemenea cerințe de consum redistribuind debitele mari din perioadele de viitură pentru utilizarea în perioadele cu debite naturale mai mici decât necesitățile consumatorilor.

Debitele regularizate trebuie folosite complex și complet și chiar refolosite succesiv astfel încât folosințele de apă să fie satisfăcute și chiar să se poată dezvolta.

Gospodărirea apelor este, de fapt, un fel de ramură a economiei naționale, dacă privim lucrurile mai puțin convențional.

Problemele tehnice de gospodărire a apelor sunt, în cea mai mare parte, legate de sursele de apă și se diferențiază în trei categorii :

- stăpânirea apelor
- satisfacerea folosințelor
- protecția calității apei

La stabilirea schemei generale de amenajare integrală a unui bazin hidrografic se vor avea în vedere, pe lângă principiile generale legate de metodologia de calcul hidraulic, static, de rezistență, etc. și o serie de principii care iau în considerație influența pe care sistemul hidrotehnic respectiv (odată intrat în exploatare) o are asupra resurselor naturale de apă și a mediului ambiant, în general. Aceste influențe se manifestă în sensul modificării repartiției inițiale între diferite categorii de resurse, cât și în sensul repartiției în timp și spațiu în cadrul aceleiași categorii.

Astfel, de exemplu, acțiunile de despădurire urmate de cultivarea anumitor plante (prășitoare pe terenuri în pantă) accelerează procesul de șiroire și, implicit, conduc la o diminuare a resurselor de apă subterană. Într-adevăr, micșorarea gradului de acoperire cu vegetație a solului conduce la diminuarea infiltrațiilor și duce la creșterea cantităților de apă scursă pe versant. În bazinul hidrografic respectiv raportul inițial între resursele de apă de suprafață și subterană se modifică în favoarea primelor.

De asemenea, schema generală de amenajare integrală trebuie să permită utilizarea maximă posibilă a resurselor de apă ale bazinului studiat și să permită –într-o etapă ulterioară – extinderea sa atunci când dezvoltarea superioară economico-socială a zonei impune acest lucru.

Din aceste considerente, la proiectarea unui sistem hidrotehnic complex se vor avea în vedere următoarele:

a. Elementele sistemului hidrotehnic (acumulări, prize de apă, derivații, etc.) să răspundă cerințelor unui număr cât mai mare de folosințe; ex. o acumulare energetică să poată fi folosită și pentru alimentări cu apă potabilă sau industrială, irigații, navigație, piscicultură, agrement, etc.

b. Sistemul hidrotehnic să asigure – prin regularizarea debitelor – utilizarea rațională a resurselor de apă din teritoriul respectiv, în sensul armonizării regimului sursei cu cerințele diverselor folosințe.

c. Sistemul hidrotehnic să permită utilizarea complexă a debitelor regularizate, prin folosirea succesivă a acestora; ex. o parte din debitele captate pentru alimentări cu apă potabilă sau industrială să poate fi utilizate – după restituirea lor – de alte folosințe (irigații, piscicultură, etc.).

d. Regularizarea debitelor cursurilor naturale de apă se va face prin amplasarea judicioasă a unor acumulări care să preia în mare parte și riscul inundațiilor pe suprafețele bazinelor hidrografice situate în aval de acestea.

e. Când debitele pentru consumuri importante sunt asigurate prin derivații din zone excedentare, acestea trebuie să aibă un caracter complex: în afară de rolul principal de a completa necesarul de apă din zona deficitară să poată asigura și producerea de energie electrică,

navigația sau descărcarea undelor de viitură; se recomandă utilizarea derivațiilor în dublu sens, care să asigure echilibrarea reciprocă a resurselor de apă din cele două zone în perioadele secetoase sau ploioase ne simultane (de exemplu, regularizarea Timiș – Bega).

f. Între elementele sistemului hidrotehnic trebuie să existe o bună corelare, atât în ce privește proiectarea, cât și execuția; de exemplu, volumul mort al unei acumulări depinde decisiv de existența lucrărilor de combatere a eroziunii solului pe versanții bazinului hidrografic aferent, amonte de baraj.

g. Stabilirea schemei hidrotehnice a amenajării complexe și alegerea dintre soluțiile tehnice posibile se face pe baza studiului tehnico-economic al mai multor folosințe. Se va alege aceea care, pe ansamblu, prezintă indicatorii tehnico-economici cei mai avantajoși.

1.2 RESURSELE DE APĂ . SURSE DE APĂ ÎN ROMÂNIA

Apele din atmosferă și litosferă sunt în strânsă legătură între ele, alcătuind un ansamblu (hidrosfera) și participând la un circuit închis denumit ciclul hidrologic global. În acest proces continuu, care se repetă fără încetare, apa parcurge câteva etape importante (evaporația, condensarea, precipitațiile, infiltrația și scurgerea) care contribuie la reîmprospătarea permanentă a sa atât din punct de vedere calitativ, cât și cantitativ.

Observațiile și măsurătorile meteorologice au evidențiat că în fiecare an participă la acest circuit circa $520 \times 10^3 \text{ km}^3$ de apă. Această cantitate reprezintă resursele totale planetare de apă. Mai există însă și unele cantități de apă – mult mai mici – care nu participă la acest proces, caracterul lor fiind asemănător celui a rezervelor de substanțe minerale. Sunt așa numitele rezerve de apă, exploatarea lor putând fi luată în considerare ca o alternativă la utilizarea resurselor de apă. Din toată cantitatea de apă ce formează resursele totale poate fi însă exploatată, în condiții eficiente economic pentru satisfacerea cerințelor de apă, doar o mică parte. Aceasta formează resursele de apă utilizabile.

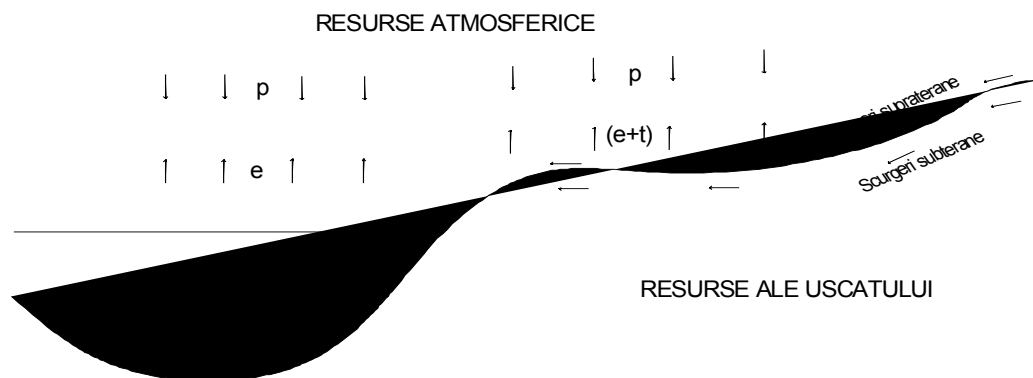


Fig. 1 Resurse de apă

După locul pe care îl ocupă în cadrul circuitului hidrologic global, resursele de apă pot fi grupate în resurse atmosferice, resurse ale uscatului și resurse oceanice.

a. Resurse de apă atmosferice

Reprezintă cantitatea de apă existentă în atmosfera terestră sub formă de vapori, particule fine lichide sau de gheață. Precipitațiile nu se consideră resurse de apă atmosferice întrucât imediat după formare părăsesc atmosfera.

b. Resurse de apă ale uscatului

Cuprind totalitatea cantităților de apă care se găsesc la suprafața sau în profunzimea scoarței terestre și participă la ciclul hidrologic global. Acestea pot fi grupate în:

- resurse de apă glaciară – sunt alcătuite din straturi de zăpadă sau ghețării de la suprafața pământului. Gradul lor de utilizare este destul de redus dar ele se iau din ce în ce mai mult în considerare pentru diverse folosințe;
- resursele de apă de suprafață ale versanților – cuprind apele care se scurg prin șiroire pe versanți, până în momentul pătrunderii în rețeaua hidrografică;
- resursele de apă fluvială – cuprind cantități de apă care se scurg la suprafața scoarței terestre prin rețeaua hidrografică;
- resursele de apă lacustră – sunt alcătuite din apele lacurilor și a mărilor închise, fără legătură cu oceanul planetar;
- resursele de apă subterană – cuprind cantități de apă care se scurg sub suprafața scoarței terestre.

În general, apa subterană poate fi folosită direct ca apă potabilă sau industrială pe când apa de suprafață, din râuri și lacuri, trebuie tratată.

Este evident că diversele categorii de resurse ale uscatului nu trebuie privite ca fiind complet distincte, între ele existând interacțiuni permanente. Ultimele trei grupe sunt cele mai importante, fiind exploatate cu precădere pentru satisfacerea cerințelor majorității folosințelor.

c. Resurse de apă oceanică

Sunt apele existente în oceanul planetar, aflate într-un schimb permanent cu celelalte tipuri care participă la ciclul hidrologic. Din punct de vedere cantitativ dețin ponderea cea mai mare din totalul resurselor de apă ale Pământului (97%), însă gradul lor de utilizare este destul de redus, datorită salinității pronunțate a apei. Ele sunt exploatate mai mult drept cale de transport și în ultimul timp ca forță motrice în instalații pentru producerea energiei electrice (valurile, marea, etc.), dar și prin demineralizare.

Sursele de apă de suprafață din România sunt de peste trei ori mai bogate decât cele subterane dacă se iau în considerare debitele medii multianuale.

Apele subterane sunt utilizate preponderent pentru alimentarea cu apă a centrelor populate iar cele de suprafață satisfac mai ales cerințele industriale, de irigații, pentru piscicultură, agrement și altele.

În România, debitul mediu specific este de circa $4,5 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ (cu variații zonale între $0,7 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ în câmpiile joase și $50 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ în masivele muntoase înalte).

Debitul mediu al râurilor interioare este apreciat de diverși autori[6,10] între 1070 și $1250 \text{ m}^3/\text{s}$.

Principalele râuri interioare au aproximativ următoarele debite :

- Siret – $230 \text{ m}^3/\text{s}$
- Olt – $187 \text{ m}^3/\text{s}$
- Mureș – $183 \text{ m}^3/\text{s}$
- Someș – $125 \text{ m}^3/\text{s}$

Din totalul scurgerilor râurilor interioare circa 40% se varsă în Dunăre în amonte de Baziaș (punctul de intrare a Dunării pe teritoriul României).

Debitul mediu al Dunării este de circa $5400 \text{ m}^3/\text{s}$ la Orșova și circa $6330 \text{ m}^3/\text{s}$ la Tulcea.

În România, resursa specifică de apă este de aproximativ $2680 \text{ m}^3/\text{locuitor}$ și an iar în Europa este de $4000 \text{ m}^3/\text{locuitor}$ și an. Din acest punct de vedere ne aflăm pe locul 20 pe continent.

Scurgerea de primăvară, care implică ape provenite din topirea zăpezilor și din ploile relativ abundente de primăvară, reprezintă circa 40 – 60 % din scurgerea anuală [6]. Fac excepție zonele muntoase înalte unde, datorită topirii zăpezilor cu întârziere și precipitațiilor mai

abundente de vară, scurgerea de primăvară reprezintă doar 35 – 40 % din cea anuală.

La râurile din țara noastră alimentarea de suprafață reprezintă cam 60 % din scurgerea totală. Conform statisticilor, debitele provenite din topirea zăpezilor sunt mai mici decât cele care își au sursa în ploii.

Bilanțul hidric pe teritoriul României are următoarea structură [6] :

- precipitații – 690 mm/an
- evaporație globală – 550 mm/an
- scurgere – 140 mm/an

Conform autorilor citați mai sus, râurile interioare asigură resurse anuale (ca medii multianuale) de 33,6 – 40 miliarde m³ iar Dunărea aproximativ 200 miliarde m³. Apele subterane au un aport apreciat între 6 – 11 miliarde m³/an.

În unele țări (ca Marea Britanie sau Republica Malgașă) este citată în literatură ca sursă de apă utilizată și roua dar în țara noastră nu poate fi folosită.

Apa de mare poate fi folosită în zonele unde nu există alte resurse exploatabile mai economicoase. Ea va trebui să fie supusă demineralizării (desalinizării, cu excepția folosirii ei ca apă de răcire – agent termic). Procedeele tehnice utilizabile sunt : distilarea, înghețarea, osmoza inversă, electroliza și extracția cu solvenți.

În zonele lipsite de surse de apă se poate utiliza și apa de ploaie dar aceasta ridică probleme de gust, de tratare și mai ales de stocare.

1.3 PROBLEME DE STĂPÂNIRE A APELOR (COMBATEREA EFECTELOR LOR DĂUNĂTOARE)

Orice sistem hidrotehnic are, pe lângă funcțiunea de a utiliza rațional resursele de apă și pe aceea de a preveni și combate efectele dăunătoare ale apelor. Aceste efecte sunt rezultatul proceselor fizico-mecanice sub acțiunea cărora apa din natură participă la ciclul hidrologic global, având deci un caracter natural. Factorul antropic poate însă – prin acțiuni iraționale – să le amplifice foarte mult.

Importanța activităților de stăpânire a apelor constă în aceea că prin soluționarea problemelor se înlătură efectele dăunătoare ale apelor, se asigură condiții de valorificare superioară a terenurilor apărate și a resurselor de apă disponibile.

Cele mai importante dintre problemele de stăpânire a apelor sunt :

- regularizarea scurgerii pe versanți (de această problemă se ocupă disciplina de “Combatere a eroziunii solului”)
- eliminarea excesului de umiditate (de această problemă se ocupă disciplina de “Drenaje și desecări”)
- apărarea contra inundațiilor (de această problemă se ocupă disciplina de “Regularizări de râuri și combaterea inundațiilor”).

Regularizarea scurgerii pe versanți are drept efect atenuarea proceselor de eroziune a solului și de alunecări de teren. Alte efecte favorabile sunt :

- o regularizare a debitelor lichide și solide
- o influență pozitivă asupra funcționării lucrărilor hidrotehnice de pe cursurile de apă (protecția împotriva colmatării cu aluviuni a acumulărilor, a captărilor de apă, evitarea reducerii adâncimilor disponibile pentru navigație și a scăderii capacității de transport a albiilor).

În țara noastră scurgerea pe versanți creează probleme pe circa 7,3 milioane de hectare.

Excesul de umiditate se face resimțit în România pe aproximativ 7,4 milioane de hectare iar riscul de inundații afectează aproximativ 3,4 milioane de hectare dintre care 2,8 milioane de hectare în bazinele hidrografice ale râurilor interioare[6].

Fiecare grupă de resurse de apă prezintă acțiuni sau procese cu efecte dăunătoare asupra mediului. Un prim criteriu de clasificare al acestor efecte dăunătoare este tipul resursei de apă care le produce:

a. Efecte dăunătoare ale apelor atmosferice

- eroziunea prin picături – datorită acțiunii mecanice a picăturilor de apă din ploile torențiale;

- deteriorări sau distrugerii ale unor obiecte de la suprafața solului: plante, rețele electrice, construcții de locuit sau de alt tip :

- datorate acțiunii mecanice a precipitațiilor solide (grindina, măzăricea, chiciura);

-datorate condensării apei atmosferice (ceața, bruma, poleiul).

b. Efecte dăunătoare ale apelor de suprafață

- eroziunea prin scurgere la suprafața solului – datorată acțiunii mecanice a scurgerilor de pe suprafața bazinului hidrografic;

- eroziunea albiei cursurilor naturale de apă – datorate acțiunii mecanice a scurgerii prin rețeaua hidrografică;

- excesul de umiditate (bălți permanente sau ne permanente) – datorate stagnării apelor din precipitații sau din inundații pe suprafețele depresionare;

- sărăturarea solurilor – datorată evaporării apei în exces de pe suprafețe depresionare;

- inundații – datorate viiturilor din rețeaua hidrografică și capacității reduse de transport a albiilor (depuneri de materiale erodate de pe suprafețele bazinelor hidrografice).

c. Efectele dăunătoare ale apelor subterane

- alunecări de teren – datorate stricării echilibrului natural al versanților cu risc de alunecare;

- excesul de umiditate (înmlăștiniri) – datorat ridicării nivelului apei freatică până spre suprafață;

- salinizarea secundară a solului – datorată levigării sărurilor din straturile inferioare ale terenului spre suprafață, odată cu circulația apei freatică;

- colmatări ale straturilor superioare ale solului,
- sufozii – datorate coborârii, respectiv ridicării bruște a nivelului freatic (sufozie este denumită antrenarea particulelor fine din teren, prin golurile dintre particulele mai mari, de către curenții de apă subterană) .

d. Efecte dăunătoare ale apelor glaciare

- eroziunea solului – datorată deplasării sau topirii ghețarilor;
- avalanșele – datorate alunecării maselor de zăpadă pe versanții abrupti.

e. Efecte dăunătoare ale apelor marine

- inundații ale zonelor litorale – datorate valurilor (de furtună sau seismice) sau mareelor,
- Eroziune costieră,
- colmatarea acvatoriilor unor porturi.

Indiferent de factorul care le produce, toate aceste efecte se pot manifesta pe perioade mai scurte sau mai lungi de timp. Din acest punct de vedere se poate vorbi despre:

a. Efecte potențial dăunătoare :

- nu produc pagube prin ele însele, dar îngreunează și constituie un risc pentru unele activități umane (ex. ceața stânjenește circulația pe căile de comunicații, pe căile ferate, pe căile navigabile și pe aeroporturi, deseori este cauza unor grave accidente).

b. Efecte dăunătoare de scurtă durată :

- provoacă daune doar pe timpul desfășurării evenimentului natural care-l suferă resursa de apă (de exemplu, inundațiile se manifestă doar pe durata viiturilor ; în intervalul dintre două viituri activitățile umane pe terenurile inundabile se desfășoară normal).

c. Efecte dăunătoare ireversibile :

- odată produse își măresc intensitatea cu fiecare repetare a procesului care le-a cauzat și nu se mai opresc pe cale naturală (de exemplu, eroziunea solului și alunecările de teren care nu pot fi combătute decât prin intervenția omului).

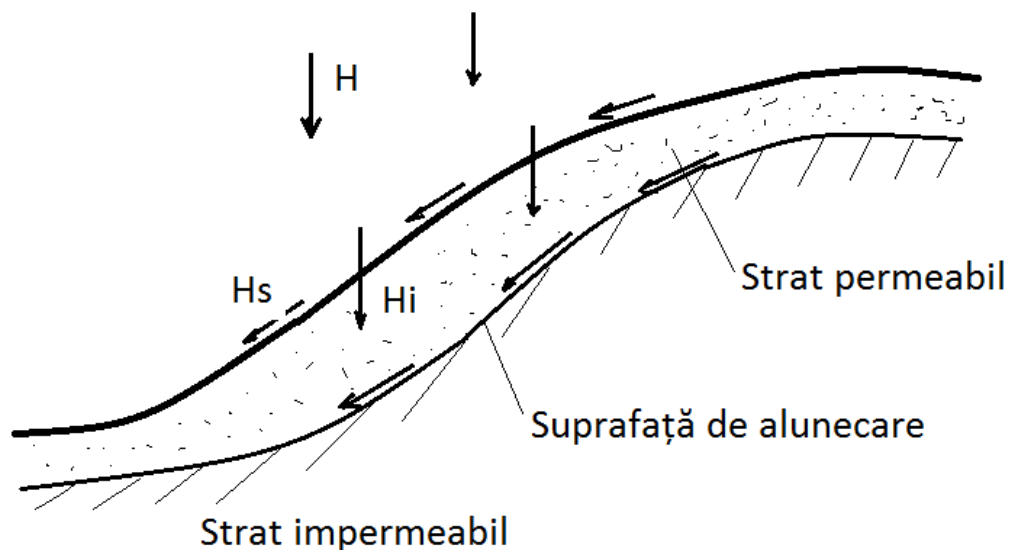


Fig.2 Favorizarea alunecării terenurilor. H – precipitații căzute (mm) ; H_i – infiltrații (mm) ; H_s – scurgere la suprafața solului (mm) ; $k = H_s / H$ – coeficient de scurgere

Combaterea efectelor dăunătoare ale apelor necesită investiții importante dar acestea își justifică realizarea prin efectele deosebit de favorabile pe care le pot produce. Acest aspect se poate exemplifica cu situația îndiguirilor realizate pentru combaterea inundațiilor până în anul 1970. La inundațiile catastrofale produse în acest an, din întreaga suprafață îndiguită s-au inundat doar trei procente !

Majoritatea lucrărilor executate în ultimii ani au fost bine realizate și de tehnicitate ridicată.

O bună eficiență dovedesc lucrările de combatere a eroziunii solului și cele pentru înlăturarea excesului de umiditate (desecări). Simultan, prin aceste lucrări, se pot reda în circuitul agricol suprafețele degradate de efectele dăunătoare ale apelor.

Eficacitatea lucrărilor de regularizare a scurgerilor pe versanți scade simțitor dacă amenajările se fac pe suprafețe reduseși nu pe întreaga suprafață afectată dintr-un bazin hidrografic.

Lucrările antierozionale pe versanți au importante efecte de reducere a debitelor de viitură prin lungirea timpului de scurgere a apelor pe terenurile în pantă și prin reducerea coeficienților de scurgere (k). concomitent se obține și efectul de reducere a excesului de umiditate în lunci (dintre cele mai valoroase terenuri agricole). Transportul de aluviuni în albia râurilor scade și nu se mai produce reducerea severă a capacității de transport a albiilor (deci, se reduce riscul de inundații).

De asemenea, o structură necorespunzătoare a folosințelor pe terenurile erodate ca și aplicarea unei agrotehnici greșite sunt de natură să frâneze dezvoltarea lucrărilor antierozionale pe terenuri în pantă și să reducă eficiența lor (exemplu : culturi prășitoare și arături pe direcția de pantă maximă pe terenuri cu pante accentuate).

Alte lucrări de stăpânirea apelor care, executate incorect, pot avea efecte dăunătoare sunt îndiguirile. Acestea pot produce dezastruarea undelor de viitură pentru sectoarele de râu situate în aval de cel îndiguit dacă digurilor sunt prea apropiate de malurile albiei medii. De asemenea îndiguirile pot favoriza, în anumite situații, colmatarea albiei în zona dig – malul albiei medii (principale) reducând astfel capacitatea de transport a albiei la viituri.

Și lucrările de regularizare a albiilor râurilor în scopul apărării malurilor de efectele distructive ale apei trebuie executate cu grija de a menține capacitatea de transport a acestora la debite mari. Și unele exploatări de balast din albiile râurilor au avut ca efect reducerea stabilității și a capacității lor de a transporta debitele de viitură.

S-a constatat în practică și faptul că unele acumulări de apă nu au avut volume suficiente pentru a face o atenuare corespunzătoare a undelor de viitură. Într-o serie de acumulări s-a constatat și un proces accelerat de colmatare (datorită ne rezolvării combaterii eroziunii pe versanți și în albia râurilor), fenomen care a redus foarte mult

funcționalitatea acestora iar pe unele le-a scos complet din funcțiune (lucrări din bazinele hidrografice Argeș, Moldova, Bârlad și Bahlui).

Și exploatarea greșită a unor acumulări ar putea avea efecte distrugătoare în loc să combată efectele distrugătoare ale apelor (de exemplu, în 1970 s-au făcut deversări din acumularea Bicz – circa 500 m³/s – tocmai când s-a produs o undă de viitură pe Siret ; urmarea a fost depășirea digului de apărare contra inundațiilor de la Latinu – Vădeni).

Între factorii care ar putea reduce eficacitatea lucrărilor de combatere a excesului de umiditate se pot cita : aplicarea defectuoasă a irigațiilor, ne respectarea asolamentelor, formarea hardpanului prin folosirea unor utilaje agricole grele în perioadele cu terenuri umede și ne întreținerea corespunzătoare (împotmolirea) a canalelor de desecare de ordin inferior (ultimele ramificații).

În întreaga activitate de combatere a efectelor dăunătoare ale apelor este necesară creerea unor sisteme informaționale și de prognoză sprijinite pe datele de la stațiile meteorologice, hidrometrice și pe observațiile agenților hidro din teritoriu.

1.4 PROBLEME DE FOLOSIRE A APELOR

Se definește ca folosință de apă orice ramură de activitate social-economică ce utilizează – pentru satisfacerea propriilor nevoi – apa din circuitul natural. Utilizarea apei într-un circuit complet închis, fără

pierderi compensate din afară, nu constituie folosință de apă, întrucât nu modifică distribuția naturală a resurselor.

Folosințele de apă se încadrează în unități organizatorice distincte) ce pot avea una sau mai multe folosințe (unde se desfășoară diferite activități economice. Acestea se numesc beneficiari.

Întrucât aproape că nu există activitate umană care să nu folosească, sub o formă sau alta, resursele naturale de apă, clasificarea folosințelor se face după mai multe criterii, mai importante fiind :

a. Modul de utilizare al apei:

- folosințe consumatoare de apă (alimentări cu apă potabilă și industrială, irigații, etc.);
- folosințe ne consumatoare de apă (hidroenergetice, transportul de apă, agrement, etc.);
- folosințe ale unor caracteristici calitative ale apei (ape minerale, termale, etc);
- folosințe ale debitelor solide ale cursurilor de apă (balastierele).

b. Tipul de activitate al folosinței:

- folosințe hidroedilitare (satisfac necesitățile biologice sau sociale ale omului);
- folosințe zootehnice (satisfac necesitățile biologice ale animalelor);
- folosințe industriale (satisfac necesitățile tehnologice ale unor activități industriale);

- folosințe hidroenergetice (transformă energia potențială a apei în alte forme de energie);
- irigații (satisfac cerințele de apă ale plantelor);
- transportul pe apă (utilizează luciul apei drept cale de transport);
- folosințe pentru agrement (utilizează apa ca mijloc de agrement).

d. Tipul de intervenție în rețeaua naturală de apă[11] :

- folosințe care nu modifică rețeaua naturală (navigația, activitățile de agrement, sporturile nautice, etc.)
- folosințe care modifică anumite elemente ale rețelei naturale, fără a preleva apa din aceste rețele (obținerea de hidroenergie prin bararea cursurilor de apă, amenajările piscicole în iazuri sau în lacurile de acumulare, etc.)
- folosințe care modifică rețeaua naturală preluând debite care, ulterior, vor fi redată în circuitul natural parțial sau total (canale navigabile, derivații, alimentări cu apă, irigații, unele tipuri de amenajări piscicole, etc.).

Diferențierea între folosințele grupate după criteriile de mai sus este convențională, în realitate fiecare folosință îndeplinește, de regulă, mai multe funcțiuni, putând fi încadrată în mai multe tipuri caracteristice.

Alte date importante pentru caracterizarea folosințelor de apă sunt :

- beneficiarul (firma, societatea, instituția, etc.)

- amplasamentul folosinței (al captării și al restituției de apă)
- importanța folosinței (clasa de importanță, categoria de importanță [11], asigurarea de calcul)
- instalațiile existente pentru alimentarea cu apă a folosinței sau cele necesar a fi realizate

Principalul element care caracterizează o folosință este cerința de apă. Cerința de apă reprezintă cantitatea de apă ce trebuie preluată din sursă, astfel încât procesele în care este utilizată să fie satisfăcute rațional. Din această cantitate, o parte este reținută de folosință (înglobată în produse, reținută în procese fiziologice, etc.) reprezentând consumul, iar o altă parte este redată circuitului natural.

Luând în considerare pierderile de apă pe aducțiune și în instalațiile tehnologice precum și rezervele de apă necesare stingerii incendiilor, cerința de apă este :

- pentru folosințe care nu recirculă intern, în timpul utilizării, debitele de apă prelevate din sursele de apă :

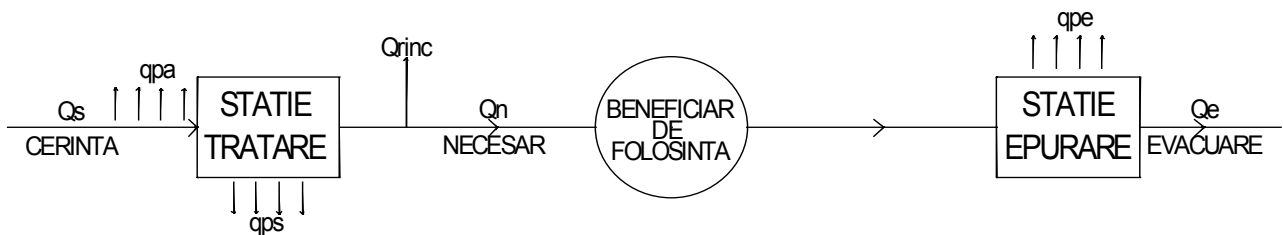


Fig. 3

$$Q_s = k_r \cdot k_s \cdot (Q_n + Q_{r_{inc}}) \quad (1)$$

unde:

k_r – coeficient ce ține seama de pierderile de apă în rețeaua de aducțiune și distribuție ($k_r > 1$);

k_s – coeficient ce ține seama de pierderile de apă și nevoile tehnologice în stațiile de tratare și epurare ($k_s > 1$);

$Q_{r_{inc}}$ – debitul necesar refacerii rezervei de apă pentru stingerea incendiilor;

Q_n – debitul necesar de apă. Necesarul de apă se definește ca fiind cantitatea de apă utilizată efectiv de folosință pentru realizarea funcțiilor sale.

q_{pa} – pierderi de apă în rețeaua de transport

q_{pe} - pierderi de apă în procesul de epurare

q_{ps} - pierderi de apă în procesul de tratare

Q_e – debit restituit (evacuat ; până la 70 – 80 % din Q_s)

- există și folosințe care utilizează o parte din debit pentru recirculare internă :

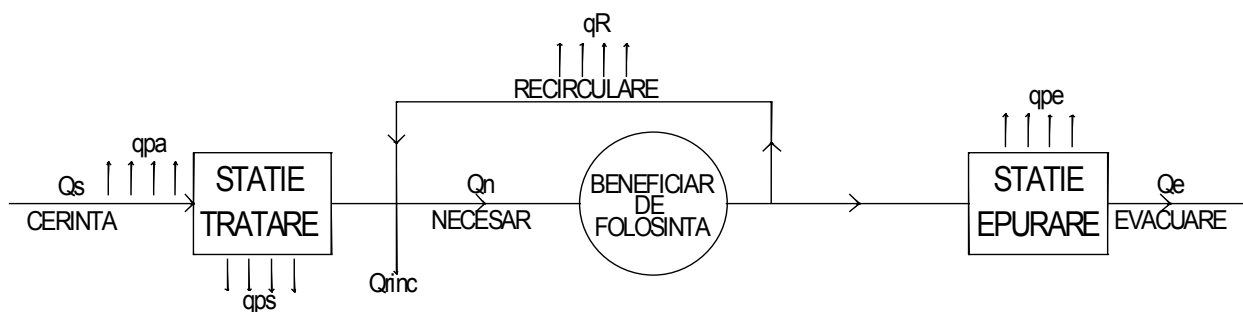


Fig. 4

În acest caz, debitul cerinței de apă (prelevat din sursă) va fi:

$$Q_s = k_r \cdot k_s \cdot (Q_n - Q_R + Q_{r_{inc}}) + k_R \cdot Q_R \quad (2)$$

unde:

Q_R – debitul recirculat (poate ajunge la 90 – 95 % din debitul necesar)

k_R – coeficient ce ține seama de pierderile din sistemul de recirculare ($k_R > 1$).

q_R - pierderi de apă la recircularea unor debite în interiorul folosinței (de exemplu, apă de răcire)

Stabilirea la sursa de apă a cerințelor folosințelor este o operațiune complexă și dificilă, întrucât disponibilitățile sursei nu sunt infinite, ci prezintă variații aleatoare. Există deci oricând posibilitatea ca ele să nu fie satisfăcute integral. Mai mult, folosințele de apă au o funcționare ciclică, durata unui ciclu precum și cea dintre două cicluri consecutive fiind diferită de la o folosință la alta. Din aceste considerente, definirea cerințelor de apă ale fiecărei folosințe se efectuează după următoarea schemă:

- se precizează amplasamentul beneficiarului, al prizei și punctului de restituire a debitelor evacuate;
- se calculează necesarul, cerința de apă, consumul și debitul evacuat (restituit);
- se stabilesc condițiile de satisfacere a folosințelor în regim de restricții;
- se determină probabilitatea de satisfacere a folosinței (gradul de asigurare);

- se analizează prognoza dinamicii de dezvoltare a folosinței.

Consumul de apă este diferența între cantitatea de apă prelevată din sursă și cantitatea de apă evacuată (restituită). Consumul are următoarele componente :

- cantități de apă reținute în procese fiziologice (alimentări cu apă pentru populație, zootehnie)
- apa înglobată în produse diverse
- pierderi în procesele de transport, de folosire, de tratare sau de epurare a apei
- evaporări, etc.

Asigurarea și calculul consumurilor de apă se face în funcție de tipul folosinței, în conformitate cu normativele în vigoare citate în bibliografie [13,14,15,16,17,18]. Se determină : debite orare (minime, maxime și medii), debite zilnice (minime, maxime și medii) și debite lunare (minime, maxime și medii).

Standardele menționate prezintă și cerințele calitative referitoare la apa livrată diferitelor folosințe (consumatori).

Conform celor de mai sus, gradul de asigurare cu apă al folosinței este deosebit de important și se definește ca fiind probabilitatea ca debitul sursei în secțiunea de prelevare să fie egal sau mai mare decât debitul cerinței de apă. Având definită cerința de apă a folosinței, în urma prelucrărilor statistice a disponibilităților sursei pe un număr cât mai mare de ani (n), rezultă numărul de situații (m) în care folosințele

sunt satisfăcute. Disponibilitățile de apă, precum și cerința, pot fi exprimate în unități de debit, de volum sau de timp. Ca urmare, gradul de asigurare al folosinței poate fi exprimat în mai multe forme: după frecvență, după volum și după durată.

a. Gradul de asigurare după frecvență, p_f

Se definește prin raportul între numărul de ani (m) în care debitele cerinței de apă pot fi satisfăcute integral (fără întreruperi sau restricții) și numărul de ani (n) ai șirului statistic. Dacă șirul este infinit, gradul de asigurare este:

$$p_f = \lim \frac{m}{n} \quad (3)$$

Deoarece în majoritatea cazurilor aceste șiruri statistice sunt scurte (câțiva zeci de ani), relația de calcul se modifică, adoptându-se diferite forme empirice:

Weibull
$$p_f = \frac{m}{n+1} \cdot 100[\%] \quad (4)$$

asigurarea reală (sau formula din [6]) :

$$p_f = \frac{m-0,3}{n+0,4} 100\% \quad (5)$$

Hazel
$$p_f = \frac{m+0.5}{n} \cdot 100[\%] \quad (6)$$

Alexeev

$$p_f = \frac{m-a}{n+b} \cdot 100[\%], \text{ unde :}$$
$$a = \frac{1-b}{2} \quad (7)$$
$$b = \frac{1}{1 + \sqrt{\frac{n+1}{n}}}$$

Acest mod de exprimare a gradului de asigurare se aplică numai în cazuri bine justificate din punct de vedere tehnico-economic, în general în următoarele situații:

- când reducerea cerinței de apă a folosinței sub valoarea cerinței minime conduce la importante pagube materiale (deteriorarea instalațiilor folosinței, daune populației, etc.);

- când mărirea pagubei suferite de folosința respectivă nu poate fi compensată din alte surse;

- când capacitatea de producție a folosinței sau natura produselor nu permite realizarea unor stocuri în perioadele cu disponibilități mai mari ale sursei.

În practică, în funcție de tipul și importanța folosinței au fost normate gradele de asigurare minime pe care trebuie să le asigure sursa, așa numitele probabilități normate de satisfacere a cerințelor de apă [6,10].

Tabelul 1

Nr. crt.	Folosința	Gradul de asigurare după frecvență (p_f) [%]
1	Centrale hidroelectrice cu puteri instalate de peste 300MW	95
	Centrale hidroelectrice cu puteri instalate de (10-300)MW, fără lacuri de acumulare sau cu lacuri exploatare după un grafic energetic	90
	Idem, cu lacuri de acumulare exploatare după un grafic complex	80
	Centrale hidroelectrice cu puteri instalate sub 10MW	75
2	Alimentări cu apă industrială	
	Termocentrale cu puteri instalate mai mari de 10MW	97
	Termocentrale cu puteri instalate sub 10MW	95
	Întreprinderi industriale de interes republican	95 - 97
	Întreprinderi industriale de interes local sau regional	85 - 95

3	Alimentări cu apă potabilă	
	Centre industriale, municipii	95 - 97
	Orașe, stațiuni balneare	90 - 95
	Centre populate în mediul rural	80 – 90
4	Irigații	
	Legume, orez	85
	Culturi de câmp	75
5	Piscicultură	75 - 85
6	Unități agrozootehnice	80 - 95
7	Navigație	
	Căi navigabile magistrale	95 – 99
	Căi navigabile principale	90 – 95
	Căi navigabile secundare și locale	80 - 90
8	Agrement	80

b. Gradul de asigurare după volum, p_v

Reprezintă raportul dintre volumul total de apă ce poate fi efectiv livrat de sursă pe întreaga perioadă analizată (cât mai lungă) și volumul total al cerinței pe aceeași perioadă.

Se calculează de regulă pentru acele folosințe la care procesul de producție este condiționat cu precădere de volumul de apă furnizat și mai puțin de perioadele și regimul de furnizare a apei.

c. Gradul de asigurare după durată, p_d

Se exprimă prin raportul dintre durata totală cumulată a perioadelor în care cerința de apă poate fi integral satisfăcută și durata totală luată în considerație (cât mai lungă).

Se aplică de obicei la folosințe cu caracter industrial, în cazurile în care acestea pot realiza stocarea și compensarea producției pe parcursul unui an.

Între cele trei modalități de exprimare a gradului de asigurare cu apă există relația:

$$p_f < p_d < p_v \quad (8)$$

Alegerea unuia sau a altuia dintre modurile de exprimare a gradelor de asigurare este condiționată de importanța social-economică a folosinței respective, precum și de mărimea pagubelor materiale înregistrate în situația coborârii sub valoarea probabilității normate de satisfacere.

Asigurarea de calcul a unei folosințe se stabilește ținând seama de un anumit raport optim între costul lucrărilor pentru furnizarea apei, corespunzător acelei asigurări, și suma pagubelor care s-ar înregistra în anii neasigurați.

Mărirea asigurării duce la reducerea pagubelor provocate prin restricțiile privitoare la debitelor furnizate folosințelor dar implică investiții suplimentare pentru lucrări de regularizare a debitelor prin

acumulări de apă și/sau derivații. Aceste investiții cresc considerabil odată cu creșterea asigurării.

Pentru determinarea asigurării reale cu care funcționează o anumită folosință se compară regimul de scurgere al sursei de apă cu graficul de consum al folosinței. Ambele șiruri de valori trebuie să fie înregistrate sau determinate pentru o perioadă de minim 15 – 20 de ani, un număr mai mare al anilor cu înregistrări sporind precizia calculelor.

Din punct de vedere practic, ingineresc, pentru ca apa să ajungă de la sursă la folosință sunt necesare următoarele instalații :

- priza de apă (captarea) și, eventual, instalația de pompare
- aducțiunea (conducte, galerii, canale) și, eventual, construcțiile de stocare
- instalația de tratare a apei, dacă este cazul
- instalația de utilizare a apei
- instalația de epurare a apei uzate (dacă există restituții de debite către emisar) și sistemul de evacuare (de obicei evacuarea se face în cursuri naturale, lacuri sau mări ; de multe ori emisarul de restituire este același curs de apă din care s-au captat debitele pentru folosință).

Construcțiile și instalațiile amintite au soluții tehnice specifice diverselor folosințedar depind și de tipul și caracteristicile sursei de apă, de calitatea apei prelevate și de unele condiții locale (topografice, hidrologice, hidrogeologice, geotehnice, economice, etc.).

Spre a exemplifica diversitatea de soluții tehnice posibile se pot prezenta soluții de captare cu sau fără baraj, cu transportul apei gravitațional sau prin pompare. În funcție de cele de mai sus aducțiunea poate fi canal deschis, galerie cu față liberă sau conductă sub presiune (pot apărea porțiuni de galerie sub presiune chiar și pe traseul unei aducțiuni gravitaționale, în funcție de relief).

Așa cum se amintea și mai sus, unele folosințe sunt consumatoare de apă iar altele nu consumă apa utilizată.

Dintre folosințele consumatoare de apă cea mai mare importanță în gospodărirea apelor au următoarele : localitățile (apă potabilă), obiectivele industriale (apă tehnologică), sistemele de irigații, crescătoriile de animale și amenajările piscicole.

Principalele folosințe neconsumatoare de apă sunt : producerea de energie electrică, navigația și plutăritul, activitățile de agrement, sporturile nautice și amenajările hidromecanice (mori, joagăre, etc.).

În cazul folosinței alimentări cu apă potabilă a localităților un parametru deosebit de important, în afară de debit, este calitatea apei [14, 19].

Dintre unitățile industriale, cele mai mari debite sunt cerute de termocentrale, siderurgie, metalurgie, industria chimică și industria extractivă. Spre deosebire de instalațiile de apă potabilă, cele de apă industrială au soluții foarte variate, în funcție de specificul procesului tehnologic al consumatorului.

Multe folosințe industriale recirculă o parte din debitele utilizate ceea ce are două urmări favorabile : reducerea costurilor cu captarea unor debite mari și scăderea semnificativă a evacuărilor către emisari a unor ape murdare, potențial poluante (scad și dimensiunile instalațiilor de epurare).

Alimentarea cu apă a unităților agrozootehnice pune, în general, aceleași probleme ca alimentarea cu apă a localităților sau a unităților industriale.

Sistemele de irigații sunt dintre cei mai mari consumatori de apă din țară având în vedere potențialul de amenajare de circa 6,3 milioane de hectare[6]. Pentru moment suntem însă foarte departe de a avea în funcțiune amenajări pe această suprafață (conform unor declarații făcute presei de oficialități guvernamentale, la nivelul anului 2002 ar fi fost în funcțiune sisteme de irigații pe circa 900 de mii de hectare, suprafața urmând să crească până la sfârșitul anului 2004 la circa 2 milioane de hectare).

Calitatea apei necesare pentru irigații se apreciază în funcție de sol, de climă, și de plantele de cultură. Sunt importanți parametri ca : conținutul de săruri, încărcarea cu materiale în suspensie (turbiditatea) și temperatura (peste 15°C). Dacă în apa sursei trăiesc pești de apă dulce, broaște și anumite plante iar conținutul de aluviuni este relativ redus se poate aprecia că ea este bună pentru irigații.

Doresc să amintesc aici cercetări făcute în Dobrogea în legătură cu utilizarea pentru irigații a apelor salmastre (cu procent de săruri puțin mai mare decât al apei dulci) din complexul lacustru Razim – Sinoe și, de asemenea, studii privind irigarea cu ape uzate menajere epurate parțial (cel puțin mecanic).

Amenajările piscicole au un specific aparte față de folosințele amintite mai sus. Din punct de vedere organizatoric și economic se pot întâlni următoarele tipuri de amenajări piscicole :

- extensive (naturale)
- semiintensive (semisistematice)
- intensive (sistematice)

Piscicultura extensivă se practică în râuri, fluvii, lacuri naturale sau artificiale, bălți și mări. (evident, mările nu fac obiectul disciplinei de gospodărire a apelor dar sunt și aspectele privind protecția mediului, care trebuie luate în considerare).

Piscicultura practică în această formă de organizare implică îmbunătățirea condițiilor hidrobiologice și protecția calității apelor.

În cursurile naturale de apă trebuie asigurat debitul minim piscicol, debit care permite existența în albie a unor zone de refugiu de iarnă cu adâncimi de circa 1 – 1,5 m situate la distanțe de 50 – 100 m între ele.

Piscicultura semiintensivă se practică în iazuri (mici acumulări de apă pe văi naturale). Sursa principală de alimentare cu apă sunt precipitațiile.

Se obișnuiește ca pe o vale să se realizeze trei (sau mai multe) acumulări în serie. În fiecare an două dintre ele sunt folosite iar a treia este lăsată la “odihnă”(în această perioadă se pot aplica lucrări de fertilizare a solului, care vor favoriza dezvoltarea plantelor și a peștilor în anii următori).

Necesarul de apă al amenajărilor piscicole semiintensive este compus din :

- volumele de apă pentru umplerea iazurilor și acoperirea pierderilor (evaporații, infiltrații, neetanșeități, etc.)
- volumele de apă pentru primenirea apei

În mod obișnuit iazurile se golesc în perioada 1 octombrie – 1 martie. În lunile martie și aprilie debitul de apă disponibil trebuie să acopere umplerea. Dacă iazurile sunt în cascadă golirea de recoltare a peștilor se face începând cu cel situat în aval iar apoi se merge spre amonte astfel că, la sfârșitul recoltatului, va rămâne gol iazul situat cel mai spre amonte. În acest fel, primăvara va fi necesară doar umplerea iazului situat în zona amonte a amenajării și compensarea pierderilor (dacă iazurile din amonte au volume mai mici este posibil să rămână goale și două sau trei iazuri).

Debitul de primenire (Q) se va calcula astfel încât în perioada 1 mai – 30 septembrie să se poată menține în iazuri un nivel constant. Acest debit variază de la o lună la alta și are valori orientative de circa

0,5 – 1,2 l/s·ha. Se poate utiliza, în lipsa unor date exacte, relația următoare [6] :

$$Q = \frac{10S(he - H)}{2,62 \cdot 10^6} \cdot \frac{1}{\eta} \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (9)$$

în care :

- he – evaporația totală (mm)
- H – precipitațiile căzute (mm) cu asigurarea de 80% pentru luna avută în vedere
- $2,62 \cdot 10^6$ – numărul de secunde într-o lună medie (30,4 zile)
- S – suprafața luciului de apă (ha)
- η – randamentul sistemului piscicol (pierderi prin evaporare, infiltrații, exploatare, etc.) ; $\eta = 0,7 - 0,8$

Piscicultura intensivă se practică în eleștee (bazine realizate prin îndiguirea unor suprafețe în lunca cursurilor de apă). Adâncimea apei va fi de 1 – 1,5 m. Cu excepția eleșteelor în care vor ierna peștii celelalte bazine se golesc între 1 octombrie și 1 martie.

În acest sistem se pot crește pești iubitori de apă caldă (ciprinicultură) sau de apă rece (salmonicultură).

Stabilirea debitelor de umplere se face ținând seama de volumul eleșteelor și de timpul de umplere.

Debitul de primenire este determinat pe următoarele considerente :

- pentru eleștee de iernat trebuie schimbat întregul volum de apă în 10 – 12 zile
- pentru eleștee de carantină trebuie schimbat întregul volum de apă în 5 - 10 zile
- în eleșteele pentru ciprinicultură (pești de apă caldă) debitul va acoperi pierderile de apă ; în lunile de vară se va asigura peste valoarea de mai sus un surplus de până la 2,5 l/s·ha
- în eleșteele pentru salmonicultură debitul de primenire va fi mult mai mare, pentru a asigura și temperatura mai scăzută a apei (de exemplu, 500 l/s·ha dacă se estimează o populație de 4 pești a 130 g bucata pe m²).

Notă. S-au prezentat ceva mai multe detalii privind piscicultura pentru că ea este mai puțin studiată în alte discipline ale specializării de îmbunătățiri funciare. Aceeași situație o au și amenajările hidroenergetice. Iată câteva detalii mai jos.

Debitul care este necesar a fi instalat într-o uzină hidroelectrică este Q_i [6] :

$$Q_i = \frac{P_i}{9,81\eta H} \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (10)$$

în care :

H – căderea netă de apă realizată între sursă (de exemplu, lac de acumulare) și turbine (m)

η – randamentul total al grupului turbină – generator (aproximativ 0,8)

P_i – puterea maximă pe care trebuie să o livreze în rețea uzina (kw)

Conform lucrării [7] se poate scrie și relația :

$$Q_i = \frac{102P_i}{\gamma H} \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (11)$$

unde : γ – greutatea specifică a apei (kN/m^3)

În aceeași lucrare se consideră că potențialul hidroenergetic teoretic de suprafață din precipitații, la nivelul României, este de circa 230 TWh/an iar din scurgerile de suprafață 90 TWh/an (1 TWh/an = 10^9 KWh/an). Dunărea reprezintă 29% din potențialul tehnic amenajabil al României.

O altă categorie de folosințe sunt amenajările hidromecanice. Ele cuprind instalații care transformă energia hidraulică direct în energie mecanică utilizabilă în procese tehnologice ale firmelor mici sau în gospodăriile din zona de munte și deal și uneori chiar și la șes.

Dacă majoritatea folosințelor de apă prezentate anterior se orientează preponderent spre sursele de apă de suprafață trebuie arătat că alimentarea cu apă potabilă este de multe ori acoperită din surse de apă subterană, apă cu calități superioare celei de suprafață.

În gospodărirea apelor subterane intră următoarele probleme :

- satisfacerea cantitativă și calitativă a folosințelor

- protecția calității apelor subterane
- combaterea efectelor lor dăunătoare
- studierea influenței amenajărilor apelor de suprafață asupra apelor subterane
- studierea influenței amenajărilor apelor subterane asupra celor de suprafață

Așa cum s-a mai amintit, apele subterane se împart în :

- resurse de apă (ape care participă la ciclul apei în natură și se reîmprospătează permanent)
- rezerve de apă (stocuri adunate în diverse perioade în zone care nu le permit să se reîmprospăteze și să participe la ciclul natural al apei).

Rezervele nu pun probleme de gospodărire și eventuala lor utilizare trebuie să țină seama de durata în care se vor epuiza în funcție de ritmul de exploatare.

În straturile de apă subterană se produce, în afară de scurgere, și o acumulare de apă care ar putea fi gospodărită asemănător acumulărilor de suprafață.

Și pentru resursele de apă subterană se pot face calcule de bilanț. Se pot preleva nu numai debitele afluențe ci și o parte din volumul acumulat în măsura posibilității lui reîmprospătării ulterioare.

În cazul unor resurse subterane insuficiente se poate face îmbogățirea acestora prin infiltrarea unor debite prelevate din surse de suprafață.

Infiltrarea are ca efecte mărirea debitului ce poate fi captat dintr-o priză de apă subterană și obținerea în același timp a unei ape de calitate a celei subterane (limpede, cu conținut chimic și temperatură constante și cu foarte puține bacterii).

Îmbogățirea stratului acvifer prin infiltrare se poate face atunci când acesta are un nivel de apă scăzut și în porii săi se mai poate înmagazina apă.

Acest procedeu are eficiență economică dacă în zonă sunt deja executate captări subterane ce nu se pot folosi la capacitatea maximă tocmai din cauza scăderii nivelului apei (pe motiv de deficit de apă datorat secetei îndelungate sau unei exploatare nerațională, peste debitul capabil al stratului).

Infiltrarea artificială poate fi folosită și pentru realizarea de rezerve subterane de apă protejate de pierderea prin evaporare.

Există două procedee principale de realizare a alimentării straturilor acvifere:

- pentru straturi freatice de mică adâncime se realizează bazine de infiltrare al căror fund va pătrunde în acvifer.
- pentru straturi acvifere de adancime, separate de suprafața terenului de unul sau mai multe straturi impermeabile, se execută puțuri de infiltrare.

Nu se pot infiltra ape cu turbiditate mare (cantitate mare de aluviuni în suspensie).Fundul bazinului de infiltrare se va acoperi cu un

strat filtrant de pietriș pentru a nu se colmata stratul acvifer. În același scop, apa introdusă în bazin în scopul infiltrării va fi în prealabil decantată.

Și apa infiltrată prin puțuri va fi supusă, în faza preliminară, procesului de decantare.

Captarea întregului debit infiltrat nu este, în general, posibilă. De aceea este necesar să se preleveze din sursa de apă de suprafață debite mai mari pentru infiltrare decât dacă acestea ar fi folosite direct pentru satisfacerea consumatorilor. Dacă folosim drept tampon cantitatea de apă acumulată în subteran este posibilă reducerea debitelor preluate din sursele de suprafață în perioadele deficitare și infiltrarea unor debite mai mari în perioadele excedentare.

Câteodată, pentru mărirea debitului captat, se poate recurge la “bararea” curentului de apă subteran [8].

Dacă ne referim la influența amenajărilor de suprafață asupra apelor subterane se poate remarca faptul că executarea unor lucrări de reținere a scurgerilor pe versanți și a unor lucrări de împădurire va avea ca efect sporirea resurselor de apă subterană prin mărirea infiltrațiilor.

Mărirea sau reducerea debitelor râurilor care alimentează prin infiltrare straturile de apă subterană va avea același efect asupra resurselor subterane.

Amenajarea unor lacuri de acumulare poate avea efecte favorabile privind creșterea considerabilă a resurselor de apă subterană (din lacuri

se produc infiltrații care pot ajunge la 10 – 40% din volumul acumulat) mai ales în zonele colinare sau de șes.

Și irigațiile aplicate nerațional pot duce la o creștere considerabilă a nivelului apelor freatice.

Problema poate fi pusă și invers. Amenajările privind utilizarea apelor subterane pot influența situația apelor de suprafață. În zonele în care apele subterane alimentează preponderent râurile (mai ales la șes) prelevarea unor debite foarte mari din subteran ar putea duce la inversarea circuitului și la alimentarea pânzei freatice din râuri. Aceasta ar putea duce la scăderea debitelor și nivelelor de apă din cursurile de suprafață.

1.5 PROBLEME DE GOSPODĂRIRE ȘI PROTECȚIE A CALITĂȚII APELOR

Problema gospodăririi și protecției calității apelor se pune cu privire la toate formele (resursele) în care se găsește apa în natură.

Calitatea apelor atmosferice poate fi ușor alterată de poluanții industriali emiși sub formă de gaze sau pulberi în atmosferă. Această poluzare dă naștere devastatoarelor ploi acide care distrug vegetația spontană sau cultivată dar, în același timp, afectează calitatea apelor de suprafață și subterane și pun în pericol viața regnului animal și a omului.

Calitatea apelor de suprafață creează cele mai mari probleme pentru că marea majoritate a activităților umane se desfășoară la sol și cele mai multe deșeuri și substanțe poluante sunt deversate în mediul ambiant la acest nivel.

Se pot evidenția următoarele obiective importante ale protecției calității apelor de suprafață (unele dintre ele fiind comune și pentru gospodărirea calității apelor subterane sau marine) :

- depistarea celor mai importante surse de poluare și evaluarea gradului de impurificare a apelor,
- clasificarea cursurilor de apă în funcție de calitatea apei pe care o pot oferi pentru satisfacerea folosințelor și de evoluția cerințelor de apă,
- stabilirea măsurilor organizatorice și a lucrărilor care trebuie să fie executate pentru aducerea apei din cursurile naturale la calitatea cerută de folosințele actuale sau viitoare,
- evaluarea investițiilor necesare pentru măsurile și lucrările de mai sus și eșalonarea lor în timp.

Aproape orice activitate umană poate fi o cauză a poluării apelor.

Agricultura intensivă (cultura plantelor), bazată pe insecticide, pesticide și îngrășăminte chimice poate influența negativ calitatea apelor de suprafață sau subterane prin sporirea aportului de azotați, permanganat de potasiu, sulf, substanțe organice de sinteză, etc.

Zootehnia de tip industrial poate fi un factor poluant pentru ape dacă dejecțiile animale sunt deversate în emisari fără a fi tratate (supuse epurării).

Activitatea industrială este cea mai mare și mai periculoasă sursă de impurificare a apelor. Dintre ramurile industriale cele mai poluante se pot cita : industria alimentară, industria chimică, industria siderurgică, industria extractivă, etc.

Localitățile urbane, în primul rând, dar și cele rurale, pot afecta calitatea apelor din cursurile de suprafață dar și pe cea a apelor subterane dacă nu există o rețea de canalizare bine organizată și bine exploatată și dacă nu există stații de epurare sau acestea sunt necorespunzătoare sau subdimensionate.

O situație deosebit de gravă se poate produce prin poluarea apelor cu deșeuri radioactive, cu produse petroliere sau cudeșeuri sau ape uzate spitalicești. Acestor tipuri de poluanți trebuie să li se acorde o atenție cu totul specială.

Cursurile de apă de suprafață a căror apă a fost impurificată (impurificare care poate duce în unele situații la distrugerea totală a faunei piscicole și chiar a florei acvatice) vor transporta poluanții în lacurile de acumulare realizate pe traseul lor sau al râurilor în care se varsă. Calitatea apei din acumulări va suferi transformări ale proprietăților fizico chimice, organoleptice (gust, miros) și biologice. Se pot produce înrăutățiri ale gustului și mirosului, se pot produce

“înfloriri” ale planctonului (înmulțire excesivă), straturile de fund pot sărăci treptat în oxigen dizolvat (care va fi consumat de transformările suferite de substanțele organice) și se pot îmbogăți în săruri minerale dizolvate.

La aceste degradări ale calității apei sunt supuse în primul rând acumulările din zona de șes și mai puțin cele din zonele de deal și de munte (scad treptat posibilitățile de a mai exista surse importante de poluare în amonte de lac).

Problemele poluării apelor și a gospodăririi calității lor nu nu caracterizează doar România ci sunt de larg interes pe plan mondial. Dintre organismele Națiunilor Unite care se ocupă de aceste probleme se pot cita :

- Organizația Mondială a Sănătății,
- Asociația Internațională pentru Alimentări cu Apă (IWSA),
- Programul Națiunilor Unite pentru Mediu (PNUE),
- Organizația pentru Cooperare și Dezvoltare Economică (OECD),
- Organizația Meteorologică Mondială (OMM) și altele.

Acest sistem de organisme internaționale se datorește faptului că, oriunde în lume, apa impurificată are serioase efecte negative asupra vieții și economiei :

- pune în pericol alimentarea cu apă potabilă și sănătatea populației,
- ridică costurile de tratare a apei pentru a fi adusă la nivelul de calitate cerut de folosință,

- este improprie utilizării în sistemele de irigații și în zootehnie,
- se pierd în apă, ca poluanți, importante cantități de materiale care, dacă ar fi recuperate, ar putea fi o sursă de materii prime,
- afectează sau distruge total fondul piscicol și flora acvatică,
- se produc importante degradări ale aspectului mediului ambiant.

La nivel planetar, resursele specifice de apă erau de circa 12900 m³/locuitor și an în anul 1970. Pentru 2025 se estimează că acestea se vor reduce la 5000 m³/locuitor și an.

Prin poluarea apelor se reduc resursele de apă economic utilizabile într-o perioadă în care cerințele de apă sunt în continuă creștere.

În perioada de maximă poluare a apelor României (anii70) pe circa 15% din lungime cursurile de apă erau complet degradate iar pe 25% calitatea apei era cea mai slabă acceptabilă.

Dintre măsurile importante care se pot întreprinde pentru prevenirea degradării apelor și pentru gospodărirea calității lor se pot enumera :

- reducerea volumului de ape uzate deversate în cursurile de apă,
- reducerea nocivității apelor uzate și a altor poluanți prin aplicarea strategiilor de reținere a poluanților la sursă și prin utilizarea unor tehnologii curate, care să nu producă poluanți,
- valorificarea directă a apelor reziduale (folosite în anumite cazuri la irigații) sau recuperarea substanțelor utile din acestea,
- construcția și exploatarea corectă a unui mare număr de stații de epurare.

În literatură [6] sunt citate cursuri de apă pe care se constată eficiența măsurilor de protecție a calității apei : Jiul, Argeșul, Arieșul, Săsarul și altele. O situație asemănătoare s-a produs și în cazul fluviului Rin din Germania.

În ce privește captarea apei pentru diverse folosințe se ia și măsura de instituire a zonelor de protecție sanitară în jurul punctului de prelevare (sursă) :

- o zonă de protecție severă, în imediata apropiere a sursei,
- o zonă de restricție, începând de la limita zonei de protecție severă.

Dacă este vorba de captarea apei subterane pentru apă potabilă, zona de protecție severă are o lățime echivalentă curgerii subterane în 20 de zile iar zona de restricție o extindere echivalentă distanței parcurse de apa subterană în 50 de zile.

Amplasarea captărilor pe cursurile de apă se va face în amonte de punctele de deversare a debitelor restituite (chiar dacă apa a fost epurată).

CAP. 2 STUDIUL BAZINELOR HIDROGRAFICE ȘI CADASTRUL APELOR

2.1 STUDIUL BAZINELOR HIDROGRAFICE

Pentru a putea amenaja un bazin hidrografic este necesară cunoașterea tuturor factorilor influenți și a caracteristicilor cursurilor de apă.

Trebuie prelevate din mediul ambiant (teren) date de bază care apoi să fie prelucrate și interpretate.

Sunt necesare date referitoare la următoarele :

- situarea geografică și clima,
- relieful și rețeaua hidrografică,
- condițiile geologice, geotehnice și pedologice,
- condițiile hidrogeologice și regimul hidrologic,
- situația topografică a terenului,
- situația economică și demografică.

Datele geografice se referă la coordonatele geografice, distanțele față de anumite obiective importante sau localități și elemente de legătură cu bazine hidrografice vecine.

Elementele cele mai importante legate de climă sunt precipitațiile, temperaturile, vânturile, evaporația și deficitul de umiditate. Pentru

procurarea acestor informații este necesar să existe în bazinul hidrografic stații meteorologice și o rețea pluviometrică bine dezvoltată. Prin prelucrarea datelor se pot obține informații despre anii ploioși și secetoși, perioadele ploioase sau secetoase dintr-un an, precipitațiile maxime în 24 de ore sau în 72 de ore, intensitatea ploilor torențiale, etc.

Trebuie cunoscute și cantitățile de zăpadă care cad în zonă ca și regimul lor de topire.

În ce privește configurația și relieful bazinului hidrografic trebuie să se cunoască următoarele date : suprafața, lungimea, lățimea, forma bazinului și a subbazinelor componente, principalele forme de relief și zonarea lor (munte, deal, șes,...), altitudinea medie, pantele și expoziția versanților.

Referitor la rețeaua hidrografică sunt necesare : lungimile și pantele cursurilor de apă, indicele de densitate (km/km^2), informații privind cursurile permanente și cele temporare, caracteristicile morfologice ale albiilor și, dacă este cazul, date privind lacurile și bălțile care ar putea juca un rol în atenuarea naturală a viiturilor.

Condițiile geologice și geotehnice vor fi cunoscute pri studii de teren concretizate în cartarea geologică, determinarea caracteristicilor fizico mecanice ale terenurilor și recomandarea celor mai potrivite soluții de fundare pentru construcțiile care ar putea fi amplasate în zonă. Se consideră utile și date privind tectonica zonei, informații privind alunecările de teren existente și asupra zonelor cu risc de alunecare.

Studiile geologice și geotehnice ar putea să se concretizeze și prin recomandarea unor posibile amplasamente pentru construcțiile hidrotehnice destinate gospodăririi apelor.

Studiile pedologice ar trebui să furnizeze informații referitoare la : unitățile de sol, grupele de vegetație spontană, utilizările agricole și silvice ale terenurilor, existența sau absența fenomenelor de eroziune (de suprafață sau de adâncime), terenurile cu exces de umiditate și cele sărăturate, etc.

În ce privește unitățile de sol sunt necesare :

- proprietățile fizice (structură, textură, porozitate, coeziune, unghi de frecare internă pentru sol și pentru substrat – roca mamă),
- proprietățile chimice (cantitățile de azot, fosfor și potasiu, conținutul de humus, reacția solului – pH – și conținutul în săruri solubile)
- proprietățile biologice (microorganisme, flora și fauna de sol, asociațiile vegetale).

Datele despre vegetație sunt foarte importante : suprafețele cu culturi agricole, pajiști naturale și păduri ca și aprecieri privind situația diferitelor forme de vegetație (stadiul de dezvoltare, desimea și modul în care vegetația poate influența scurgerea apelor la suprafața terenului – coeficientul de scurgere k_s).

Datele cele mai importante, legate direct de resursele de apă, sunt cele hidrologice și hidrogeologice. Acestea reunesc informații privind apele de suprafață și pe cele subterane.

Datele hidrologice vor fi cu atât mai semnificative cu cât numărul stațiilor hidrometrice și al anilor de măsură este mai mare. Principalele mărimi și fenomene hidrologice care trebuie monitorizate sunt :

- debitele minime, medii și maxime (zilnice, lunare, anuale) sau cu diverse asigurări de calcul (0,1%, 1%, 5%, ... 80%, 90%, 95%, 97%),
- nivelele de apă în albie (minime, medii, maxime, etiaj, minim minimorum, maxim maximorum),
- debitul solid, târât sau în suspensie,
- caracteristicile regimului hidrologic pe cursul principal și pe afluenți, numărul de zile de regim de iarnă (îngheț) și formele de manifestare a înghețului (pod de gheață, zai, scurgerea sloiurilor),
- viiturile înregistrate (sau cele generate statistic) și propagarea lor în corelație cu factorii naturali (configurația albiei, rugozitatea, panta, vegetația în albia majoră),
- pentru lacurile naturale se vor evidenția sursele de alimentare, pierderile (evaporare, infiltrare, deversări) și regimul de iarnă,
- eventualele pierderi masive de apă din albia râurilor prin infiltrare în subteran (de exemplu, zone carstice),

- conținutul natural de săruri al apelor în funcție de zonele specifice străbătute de râuri și influența acestora asupra calității apei în raport cu folosințele interesate.

Datele hidrogeologice sunt elaborate, sub formă de cartări, în urma studiilor prin foraje. În funcție de numărul de foraje informațiile vor fi mai mult sau mai puțin reprezentative.

În foraje se studiază stratificația, nivelul apelor subterane și variația sa și chimismul solului.

Cartarea va conține :

- caracteristici hidrogeologice pe zone (munte, deal, câmpie, luncă, ...),
- zonarea resurselor de apă subterană, cantitatea și calitatea acestor ape,
- inventarierea izvoarelor, cudebitele și calitatea apei,
- specificarea zonelor cu deficit sau cu excedent de resurse de apă.

Studiile cu privire la datele economice și demografice vor cuprinde :

- informații privind resursele economice naturale și gradul lor de valorificare (de exemplu, pentru amplasarea unui viitor lac de acumulare),
- informații privind industria, agricultura, piscicultura, transporturile de mărfuri și de energie, comerțul și pădurile (pentru situația că unele amenajări ar putea acoperi zone

- împădurite sau pentru utilizarea lemnului ca material de construcție),
- informații despre localitățile din bazinul hidrografic (număr de locuitori, grad de dezvoltare, necesar de apă, forță de muncă cu calificare în construcții, etc.),
 - se va da atenție procurării de date despre localitățile și ramurile economice care ridică probleme speciale pentru gospodărirea apei (ca : apă de calitate, risc de poluare a apelor, situare în zone cu risc de inundații, cereri mari de apă destul de greu de satisfăcut, etc.).

Fără îndoială, studiile asupra bazinelor hidrografice din România vor pune în evidență deja cunoscutul regim torențial de scurgere și neconcordanța între sosirea debitelor mari pe cursurile de apă și cerințele maxime de apă (pe sezoane). În majoritatea bazinelor vor apare ca necesare lucrări de regularizare a debitelor prin acumulări și chiar execuția unor derivații.

Studiile prezentate mai sus vor fi, indiscutabil, însoțite de studii topografice concretizate în planuri de situație, planuri pe care să se poată depista amplasamente favorabile pentru lucrările de barare – acumulare.

Pentru o mai bună justificare a investițiilor propuse este foarte necesar să se evalueze pagubele produse de ape sau de lipsa lor înainte și după executarea lucrărilor de gospodărirea apelor propuse.

Având în vedere necesitatea stringentă de protecție a mediului ca și legislația în vigoare (din care iese în evidență Legea 265/2006 – legea mediului [25]) este necesar să se mai cunoască :

- situația calității apelor în bazinul hidrografic,
- sursele de poluare a apelor (directe sau indirecte – prin poluarea aerului, a solului, etc.),
- cantitățile de ape reziduale care urmează a fi restituite emisarilor din bazin și capacitatea de autoepurare a cursurilor de apă, lacurilor, etc.,
- măsuri de protecție a calității apei, de suprafață sau subterane, existente (stații de epurare, măsuri de stopare a poluării aerului și solului, etc.) sau propuse a fi luate în cadrul viitoarelor lucrări de gospodărire a apelor.

În funcție de gradul de poluare specialiștii [6] clasifică cursurile de apă în trei categorii :

- categoria I – cursuri de apă cu apă potabilă,
- categoria II – cursuri de apă cu apă bună pentru utilizări industriale iar pentru apă potabilă doar prin tratare,
- categoria III – cursuri de apă cu apă utilizabilă (in starea naturală) doar pentru irigații și navigație.

Aceste categorii pot fi întâlnite și pe diferite sectoare ale aceluiași râu.

2.2 CADASTRUL APELOR

Cadastrul apelor este un sistem de evidență care permite o cunoaștere la zi a condițiilor naturale și a amenajărilor existente în bazinele hidrografice și pe cursurile de apă.

Se numesc obiecte cadastrale datele privind :

- condițiile naturale în care se află cursurile de apă,
- lucrările executate pentru stăpânirea apelor și combaterea efectelor lor dăunătoare
- lucrările destinate folosirii apelor,
- lucrările efectuate pentru a proteja calitatea apelor.

Obiectele cadastrale pot fi studiate prin cercetarea documentațiilor existente și prin cercetări noi executate pe teren.

Inventarierea obiectelor cadastrale se face pentru a avea o bază de date necesare realizării planurilor de amenajare a bazinelor hidrografice și de aceea trebuie respectate anumite reguli.

Activitatea de cadastru are trei etape principale .

- inventariera cadastrală primară (realizată în România în perioada 1958 – 1959 [6]),
- evidența cadastrală (începută din anul 1960),
- sintezele cadastrale pe bazine hidrografice, având ca rezultat hărțile cadastrale (cu aceste materiale s-a realizat “Atlasul cadastrului apelor”).

Atlasul cadastrului apelor are mai multe volume, pe probleme specifice :

- volumul I – Rețeaua hidrografică,
- volumul II – Stăpânirea, folosirea și protecția apelor,
- volumul III – Resursele de apă.

Volumul I – Rețeaua hidrografică, prezintă cadastrul condițiilor naturale. În volumul II – Stăpânirea, folosirea și protecția apelor, sunt prezentate separat datele cadastrale privitoare la combaterea efectelor dăunătoare ale apelor (incluzând eroziunea solului, torenții, regularizările de albie, îndiguirile și desecările), la folosințele de apă (alimentări cu apă potabilă și industrială, irigații, piscicultură, hidroenergie, navigație, agrement și tratamente curative, balastiere, etc.) și la lucrările de protecție a calității apelor (sursele de poluare și lucrările specifice de depoluare, de exemplu stațiile de epurare).

Toate evidențele cadastrale sunt ținute pe bazine hidrografice. Datele cuprinse în inventarierea cadastrală primară trebuie aduse permanent la zi cu modificările din teren, acesta fiind obiectul de activitate al evidenței cadastrale (care este o activitate periodic repetată). Atât inventarierea cadastrală primară cât și evidența cadastrală se realizează sub forma unor fișe tip asemănătoare, având consemnată data întocmirii.

Având în vedere că în teritoriu există numeroase râuri care poartă același nume, pentru a se evita confuziile a apărut ca strict necesară o codificare a cursurilor de apă.

Pentru râurile din România s-au stabilit trei mari emisari (colectoare) : Tisa, Dunărea și Marea Neagră.

Teritoriul a fost împărțit în bazine hidrografice de șase grade de importanță în funcție de mărime. Pentru că unele bazine hidrografice de gradul I erau prea mici, au fost unite câte două sau trei. În tabelul 2 sunt prezentate cele 15 bazine de gradul I și unele dintre caracteristicile lor principale.

Tabelul 2.1 [6,10]

Bazin	Co d	Supraf ață [km ²]	Altitud ine medie [mdM N]	Bazin	Co d	Suprafa ță [km ²]	Altitudi ne medie [mdM N]
Tisa	I	4.640	710	Vedea	IX	5.450	170
Someș + Crasna	II	17.740	500	Argeș	X	12.590	375
Crișuri	III	14.880	340	Ialomiț a	XI	10.430	330
Mureș +	IV	29.470	610	Siret	XII	42.380	515

Aranca							
Bega + Timiș + Caraș	V	13.030	340	Prut	XII I	10.990	160
Nera + Cerna	VI	2.780	680	Dunăre	XI V	33.260	50 – 80
Jiu	VII	10.170	420	Litoral	XV	5.330	100 - 150
Olt	VII	24.010	620	Notă : mdMN – metri după Marea Neagră			

Afluenții cursurilor de apă care au bazine hidrografice de gradul I se consideră că au bazine hidrografice de gradul II, afluenții acestora au bazine de gradul III și așa mai departe (până la gradul VI).

Condițiile puse pentru codificarea unui râu și a bazinului său hidrografic sunt : lungimea minimă 5 km și suprafața minimă a bazinului 10 km².

Cursurile de apă (și bazinele lor hidrografice) de gradele 2 – 6 se codifică cu cifre arabe. Afluenții primesc număr de ordine începând cu cel mai apropiat de izvorul cursului principal. Se exemplifică mai jos codificarea unor cursuri de apă din bazinul de gradul I Siret :

- Siret XII – I al 12-lea bazin de gradul I
- Bistrița XII – I,53 al 53-lea afluent al Siretului

- Dorna XII – I,53,16 al 16-lea afluent al Bistriței
- Teșna XII – I,53,16,5 al 5-lea afluent al Dornei
- Bancu XII – I,53,16,5,4 al 4-lea afluent al Teșnei
- Coșna XX – I,53,16,5,4,1 primul afluent al Bancului

Numărul grupelor de coduri (în afara codului XII al bazinului Siretului) reprezintă gradul bazinului hidrografic al râului respectiv (de exemplu, Coșna are un bazin hidrografic de gradul 6).

În România există în evidența cadastrală un număr de 4295 de cursuri de apă care însumează o lungime de 66.029 km. Fiecare fișă cadastrală are înscris pe ea codul cursului de apă, stabilit ca mai sus.

La apariția unor noi obiecte cadastrale acestora li se întocmesc fișe cu număr de ordine nou.

Pentru a lămuri pe deplin poziția în teren a obiectelor cadastrale s-a realizat un sistem cadastral de referință. Acesta este alcătuit din borne kilometrice amplasate pe unul din malurile cursului de apă (la o distanță de maxim 1,5 km de malul albiei minore).

Bornele utilizate sunt de trei tipuri :

- borne obișnuite, din beton, pentru terenuri cu consistență normală, ne inundabile,
- borne pentru zone inundabile,
- reperi de stâncă, amplasați în zonele unde roca se găsește la zi.

Acest sistem de referință este integrat în rețeaua geodezică națională, ca o îndesire a acesteia. Bornele au coordonate x, y și z.

Kilometrarea râurilor se face de la gura de vărsare către izvor.

Sistemul de referință cadastral permite, pe lângă transpunerea în teren a proiectelor de amenajare, și o urmărire în timp a evoluției albiilor și o sesizare a unor riscuri privind producerea de pagube așezărilor umane sau obiectivelor economice.

De asemenea, au fost amplasate borne ale sistemului de referință și în jurul lacurilor importante.

Dunărea a fost primul curs de apă din România care a fost bornat (în urmă cu circa 120 de ani) dar această lucrare era destinată inițial să deservescă navigația pe fluviu. Celelalte cursuri de apă au început să fie bornate odată cu realizarea inventarierii cadastrale primare (aproximativ între anii 1958 – 1964 s-au plantat circa 18.000 de borne).

Pentru localizarea mai bună a obiectelor cadastrale și pentru studiul dinamicii albiilor râurilor s-au realizat și ridicări aerofotogrametrice, care se sprijină pe rețeaua de borne ale sistemului cadastral de referință.

Sprijinindu-se pe materialele din inventarierea cadastrală primară și pe evidența cadastrală (actualizarea permanentă a datelor din inventarierea primară) specialiștii au trecut la realizarea de sineze cadastrale pe bazine hidrografice.

Aceste sinteze cuprind informații sub formă de hărți (1 : 5.000, 1 : 10.000, 1 : 25.000), tabele de date și texte și prezintă concluzii calitative și cantitative privind obiectele cadastrale din fiecare bazin hidrografic. Sintezele sunt strict necesare hotărârii celor mai potrivite scheme de

amenajare complexă a bazinelor hidrografice astfel încât utilizarea resurselor de apă să fie rațională și durabilă (în spiritul dezvoltării durabile).

Sintezele privind toate bazinele hidrografice din România au constituit baza pentru realizarea “Atlasului cadastral al apelor din România”.

CAP. 3 SISTEME HIDROTEHNICE DE AMENAJARE COMPLEXĂ A BAZINELOR HIDROGRAFICE ȘI PLANURI DE GOSPODĂRIRE A APELOR

3.1 PROBLEME GENERALE. CONȚINUTUL SCHEMEI (SISTEMULUI) DE AMENAJARE COMPLEXĂ

Prin amenajarea complexă a bazinelor hidrografice se înțelege ansamblul de lucrări hidrotehnice și hidroameliorative necesar a fi executate pentru folosirea complexă, rațională și durabilă a resurselor de apă. Această concepție include și ideile de combatere a efectelor dăunătoare ale apelor și pe cele referitoare la protecția calității acestora.

Gospodărirea apelor trebuie privită și tratată ca o ramură a economiei.

Utilizarea apelor pentru diverse scopuri influențează regimul natural al resurselor de apă dintr-un bazin hidrografic, făcând necesare anumite lucrări și măsuri de amenajare a acestora. În stadiile incipiente de dezvoltare social-economică, debitele prelevate erau mici și nu reclamau amenajări de mare anvergură. Pe măsura creșterii accelerate a cerințelor de apă, dar și a necesității prevenirii și combaterii efectelor dăunătoare ale apelor, extinderea și complexitatea acestor amenajări s-au dezvoltat

și în direcția modificării regimului natural al resurselor, în sensul redistribuirii lor în timp și spațiu.

Un sistem hidrotehnic de gospodărire a apelor răspunde acestui deziderat prin următoarele măsuri și lucrări hidrotehnice:

a. Lucrări și măsuri de redistribuire a debitelor lichide în cadrul aceleiași resurse:

- redistribuire în timp

1. raționalizarea cerinței de apă;
2. regularizarea scurgerii pe versanți;
3. lacuri de acumulare;
4. acumulări subterane.

- redistribuire în spațiu

1. îndiguiri;
2. incinte pentru atenuare (poldere);
3. derivații.

b. Lucrări și măsuri de redistribuire a debitelor lichide între grupe diferite de resurse:

- resurse fluviale – resurse subterane

1. irigații;
2. drenaje;
3. desecări.

- resurse oceanice – resurse ale uscatului (utilizarea icebergurilor, desalinizarea apei de mare)

Plecând de la considerentul că bazinul hidrografic constituie o unitate naturală indivizibilă, iar fenomenele și procesele naturale care îl caracterizează sunt într-o strânsă conexiune (interdependentă), se impune în mod necesar ca măsurile și lucrările hidrotehnice care se propun pentru modificarea regimului natural și satisfacerea cerințelor să fie încadrate într-un ansamblu coerent. De cele mai multe ori, schema de amenajare cuprinde mai multe tipuri de măsuri și lucrări de redistribuire a resurselor, avându-se în vedere nu doar scopul principal imediat urmărit, ci și o viziune de perspectivă a problemelor de amenajare.

Deoarece costurile necesare sunt – de regulă – deosebit de mari, reclamând eforturi însemnate de investiție, schemele de amenajare pot fi puse în practică etapizat, pe perioade mai lungi de timp.

Deseori se constată o anumită reticență din partea factorilor de decizie în a elibera fondurile necesare investițiilor unor amenajări complexe. Aceasta deoarece eficiența economică a acestor tipuri de măsuri și lucrări este mai greu cuantificabilă, mai ales în zona protejării și combaterii efectelor negative ale apelor. Astfel, dacă apa necesară acoperirii cerințelor folosințelor poate fi facturată la un preț convenabil, prevenirea și combaterea inundațiilor, a eroziunii solului, etc. – deci a unor fenomene care nu s-au produs – este mai greu de „prins” într-o factură și mai greu de acceptat (profitul obținut este indirect și este reprezentat de lipsa unor eventuale pagube).

Din acest punct de vedere, rolul hidrotehnicienilor constă atât în elaborarea schemelor de amenajare complexă, cât și în fundamentarea temeinică și riguroasă a oportunității promovării acestor lucrări.

Raționalizarea cerințelor de apă este prima dintre măsurile care se preconizează.

La elaborarea schemelor hidrotehnice ale sistemelor de gospodărire a apelor elementul fundamental luat în calcul este cerința de apă a folosințelor deservite. Plecând de la considerentul că resursele de apă nu sunt infinite, ba chiar – cantitativ vorbind – au o variație aleatoare în timp și spațiu, cerința de apă nu trebuie considerată un element imuabil, ce nu poate fi modificat sau raționalizat.

În scopul folosirii judicioase a resurselor naturale de apă se acționează în principal pe trei direcții: raționalizarea amplasării folosințelor, raționalizarea consumului de apă, limitarea cerinței de apă (introducerea de restricții).

a. Raționalizarea amplasării folosințelor

Necesitatea proiectării sistemelor hidrotehnice de amenajare complexă a bazinelor hidrografice sau a extinderii celor existente apare odată cu dezvoltarea de noi folosințe pe teritoriul respectiv.

Noile folosințe trebuie amplasate în condițiile cele mai favorabile din punct de vedere al resurselor de apă. De aceea se vor avea în vedere următoarele:

- eliminarea aducțiunilor lungi care, pe lângă costurile mari reclamate, sunt generatoare de pierderi însemnate de apă;
- evitarea înălțimilor mari de pompare, obținându-se o influență benefică asupra randamentului instalațiilor;
- stabilirea amplasamentului firmelor industriale va fi efectuată preponderent în funcție de resursele de apă și materii prime și nu de distanța mică față de centrele populate, facilitățile de transport fiind destul de dezvoltate în această perioadă;
- profilul folosințelor se va alege astfel încât resursele de apă să fie solicitate cât mai rațional; în zonele sărace în resurse se vor amplasa folosințe cu cerințe reduse în raport cu forța de muncă absorbită, iar marii consumatori de apă vor fi amplasați în apropierea marilor cursuri de apă.

b. Raționalizarea consumului de apă :

- pentru folosințe noi, un criteriu de alegere a tehnologiei va fi consumul specific de apă (ex. pentru folosințele prevăzute cu instalații ce trebuiesc răcite, se vor prefera tehnologiile de răcire cu aer în locul celor cu apă – se reduce astfel consumul de apă, dar și poluarea termică a resursei);
- retehnologizarea folosințelor va avea în vedere de asemenea criteriul consumului specific de apă;

- la toate folosințele se impune verificarea periodică a circuitelor de apă în scopul limitării la minim sau eliminării complete a pierderilor de apă;

- în unitățile industriale se vor lua măsuri de recirculare a apei, astfel încât un procent cât mai mare din debitul necesar să fie readus în circuit, iar debitul captat să fie cât mai mic.

c. Limitarea cerinței de apă. Restricții

Variația aleatoare a disponibilităților resurselor de apă poate conduce la situații când cerința totală de apă nu poate fi satisfăcută integral, fiind necesară introducerea unor restricții. Acestea nu se aplică în mod uniform (proporțional) tuturor folosințelor, ci în funcție de importanța social-economică a activităților pe care le desfășoară sau de amploarea pagubelor ce s-ar produce prin micșorarea debitului furnizat. Aplicarea restricțiilor se face cu respectarea următoarelor criterii:

- irigațiile și piscicultura trebuie să aibă întreg necesarul de apă asigurat cu probabilitatea de 80%, dar cel puțin jumătate din necesar cu probabilitatea de 95-97% ; ca urmare, când deficitul nu pot fi acoperite integral, se aplică restricții de 50% irigațiilor și pisciculturii, diferența fiind atribuită celorlalte folosințe; în cazul în care deficitul sunt mai mari, se pot aplica restricții totale irigațiilor;

- în cazul existenței unor folosințe a căror activitate poate fi compensată prin activitatea altor folosințe de același tip situate în altă zonă sau care folosesc alte surse de energie, li se vor aplica restricții

înaintea altora ce nu au această calitate (de exemplu, restricționarea producerii de hidroenergie în favoarea alimentării cu apă potabilă);

- restricțiile se vor aplica în ultimul rând folosințelor prevăzute cu instalații de recirculare, deoarece în acest caz reducerea debitului restituit circuitului natural este mai accentuată decât reducerea debitului prelevat;

- în cazul în care deficitele depășesc întregul debit necesar în secțiune, se admite că folosințele ies complet din funcțiune, asigurându-se doar debitele necesare scurgerii salubre și cele pentru funcționarea instalațiilor cu ”foc continuu”.

Regularizarea scurgerii pe versanți este o măsură extrem de importantă.

Intervenția asupra scurgerii apei din precipitații pe versanții bazinelor hidrografice are drept scop prevenirea fenomenelor de eroziune a solului, micșorarea debitului solid și atenuarea debitelor de viitură din rețeaua hidrografică, dar și micșorarea debitelor prelevate din alte surse de apă pentru satisfacerea cerințelor folosințelor agricole prin cantitățile de apă reținută pe suprafețele respective și alimentarea resurselor subterane (în zone secetoase ; de exemplu, se execută agroterase) sau eliminarea excesului de apă (în regiunile umede).

Aceste funcții multiple ale regularizării scurgerii pe versanți se realizează prin următoarele acțiuni și lucrări:

- organizarea antierozională a teritoriului constă în amplasarea pe versanți a unor folosințe agricole ce oferă cea mai bună protecție solului în condițiile concrete de pantă, orografie, expoziție a versantului, etc. și organizarea lor interioară în concordanță cu cerințele agrotehnice și antierozionale;

- lucrări agrotehnice antierozionale specifice folosinței agricole (se referă la lucrări de mobilizare a solului, de mărire a fertilității sale și alegerea sistemului de cultură corespunzător);

- lucrări silvice antierozionale se propun pe terenurile degradate, cu potențial alunecător și constituie singura formă de folosință economică a acestor suprafețe (împăduriri masive, perdele de protecție sau benzi de arbuști);

- lucrări hidrotehnice de regularizare a scurgerii, care au rolul reținerii cantităților de apă din precipitații (în zonele secetoase) sau al colectării surplusului și evacuării sale dirijate spre rețeaua hidrografică (în zonele umede ; valuri de pământ, canale de coastă, terase și debușee).

Regularizarea scurgerii pe versanți are un rol important în gospodărirea apelor dintr-un teritoriu, deși aprecierea cantitativă a efectelor sale este dificil de cuantificat. Ea însă nu trebuie să lipsească din nici o schemă de amenajare complexă, întrucât absența ei poate duce la urmări catastrofale pentru celelalte tipuri de lucrări și măsuri.

Lacurile și alte lucrări de acumulare au un deosebit rol funcțional în gospodărirea apelor. Ele sunt lucrări hidrotehnice realizate

prin bararea unui curs natural de apă sau prin alte metode, în scopul modificării regimului temporal al debitelor acestuia, în sensul reținerii unei părți din debitul afluent (în perioada debitelor mari) sau măririi debitului defluent (eliberat din lac ; în perioada debitelor mici).

Funcțiunile acumulării sunt următoarele :

- captarea apei la în limita volumului disponibil (amenajat);
- valorificarea în scopuri hidroenergetice sau hidromecanice a căderilor concentrate rezultate;
- realizarea adâncimilor minime pentru navigație;
- realizarea unor amenajări pentru piscicultură, agrement, etc.;
- realizarea concordanței între cerințele de apă ale folosințelor și debitul ce poate fi livrat din acumulare;
- micșorarea debitului de viitură în albia situată în aval de lac prin reținerea unei părți din volumul ei de apă, eliminând astfel riscul inundațiilor din sectoarele aval.

La stabilirea amplasamentului unui lac de acumulare se iau în considerare pe lângă cerințele dictate de funcțiunile lui și cele impuse de o serie de factori naturali.

Cerințe hidrologice și meteorologice:

- resursele de apă din bazinul hidrografic să fie suficiente;
- debitul solid din rețeaua hidrografică să fie cât mai mic, pentru a se evita colmatarea acumulării ; în cazul în care această condiție nu este

îndeplinită, execuția acumulării se va face după ce bazinul hidrografic a fost amenajat corespunzător din punct de vedere antierozional;

- direcția văii să fie, pe cât este posibil, perpendiculară pe direcția vânturilor dominante (pentru a reduce evaporația și a nu favoriza formarea de valuri).

Cerințe topografice:

- albia, în secțiunea barajului, să fie cât mai îngustă, cu maluri înalte și abrupte;

- albia majoră a cursului de apă să fie cât mai largă spre amonte pentru a crea un volum mare de acumulare ;

- talvegul albiei să prezinte pante cât mai mici.

Cerințe geotehnice și hidrogeologice:

- stratificația rocilor să fie orizontală pentru a înlătura riscul de alunecări de versanți;

- terenul din zona cuvei să fie impermeabil ;

- malurile cuvei să fie lipsite de izvoare;

- terenul de fundare pentru baraj și celelalte lucrări să fie corespunzător din punct de vedere geotehnic.

Cerințe social-economice:

- terenurile expropriate și transmăturile să fie cât mai reduse;

- să nu existe zăcăminte în zona cuvei sau ele să fie exploatare înainte de umplerea lacului ;

- distanțele până la folosințele de apă să fie cât mai mici;

- să existe în zonă material de construcție corespunzător lucrărilor de barare și celorlalte uvraje ;

În funcție de condițiile de mai sus, se efectuează o inventariere a amplasamentelor posibile (pe planuri de situație la scara 1:25000), dintre care se alege varianta optimă, după următoarele criterii:

-criteriul economic (indicele specific de cost – lei/m³ de apă acumulată) ;

-criteriul securității obiectivelor social-economice situate în aval de baraj ;

-criteriul stabilității construcțiilor hidrotehnice și protecției mediului (se fac studii de impact al lucrărilor hidrotehnice asupra mediului).

Date și studii necesare proiectării bazinelor de acumulare [26]

Având în vedere faptul ca acumulările sunt niște lucrări hidrotehnice foarte complexe pentru proiectarea și execuția lor sunt necesare numeroase informații obținute prin studii pe teren. Se vor colecta următoarele:

Date topografice:

- planuri la scara 1: 25000 ÷ 1: 50000; 1:2000 ÷ 1: 5000; 1:500 ÷ 1:1000

- profile transversale (la 100 ÷ 200m distanță între ele)

Date climatice:

- temperaturi,

- vânturi,
- precipitații,
- pierderi de apă prin evaporație.

Date pedologice:

- natura solurilor,
- vegetația spontană,
- folosințele agro-silvice,
- procesele de eroziune,
- excesul de umiditate în sol și sărăturile.

Date hidrologice:

- regimul nivelurilor și al debitelor,
- hidrografele anuale și ale viiturilor, coeficienții de scurgere (determinați pe teren),
- debitul solid,
- timpii de concentrare a scurgerii,
- fenomenele legate de îngheț.

Date hidrogeologice:

- stratificația și natura rocilor de pe amplasament,
- debite, pante și secțiuni de scurgere ale straturilor freatice și calitatea apelor subterane,
- pierderi estimate de apă din lac prin infiltrație.

Date geotehnice:

-caracteristicile fizico-mecanice ale terenului de fundare și ale pământului ca va fi folosit ca material de construcție,

-date privind tectonica zonei și stabilitatea după execuția acumulării,

-recomandarea celui mai bun amplasament și a celui mai potrivit tip de baraj.

Date socio-economice:

- situația terenurilor agricole, a centrelor populate, a căilor de comunicație și a obiectivelor economice industriale ce vor fi afectate de execuția acumulării,

- efectele favorabile ale acumulării în domeniul folosirii apei și al atenuării viiturilor,

- pagubele produse de viituri înainte de execuția acumulării,

- dezvoltarea în viitor a unor folosințe de apă, date privind comportarea altor acumulări din zonă,

- stabilirea clasei de importanță a lucrării și a asigurărilor de calcul și de verificare,

- date privind eficiența economică a lucrărilor și posibilitățile locale de organizare a șantierului.

Clasificarea lacurilor de acumulare se face după mai multe criterii :

a. După funcțiile pe care le îndeplinesc:

- permanente – destinate folosințelor complexe ;

- nepermanente – destinate atenuării viiturilor ;

- mixte – când îndeplinesc ambele funcțiuni ; în acest caz lacurile de acumulare mențin o tranșă de volum permanent (util) și o tranșă de volum nepermanent (de atenuare).

b. După forma constructivă, se pot realiza acumulări în bazine închise, deschise și bazine (lacuri) cu baraj.

- acumulările în bazine închise (rezervoare închise din metal, zidărie, beton) au capacitate redusă și sunt destinate alimentărilor cu apă și plantațiilor de vie și pomi.

- acumulările deschise (benturi) sunt de capacitate ceva mai mare și sunt realizate în săpătură (se impermeabilizează cu argilă, deșeuri petroliere, beton, zidărie de piatră sau folii din mase plastice); se utilizează la crescătorii de animale, la irigarea unor suprafețe reduse, etc.

Din punct de vedere tehnologic se remarcă posibilitatea folosirii materialului din săpătură la realizarea de diguri pe contur, pentru mărirea volumului de apă ce se poate acumula.

- acumulările cu baraj se pot realiza în mai multe variante constructive

1 - Acumulări cu baraj frontal (Fig.3.1)

Este cel mai frecvent caz întâlnit în practică. Sunt realizate prin bararea cursului de apă printr-o lucrare hidrotehnică transversală, încastrată în cei doi versanți limitrofi. Înălțimea lucrării va fi mai mare decât nivelul maxim al apei în lac.

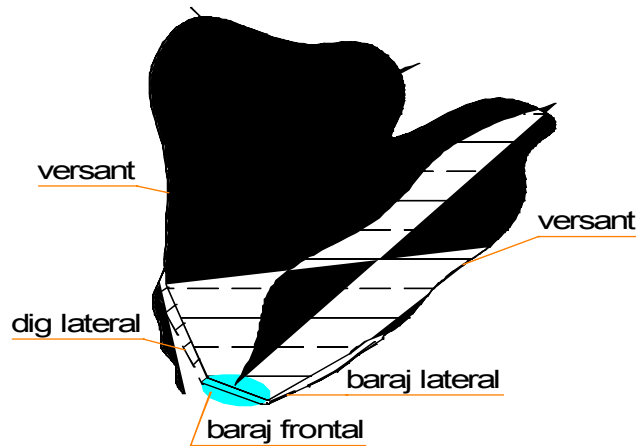


Fig.3.1

Funcție de situația topografică a amplasamentului există mai multe soluții constructive:

- cu un singur baraj frontal;
- cu baraj frontal și baraje laterale amplasate în zonele de pe conturul lacului cu cote mai mici decât nivelul maxim al apei în lac;
- acumulări în cascadă realizate prin bararea în mai multe secțiuni consecutive a aceluiași râu (volum mai mare de apă reținut)
- acumulări în evantai, pe cursul principal și pe afluenți, cu mai multe baraje frontale construite pe râurile respective (volum mai mare de apă acumulat atunci când un amplasament unic nu ar satisface ca volum acumulabil).

2 - Acumulări laterale (poldere)

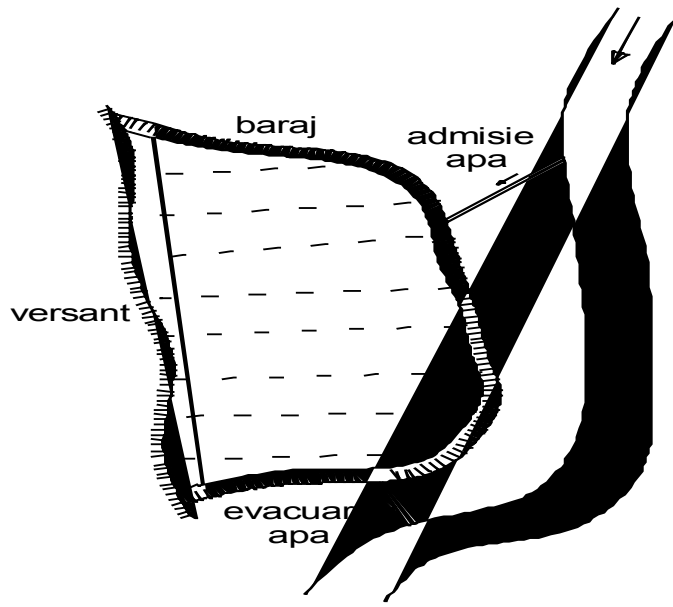


Fig. 3.2

Sunt realizate într-o incintă situată lateral față de cursul de apă, mărginită de versant și un baraj (sau dig) longitudinal, fără să întrerupă curgerea naturală a râului. Umplerea se realizează în amonte (fie gravitațional, fie – foarte rar - printr-o stație de pompare), iar evacuarea (golirea) se realizează în zona aval.

3 - Acumulări cu diguri inelare (Fig. 3.3)

Se folosesc în afara albiilor cursurilor de apă, în zonele în care nu există versanți pentru încastrarea unei lucrări hidrotehnice transversale. Se utilizează de obicei pentru alimentarea cu apă a unor zone dens populate, pentru irigații sau pentru amenajări hidroenergetice (vezi și la benturi).

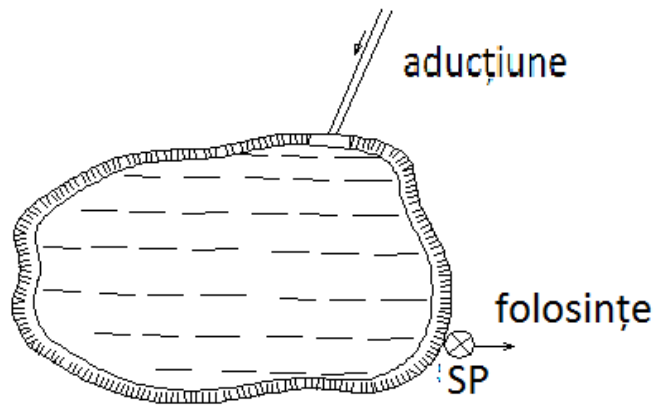


Fig. 3.3

Se mai realizează și acumulări în zone depresionare naturale, fără baraj.

Sunt situate în depresiunile în care există o curbă de nivel având cel puțin cota nivelului maxim necesar a se realiza în lac. Depresiunea respectivă poate fi și uscată, caz în care sunt necesare lucrări de aducțiune a apei dintr-un râu, fie dintr-un lac existent, alimentat natural. Se execută instalații și construcții hidrotehnice de control al debitelor afluate și defluate.

Curbele caracteristice ale lacurilor de acumulare sunt grafice utile atât în perioada de alegere a amplasamentului viitoareii acumulări cât și în perioada de exploatare.

Elementele morfologice principale ale unui lac de acumulare, care au cea mai mare pondere în realizarea funcțiilor sale sunt:

- suprafața luciului de apă;

- volumul de apă.

Mărimea acestora este legată de cota apei în lac. Cum între aceste două elemente, pe de-o parte, debitul și lungimea barajului pe de altă parte, există o strânsă interdependență, în prima fază de proiectare a lucrării – faza de studiu al amplasamentului – se analizează diferite cote posibile ale retenției. Este necesară deci întocmirea curbelor caracteristice ale lacurilor de acumulare.

Acestea sunt grafice bazate pe măsurători în teren și pe calcule economice care permit sintetizarea condițiilor de bază ale unor amplasamente și compararea acestora între ele.

Se folosesc 6 curbe caracteristice :

- Curba suprafeței luciului de apă în funcție de nivelul de retenție a apei: $S_a = f_1(H)$

- Curba volumelor acumulării în funcție de nivelul de retenție a apei în lac, măsurat lângă baraj (H) : $w = f_2(H)$

- Curba volumului de construcție (baraj) pentru reținerea apei în funcție de nivelul de retenție a apei: $V_b = f_3(H)$

- Curba coeficientului de capacitate al acumulării: $\beta = f_4(H)$

- Curba investițiilor de calcul în funcție de nivelul de retenție a apei: $I_c = f_5(H)$

- Curba indicelui specific al costului în funcție de nivelul de retenție a apei: $I = f_6(H)$

Notațiile folosite mai sus sunt :

w – volumul acumulării (m^3)

V_b – volumul barajului (m^3)

V_0 – volumul normal al scurgerii lichide anuale (m^3)

$$\beta = \frac{w}{V_0} \quad (3.1, 2)$$

$$I = \frac{I_c + C_{ei} \cdot T_n}{w}$$

T_n – timpul normal de funcționare a acumulării (30 ani sau mai mult)

C_{ei} – cheltuieli anuale de exploatare și întreținere (lei)

I_c – investițiile de calcul (lei)

a. Curba variației suprafeței lacului

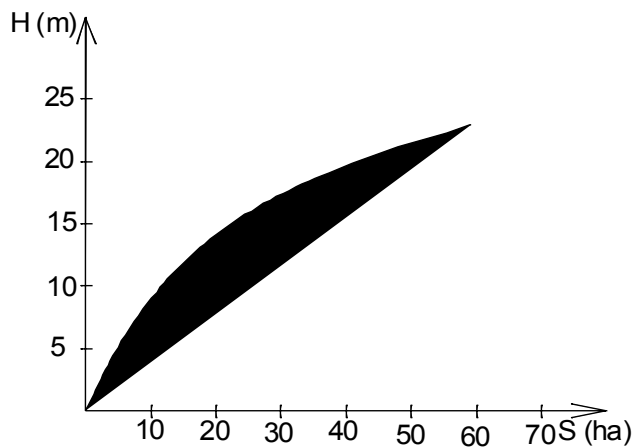


Fig. 3.4

Având delimitat conturul suprafeței lacului la diferite nivele ale apei pe un plan de situație (curbele de nivel) întocmit în urma ridicărilor topografice, mărimea acestuia se determină prin planimetrare.

La întocmirea curbei caracteristice se poate ține seama de faptul că oglinda apei nu este întotdeauna orizontală, deoarece nivelul apei în lac variază datorită remuului.

b. Curba variației volumului apei în lac este reprezentarea grafică a dependenței între cota apei în secțiunea barajului (H) și volumul de apă (w).

Pentru calculul volumului de apă corespunzător unei anumite cote există mai multe metode:

- metoda suprafețelor medii ale tranșelor orizontale de apă în lac ; în acest scop, lacul se împarte într-un număr (n) de tranșe delimitate prin suprafețe orizontale la diferite cote. Tranșa de înălțime $\Delta h_{i-1,i}$ cuprinsă între secțiunile (i-1), respectiv (i) va avea următorul volum :

$$\Delta V_{i-1,i} = \frac{S_{i-1} + S_i}{2} \cdot \Delta h_{i-1,i} \quad (3.3)$$

unde:

S_{i-1}, S_i – aria suprafeței orizontale (i-1), respectiv(i).

Volumul total al lacului va fi:

$$\Delta V = \sum_{i=1}^n \frac{S_{i-1} + S_i}{2} \cdot \Delta h_{i-1,i} \quad (3.4)$$

- metoda trunchiului de piramidă este similară cu precedenta, însă volumul cuprins între două tranșe orizontale limitate de suprafețele (i-1), respectiv (i) se aproximată cu acela al unui trunchi de piramidă:

$$V_{i-1,i} = \frac{1}{3} \cdot (S_{i-1} + S_i + \sqrt{S_{i-1} \cdot S_i}) \cdot \Delta h_{i-1,i} \quad (3.5)$$

iar volumul total va fi:

$$V = \frac{1}{3} \cdot \sum_{i=1}^n (S_{i-1} + S_i + \sqrt{S_{i-1} \cdot S_i}) \cdot \Delta h_{i-1,i} \quad (3.6)$$

La nevoie se pot trasa și unele curbe caracteristice speciale, care pun în evidență variația anumitor parametrii – fizici sau economici – cu cota de retenție a apei (H). Gama acestor curbe este deosebit de largă, mai utilizate fiind:

- curba suprafeței scoase din circuitul agricol,
- curba producției agricole medii pierdute prin realizarea acumulării,
- curba cheltuielilor legate de strămutări și exproprieri.

Parametrii tehnici care caracterizează lacurile de acumulare din punct de vedere morfologic și funcțional pot fi grupați în două categorii :

- cu valori fixe, determinați de amplasamentul lacului și elementele constructive ale lucrărilor hidrotehnice aferente ; ei se stabilesc în faza de proiectare,
- cu valoare variabilă în funcție de regimul de exploatare.

Principalii parametrii tehnici caracteristici ai lacurilor de acumulare sunt:

- a. Niveluri caracteristice fixe:
 - nivelul talvegului – cea mai mică cotă a terenului din cuveta lacului de acumulare (totuși se produc colmatări),
 - nivelul golirii de fund – cota bazei inferioare a celui mai coborât orificiu de evacuare a apei din lac,

- nivelul prizei de apă – cota bazei inferioare a orificiilor de prelevare a apei pentru folosințe alimentate gravitațional sau cota bazei superioare pentru cele alimentate sub presiune,

- nivelul crestei deversorului – cota cea mai coborâtă la care se poate evacua apa din lac prin descărcători la suprafață,

- nivelul crestei stăvilor de pe deversor (dacă există asemenea dotări) – cota maximă până la care mai poate fi reținută apa în lacurile cu descărcători controlați,

- nivelul coronamentului barajului – cota crestei barajului.

b. Niveluri caracteristice variabile :

- nivelul minim de exploatare – cota cea mai joasă la care poate fi coborât nivelul apei în lac fără a influența exploatarea normală a acestuia,

- nivelul maxim de exploatare (retenție normală) – cota cea mai înaltă atinsă în cursul unei exploatare normale (exclusiv în perioadele viiturilor),

- nivelul maxim extraordinar – cota cea mai înaltă pe care o atinge apa în timpul viiturilor (cu asigurarea de calcul sau de verificare),

c. Volume caracteristice fixe :

- volumul ne evacuabil (W_1) – volumul de apă cuprins între nivelul golirii de fund și nivelul talvegului;

- volumul evacuabil sub nivelul prizei (W_2) – cuprins între nivelul prizei și cel al golirii de fund (nu este exploatabil),

- volumul mort $W_m = W_1 + W_2$ – cuprins între nivelul prizei și cel al talvegului (suma volumelor ne evacuabil și evacuabil sub nivelul prizei),

- volumul util W_u – cuprins între nivelul maxim de exploatare (care poate fi : la cota crestei deversorului sau la o cotă inferioară cotei crestei deversorului) și nivelul prizei,

- volumul nepermanent (volumul de atenuare propriuzis) peste creasta deversorului (W_{at}) – cuprins între nivelul maxim de verificare (sau nivelul muchiei superioare a stavilei, dacă există) și nivelul crestei deversorului.

- volumul de siguranță (de gardă ; W_{sig}) – cuprins între nivelul coronamentului și nivelul maxim de verificare.

d. Volume caracteristice variabile:

- volumul de rezervă (W_r) – situat deasupra nivelului prizei ; este reținut în acumulare pentru situații excepționale (avarii, intervenții, etc) ; el face parte din volumul util,

- volumul total $W = W_m + W_u + W_{at}$ – cuprins între nivelul maxim de verificare și nivelul talvegului (fără stavilă pe deversor);

- volumul nepermanent sub creasta deversorului (volumul de protecție) (W_p) – cuprins între nivelul maxim de exploatare și nivelul crestei deversorului ;

- volumul nepermanent (de atenuare) $W_{at} + W_p$ – cuprins între nivelul maxim extraordinar și nivelul maxim normal(fără stavilă pe deversor);

Legătura între nivelele și volumele caracteristice poate fi sintetizată sugestiv în figura următoare :

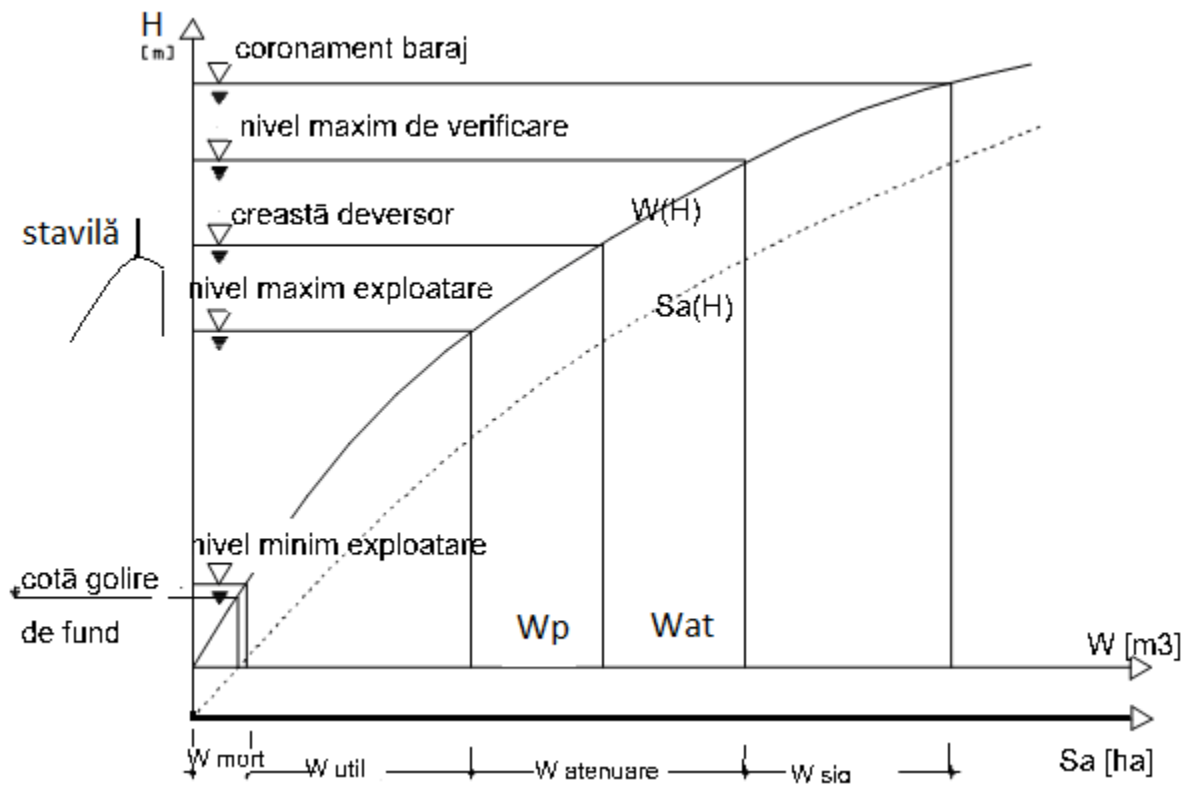


Fig. 3.5

Indici tehnico-economici caracteristici ai acumulărilor se calculează pentru a avea un criteriu de caracterizare și clasificare a lacurilor de acumulare. Aceștia sunt niște valori relative ale parametrilor

tehnici, de regulă raportarea făcându-se la unitatea de volum – apă acumulată.

a. Coeficientul general al acumulării, k_g

$$k_g = \frac{W}{V_b} \quad (3.7)$$

unde :

W – volumul total al acumulării,

V_b – volumul barajului.

b. Coeficientul de acumulare, k_a

$$k_a = \frac{W_u}{V_a} \quad (3.8)$$

unde :

W_u – volumul util al acumulării,

V_a – volumul mediu anual afluent.

c. Coeficientul de acumulare a undelor de viitură, k_v

$$k_v = \frac{W_{at}}{V_v} \quad (3.9)$$

unde :

W_{at} – volumul de atenuare (sau, dacă este cazul, $W_{at} + W_p$) al acumulării,

V_v – volumul undei de viitură.

d. Gradul de regularizare, G_r

$$G_r = \frac{Q_r}{Q_o} \quad (3.10)$$

unde :

Q_r – debitul minim regularizat, cu deversări,

Q_o – debitul mediu multianual afluent.

e. Gradul de atenuare a undelor de viitură, G_a

$$G_a = \frac{Q_{a \max}}{Q_{d \max}} \quad (3.11)$$

unde :

$Q_{a \max}$ – debitul maxim afluent;

$Q_{d \max}$ – debitul maxim defluent

f. Costul specific al acumulării se exprimă prin următorii indici economici:

- investiția specifică a acumulării, I_g

$$I_g = \frac{I}{W_u + W_{at}} \quad (3.12)$$

unde :

I – investiția totală a acumulării.

- investiția specifică a volumului pentru folosințe (util), i_f

$$i_f = \frac{I_f}{W_u} \quad (3.13)$$

unde :

I_f – cota parte de investiție în acumulare aferentă folosințelor.

- investiția specifică a volumului pentru combaterea inundațiilor (de atenuare), i_i :

$$i_i = \frac{I_i}{W_{at}} \quad (3.14)$$

unde :

I_i – cota parte de investiție în acumularea aferentă combaterii inundațiilor.

Îndiguirile au, de asemenea, un important rol funcțional în gospodărirea apelor.

Îndiguirile sunt construcții hidrotehnice de gospodărire a debitelor viiturilor, executate în scopul împiedicării revărsării apelor în albia majoră. Ele se execută în principal în sectorul inferior al cursului de apă. Aplicarea lor în sectoarele mijlociu și superior se va face doar în cazuri bine justificate, deoarece provoacă dezatenuearea naturală a viiturilor și deci accentuarea pericolului inundațiilor în sectoarele aval și, de asemenea, produc mari perturbări regimului hidrologic natural, ceea ce ar conduce la modificări considerabile și continue în albia minoră.

Pe lângă scopul principal de apărare împotriva inundațiilor, îndiguirile contribuie și la ameliorarea terenurilor agricole protejate (prin combaterea excesului de umiditate), împreună cu irigațiile, desecările și o agrotehnică specifică.

Îndiguirile se realizează prin construcții hidrotehnice numite diguri, amplasate în albia majoră a cursului de apă creând trei zone distincte :

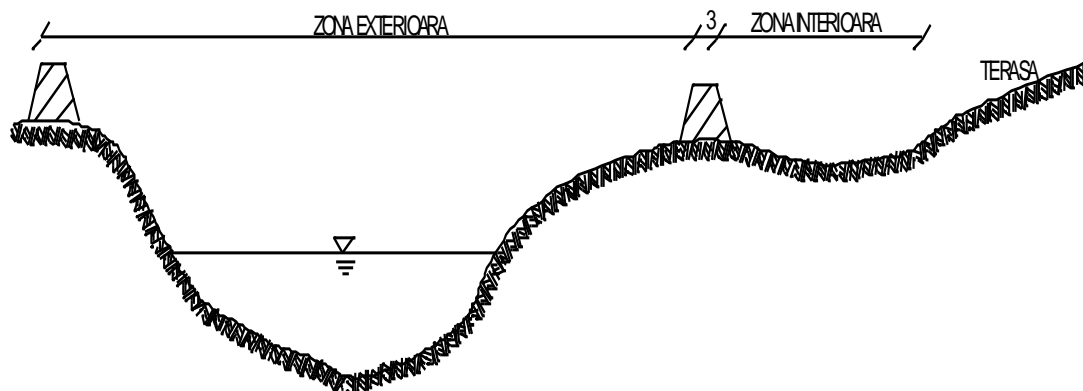


Fig. 3.6

1- zona exterioară, cuprinsă între dig și malul albiei principale (la îndiguirea unui singur mal, numită și vorland) sau între digurile de pe cele două maluri,

2- zona interioară (îndiguită), cuprinsă între dig și terasă (limita albiei majore),

3- zona digului (ampriza).

Zona interioară – incinta apărată de inundații – poate fi:

- insubmersibilă, când nu este admisibilă inundarea sa; deoarece proiectarea îndiguirilor se face cu o anumită asigurare la calcul, în cazurile excepționale când această asigurare este depășită, se recurge la supraînălțarea provizorie a digurilor prin diverse metode;

- submersibilă, când este permisă inundarea sa la viituri excepționale ce ar produce efecte catastrofale în aval; în această situație nu este permisă supraînălțarea digurilor.

După modul de amplasare față de albia cursului de apă, digurile pot fi : diguri longitudinale, diguri transversale, diguri inelare și diguri de remu.

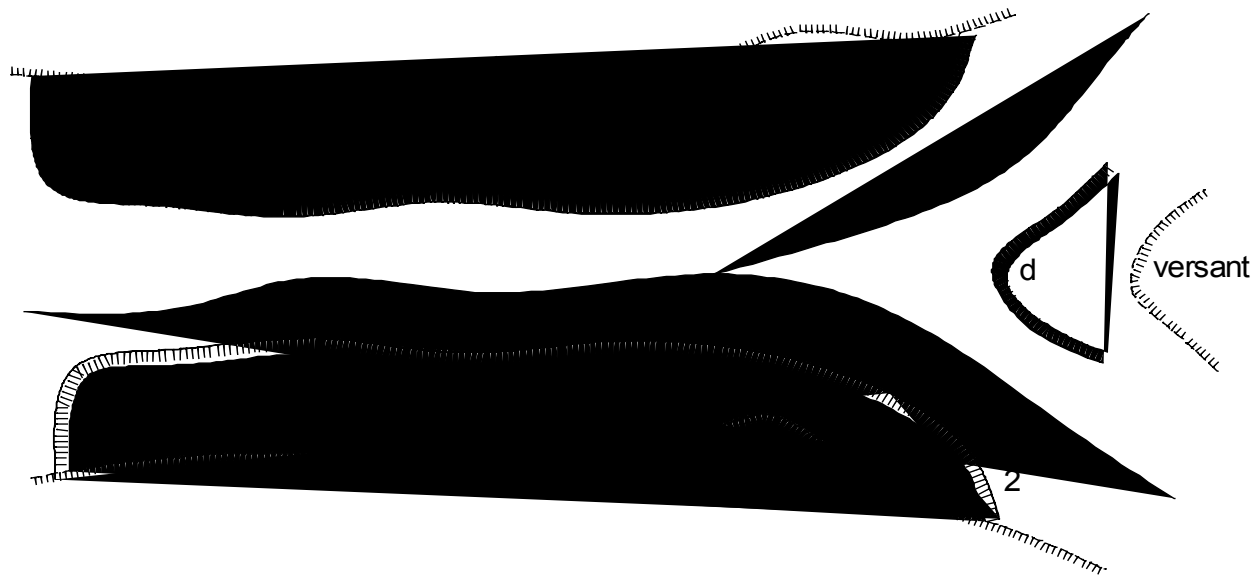


Fig. 3.7

a. Diguri longitudinale

Se amplasează în albia majoră a cursului de apă, în apropierea și în lungul albiei medii (principale), aproximativ paralel cu axa hidrodinamică a curentului de apă. Ele se propun în sectoarele inferioare ale cursurilor permanente și uneori în sectoarele mijlocii. Valoarea de investiție, exploatare și întreținere a lor trebuie să fie mai mică decât valoarea pagubelor produse prin revărsarea apelor în incinta apărută. De asemenea trebuie analizată și influența pe care îndiguirile o au asupra sectoarelor învecinate ale cursului de apă (remu de ridicare pe sectorul

situat în amonte și dezastruarea – accentuarea - viiturilor pe sectorul aval).

b. Diguri transversale

Se propun fie pentru a închide incinta apărată la extremitățile amonte și aval. Pentru a compartimenta suprafața îndiguită se pot realiza diguri de compartimentare. Digurile transversale de capăt se amplasează de regulă la limitele naturale ale unității inundabile (suprafață care poate fi apărată de inundații independent de alte suprafețe), unde traseul este mai scurt și cotele terasei (versantului albiei majore) sunt mai înalte, reducând astfel lungimea și înălțimea acestora. Digurile transversale de compartimentare se propun pentru limitarea pagubelor ce ar fi provocate de o eventuală rupere a digurilor longitudinale sau de capăt (au cota la coronament mai joasă decât a digului longitudinal în care se încastrează iar traseul asigură lungimi minime, condiții geotehnice de fundare corespunzătoare și se încadrează în planul de sistematizare al teritoriului străbătut).

c. Diguri inelare

Se propun în interiorul incintei apărate sau izolat, pentru protejarea suplimentară a unei localități sau a unui obiectiv economic important. În acest caz asigurarea de calcul se alege corespunzător importanței obiectivului apărat dar mai mare decât a celorlalte categorii de diguri din zonă.

d. Diguri de remu

Sunt diguri longitudinale ce se construiesc de-a lungul afluenților cursului principal, pe lungimea pe care se poate crea remuul, de la zona de confluență spre amonte.

Parametrii tehnici caracteristici ai îndiguirilor sunt :

a. Debitele caracteristice

-debitul maxim de calcul – debitul luat în considerare la dimensionarea digurilor;

- debitul maxim de verificare – debitul maxim la care se consideră că trebuie să reziste digurile;

- debitul de deversare – debitul la care se atinge în cel puțin un punct cota coronamentului digului, deversarea fiind inevitabilă.

În situația în care debitele variază în lungul digului (datorită aporturilor unor afluenți sau prelevări de către folosințe), aceste debite caracteristice se vor indica pe tronsoane.

b. Nivelurile caracteristice

- nivelul coronamentului – linia punctelor cu cota cea mai ridicată din toate secțiunile transversale ale digului;

- nivelul maxim de verificare – curba suprafeței libere a apei corespunzătoare debitului de verificare;

- nivelul maxim de calcul – curba suprafeței libere a apei corespunzătoare debitului de calcul;

- nivelul de atenție (la debitul de atenție)

- nivelul maxim de deversare – curba suprafeței libere a apei care atinge în cel puțin un punct nivelul coronamentului.

c. Suprafețele caracteristice

- suprafața scoasă de sub regimul inundațiilor – este o mărime probabilistică deoarece înălțimea digurilor de apărare rezultă pe baza unei mărimi (debitul) determinată prin prelucrare statistică a observațiilor efectuate într-un anumit interval de timp.

- suprafața rămasă în regim de inundare – suprafața dintre diguri și malurile albiei medii (în cazul îndiguirii ambelor maluri) sau suprafața dig-mal plus suprafața albiei majore de pe malul neîndiguit.

d. Gradul de menținere în regim de inundare – raportul între suprafața inundabilă la o probabilitate dată înainte și după realizarea îndiguirii.

Incintele de atenuare (polderele) sunt lucrări hidrotehnice cu caracteristici asemănătoare atât îndiguirilor, cât și acumulărilor. Ele se construiesc în lungul cursului natural de apă realizând în albia majoră incinte protejate împotriva revărsării apei la debite mici de viitură sau incinte de acumulare a apei în scopul atenuării viiturilor, la debitele maxime de viitură.

În scopul preluării apelor mari, polderele sunt prevăzute cu construcții hidrotehnice de admisie a apei (deversoare, stavile, etc.) și de evacuare gravitațională a ei (goliri libere sau controlate de vane).

Incintele de atenuare sunt caracterizate de parametrii specifici aferenți celor două funcțiuni ale lor : îndiguire și acumulare, cu anumite particularități.

Derivațiile sunt lucrări hidrotehnice de redistribuire între cursuri de apă sau între bazine hidrografice a resurselor de apă fluvială prin transferul unei părți din debit sau a întregului debit al unui curs de apă.

Acest lucru se realizează în mai multe moduri:

- a. Transferul unei părți din debitul unui curs de apă într-altul. Cele două cursuri de apă pot fi situate în același bazin hidrografic, sau în bazine diferite.

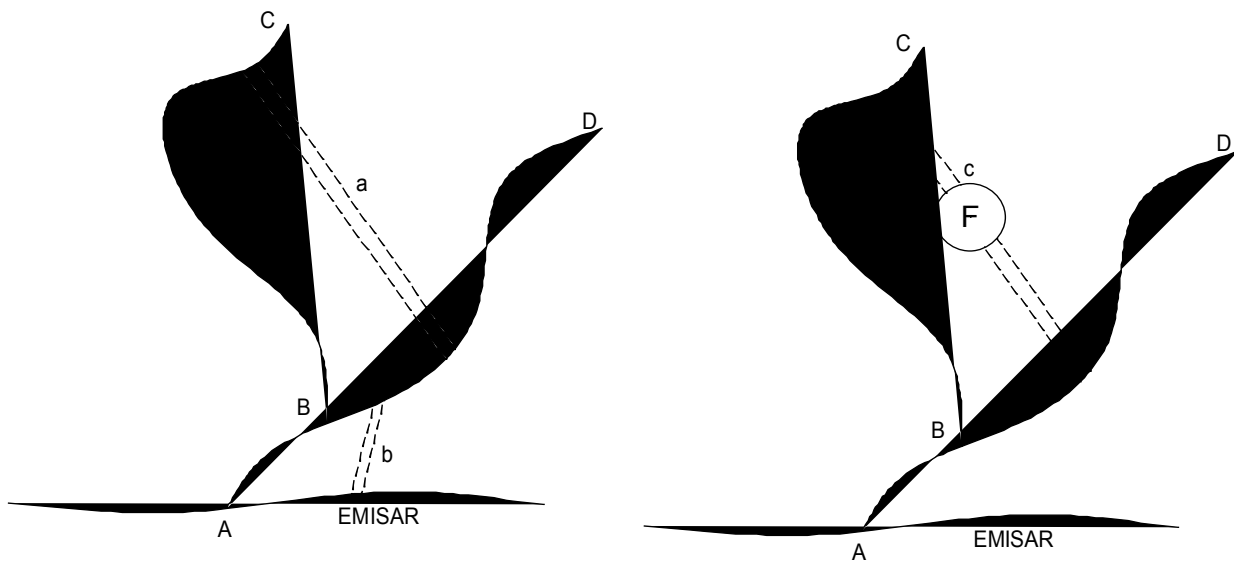


Fig. 3.8

b. Devierea – derivarea - totală a unui curs de apă, dacă debitele derivate nu ar ajunge și prin rețeaua hidrografică naturală în punctul de debrușare al derivației.

c. Folosințe care prelevă un debit de apă dintr-un curs și debrușează restituțiile în altul.

d. Magistrale de aducțiune la distanțe lungi (indiferent de punctul de debrușare), datorită efectului lor de redistribuire a resurselor de apă dintr-un teritoriu.

După rolul funcțional, derivațiile se pot grupa în:

- derivații pentru satisfacerea folosințelor (funcționează la debite medii și mici și nu influențează practic debitele maxime de pe cursurile de apă captate),

- derivații pentru atenuarea viiturilor (deviază undele de viitură de pe cursul captat, ne afectând însă debitele normale ale acestuia),

- derivații mixte; îndeplinesc simultan ambele funcțiuni.

După modul în care se realizează derivația:

- derivații gravitaționale - transferul de debit se realizează prin cădere liberă,

- derivații cu pompare - transferul de debit se realizează prin una sau mai multe trepte de pompare.

Parametrii caracteristici ai derivațiilor sunt :

a. Nivelurile caracteristice

- nivel maxim, mediu, minim pentru capătul amonte ($N_{\max_{am}}, N_{m_{am}}, N_{\min_{am}}$);

- nivel maxim, mediu, minim pentru capătul aval ($N_{\max_{av}}, N_{m_{av}}, N_{\min_{av}}$).

Sunt determinate de condițiile naturale ale derivației și de caracteristicile constructive ale lucrărilor. În situația în care admisia apei în derivație este reglată prin stavile, se vor indica și nivelurile caracteristice pe râul captat și în emisar pentru a stabili manevrele necesare în cazul nivelurilor extraordinare.

b. Căderile caracteristice

- căderea maximă, medie, minimă (H_{\max}, H_m, H_{\min})

Nu reprezintă obligatoriu diferențe de nivel dintre capătul amonte și aval al derivației, deoarece, fiind caracteristici de exploatare, este probabil ca această coincidență să nu se realizeze în toate regimurile de funcționare.

Pe baza acestor două caracteristici se determină:

- adâncimea maximă și minimă a apei (h_{\max}, h_{\min});

- panta maximă a apei (i_{\max});

- panta talvegului (i_t);

- înălțimea de gardă a derivației (h_g - dacă este un canal deschis !).

c. Debitele caracteristice:

- debitul instalat, Q_i – este debitul maxim ce poate fi derivat în condiții normale de exploatare,

- debitul maxim teoretic derivat – debitul maxim ce poate fi derivat în condiții excepționale (de exemplu, la derivații gravitaționale se renunță la înălțimea de gardă, h_g),

- debitul maxim derivabil pentru cerințe efective ale folosințelor,
- debitul minim derivabil pentru cerințele folosințelor.

d. Volumele caracteristice:

- volumul de apă anual teoretic derivabil – volumul de apă ce ar tranzita derivația în cazul funcționării acestuia pe tot parcursul anului la debitul maxim teoretic derivabil;

- volumul de apă anual efectiv derivabil – volumul de apă ce ar tranzita derivația în cazul funcționării acesteia pe tot parcursul anului la debitul maxim derivabil;

- volumul de apă acumulat – volumul de apă existent la un moment dat în derivație.

Pe lângă tipurile de sisteme hidrotehnice de gospodărire a apelor amintite mai sus mai există două categorii foarte importante de sisteme hidrotehnice :

- sisteme hidroenergetice,
- sisteme de gospodărire a calității apelor.

Acestea fac obiectul de studiu al unor discipline de sine stătătoare : Amenajări hidroenergetice, Alimentări cu apă și tratarea apei și Canalizări și epurarea apelor uzate.

3.2 DIMENSIONAREA SISTEMELOR HIDROTEHNICE DE GOSPODĂRIRE A APELOR

Un sistem hidrotehnic de gospodărire apelor ridică o serie de probleme ce pot fi grupate în două categorii:

- probleme de dimensionare – stabilirea proporțiilor lucrărilor hidrotehnice necesare pentru satisfacerea funcțiunilor sale;
- probleme de exploatare – stabilirea modului optim de utilizare a lucrărilor proiectate și executate.

Între aceste două categorii există o strânsă legătură, ele fiind de fapt aspecte diferite ale unei singure probleme mai cuprinzătoare de analiză a proceselor de redistribuire a debitelor lichide în sistemul hidrotehnic respectiv. De aceea, ele nu se pot rezolva independent, dimensionarea sistemului făcându-se și în funcție de regimul de exploatare în care se va lucra. Ca urmare pentru analiza proceselor de redistribuire a debitelor lichide sunt necesare trei faze de lucru:

- calculul bilanțului apelor; în timpul comparării debitului afluent cu debitul cerinței folosințelor rezultă posibilitatea satisfacerii acestora în regim natural sau cu ajutorul unor lucrări hidrotehnice de gospodărire a apelor ,
- întocmirea schemelor sistemelor hidrotehnice (se stabilesc amplasamentele folosințelor de apă și ale lucrărilor hidrotehnice propuse),

- calculul regularizării debitelor lichide.

Data fiind condiționarea reciprocă dintre aceste trei faze, modul de lucru presupune efectuarea calculelor prin aproximări succesive, după următorul model :

- se efectuează un bilanț preliminar, pe baza căruia se întocmește schema sistemului hidrotehnic în mai multe variante,

- întrucât configurația sistemului hidrotehnic influențează bilanțul apelor, acesta se definitivează pentru fiecare schemă de sistem propusă,

- se efectuează calculele de regularizare a debitelor lichide ; dacă aceste calcule duc la modificarea schemei hidrotehnice se refac calculele de bilanț pe baza noi scheme, ș.a.m.d.

În calculul de dimensionare a sistemului hidrotehnic de gospodărire a apelor, principalele date de bază necesare sunt cele referitoare la debitele afluate și debitele cerințelor de apă. Cum mărimea acestora în timp se modifică, calculele se vor efectua pe baza debitelor orare, lunare sau anuale, în funcție de raportul între mărimea și regimul debitelor afluate și mărimea și regimul debitelor cerințelor de apă.

Debitele afluate se calculează prin metodele statisticii matematice, pe baza observațiilor asupra regimului hidrologic al cursului de apă.

Calculul debitelor cerințelor de apă impune o analiză temeinică a folosințelor avute în vedere. Cunoscută fiind varietatea condițiilor

impuse de ele sistemului hidrotehnic acestea se grupează în câteva categorii caracteristice care permit adoptarea unor ipoteze simplificatoare la efectuarea calculelor :

- folosințele de apă cu necesar constant (reprezintă folosințe cu variații de debit pe termen scurt care au posibilități interne de compensare a acestor variații ; se poate considera că ele solicită sursa de apă cu un debit constant),

- folosințele de apă cu necesar variabil ; debitele solicitate în acest caz variază atât în cursul unui an, cât și de la un an la altul.

După condițiile pe care le impun sistemului hidrotehnic folosințele de apă pot fi :

- folosințe care nu impun condiții limitative ; ele admit teoretic scăderea debitului cerinței de apă până la zero,

- folosințele care impun condiții limitative, la care scăderea gradului de satisfacere a necesarului de apă produce pagube importante.

CAP 4 BILANȚUL APELOR

4.1 METODE DE LUCRU. DEBITE CARACTERISTICE ALE RÂURILOR

Prin bilanțul debitelor se înțelege compararea debitelor necesare (pentru folosințe și pentru asigurarea debitului minim necesar în albia aval – debitul de servitute) cu debitele naturale ale sursei de apă.

În literatura de specialitate, noțiunea de *bilanț al apelor* este utilizată în două sensuri :

a. Bilanțul global sau bilanțul resurse/cerințe se referă la valori medii ale debitelor afluate/defluente pe anumite perioade și caracterizează gradul de solicitare sau utilizare al unor resurse de apă. El se folosește de regulă în activitatea de exploatare a sistemelor hidrotehnice de gospodărire a apelor,

b. Bilanțul analitic se referă la elementele menționate mai sus pe un șir de ani sau la parametrii distribuțiilor statistice ale acestora.

Pentru calculul bilanțului analitic, metodele utilizate se pot grupa în două mari categorii, în funcție de datele de bază disponibile :

A. Metode directe de calcul, care folosesc observațiile asupra debitelor cursului natural de apă și asupra unor elemente ce servesc la determinarea cerințelor de apă pe un șir cât mai lung de ani de

observații. Ele pornesc de la distribuțiile statistice ale diferitelor mărimi de bază ce intervin în calculul bilanțului, trecând apoi la prelucrarea directă a acestor funcții de distribuție. Datorită dificultăților matematice de determinare a unor corelații între un număr mare de secțiuni, domeniul de aplicare al acestor metode se reduce la schemele de amenajare cu un singur lac de acumulare.

B. Metode indirecte, cu caracter aproximativ, în care intervin date cu caracter general asupra scurgerii și folosințelor. Dintre numeroasele metode indirecte de calcul al bilanțului apelor mai utilizate sunt:

- metode de simulare – problemele de gospodărire a apelor se rezolvă prin modelarea proceselor respective pe șiruri de valori care caracterizează succesiunea mărimilor reale care intervin în calcule;
- metode de similitudine – aceste metode extrapolează rezultatele calculelor de bilanț efectuate într-un bazin hidrografic.

Alegerea uneia sau a alteia dintre metodele de calcul al bilanțului este determinată de timpul disponibil și precizia datelor de bază de care se dispune pentru caracterizarea procesului, precum și de schema sistemului hidrotehnic

Debitele caracteristice utilizate în calculele de bilanț sunt următoarele :

- debitul afluent – Q_a – (maxim, minim, mediu anual),

- debitul mediu multianual al cursului de apă – Q_0 – debit care permite calculul energiei totale care poate fi produsă de un curs de apă, într-o anumită secțiune de calcul și pentru o cădere dată,
- debitul prelevat și ne restituit în secțiunea considerată – Q_p – (destinația sa fiind satisfacerea consumatorilor de apă
- debitul restituit de folosințe în secțiunea considerată – Q_r ,
- debitul total al cerințelor de apă – Q_s ,
- debitul defluent – Q_d – (debitul care părăsește secțiunea de calcul deplasându-se în albie spre aval).

Mărimile de mai sus pot fi exprimate și ca medii lunare și de asemenea pot fi transpuse în valori ale volumelor de apă.

Debitele avute în vedere vor avea asigurări corespunzătoare exploatării normale (0,1% - 10%) sau verificării (0,01% – 4%), în conformitate cu clasa de importanță a construcțiilor hidrotehnice din componența sistemului hidrotehnic proiectat (STAS 4273 – 83 [12]).

4.2 ECUAȚII DE BAZĂ ÎN CALCULUL BILANȚULUI

Deși analizele asupra proceselor de redistribuire a debitelor lichide se referă la un întreg bazin hidrografic sau la un subbazin, pentru calculele de bilanț se consideră că regimul apelor din secțiunile transversale caracteristice – prize de apă pentru folosințe sau derivații, secțiunea barajelor, digurilor, etc. – caracterizează suficient aceste

analize. Mai mult chiar, numărul secțiunilor unde se calculează bilanțul apelor trebuie redus la minimum necesar (respectând anumite condiții bine stabilite), iar influențele asupra regimului debitelor datorate calculelor de propagare între secțiuni situate la distanțe foarte mari sunt neglijate, cel mai adesea.

Se ajunge astfel la situația în care cursul natural de apă se împarte în câteva sectoare în lungul cărora debitul afluent poate fi admis ca fiind practic constant.

Ecuatia de bază a calculelor de bilanț într-o anumită secțiune este ecuația continuității:

$$Q_a + \delta Q = Q_p + Q_d \quad (4.1)$$

unde :

Q_a – debitul afluent;

δQ – modificarea debitului afluent prin efectul lucrărilor hidrotehnice de redistribuire situate în acea secțiune (sau în amonte de ea),

Q_p – debitul prelevat și ne restituit în secțiunea considerată,

Q_d – debitul defluent în secțiune.

Ecuatia (IV.1) se utilizează în aplicațiile practice în diferite forme mai uzuale fiind:

a. Ecuatia bilanțului apelor

$$\Delta = Q_a - (Q_p + Q_d) \quad (4.2)$$

unde mărimea Δ are semnificația de excedent pentru valorile pozitive, sau de deficit pentru valorile negative.

Excedentele/deficitele dintr-o secțiune oarecare scot în evidență măsura în care afluxurile Q_a pot să satisfacă cerințele și – implicit – impun condițiile secțiunii respective către lucrările hidrotehnice de redistribuire din sistem. Astfel :

- excedentele reprezintă valorile maxime ale debitelor care pot fi reținute în lacurile de acumulare din amonte, sau care pot fi derivate în alte bazine hidrografice sau consumate de folosințele din amonte fără a influența cerința folosințelor din secțiunea analizată;

- deficitele reprezintă valorile debitelor care trebuie suplimentate (evacuate) din lacurile de acumulare din amonte fără a influența cerințele folosințelor din secțiunea analizată.

b. Ecuația modificării hidrografelor

$$Q_d = Q_a + \delta Q - Q_p \quad (4.3)$$

Cu ajutorul ei se determină debitele afluate dintr-o secțiune aval în urma exploatării sistemelor hidrotehnice de redistribuire a debitelor lichide în amonte.

Ecuațiile (IV.1), (IV.2) și (IV.3) au valabilitate generală, semnificația termenilor fiind însă specifică modului de calcul al bilanțului. Din acest punct de vedere se poate vorbi despre :

a. Modul de calcul succesiv

Calcululele de bilanț se efectuează separat pentru fiecare secțiune, dinspre amonte spre aval, determinându-se astfel modificările aduse de schema hidrotehnică asupra scurgerii naturale. Bilanțurile calculate după modul succesiv iau ca element de bază debitele afluențe în secțiunea în regim amenajat – luându-se în considerare toate efectele din amonte. Mărimile ce intervin în ecuațiile (IV.2) și (IV.3) au în acest caz următoarea semnificație :

Q_a – debitul afluent în secțiune cu toate influențele exercitate de lucrările hidrotehnice și folosințele din amonte asupra debitului afluent în regim natural (Q_{an}),

$$Q_a = Q_{an} \pm \sum \Delta Q_{lh} \pm \sum \Delta Q_f \quad (4.4)$$

unde :

ΔQ_{lh} – modificări (+/-) datorate lucrărilor hidrotehnice din amonte;

ΔQ_f – modificări (+/-) datorate folosințelor din amonte.

b. Modul de calcul cumulativ

Bilanțul calculat în acest mod ia ca element de bază debitul afluent în regim natural – Q_{an} - (neamenajat, fără a ține seama de efectul lucrărilor sau folosințelor din amonte) și determină excedentele/deficitele în raport cu acesta. Mărimile ce intervin în ecuațiile (IV.2), (IV.3) au în acest caz semnificația :

$$Q_a = Q_{an}$$

Q_p – suma debitelor prelevate și ne restituite în secțiunea de calcul sau amonte de ea;

$$Q_p = \sum Q_{pi} - \sum Q_{ri} \quad (4.5)$$

unde :

Q_{ri} – debitul restituit de folosința (i);

Q_{pi} – debitul prelevat de folosința (i) situată în amonte de secțiunea de calcul.

c. Modul de calcul mixt

Reprezintă o combinație a celor două metode. Calculele de bilanț se efectuează pe un sector izolat din interiorul sistemului hidrotehnic prin modul cumulativ, influențele exterioare sectorului introducându-se în modul succesiv. Semnificația termenilor ecuațiilor (IV.2) și (IV.3) este în acest caz :

Q_a – debitul afluent ținând seama de modificările exterioare sectorului considerat;

$$Q_a = Q_{an} \pm \sum \Delta Q_{lh} \pm \sum \Delta Q_f \quad (4.6)$$

ΔQ_{lh} – modificări (+/-) datorate lucrărilor hidrotehnice din exteriorul sectorului;

ΔQ_f – modificări (+/-) datorate folosințelor din exteriorul sectorului.

Q_p – suma debitelor prelevate și ne restituite de folosințele din cadrul sectorului considerat

$$Q_p = \sum Q_{pi} - \sum Q_{ri} \quad (4.7)$$

La dimensionarea sistemelor hidrotehnice se poate folosi oricare din modurile de calcul amintite. Pentru simplificarea calculelor se recomandă:

- pentru sistemele hidrotehnice fără lucrări de redistribuire a resurselor (derivații) se va utiliza modul succesiv de calcul;
- pentru sistemele hidrotehnice la care toate lucrările concură la realizarea aceluiași regim modificat se va utiliza modul de calcul cumulativ;
- pentru sistemele din cadrul sistemelor hidrotehnice de amenajare complexă se va utiliza modul de calcul mixt.

4.3 ALEGEREA SECȚIUNILOR DE CALCUL AL BILANȚULUI

Un curs natural de apă amenajat prin intermediul unui complex de măsuri și lucrări hidrotehnice ce compun sistemul hidrotehnic de gospodărire a apelor prezintă o serie de secțiuni caracteristice fie folosințelor de apă (captări, restituții, etc.), fie sistemului. Teoretic, calculul bilanțului apelor ar trebui efectuat în toate aceste secțiuni. Volumul de calcul ar fi însă practic imposibil de realizat chiar pentru bazine hidrografice mici, de aceea este necesară selecționarea unui număr relativ redus de secțiuni în care să se analizeze bilanțul apelor. Aceste secțiuni se numesc secțiuni de calcul, iar alegerea lor se face în

funcție de amplasarea folosințelor și de elementele schemei hidrotehnice.

4.3.1 Alegerea secțiunilor de calcul funcție de amplasarea folosințelor

În cazul cel mai simplu, în care pe cursul natural de apă se prevede o singură folosință, secțiunea de calcul este chiar priza de calcul a acestei folosințe. De regulă însă, în bazinul hidrografic al cursurilor de apă, numărul folosințelor este foarte mare. Pentru stabilirea unui număr rezonabil de secțiuni de calcul, o parte din secțiunile caracteristice vor fi eliminate (a), iar o altă parte vor fi grupate după modul de prelevare al apei (b). Aceste simplificări sunt posibile, ne introducând erori semnificative, datorită faptului că – exceptând zonele din apropierea izvoarelor și anumite zone locale de alimentare masivă a cursurilor de apă din straturile subterane – debitul acestora variază discontinuu, prezentând salturi doar în punctele unde primesc afluenți importanți. Așadar, se pot delimita pe cursul de apă câteva sectoare pe parcursul cărora caracteristicile hidrologice prezintă variații mici, iar debitul afluent se poate considera constant. Pe un astfel de sector este suficientă alegerea unei singure secțiuni de calcul al bilanțului.

a. Eliminarea din calcul a unor secțiuni este posibilă în următoarele condiții :

- când secțiunile sunt situate în zone care nu sunt controlate de lucrări hidrotehnice de redistribuire a debitelor lichide, iar suma dintre

debitul captat în secțiune și debitul consumat în amonte este mai mică decât debitul mediu lunar minim al râului în aceea secțiune;

- când debitele necesare în acea secțiune sunt satisfăcute integral dacă se respectă condițiile impuse secțiunilor vecine;

- când deficitele – acoperite sau nu prin lucrări de redistribuire a resurselor – sunt mici și nu influențează într-o proporție semnificativă rezultatele calculelor de bilanț din aval.

b. Gruparea folosințelor :

Pentru reducerea numărului de secțiuni de calcul, folosințele amplasate pe un anumit sector pot fi grupate astfel : folosințe care prelevează apa în paralel, folosințe care prelevează apa în serie și folosințe care prelevează apa mixt.

Folosințe care prelevează apa în paralel

Sunt folosințe amplasate succesiv pe cursul de apă, care au captarea (comună sau nu) situată în amonte de eventualele puncte de restituire. Debitul afluent în secțiunea amonte trebuie să satisfacă simultan cerințele tuturor acestor folosințe, deoarece nici una nu are posibilitatea reutilizării debitului restituit de celelalte folosințe. În aceeași categorie se încadrează și folosințele care nu restituie apa.

Debitul total al cerințelor de apă va fi:

$$Q_s = \sum_{i=1}^n Q_{s_i} \quad (4.8)$$

iar secțiunea de calcul se amplasează de obicei în secțiunea de priză a folosinței din aval, ansamblul folosințelor fiind echivalent cu o folosință ce prelevă debitul Q_s –și este situată în acea secțiune (fig 4.1).

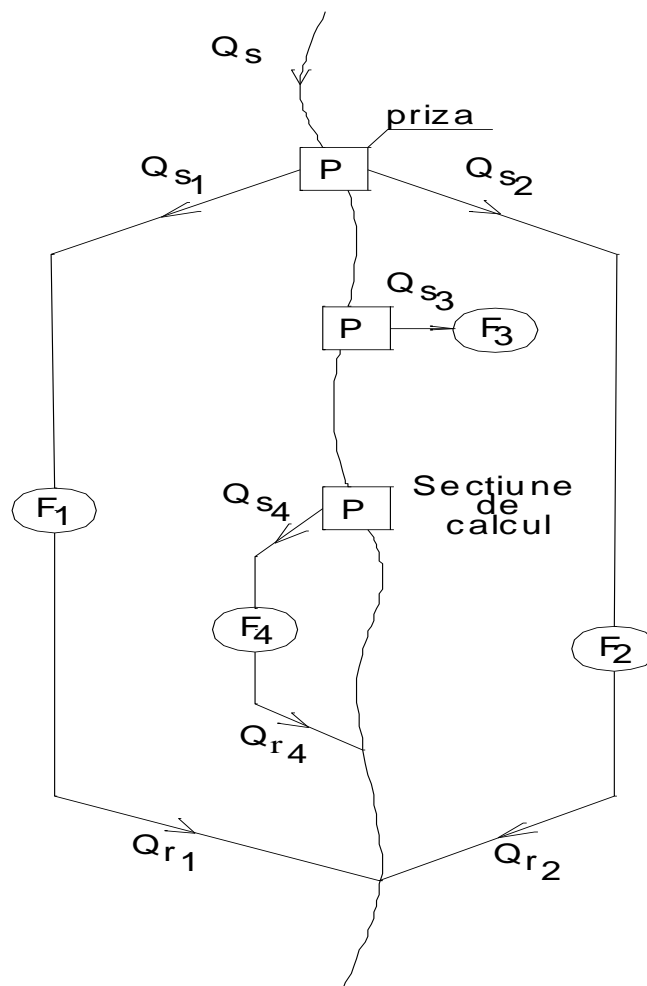


Fig. 4.1 Folosințe care prelevează apa în paralel

Folosințe care prelevează apa în serie

În acest caz, folosințele sunt amplasate succesiv pe râu, fiecare priză fiind amplasată în aval de punctul de restituire al folosinței din amonte (fig. 4.2).

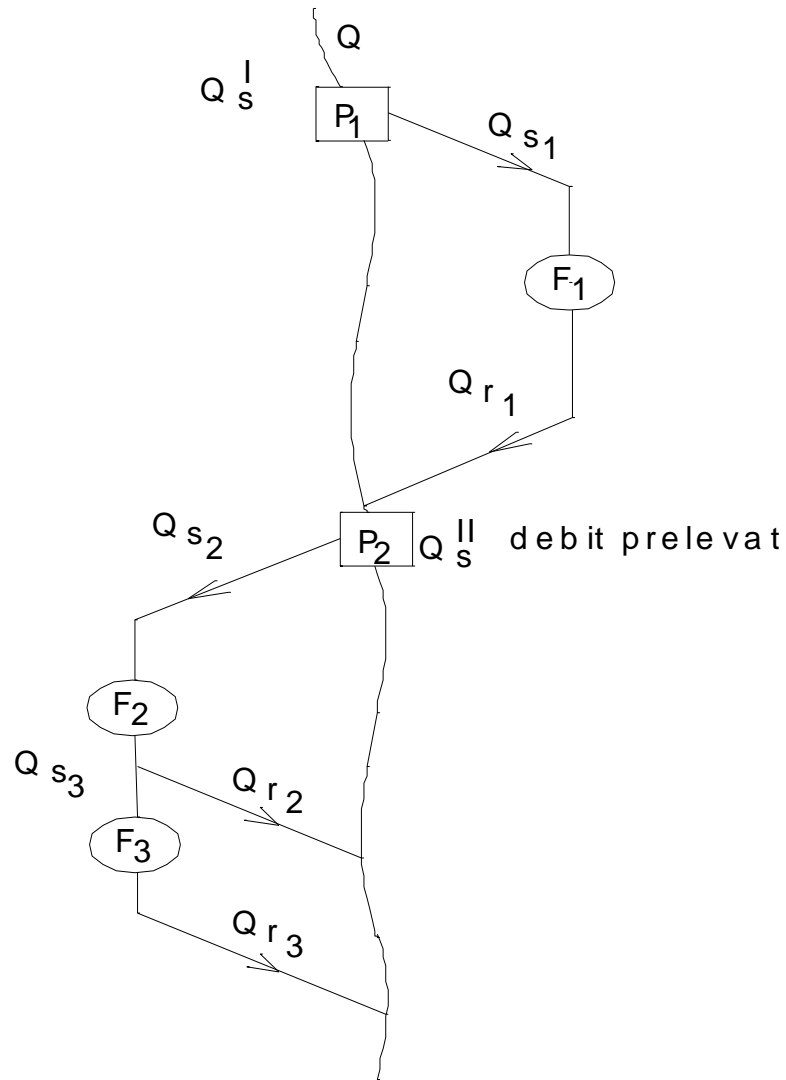


Fig. 4.2 Folosințe care prelevează apa în serie

Debitul afluent la priza amonte va trebui să permită prelevarea debitului cerinței folosinței (F1). Deci cerința la priza (P₁) este:

$$Q_s^I = Q_{s1} \quad (4.9)$$

La priza (P₂), debitul afluent va acoperi cerința de apă a folosințelor (F2) și (F3) plus consumul de apă al folosinței (F1), Q_{s1}. Cerința la priza (P₂) va fi:

$$Q_s^{\text{II}} = Q_{s2} + Q_{s3} + Q_{c1} \quad (4.10)$$

$$Q_{c1} = Q_{s1} - Q_{r1} \quad (4.11)$$

Similar, pentru satisfacerea unei folosințe (F_j) debitul afluent va trebui să acopere cerința :

$$Q_s^j = Q_{sj} + \sum_{i=1}^{j-1} Q_{ci} \quad (4.12)$$

Comparând între ele valorile $Q_{s1}, Q_{s2}, Q_{s3} \dots Q_{sn}$ ce se obțin aplicând în toate punctele de priză relația de mai sus, valoarea maximă obținută indică cerința de apă a folosinței de apă echivalente cu care se înlocuiesc cele (n) folosințe în serie, iar priza în care această valoare se prelevează reprezintă secțiunea de calcul.

$$Q_s = \max (Q_s^j) \quad (4.13)$$

Dacă debitul afluent al cursului de apă acoperă valoarea maximă a debitului prelevat, el le acoperă implicit și pe celelalte, situate aval sau amonte de secțiunea în care s-a înregistrat acel maxim.

În cazul folosințelor cu debitul cerinței de apă variabil în timp, relația de calcul a debitelor prelevate trebuie aplicată în fiecare interval de timp în parte. Ca secțiune de calcul se alege fie secțiunea de priză a folosinței unde se constată cel mai frecvent valoarea maximă, fie secțiunea de priză a folosinței situată în amonte de folosințele cu cerințe variabile.

Folosințe care prelevează apa în sistem mixt

Există pe unele sectoare de râu atât folosințe funcționând în paralel cât și folosințe în serie. În această situație se procedează astfel :

- se consideră într-o primă fază folosințele care funcționează în paralel și se echivalează cu o singură folosință, având cerința de apă egală cu suma cerințelor celor m folosințe:

$$Q'_s = \sum_{i=1}^m Q_{s_i} \quad (4.14)$$

- în faza a II-a, folosințele în serie – la care se adaugă și cele echivalente – se echivalează cu o singură folosință. În secțiunea de calcul, debitul cerinței fiind:

$$Q_s = \max(Q_{s1} + \sum Q_{c1}) \quad (4.15)$$

4.3.2 Alegerea secțiunilor de calcul pentru acumulări și derivații

În funcție de amplasamentul acestora, secțiunile de calcul se aleg astfel :

- în amplasamentul barajului fiecărei acumulări existente sau a celor prevăzute a se realiza ; în cazul în care pe un același sector al cursului de apă funcționează mai multe acumulări – fără ca între ele să funcționeze folosințe importante – se va alege o singură secțiune de calcul, în amplasamentul barajului acumulării din aval;
- în aval de punctul de captare al fiecărei derivații.

În plus se vor mai alege secțiuni de calcul în următoarele zone :

- la capătul aval al fiecărui curs principal,
- pe cursul principal, amonte de toți afluenții importanți,

- pe fiecare afluent mai important, amonte de confluența cu râul principal,
- în dreptul posturilor(stațiilor) hidrometrice.

4.4 STABILIREA SECȚIUNILOR DE CALCUL FICTIVE CUMULATIVE

În paragraful anterior s-au stabilit regulile după care se aleg secțiunile de calcul în funcție de amplasarea folosințelor și de schema hidrotehnică a sistemului. În fiecare dintre aceste secțiuni – pe baza bilanțului apelor – vor rezulta excedente/deficite de apă, care reprezintă tocmai condițiile impuse exploatării lucrării de redistribuire a apei din amonte de acea secțiune. O astfel de lucrare deservește însă – de regulă – mai multe folosințe situate în secțiuni de calcul diferite. Ea nu poate realiza simultan condițiile impuse de fiecare, dar dacă satisface condiția cea mai dezavantajoasă ea va satisface implicit și pe celelalte.

Ca urmare, din toate secțiunile reale de calcul al bilanțului situate aval de o lucrare hidrotehnică de redistribuire a debitelor se va stabili o secțiune de calcul ipotetică, numită secțiune de calcul fictivă cumulativă care satisface în fiecare interval de timp condiția caracteristică cea mai dezavantajoasă impusă respectivei lucrări.

Astfel, excedentele/deficitele din secțiunea fictivă cumulativă vor fi:

$$\Delta = \min(\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n) \quad (4.16)$$

unde :

$\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n$ – excedentul/deficitul din cele (n) secțiuni reale de calcul al bilanțului.

În acest fel, o lucrare hidrotehnică de redistribuire a debitelor lichide ce are rolul de a satisface cerințele celor (n) folosințe reale va fi exploatată exact în același mod în care ea ar fi exploatată dacă ar trebui să satisfacă cerințele secțiunii fictive cumulative.

Pentru stabilirea cerințelor secțiunii fictive cumulative se vor respecta următoarele reguli:

1. în fiecare secțiune de bilanț se calculează pe perioada luată în considerare, șirul de excedente/deficite, de regulă, lunare:

$$\Delta = Q_a - Q_s \quad (4.17)$$

unde:

Q_a – debitul afluent;

Q_s – debitul cerinței de apă;

$\Delta < 0$ - excedent;

$\Delta > 0$ - deficit.

2. debitele furnizate de lucrarea de redistribuire din amonte vor genera niște deficite care trebuie să fie cel mult egale cu deficitul maxim din șirul de deficite înregistrat în cele (n) secțiuni de calcul reale.

3. debitele ce pot fi reținute de lucrare (excedentele determinate) pot fi egale cel mult cu excedentele minime din șirul de excedente înregistrat în cele (n) secțiuni reale.

4. în perioadele în care apar în unele secțiuni deficite, iar în altele excedente, condițiile impuse de deficite sunt preponderente.

În concluzie, deficitele sau excedentele din secțiunea fictivă cumulativă vor fi – pentru fiecare lună – deficitul maxim sau excedentul minim ales dintre toate deficitele/excedentele înregistrate în secțiunile situate aval de lucrarea hidrotehnică considerată. Secțiunea fictivă cumulativă concentrează deci deficitele/excedentele din secțiunile reale de calcul al bilanțului.

CAP. 5 ÎNTOCMIREA SCHEMELOR HIDROTEHNICE ALE SISTEMELOR DE GOSPODĂRIRE A APELOR

5.1 SCHEME BAZATE PE LACURI DE ACUMULARE

Lacurile de acumulare sunt cele mai utilizate lucrări hidrotehnice care se propun în scopul satisfacerii cerințelor de apă ale folosințelor atunci când, din calculele de bilanț, rezultă în secțiune deficite de apă. Ele se amplasează de regulă amonte de secțiunea respectivă, reținând excedentele rezultate în anumite perioade și suplimentând debitul când din bilanț rezultă deficite.

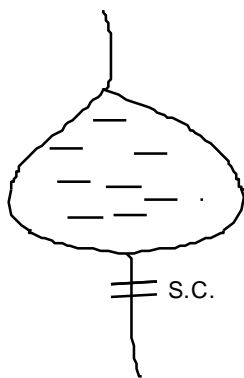
În funcție de mărimea deficitelor sau excedentelor înregistrate în secțiunea de calcul, configurația rețelei hidrografice și categoria folosinței (sau folosințelor) din bazinul hidrografic, acumulările se amplasează în mai multe moduri:

a. În secțiunea de calcul, în care se înregistrează deficite, astfel încât folosința (sau folosințele) își prelevează debitele solicitate chiar din acumulare. Lacul controlează în întregime debitele (afluent, defluent, cerință) având deci scop de **regularizare**. Acest tip de schemă este caracteristic majorității centralelor hidroelectrice, alimentărilor cu apă cu priza în secțiunea lacului, pisciculturii, etc.

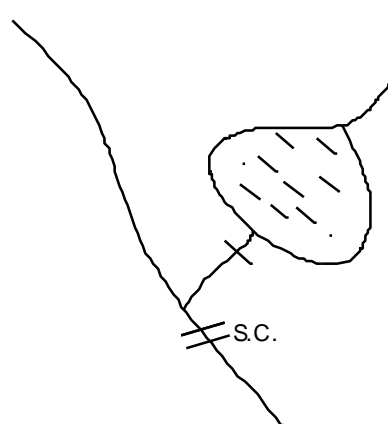
b. În amonte de secțiunea de calcul, pe unul din afluenții cursului principal. Debitele evacuate din lac suplimentează debitul natural al cursului principal de apă în perioadele deficitare, fără a-l influența în perioadele excedentare. Ele au deci rol de **compensare** și se propun când excedentele din secțiunea considerată sunt regularizate în aval prin alte lucrări hidrotehnice.

c. În secțiunea de calcul situată în amonte față de celelalte secțiuni controlate de o aceeași acumulare. Ea satisface deci cerințele de apă ale mai multor folosințe, fiind de tip **mixt**, de regularizare pentru folosința ce prelevează apa din secțiunea lacului și de compensare pentru celelalte.

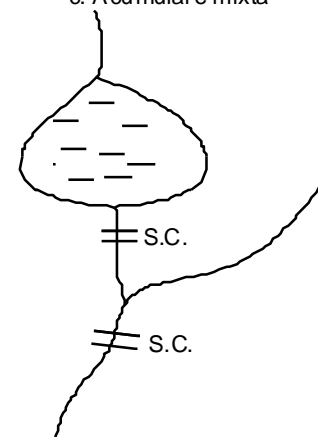
a. Acumulare de regularizare



b. Acumulare de compensare



c. Acumulare mixta



S.C. = SECȚIUNE DE CALCUL

Fig. 5.1

De obicei însă, într-un bazin hidrografic este necesară regularizarea debitelor prin mai multe lacuri de acumulare. Pentru utilizarea lor rațională este necesară combinarea acestor acumulări în cadrul unei scheme hidrotehnice. Acest lucru se poate realiza în mai

multe moduri : scheme hidrotehnice cu acumulării independente, cu acumulări situate în paralel și cu acumulări situate în serie.

1. Scheme hidrotehnice cu acumulării independente

Deși în bazinul hidrografic există mai multe acumulări, influența fiecăreia se manifestă doar asupra folosințelor a căror cerință o acoperă. Zonele lor de influență nu se suprapun deci, fiecare funcționând independent de celelalte.

2. Scheme hidrotehnice cu acumulări situate în paralel

Când acumulările dintr-un bazin sunt astfel amplasate încât debitele regularizate de oricare dintre ele nu ajung în nici o altă acumulare, dar cel puțin o parte din folosințe pot fi satisfăcute de oricare dintre acumulările respective se spune că ele funcționează în paralel.

3. Scheme hidrotehnice cu acumulări situate în serie

În acest caz, debitele defluente dintr-o acumulare ajung prin parcurgerea sistemului într-o altă acumulare situată în aval și cel puțin o parte din secțiunile de calcul beneficiază de efectul cumulat de regularizare al ansamblului de acumulări. Schema hidrotehnică rezultată se numește în serie sau în cascadă.

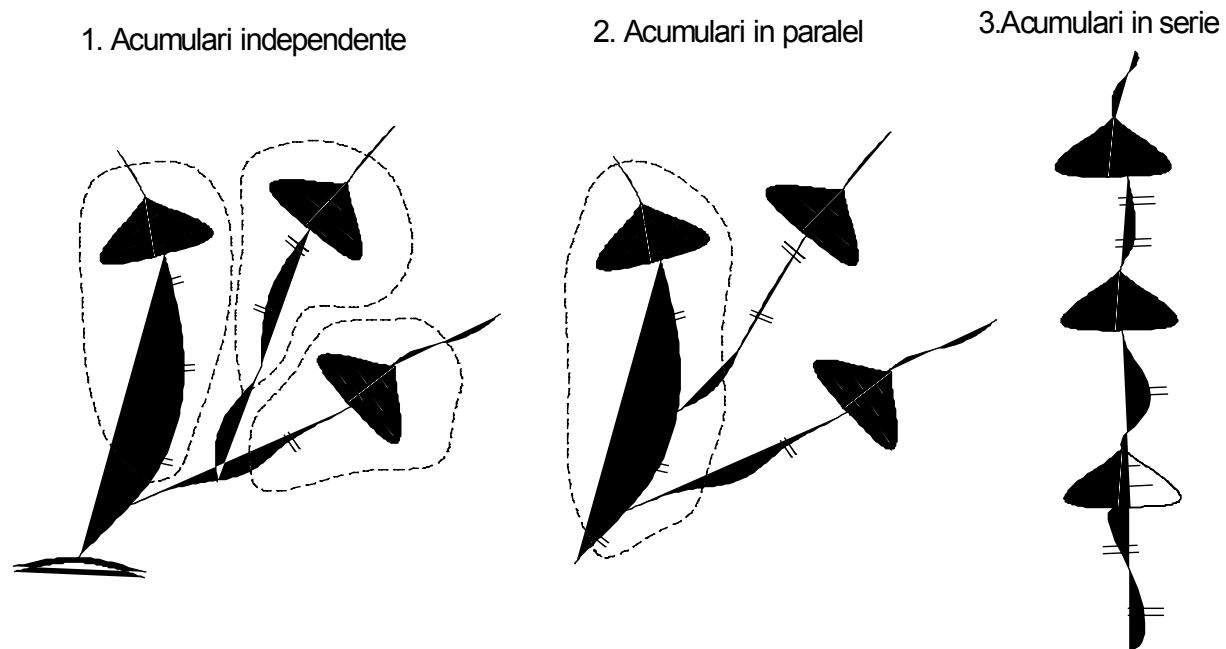


Fig. 5.2

5.2 SCHEME BAZATE PE DERIVAȚII

De obicei derivațiile funcționează în cadrul schemelor hidrotehnice care cuprind și lacuri de acumulare, situațiile în care ele funcționează izolat fiind destul de rare. Există următoarele tipuri de scheme de amenajare bazate pe derivații : schemele cu derivații care satisfac direct cerințele de apă, cu derivații de compensare, cu derivații mixte, cu derivații pentru suplimentarea afluxurilor în acumulări, cu derivații cu debit regularizat de lacuri de acumulare și cu derivații funcționând în dublu sens.

a. Schemele cu derivații care satisfac direct cerințele de apă

Derivația preia apa din cursul de apă R_1 , o conduce la folosința F și – după acoperirea debitului necesar – conduce debitul evacuat în emisarul R_2 . Pe traseul derivației pot exista mai multe folosințe ce utilizează succesiv apa. Astfel de situații se întâlnesc de regulă la alimentările cu apă bazate pe aducțiuni lungi sau la unele centrale hidroelectrice.

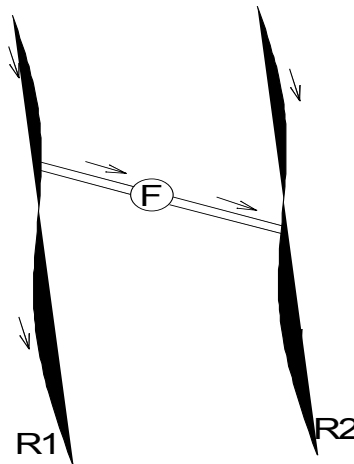


Fig. 5.3

b. Scheme cu derivații de compensare

În acest caz, derivația necesară acoperirii deficitului de apă rezultat în urma bilanțului debitelor într-o secțiune de calcul prelevează apa de pe un curs natural de apă care face parte din alt bazin hidrografic. Exemplu : canalul 1 de legătură între râurile Timiș și Bega, care preia debitele din râul Timiș și le tranzitează spre Bega, pentru acoperirea cerințelor de apă din zona Timișoarei în perioadele secetoase (există și un canal de legătură 2 Timiș – Bega, cu scopul de a evacua în Timiș

debite din râul Bega în perioadele de viitură, atunci când acesta ar putea inunda Timișoara).

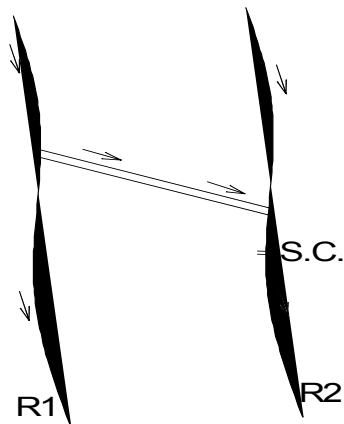


Fig. 5.4

c. Scheme cu derivații mixte

Derivația deservește una sau mai multe folosințe amplasate pe traseul său și – în același timp – tranzitează și debitul suplimentar pentru acoperirea deficitelor înregistrate în secțiunea de calcul situată pe râul R₂.

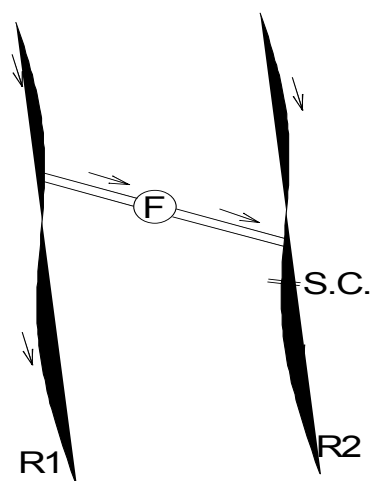


Fig. 5.5

d. Scheme cu derivații pentru suplimentarea aflurilor în acumulări

Se aplică în situația în care debitul afluent în lacul de acumulare nu este suficient pentru umplerea acestuia, sau când este necesară concentrarea debitelor dintr-un bazin (sau din bazine alăturate) pentru o folosință foarte importantă. Situația este caracteristică amenajărilor hidroenergetice, când există un amplasament foarte favorabil, dar debitul afluent este insuficient. Derivația poate transporta apa direct în acumulare sau o poate transporta în albia unui râu care alimentează acumularea respectivă.

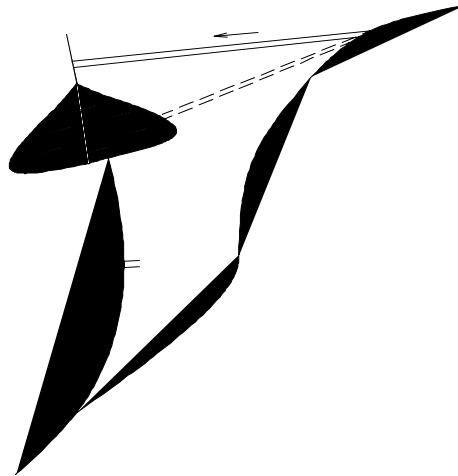


Fig. 5.6

e. Scheme cu derivații cu debit regularizat de lacuri de acumulare

Derivațiile e_1 , e_2 (fig. 5.7) – în situația în care derivațiile acoperă pe tot parcursul anului cerința de apă a folosinței deservite și este necesară realizarea unei acumulări situate pe râul captat (R_1) sau pe traseul

derivației, în funcție de condițiile cele mai bune de amplasament pentru lac.

Derivațiile e_3 , e_4 (fig. 5.7) – când derivația asigură cerința folosinței F dar nu acoperă pe tot parcursul anului suplimentarea cerută în secțiunea de calcul de pe râul R_2 , se realizează o acumulare pe acest râu, amonte sau aval de punctul de debușare al derivației.

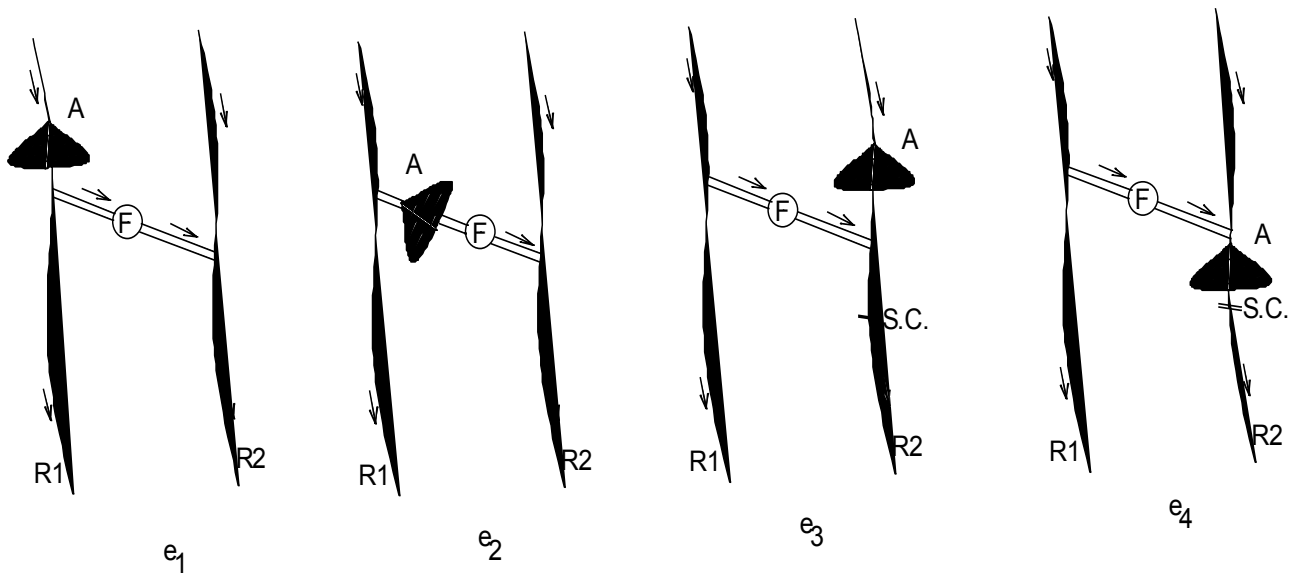


Fig. 5.7

f. Scheme cu derivații funcționând în dublu sens

Când pe cursul de apă nu există nici un amplasament corespunzător pentru realizarea unui lac de acumulare, pentru regularizarea debitelor necesare folosințelor din secțiunea de calcul se realizează o acumulare pe o vale secundară. Aceasta este alimentată în perioadele excedentare din cursul respectiv prin intermediul unei

derivații (gravitaționale sau prin pompare), în perioadele deficitare acoperind pe aceeași cale deficitul (gravitațional).

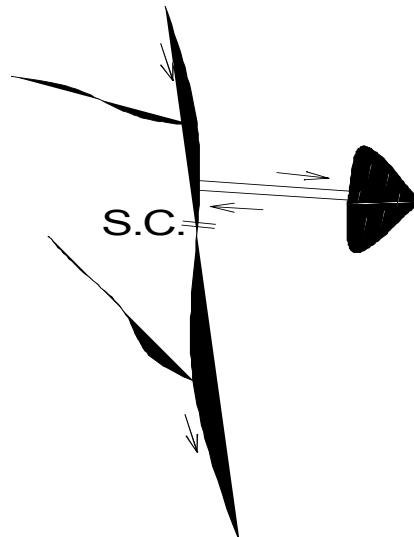


Fig. 5.8

5.3 SCHEMATIZAREA REȚELOR HIDROGRAFICE

Pentru simplificarea și ușurarea calculului de dimensionare a sistemelor hidrotehnice este necesară operațiunea de reducere a rețelilor hidrografice la o formă echivalentă cât mai simplă, în care legăturile între diferitele secțiuni de calcul sunt sistematizate conform unor convenții bine stabilite.

Schema echivalentă cuprinde numai legăturile între secțiunile în care se efectuează bilanțul. Ea nu introduce nici o aproximație suplimentară față de cele efectuate la alegerea secțiunilor de calcul.

Punctele ipotetice situate între două secțiuni de calcul succesive sunt denumite noduri și se amplasează astfel încât între cele două secțiuni să existe un singur nod.

Toți afluenții dintre două secțiuni de calcul succesive intră în același nod, indiferent de modul și punctul lor de vărsare în râul principal. Indiferent că sunt afluenți de stânga sau de dreapta, în nod se vor așeza la stânga afluenții care au mai multe secțiuni de calcul succesive în amonte.

În vederea stabilirii ordinii secțiunilor de calcul s-a introdus noțiunea de rang. Rangul secțiunii de calcul este definit prin numărul de secțiuni succesive care există în aval de ea, inclusiv secțiunea respectivă. Ultima secțiune din aval are deci rangul 1, următoarea spre amonte are rangul 2, etc.

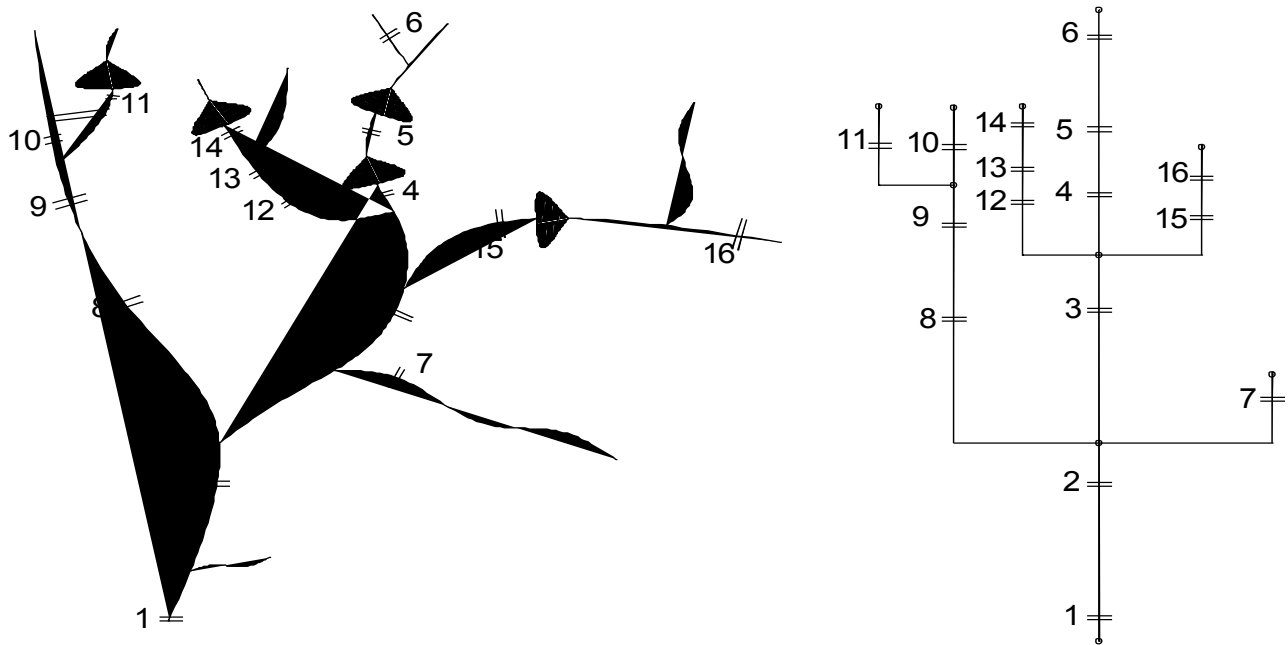


Fig. 5.9

CAP. 6 REGULARIZAREA DEBITELOR

6.1 METODE DE REGULARIZARE

După stabilirea schemei hidrotehnice a sistemului pe baza calculului de bilanț, este necesară regularizarea debitelor cursului natural de apă, adică punerea de acord a regimului sursei – caracterizat de o variație mult mai amplă și neuniformă – cu regimul cerinței de apă a folosințelor.

Regularizarea debitelor reprezintă ansamblul de măsuri și lucrări ingineresti aplicate pe un curs de apă pentru obținerea unor variații cât mai mici ale debitului și a unor repartiții convenabile și dirijate ale scurgerii pe o perioadă de timp avută în vedere.

Prin regularizarea debitelor se previn viiturile și se satisfac necesitățile consumatorilor de apă.

Printre efectele viiturilor de apă sunt de remarcat : inundarea terenurilor agricole fertile situate în lunca râurilor, a căilor de comunicație, a obiectivelor economice și a localităților, colmatarea și degradarea albiilor majoră și principală, modificări ale secțiunilor de scurgere și chiar schimbări ale traseului albiei minore și medii.

Calcululele de regularizare a debitelor apar în cazul schemelor cu lacuri de acumulare și constau în rezolvarea a două probleme :

- dimensionarea : fiind date debitele, să se stabilească volumul necesar al acumulării,

- verificarea : fiind propus volumul lacului de acumulare, să se verifice debitul care poate fi regularizat.

În situația în care debitul mediu al cerinței de apă este egal cu debitul mediu afluent, se realizează o regularizare integrală (completă), iar când debitul mediu al cerinței de apă este mai mic decât debitul mediu afluent regularizarea este parțială (incompletă).

Metodele de regularizare sunt variate, după cum perioada de timp la care se face raportarea este mai mică sau mai mare și după cum debitul cursului de apă este controlat de unul sau mai multe lacuri de acumulare. Ele se pot grupa în metode principale 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. Acumulările sunt caracterizate de volume utile mari, capabile să suplimenteze deficitul anual din anii secetoși cu excedentele din cei ploioși,

- regularizarea anuală, care presupune unul sau mai multe cicluri de umplere - golire a lacului în fiecare an. Acumularea controlează deficitul și excedentele înregistrate în perioadele secetoase sau ploioase ale unui an;

- regularizări sezoniere și zilnice, aplicate în cazul lacurilor de acumulare mici (chiar rezervoare) folosite mai ales pentru satisfacerea cerințelor de apă pentru navigație, irigarea unor suprafețe mici, alimentări cu apă, etc.

b. Metode speciale de regularizare :

- regularizarea în trepte, aplicată în situația când un singur lac de acumulare nu poate controla debitele pe întregul curs de apă și de aceea schema hidrotehnică cuprinde mai multe acumulări dispuse în serie (în cascadă);

- regularizarea prin compensare, utilă pentru armonizarea debitelor cerinței cu debitul afluent într-o secțiune de calcul controlată de o acumulare de compensare, situată amonte, pe un afluent al cursului principal;

- regularizarea dispecer, care, pe baza unui grafic-dispecer (întocmit în urma unor calcule), stabilește debitele regularizate în diferite perioade ale anului.

6.2. REGULARIZARE PENTRU SATISFACEREA CERINȚEI UNEI FOLOSINȚE

6.2.1. Acumulări de regularizare

Regularizarea debitelor lichide, în cazul în care secțiunea de calcul coincide cu secțiunea lacului de acumulare, presupune următoarele etape:

- a. determinarea excedentelor și deficitelor,
- b. determinarea variației volumelor în lacul de acumulare,
- c. determinarea volumului necesar a fi acumulat pentru acoperirea cerinței de apă.

a. Determinarea deficitelor și excedentelor se face pe baza ecuației:

$$\Delta = Q_a - Q_s \quad (6.1)$$

unde:

Q_a – debitul mediu afluent pe perioada considerată (zi, lună, an, etc.),

Q_s – debitul cerinței de apă.

Valorile pozitive ale mărimii Δ caracterizează perioadele cu excedent, iar valorile negative corespund perioadelor deficitare.

Pentru întreg șirul de valori Q_a , respectiv Q_s , se obține un șir de valori Δ , atât pozitive cât și negative.

b. Pentru determinarea variației volumelor în lacul de acumulare, calculul se efectuează tabelar, astfel :

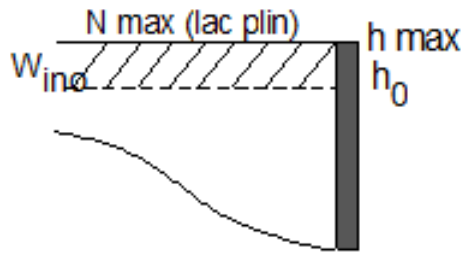


Fig. 6.1

La începutul unui interval de calcul (t_0) de durată t , nivelul în lacul de acumulare este h_0 . Din curba variației volumelor lacului de acumulare $W(H)$ se scoate valoarea volumului de apă cuprins între h_0 și h_{max} , volum care se notează cu W_{ino} (volumul care inițial - la t_0 - lipsește din lac). La sfârșitul intervalului (t_1), volumul de apă final W_{f1} și nivelul h_1 în lacul de acumulare sunt determinate de mărimea Δ_1 calculată pentru acest interval :

$$W_{f1} = W_{ino} - \Delta_1 \cdot t \quad (6.2)$$

$$t = t_1 - t_0 \quad (6.3)$$

Pentru următorul interval de calcul, drept volum inițial se consideră valoarea volumului final obținut anterior, și așa mai departe pentru toate intervalele care compun perioada sezonieră, anuală sau multianuală.

În funcție de valoarea mărimii Δ pot apărea următoarele situații :

1 - mărimea $\Delta > 0$ (bilanț pozitiv), adică debitele afluențe depășesc cerința de apă. Volumul final W_{f1} în acest caz poate fi :

- $W_{f1} < W_{ino}$, surplusul de debit rămas după satisfacerea cerințelor fiind reținut de lacul de acumulare ($0 < W_{f1} < W_{ino}$); nivelul corespunzător acestui volum (h_1) este mai mic decât nivelul maxim al lacului. Pentru intervalul următor $W_{ino} = W_{f1}$

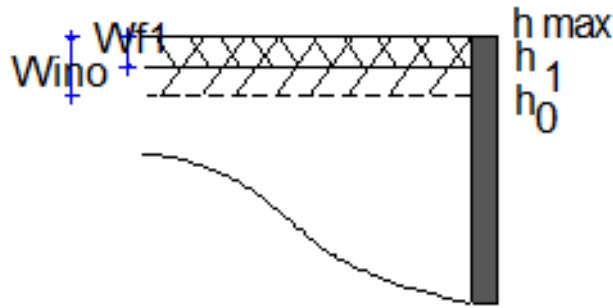


Fig. 6.2

- $W_{f1} < 0$, ceea ce înseamnă că din debitul afluent este satisfăcută cerința de apă, lacul de acumulare este umplut până la nivelul maxim, dar rămâne și o parte din debit care trece în aval (deversează; fig.6.3)). În acest caz, volumul inițial pentru următorul interval de calcul $W_{in1} = 0$, adică situația corespunzătoare lacului plin.

2 - mărimea $\Delta < 0$ (bilanț negativ), debitele afluate sunt mai mici decât cerința de apă. În acest caz :

$$W_{f1} = W_{ino} - (-\Delta) \cdot t > W_{ino} \quad (6.4)$$

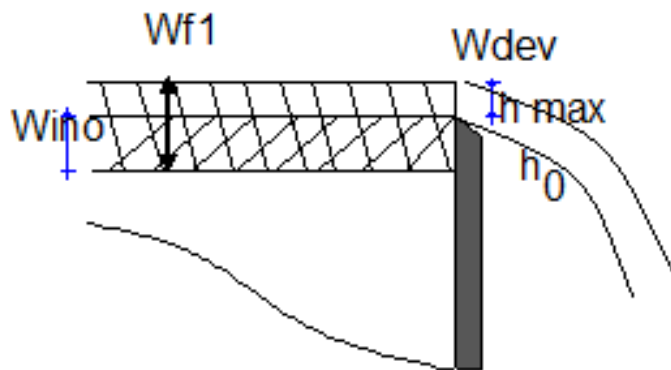


Fig. 6.3

Nivelul lacului de acumulare (h_1) scade deci sub nivelul inițial h_0 (fig. 6.4). Pentru următorul interval :

$$W_{in1} = W_{f1} \quad (6.5)$$

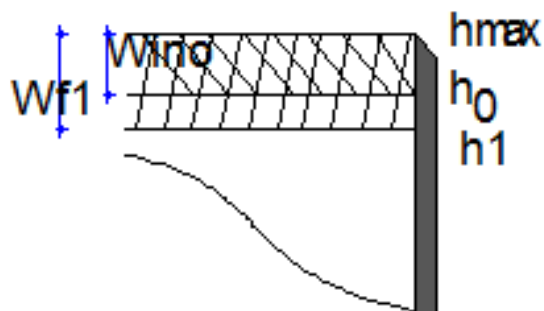


Fig. 6.4

După efectuarea tuturor calculelor, este indicat ca valoarea finală a șirului de valori W_f să fie egală cu valoarea inițială (cu care s-a început calculul) W_{ino} . În caz contrar, se reiau calculele prin aproximări

successive, introducând drept valoare inițială W_{ino} valoarea finală obținută anterior.

c. Volumul necesar a fi acumulat pentru acoperirea cerinței de apă (W_{util}) reprezintă tocmai valoarea maximă W_{max} din șirul de valori W_{ino} , W_{fi} calculate pentru întreaga perioadă de regularizare, și este chiar volumul util al lacului de acumulare. Pentru a exista certitudinea cuprinderii tuturor perioadelor definite, perioada de timp avută în vedere în calcule este anul hidrologic 1 aprilie (anul precedent) – 31 martie (anul curent).

6.2.2. Acumulări de compensare

În situația utilizării acumulărilor de compensare, situate amonte de secțiunea de calcul, pe unul dintre afluenții cursului principal, regularizarea debitelor lichide trebuie să țină seama de faptul că, dacă în perioadele deficitare volumele prelevate din lac sunt utilizate la acoperirea deficitului înregistrat în secțiune, în perioadele excedentare lacul de acumulare reține doar debitul natural afluent (mai puțin cel al scurgerii salubre) de pe afluentul pe care se află amplasat.

Calculul de regularizare cuprinde în acest caz următoarele etape :

- a. determinarea excedentelor și deficitelor în secțiunea de calcul (a folosinței F),
- b. compararea excedentelor din secțiunea de calcul cu debitele afluate în acumulare,

c. determinarea variației volumelor în lacul de acumulare,
 d. determinarea volumului necesar (care trebuie acumulat) pentru satisfacerea cerinței de apă.

a. Prima etapă cuprinde calculul de bilanț în secțiunea folosinței (F) și în secțiunea acumulării (A), pentru fiecare interval considerat (zi, lună sau an).

Excedentele sau deficitele sunt date de :

$$\Delta = Q_a - Q_s \quad (6.6)$$

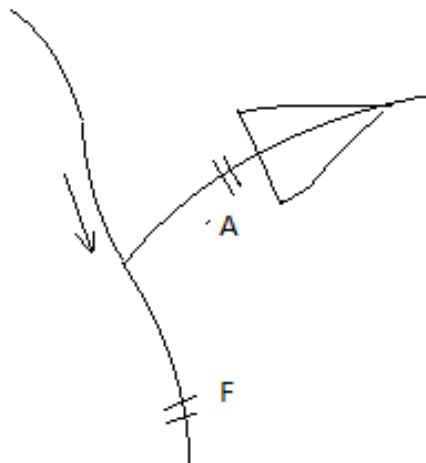


Fig. 6.5

Debitele disponibile în secțiunea acumulării :

$$Q_{adA} = Q_{aA} - Q_{ds} \quad (6.7)$$

unde:

Q_{adA} - debitul afluent disponibil în secțiunea A,

Q_{aA} - debitul afluent natural în secțiunea A,

Q_{ds} - debitul scurgerii salubre.

b. Faza a doua constă în compararea excedentelor din secțiunea de calcul F ($\Delta > 0$) cu debitul afluent disponibil din secțiunea acumulării (Q_{adA}). Din această comparație se poate determina cota parte din debitul afluent în acumulare ce poate fi înmagazinată în lac. Mărimea aceasta este Δ .

$$\text{Dacă} \quad \Delta \geq Q_{adA}, \quad (6.8)$$

pentru acoperirea cerinței de apă din secțiunea de calcul nu este necesar debitul defluent din acumulare. Ca urmare, debitul Q_{adA} poate fi reținut în lac - notația fiind Δ' :

$$\Delta' = Q_{adA} \quad (VI.9)$$

$$\text{Dacă} \quad \Delta < Q_{adA}, \quad (VI.10)$$

debitul afluent în acumulare poate fi reținut doar într-o cotă parte, mărimea acesteia fiind chiar excedentul din secțiunea de calcul :

$$\Delta' = \Delta \quad (6.11)$$

Prin urmare, partea din debitul afluent în acumulare ce poate fi înmagazinată este :

$$\Delta' = \min(\Delta, Q_{adA}) \quad (6.12)$$

c. și d. Următoarele faze ale calculului de regularizare (determinarea variației volumelor de apă în lacul de acumulare și determinarea volumului necesar - care trebuie acumulat) decurg la fel ca

în cazul acumulărilor de regularizare, în locul șirului de valori ale mărimii Δ introducându-se șirul de valori ale mărimii Δ' .

6.3 REGULARIZAREA PENTRU SATISFACEREA CERINȚELOR MAI MULTOR FOLOSINȚE

Această metodologie a calculului de regularizare al debitelor lichide, atât în cazul acumulărilor de regularizare cât și în cel al acumulărilor de compensare, prezintă câteva aspecte caracteristice situațiilor concrete în care se aplică .

a) În cazul cel mai frecvent, de altfel, în care se cere satisfacerea cerinței de apă cu un anumit grad de asigurare $p\%$, volumul util al lacului de acumulare se stabilește astfel :

- se clasează în ordine crescătoare volumele calculate conform metodologiei descrise, valoarea cea mai mare având numărul de ordine n , iar cea mai mică numărul de ordine 1,
- se calculează gradul de asigurare al fiecăreia dintre aceste valori, folosind una dintre relațiile cunoscute :

$$p\% = \frac{i - 0.3}{n + 0.4} \cdot 100, \text{ de unde :} \quad (6.13,14)$$
$$i = \frac{p\%}{100} (n + 0.4) + 0.3$$

notații :

i – numărul de ordine în șirul de volume calculate și clasate crescător,

n – numărul de volume din șir.

- valoarea W care are numărul de ordine „ i ” și este corespunzătoare gradului de asigurare cerut este volumul util al lacului de acumulare [se poate lucra și pe un grafic $W(p\%)$, în care se intră cu asigurarea $p\%$ a folosinței avute în vedere și se citește volumul util al acumulării care poate satisface respectiva folosință].

b) În cazul existenței mai multor folosințe dispersate deservite de aceeași acumulare, metodologia de calcul este asemănătoare, deficitele/excedentele calculându-se însă diferit, fie prin modul cumulativ de calcul al sistemului, fie separativ. În urma acestor calcule reiese posibilitatea regularizării debitelor prin intermediul unei singure acumulări sau prin acumulări în serie (cascadă - caz în care metodologia de calcul este diferită).

c) În cazul existenței unui grup de folosințe cu grade de asigurare diferite, volumul util al acumulării (sau acumulărilor) se determină astfel încât să îndeplinească următoarele condiții :

- să permită satisfacerea tuturor folosințelor suprapuse (simultan) cu asigurarea cea mai mică;

- dacă se grupează cele (n) folosințe în ordinea crescândă a asigurărilor (p_1 corespunzând folosinței 1, cu gradul de asigurare

cel mai mic), volumul util de acumulare să permită satisfacerea ultimelor $n-1$ folosințe simultan cu asigurarea p_2 , a ultimelor $n-2$ folosințe simultan cu asigurarea p_3 , etc., astfel încât ultima folosință (cu gradul de asigurare cel mai mare, p_n) să fie satisfăcută la această asigurare. De exemplu, dacă o acumulare deservește amenajări de irigații $p_1=80\%$, hidroenergetice $p_2=90\%$ și alimentări cu apă industrială $p_3=97\%$, volumul util pentru satisfacerea acestor folosințe se alege astfel încât:

- să satisfacă cerințele de apă cumulate ale celor trei folosințe cu asigurarea de 80%;
- să satisfacă cerințele de apă cumulate ale hidroenergiei și alimentării cu apă cu asigurarea de 90%;
- să satisfacă cerința de apă a alimentării cu apă cu asigurarea de 97%.

Prin urmare, volumul util de apă al acumulării va fi cel corespunzător situației celei mai defavorabile.

Calculul de regularizare a debitelor lichide se pot efectua atât prin metoda analitică cât și prin metode grafice.

6.3.1 Calculul volumelor caracteristice ale lacurilor de acumulare

De obicei lacurile de acumulare au folosință complexă (pentru consumatori de apă și atenuarea viiturilor) și de aceea ele trebuie să conțină toate volumele caracteristice:

- volumul mort,
- volumul util,
- volumul destinat atenuării viiturilor,
- volumul de siguranță.

Există și lacuri de acumulare care nu au toate aceste volume (de exemplu, lacurile nepermanente pot avea numai volumul destinat atenuării viiturilor și volumul de siguranță).

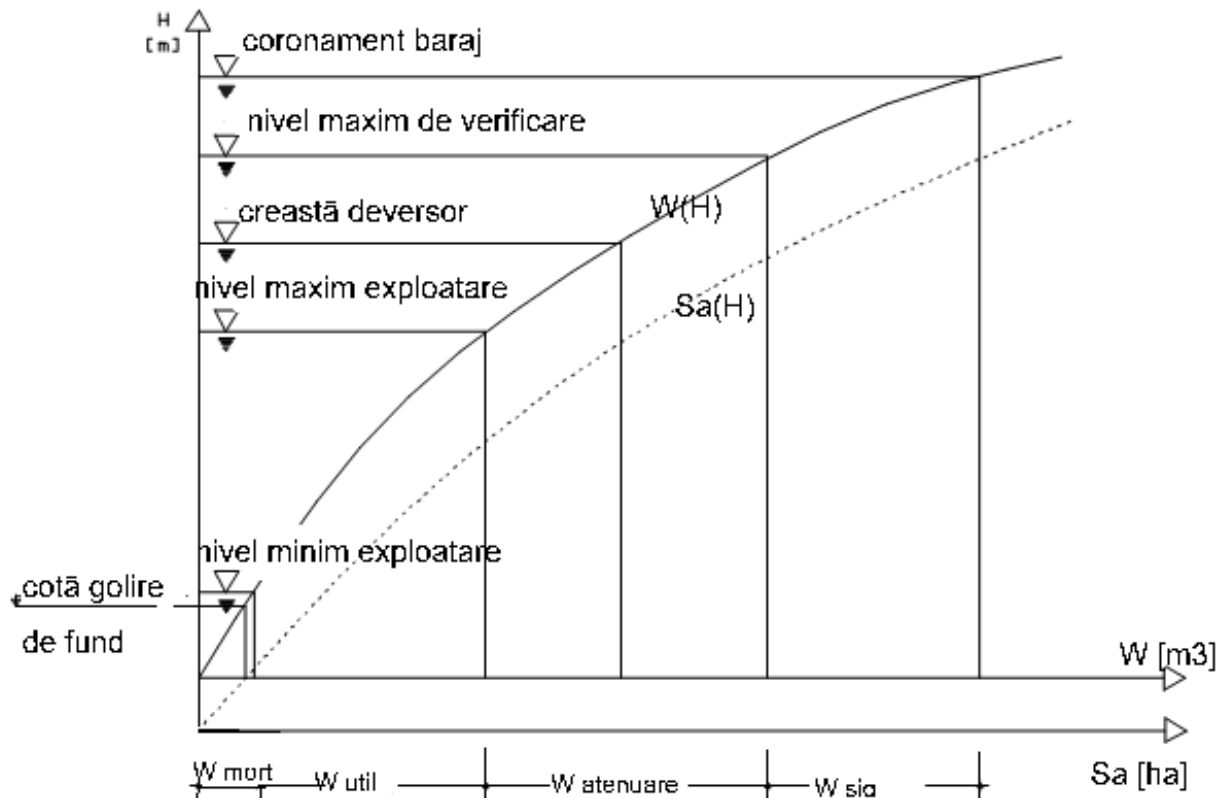


Fig. 6.6 Volumele unei acumulări

Volumul mort – reprezintă partea inferioară a acumulării, destinată acumulării debitului solid (colmatării) și asigurării unei adâncimi minime pentru cerințe sanitare. Volumul mort este delimitat la partea superioară de cota prizei de apă pentru consumatori (nivelul minim de exploatare). Are o parte neevacuabilă (sub cota golirii de fund) și una evacuabilă.

Volumul util – Este partea din volumul acumulării destinată satisfacerii consumatorilor de apă și este delimitat la partea superioară de nivelul maxim de exploatare (nivel maxim de reținere permanentă). În volumul util se cuprinde și așa-zisul ”volum de corecție” destinat acoperirii pierderilor de apă prin evaporare și infiltrare, pierderilor de exploatare precum și acoperirii erorilor de calcul hidrologic și de bilanț al debitelor și asigurării debitului de servitute în albia aval de baraj.

Volumul de atenuare – este situat de la cota volumului util până la nivelul viiturii de calcul (sau până la nivelul maxim de verificare). Dacă nivelul maxim de exploatare este situat sub creasta deversorului atunci volumul de atenuare se poate diviza în *volum de protecție* (până la creasta deversorului – nivel normal de retenție) și *volum de atenuare propriuzis* (între creasta deversorului și nivelul viiturii de calcul).

La acumulările nepermanente (destinate doar atenuării viiturilor) partea neevacuabilă din volumul mort lipsește.

Volumul cuprins între nivelul viiturii de calcul și coronamentul barajului - volumul de siguranță - este un volum de gardă care nu este destinat acumulării de apă în condiții normale de exploatare.

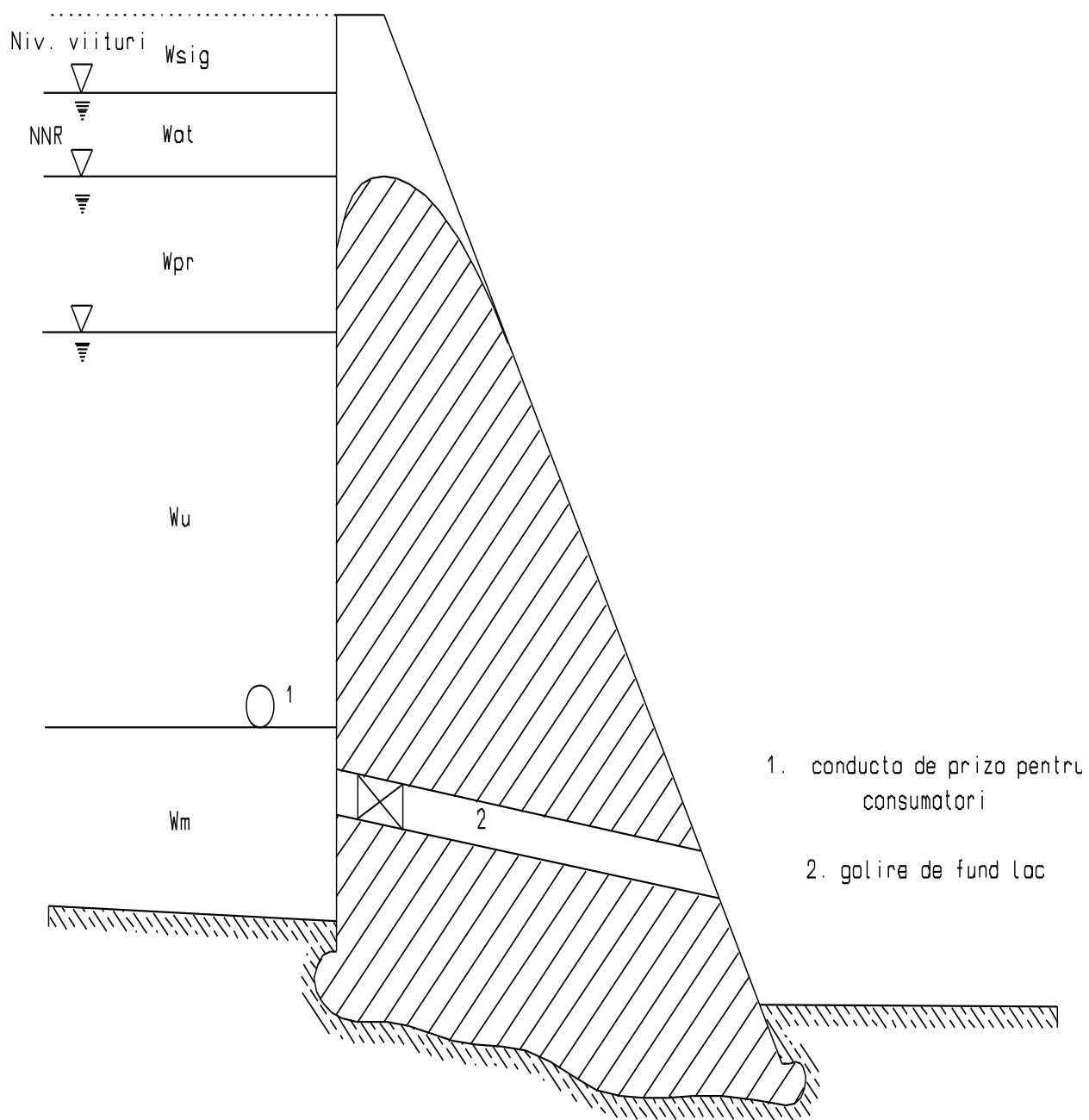


Fig. 6.7

Înălțimea barajului se stabilește însumând înălțimile aferente volumelor amintite de mai sus. Înălțimea de siguranță este numită și înălțime de gardă pentru valuri (în condiții normale de exploatare, compusă din ridicarea generată a nivelului apei pe timp de vânt (s_0), înălțime de deferlare a valurilor și înălțimea suplimentară).

În condiții excepționale de exploatare înălțimea de siguranță este diferența între cota viiturii de verificare și cota viiturii de calcul, la care se adaugă înălțimea suplimentară de mai sus (numită și rezervă de construcție).

Dintre cele două înălțimi de siguranță se alege cea mai mare, care se adaugă la înălțimea viiturii de calcul și se determină cota finală a coronamentului barajului.

Tabelul 6.1

Înălțimea suplimentară (rezerva de construcție)	0,7m	0,5m	0,4m	0,3m
Clasa de importanță a lucrării	I	II	III	IV

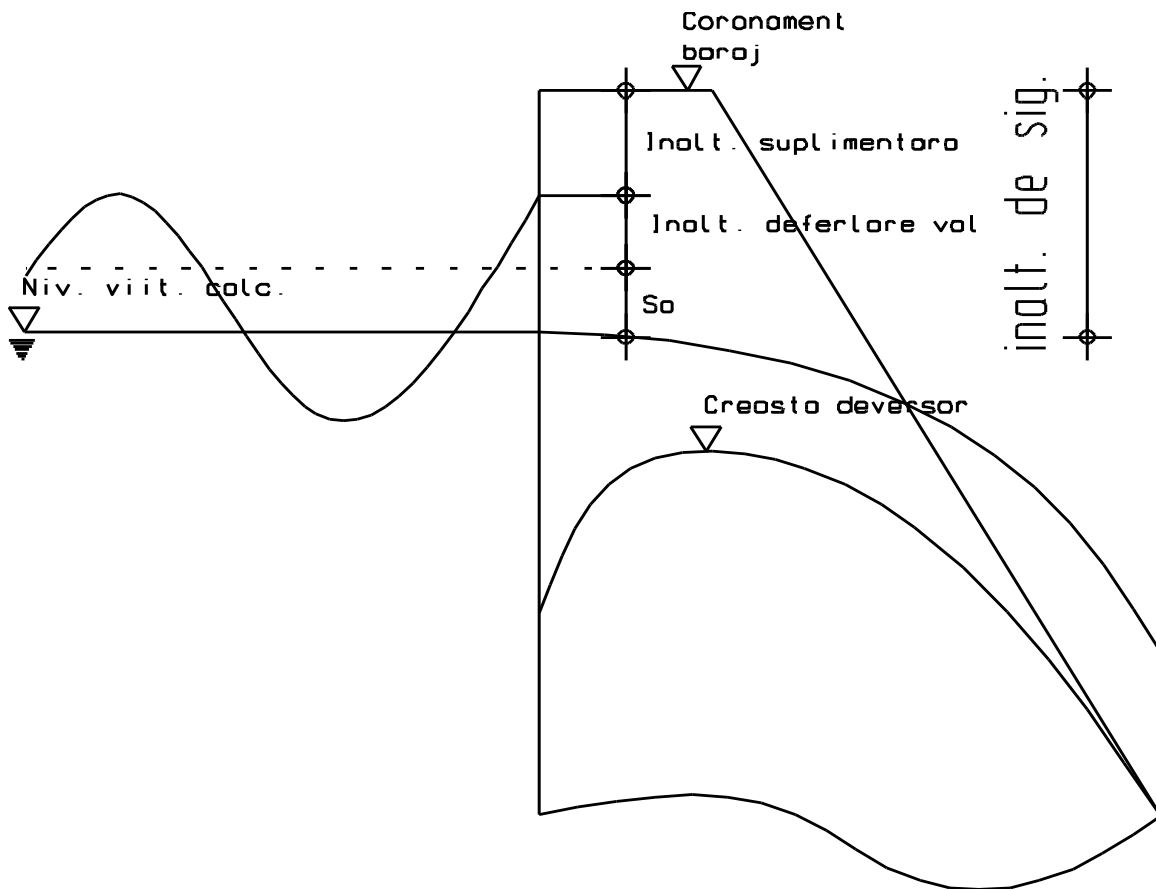


Fig. 6.8

6.3.1.1 Volumul mort

Volumul mort reprezintă 10÷40% din volumul total al acumulării. Nivelul volumului mort (N.V.M.) depinde de destinația acumulării și de cota de colmatare estimată.

În cazul producerii de hidroenergie este util ca N.V.M. să fie cât mai ridicat 25÷35% din nivelul maxim de exploatare.

O cotă ridicată a N.V.M. este necesară și în cazul utilizării apei din lac pentru irigații și pentru alimentări cu apă. În cazul lacurilor pentru

atenuarea viiturilor N.V.M. trebuie să fie cât mai scăzut pentru a crea un volum suficient de înmagazinare a apei aduse în lac de viituri.

Adâncimea minimă a lacului la nivelul volumului mort trebuie să fie de 1,5-2,5m.

Volumul mort se stabilește în primul rând în funcție de cerințele de exploatare ale lacului (care impun un anumit nivel minim), în al doilea rând în funcție de cerințele sanitare (legate de adâncimea minimă în lac) și în al treilea rând în funcție de procesul de colmatare (care afectează capacitatea totală a acumulării).

Determinarea volumului de colmatare se face în două cazuri:

- când există observații directe asupra debitelor solide,
- când nu există observații asupra debitelor solide.

Când avem observații se folosește relația:

$$w_a = \frac{\bar{\rho} \cdot V_0 \cdot T \cdot g}{1000 \cdot \gamma_a} \quad [\text{m}^3] \quad (6.15)$$

în care:

$\bar{\rho}$ - turbiditatea medie anuală [g/m^3]

γ_a – greutatea specifică a aluviunilor [kg/m^3]

V_0 – volumul normal anual al scurgerii lichide afluate [m^3]

T – durata de funcționare a acumulării (ani)

g – coeficient de corecție privind fracțiunea din volumul scurgerii solide anuale care rămâne în lac

$g = 0,9 \div 0,95$ când se barează întreaga albie majoră

$g = 0,2 \div 0,6$ când nu se barează toată albia majoră

$g = 0,1 \div 0,2$ când acumularea este făcută pe o derivație

$$\bar{\rho} = 10^4 \alpha \sqrt{i} \quad [\text{g/m}^3] \quad (6.16)$$

în care:

i – panta râului barat (%)

α – coeficient în funcție de rezistența la eroziune a solului în bazinul de recepție:

$\alpha = 0,5 \div 1$ pentru sol foarte greu erodabil

$\alpha = 1 \div 2$ pentru sol cu rezistență mare la eroziune

$\alpha = 2 \div 3$ pentru sol cu rezistență medie la eroziune

$\alpha = 3 \div 5$ pentru sol ușor erodabil

$\alpha = 5 \div 10$ pentru sol foarte ușor erodabil

Când nu există observații, determinarea volumului de colmatare se face:

- prin analogie cu alte cursuri de apă și lacuri de acumulare,
- prin aproximare,
- prin formule empirice.

Metoda de calcul aproximativ a volumului de colmatare pentru lacuri de acumulare mici, din zona colinară (metoda Băloiu Vasile-Giurma Ion, elaborată prin cercetări în bazinul hidrografic Bahlui):

$$W_a = T \sum_{i=1}^n z_i e_i \quad [\text{m}^3] \quad (6.17)$$

în care:

W_a – volumul de colmatare [m^3]

T – durata de exploatare a acumulării [ani]

z_i – suprafața zonei de influență a lacului caracterizată de eroziunea specifică medie influență e_i [ha]

e_i – eroziunea specifică medie influență (debit solid anual ajuns în acumulare), care este cantitatea medie de aluviuni ajunsă în lac pe timp de un an de pe un hectar din zona z_i [$m^3/ha \cdot an$].

Există șase grupe de zone de influență:

- zonă de influență excesivă (e_i peste $20 m^3/ha \cdot an$),
- zonă de influență foarte mare ($e_i = 15 \div 20 m^3/ha \cdot an$),
- zonă de influență mare ($e_i = 10 \div 15 m^3/ha \cdot an$),
- zonă de influență medie ($e_i = 5 \div 10 m^3/ha \cdot an$),
- zonă de influență moderată ($e_i = 1 \div 5 m^3/ha \cdot an$),
- zonă de influență mică ($e_i < 1 m^3/ha \cdot an$).

6.3.1.2 Volumul util

Volumul util al acumulării este compus din *volumul net (utilizabil)* pentru consumatori și debit de servitute în albia râului aval de baraj și *volumul de corecție* (stabilit în funcție de pierderile de apă prin evaporație, infiltrație, îngheț, exploatare și de erorile posibile în calculele hidrologice și de gospodărire a apelor).

Volumul de corecție se determină prin suma volumelor evaporate, infiltrate, înghețate, a pierderilor de exploatare și a posibilelor erori de calcul.

Volumul pierderilor prin evaporare se poate determina în cazul când există observații directe și în cazul când nu există observații privind evaporația.

Când nu avem observații directe se pleacă de la ideea că evaporația depinde de suprafața luciului de apă pe care se produce evaporația, de temperatură, de umiditate și de viteza vântului (formula Davidov):

$$z = 15D^{0,8}(1 + 0,125W) \quad (6.18)$$

z - coloană de apă evaporată [mm/lună]

$$D = \frac{100 - U_r}{U_r} \quad (6.19)$$

D - deficitul de umiditate lunar

U_r – umiditatea relativă a aerului

W – viteza vântului [m/s]

Valoarea z se transformă în m/lună și se înmulțește cu suprafața luciului de apă (S_a) rezultând volumul [în m^3] pierdut lunar prin evapotație. Pentru o mai mare precizie, din valoarea lui z se scad precipitațiile cu asigurarea de 80% căzute pe suprafața lacului în luna respectivă.

La noi în țară evaporațiile au valori cuprinse între 564÷880 mm/an.

Evaporațiile pot fi corectate în funcție de lungimea lacului și de adâncimea apei.

Evaporațiile pot fi reduse prin reducerea vitezei vântului prin amplasarea lacului pe o direcție perpendiculară pe direcția vânturilor dominante sau prin perdele forestiere înalte plantate pe maluri.

Volumul pierderilor prin infiltrații depinde de structura geologică a amplasamentului (existența straturilor permeabile; zonele carstice sunt total nefavorabile acumulărilor) și de nivalul apelor subterane (un nivel foarte scăzut împreună cu permeabilitatea straturilor favorizează infiltrații intense).

Pierderile prin infiltrații sunt de trei tipuri:

- pierderi prin corpul barajului și pe la instalațiile de golire (neetanșeității ale vanelor),
- pierderi pe sub baraj și pe lângă baraj (în zonele de încastrare în malurile văii),
- pierderi prin fundul și malurile lacului.

Pierderile din prima categorie sunt practic reduse și depinde de soluția tehnică aleasă pentru baraj.

Pierderile din a doua și a treia categorie pot fi uneori foarte mari și depind de presiune (coloana de apă), de natura terenului (nefavorabile sunt nisipurile, pietrișurile, loessul, calcarul, ghipsul), de fenomenele tectonice, de eventuala înclinare a straturilor permeabile spre bazinele hidrografice vecine și de nivelul apelor subterane.

Pierderile prin infiltrație se pot determina prin utilizarea teoriei infiltrării și a curgerii apelor subterane sau prin diverse metode aproximative stabilite de cercetători. (în literatura de specialitate sunt prezentate astfel de metode).

Se pot aproxima următoarele pierderi prin infiltrație (după condițiile hidrogeologice ale amplasamentului acumulării):

- pentru condiții hidrogeologice bune (teren impermeabil, stratificație favorabilă și nivel ridicat al straturilor acvifere): 0,5÷1%/lună sau 5÷10%/an din volumul acumulării sau 0,3m/an sau 1÷2mm/zi.

- pentru condiții hidrogeologice medii: 10÷20%/an sau 1÷1,5%/lună din volumul acumulării sau 0,5÷1m/an sau 2÷3mm/zi.

- pentru condiții hidrogeologice rele: 20÷40% anual sau 1,5÷3%/lună din volumul acumulării sau 1÷2m/an sau 3÷4mm/zi.

Pierderile prin infiltrații se reduc în timp prin înămolirea cu aluviuni fine a straturilor permeabile.

Măsurile tehnice de reducere a acestor pierderi sunt foarte costisitoare și se aplică doar în cazuri foarte importante (impermeabilizări ale fundului lacului, injectarea rocilor fisurate, colmatarea artificială a fundului cu suspensii de argilă, etc.).

Volumul pierderilor prin îngheț se referă la volumul de apă care îngheață în lac pe timp de iarnă și devine inaccesibilă consumatorilor (dar care primăvara se topește). Acest volum se stabilește cunoscând

suprafața luciului apei din perioada de iarnă și grosimea stratului de gheață ce se formează în amplasamentul lacului (se utilizează observații în teren și măsurători la stațiile hidrometrice cele mai apropiate).

Volumul pierderilor de exploatare se referă la neetanșeitățile sistemelor de golire ale lacului și se poate determina în funcție de lungimea garniturilor neetanșe sau de presiunea apei în zona vanelor de golire.

Volumul de apă necesar acoperirii unor eventuale erori de calcule hidrologice se apreciază (în funcție de importanța consumatorului) ca fiind de circa. 5÷10% din volumul util – în cazul folosinței, irigații” sau de circa. 30% din volumul util al acumulării – în cazul folosinței „alimentări cu apă”.

Volumul net (sau utilizabil) se stabilește ținând seama de cerințele consumatorilor care iau apă direct din lac și de necesitatea asigurării unui debit de servitute în albia râului aval de baraj (debit minim care trebuie lăsat să curgă în albie în aval de baraj).

Debitul de servitute trebuie să satisfacă următoarele probleme:

- debitul minim salubru (asigură o viteză de minim 0,3m/s în albie),
- debitul de diluție (necesar antrenării reziduurilor deversate în râu prin sistemele de canalizare care nu au stații de epurare și asigurării unei calități și cantități corespunzătoare a apei pentru consumatorii din aval),

- debitul minim piscicol (asigură în albie adâncimi de minim 0,3m și zone de refugiu iarna la 50÷100m distanță între ele cu adâncimi de 1÷1,5m).

Debitul de servitute se ia egal cu cel mai mare dintre cele trei debite de mai sus.

Partea din volumul net necesară acoperirii cerințelor consumatorilor care iau apă direct din lac se poate determina prin calcule analitice sau pe cale grafică.

Pe cale analitică se face un bilanț (comparație) între debitele (volumele) afluate în lac în regim natural și debitele (volumele) necesare consumatorilor și asigurării debitului de servitute în albia râului aval de baraj.

Valorile debitelor afluate în regim natural se iau cu aceeași asigurare de calcul cu a folosințelor interesate (dacă folosințele au mai multe asigurări – de exemplu 80%, 90%, 95% și 97% - se va lucra cu asigurarea care acoperă toți consumatorii- în exemplul anterior 80%).

Calculul se poate face tabelar

- pentru calculul pe mai mulți ani tabelul se va extinde pe verticală atât cât este necesar,

- debitul (Q) afluent este cel adus de râu în lac,

- debitul defluent este cel prelevat pentru consumatori și pentru asigurarea debitului de servitute în albia râului aval de baraj la care se adaugă debitele pierdute (vezi mai sus),

- la calculul volumelor se are in vedere numarul de secunde dintr-o luna medie (30,4 zile),

Tabelul 6.2

Luna	Q (m ³ /s)		Volum (10 ⁶ m ³)		Volum cumulat (10 ⁶ m ³)		Diferențe (10 ⁶ m ³)		Volum de apă în lac (10 ⁶ m ³)
	aflu ent	deflu ent	afl. defl.	afl. defl.	“+” “-”	“+” “-”	“+” “-”	“-”	
Ian.									
Febr.									
Mart									
Apr.									
Mai									
Iun.									
Iul.									
Aug.									
Sept.									
Oct									
Noi									
Dec.					T ₃	T ₄			
Total	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄					

Notă: $T_1 \geq T_2$ și $T_3 \geq T_4$ (6.20)

- volumele cumulate afluate se considera pozitive iar cele defluente negative,

diferențele între volumele cumulate afluate și defluente se trec în coloana celor pozitive sau negative după caz ; diferențele pozitive semnifică excedente de apă iar cele negative, deficite de apă,

se caută valoarea diferenței maxime negative – care corespunde lunii în care volumul util al lacului este gol (deficit de apă maxim),

se caută valoarea diferenței maxime pozitive – care corespunde lunii în care volumul util al lacului este plin (excedent de apă maxim),

se calculează volumul de apă existent în lac după următoarea regulă : la valoarea diferenței maxime negative (luată în modul) diferențele pozitive se adună ; din valoarea diferenței maxime negative (luată în modul) diferențele negative se scad,

- în luna în care a existat diferența maximă pozitivă (excedent de apă maxim) se obține valoarea volumului util al lacului iar în luna în care a existat diferența maximă negativă (deficit de apă maxim) se obține valoarea zero, volumul util al lacului fiind gol.

Calculul de mai sus presupune o regularizare completă (se utilizează întregul volum de apă afluent). În cazul unei regularizări incomplete o parte din debitul (volumul) afluent va deversa (sau va fi evacuat prin golirea de fund a acumularii).

Pentru calculul volumului net (utilizabil) pe cale grafică (în cazul regularizărilor anuale sau multianuale) se utilizează curbele integrale ale debitelor aflente și ale debitelor necesare de prelevat din acumulare (consumatori + debit de servitute).

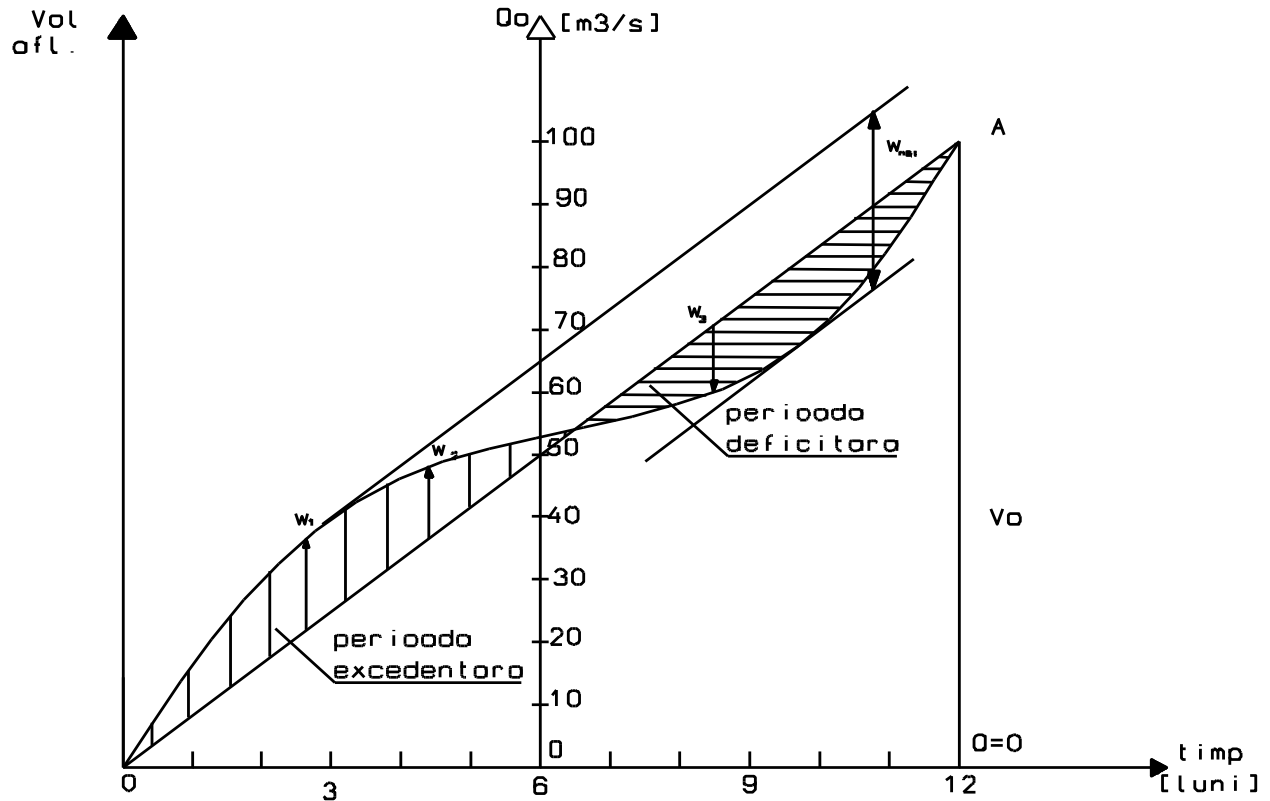


Fig. 6.9

Pe curba integrală de mai sus s-a determinat volumul util net (W_{net}) în cazul unei regularizări anuale complete la care debitul necesar consumatorilor și asigurării debitului de servitute a fost uniform (constant) și egal cu Q_0 (debitul mediu al râului) ; determinarea a constat

în ducerea de tangente paralele cu direcția debitului livrat din lac - Q_0 – în punctele de maxim și de minim ale curbei integrale a debitelor afluențe și măsurarea pe verticală – la scara hotărâtă pentru volume – a distanței între aceste tangente, care este chiar W_{net} .

Cuplând utilizarea curbei integrale (pe care citim volumele existente în lac în fiecare lună) cu curba caracteristică a acumularii $W(H)$ se poate cunoaște nivelul apei în lac în fiecare lună.

Curba integrală se mai poate desena și folosind direct scara radială a debitelor și plasând pe fiecare interval de timp (de exemplu: 1 zi, 10 zile, 1 lună) un segment paralel cu direcția corespunzătoare debitului mediu scurs în acel interval (fig. 6.10).

În cazul unei regularizări incomplete (când debitul total necesar defluent Q_d este mai mic decât debitul mediu afluent Q_0) situația se prezintă ca în desenul următor (situația prezentată corespunde unui debit defluent constant).

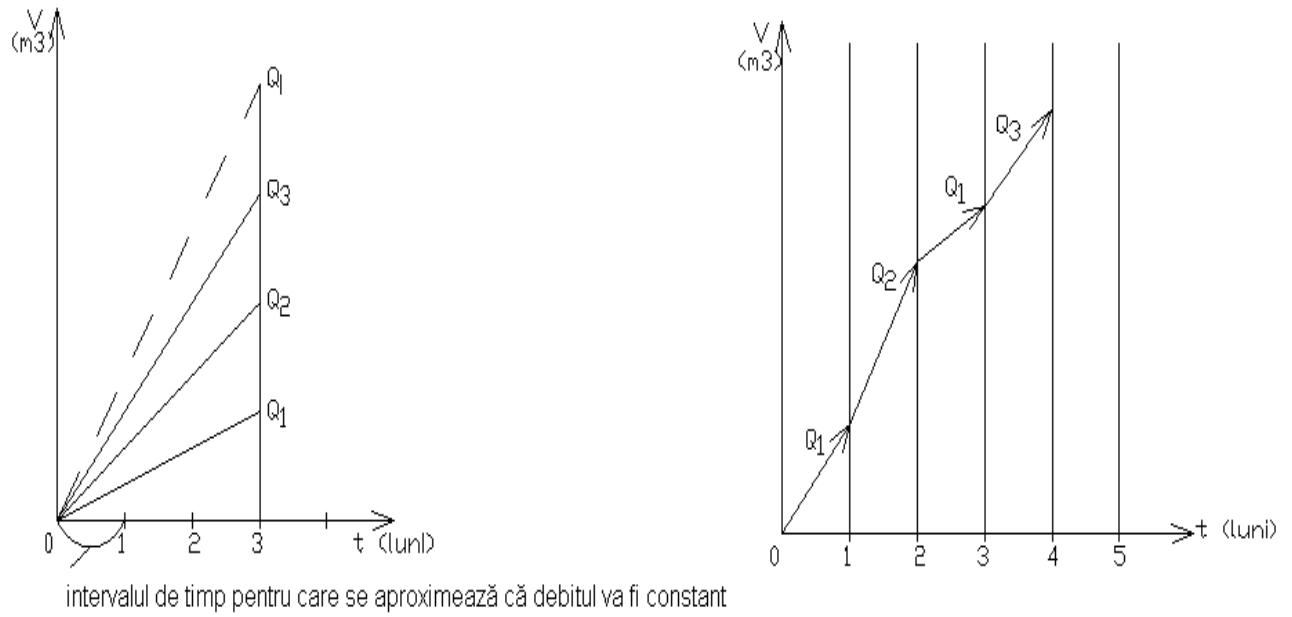


Fig. 6.10

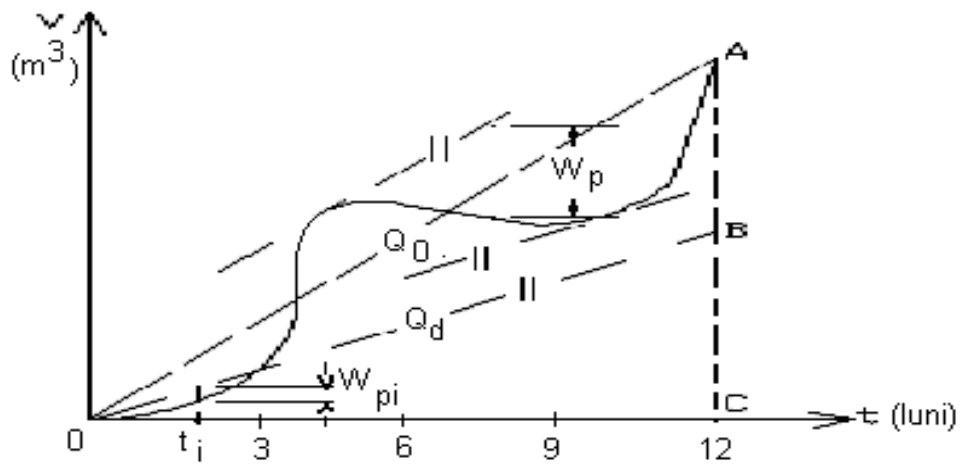


Fig. 6.11

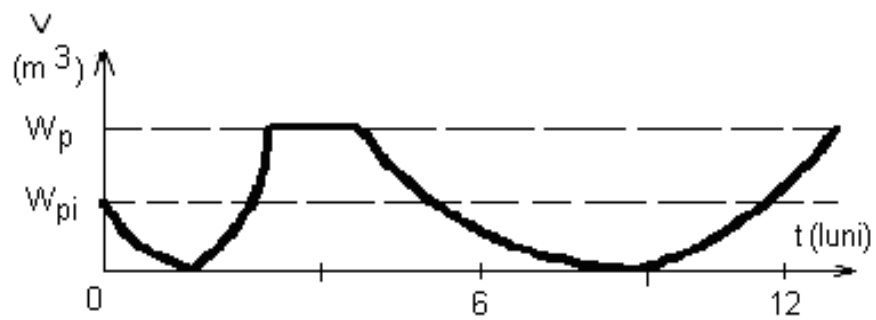


Fig. 6.12

În care:

W_p – volum net utilizabil necesar regularizării incomplete cu debitul Q_d ,

W_{pi} – volum inițial ce trebuie să existe în lac la începutul anului (peste cota volumului mort) pentru a face față golirii din momentul t_1 .

În practică rareori debitul defluent este constant, el având variații legate de cerințele consumatorilor. Ca atare curba integrală a debitului defluent nu este o dreaptă ci o curbă oarecare. Construind-o în același sistem de coordonate cu curba integrală a debitului afluent se poate obține volumul net (utilizabil) pentru acumulare în felul următor:

- se translatează pe verticală curba integrală a consumului (debitului defluent) până devine tangentă la curba integrală a debitului afluent în partea superioară și apoi în partea inferioară
- se măsoară distanța – pe verticală – între cele două poziții ale curbei consumului, care este tocmai volumul net.

W_{net} în cazul Q_{defl} variabil este mult mai mare decât în cazul Q_{defl} constant.

Se mai poate folosi ca metodă de calcul grafic a W_{net} și construirea curbei integrale a diferențelor (între curba inițială a afluenței și curba inițială a defluenței) atât pentru regularizare anuală cât și multianuală, indiferent dacă debitul defluent este variabil sau constant.

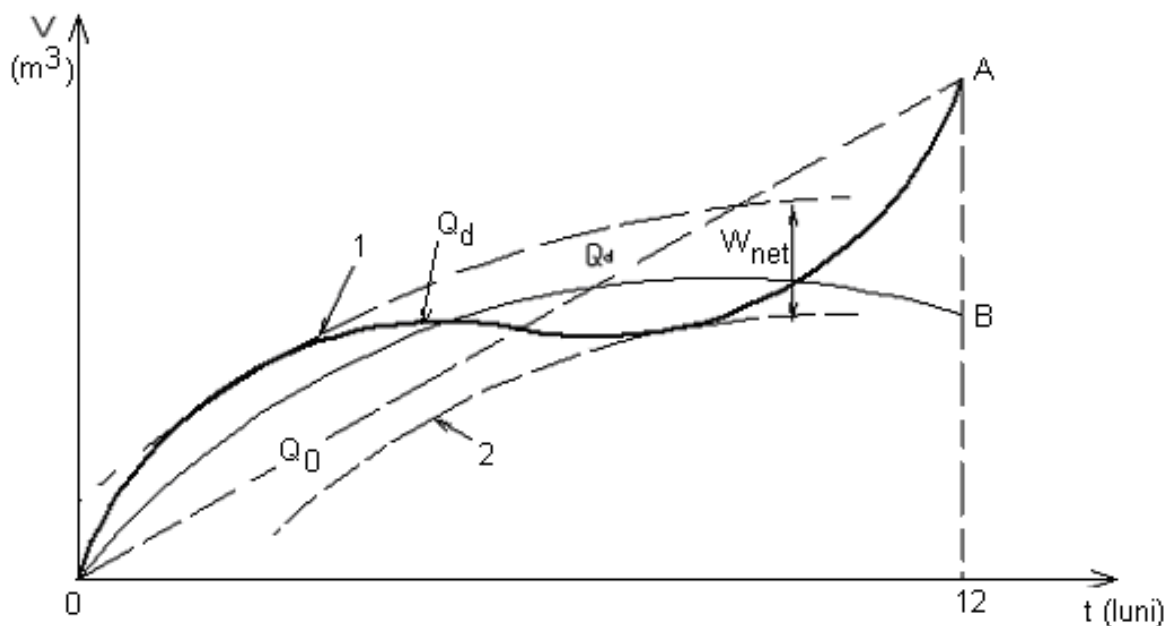


Fig. 6.13

Construirea curbelor integrale în sistemul de axe rectangulare (ca în cazurile anterioare) este potrivită în cazul acumulărilor cu regularizare anuală. În cazul regularizării multianuale este mai comod și mai precis să lucrăm în sistemul de coordonate oblice (axa timpului este rotită în sensul acelor de ceas).

Se rotește dreaptă OA în jurul punctului O până când ajunge orizontală. (Pe verticala timpului scurs t se măsoară volumul de apă scurs în acest timp V_t)

Scara radială a debitelor se construiește ca și în cazul coordonatelor rectangulare. Toate volumele se măsoară începând de la axa timpilor reali.

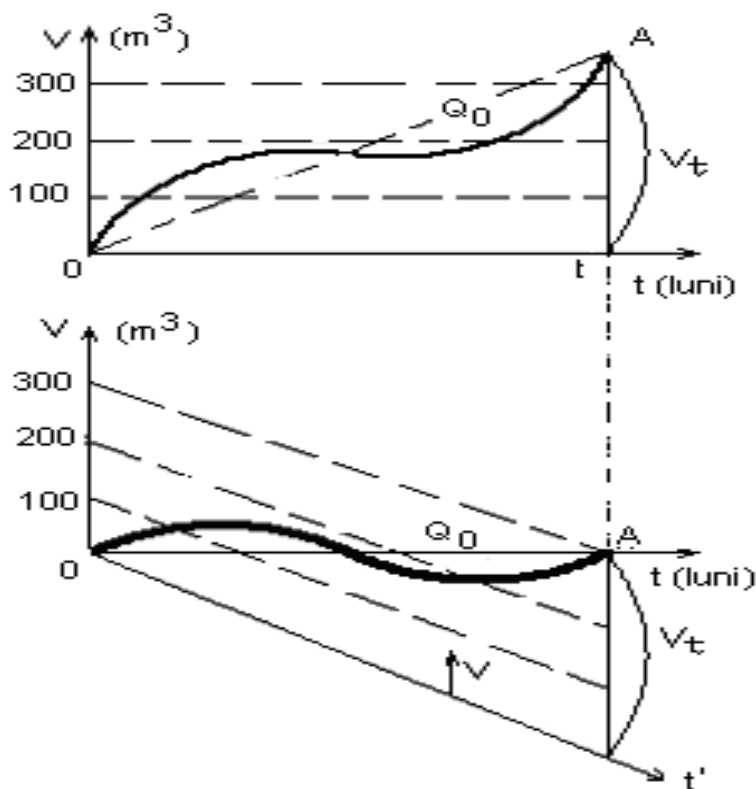


Fig. 6.14

În cazul regularizării multianuale este mai bine ca curba integrală afluentă să nu înceapă cu începutul unui an calendaristic ci cu o perioadă de viituri care umple lacul.

Dacă volumul acumulabil pe un anumit amplasament (W) este mai mic decât cel necesar pentru regularizare completă atunci se va face o regularizare incompletă (cu deversări) și pe curba integrală se poate determina cu ajutorul lui W care este debitul maxim consumabil în acest caz (Q_w). Curba integrală este translatată în jos cu W și ducând o tangentă comună între punctele de maxim și minim aceasta va reprezenta direcția debitului Q_w .

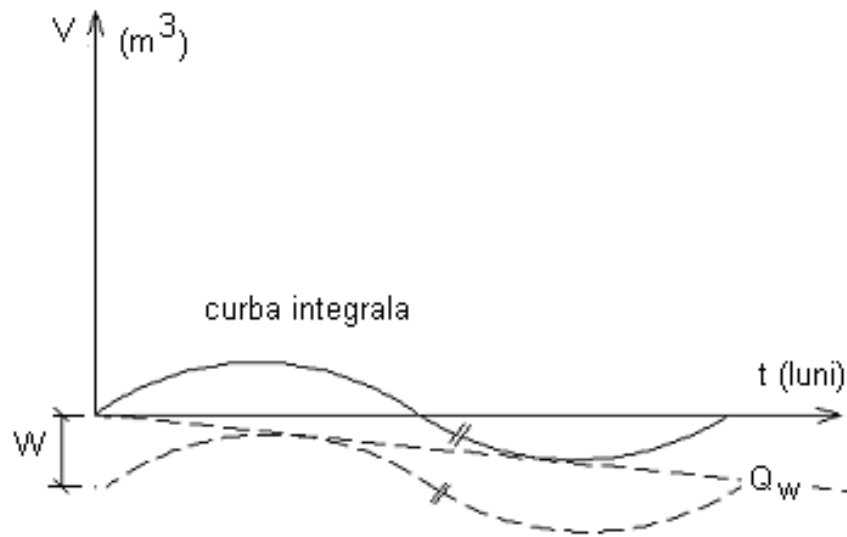


Fig. 6.15 Regularizare incompletă. Amplasamentul nu permite decât acumularea volumului W și nu se poate utiliza decât debitul defluent Q_w

6.3.1.3 Volumul de atenuare

Volumul de atenuare cuprinde volumul de protecție (de la nivelul volumului util la creasta deversorului) și volumul de atenuare propriuzis (de la cresta deversorului la nivelul viiturii de calcul).

Volumul de protecție poate lipsi, în care caz de atenuare se produce pe luciul de apă al lacului într-un strat cu grosimea egală cu sarcina maximă de funcționare a deversorului.

Nivelul maxim în acumulare coincide cu momentul $Q_{af1} = Q_{defl}$.

Debitul defluent nu trebuie să depășească debitul capabil al albiei aval de baraj și se evacuează prin:

- golirea de fund (Q_g)

- deversorul de ape mari (Q_{dev})

$$\begin{aligned} Q_g &= m_2 \omega \sqrt{2g(h+h_0)} \\ Q_{dev} &= m_1 b \sqrt{2gh}^{3/2} \end{aligned} \quad (6.21)$$

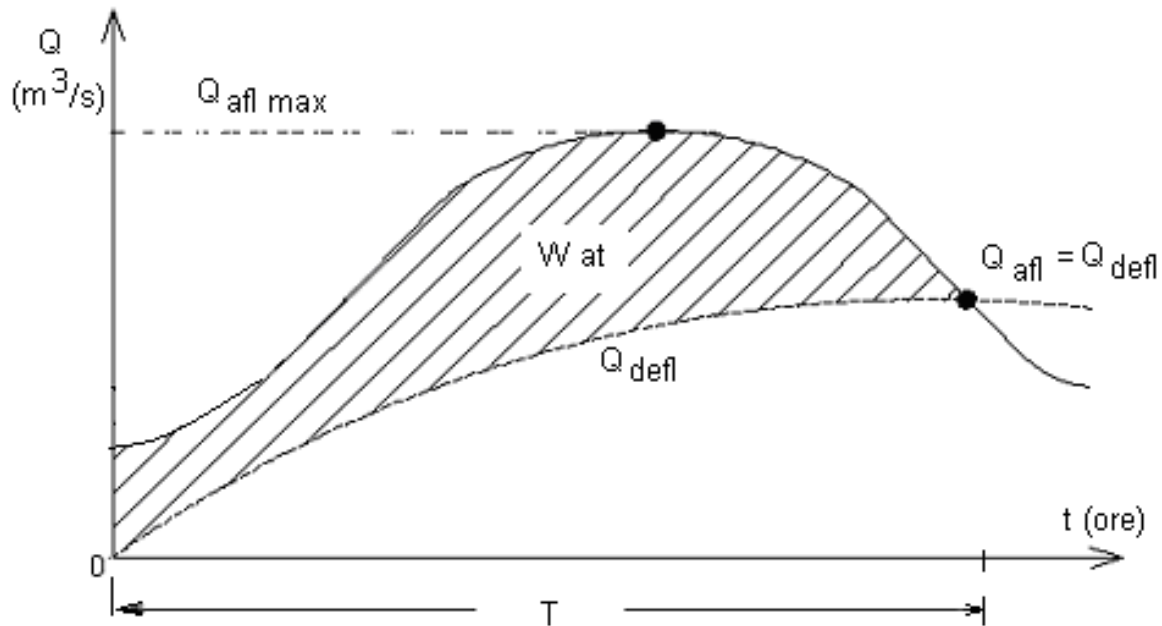


Fig. 6.22

în formule:

m_1 și m_2 – coeficienți de debit

ω - secțiunea conductei de golire de fund

b – lungimea crestei deversorului

g – accelerația gravitațională

h_0 – adâncimea măsurată de la creasta deversorului la centrul conductei de golire de fund

h – înălțimea lamei deversorului (sarcina de lucru a deversorului)

Dacă viitura găsește, de exemplu, lacul plin până la creasta deversorului situația se poate prezenta ca în figura următoare:

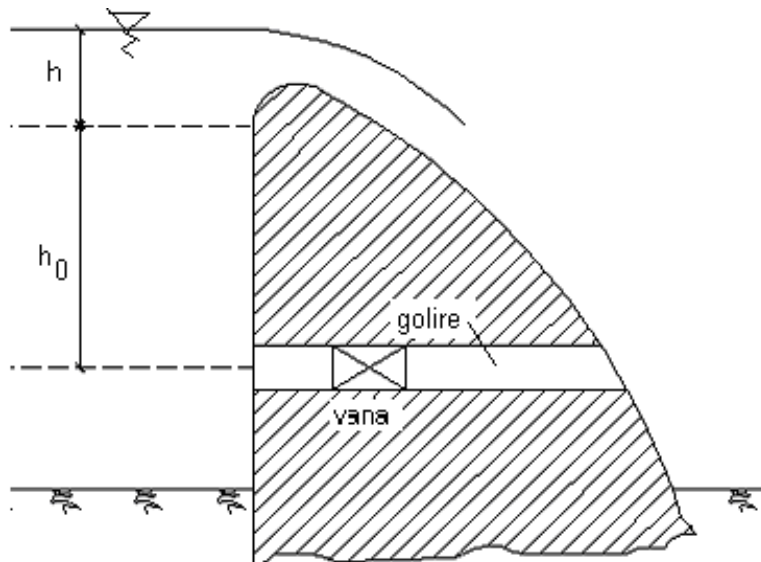


Fig. 6.23

Construirea hidrografului viiturii de calcul (al Q_{af1}) se face după metode recomandate în literatura de specialitate (de exemplu după D. Sokolovschi).

Capacitatea (volumul) de atenuare se poate determina prin metode aproximative (grafice) și prin metode exacte (calcul). Metodele aproximative sunt expeditiv și se folosesc pentru a primă orientare asupra volumului de atenuare.

Elementele principale ce se au în vedere la calculul capacității de atenuare sunt:

- volumul viiturii de calcul (V)
- volumul de atenuare (W_{at})
- debitul maxim afluent al viiturii (Q_a maxim)
- debitul defluent maxim (Q_d)
- volumul de protecție (sub creastă deversor)
- sarcina maximă admisă pe deversor (h)
- dimensiunile evacuatorilor de apă

Dacă hidrograful viiturii este aproximativ triunghiular, ca în figura 6.24,

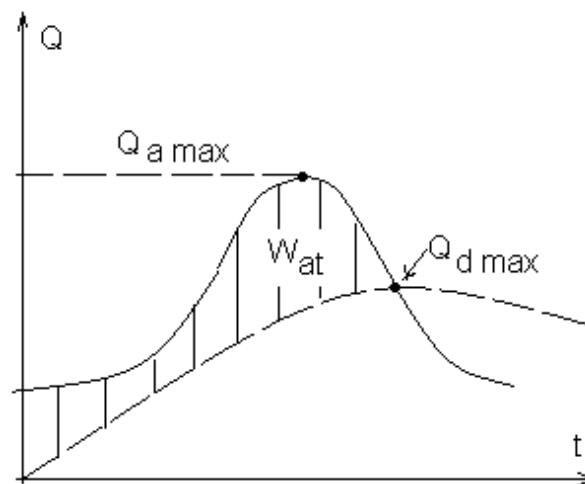


Fig. 6.24

atunci:

$$W_{at} = V \left(1 - \frac{Q_{d \max}}{Q_{a \max}} \right) \quad (6.22)$$

$$Q_{d \max} = Q_{a \max} \left(1 - \frac{W_{at}}{V} \right)$$

Dacă hidrograful viiturii este aproximativ trapezoidal, ca în figura 6.25,

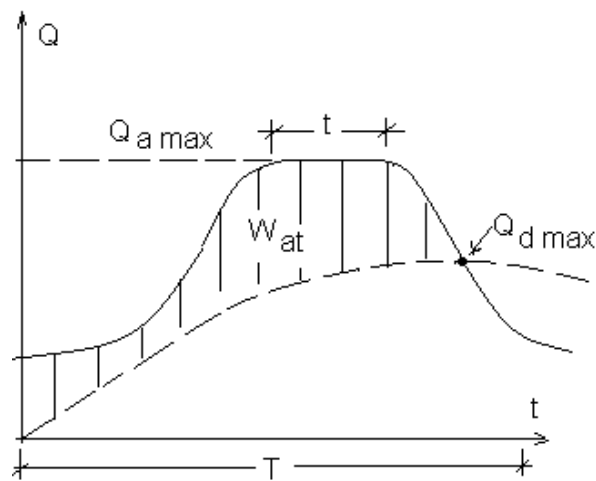


Fig. 6.25

atunci:

$$\alpha_0 = \frac{t}{T} \quad (6.23)$$

$$Q_{d \max} = Q_{a \max} (1 - \alpha_0) \left(1 - \frac{W_{at}}{V} \right)$$

În ipoteza că viitura găsește lacul plin până la creasta deversorului (deci atenuarea se face doar cu W_{at} propriuzis) și evacuarea debitelor în aval se face doar peste deversor se pot folosi metode grafice aproximative pentru rezolvarea unuia din următoarele cazuri:

- a) se impune sarcina maximă a deversorului (h_{\max})

b) se impune lungimea crestei deversorului (b)

c) se impune debitul maxim defluent (în cazul de față deci Q_{\max} deversat)

Pentru aceasta, în afara cunoașterii hidrografului viiturii mai este necesară și curba caracteristică $W(H)$ (volumul apei în lac în funcție de cotă) din care se va folosi doar partea de la cota crestei deversorului în sus (corespunzătoare înmagazinării volumului de atenuare).

a) Procedeu de calcul pentru cazul „a” este prezentat mai jos (figura 6.26):

Pe figura ce reprezintă hidrograful viiturii se trasează câteva ipotetice debite deversate în aval până în punctele 1,2,3.... Corespunzătoare debitelor maxime deversate. Se calculează pentru fiecare caz volumul W_{at} (hașurat pe desen). Se trasează cu valorile calculate curba $W_{at}(Q_{d \max})$.

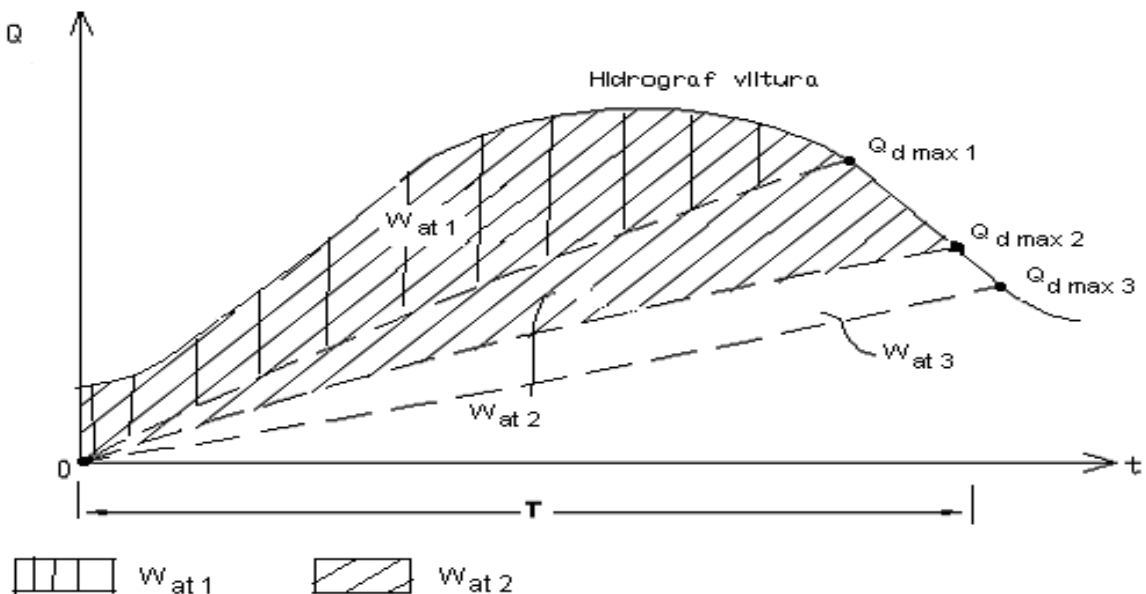


Fig. 6.26

De pe curba caracteristică $W(H)$ a acumulării se citește pentru h_{\max} admis pe deversor valoarea $W_{\text{at max}}$, iar cu această valoare se intră în graficul $W_{\text{at}}(Q_{\text{d max}})$ și se determină $Q_{\text{d max}}$.

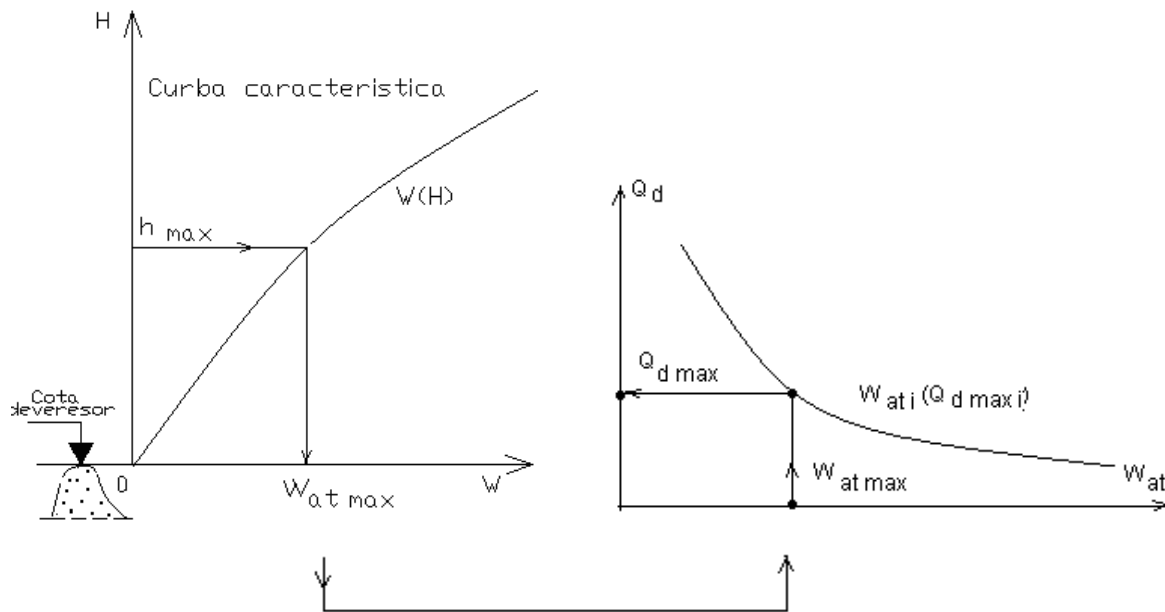


Fig. 6.27

Lungimea crestei deversorului rezultă din formula debitului deversat:

$$b = \frac{Q_{\text{d max}}}{m_1 \sqrt{2g} h_{\max}^{2/3}} \quad (6.24)$$

b) Pentru cazul „b” (se impune b deversor) se procedează ca mai jos.

Se folosesc graficele: $Q(t)$ (hidrograful viiturii), $W_{\text{at}}(Q_{\text{d max}})$ (trasat ca la cazul anterior, figura VI.26), „cheia deversorului” - $Q_{\text{d}}(h_{\text{dev}})$ -

pentru lățimea b și curba caracteristică a lacului $W_{at}(H)$ (de la creasta deversorului în sus).

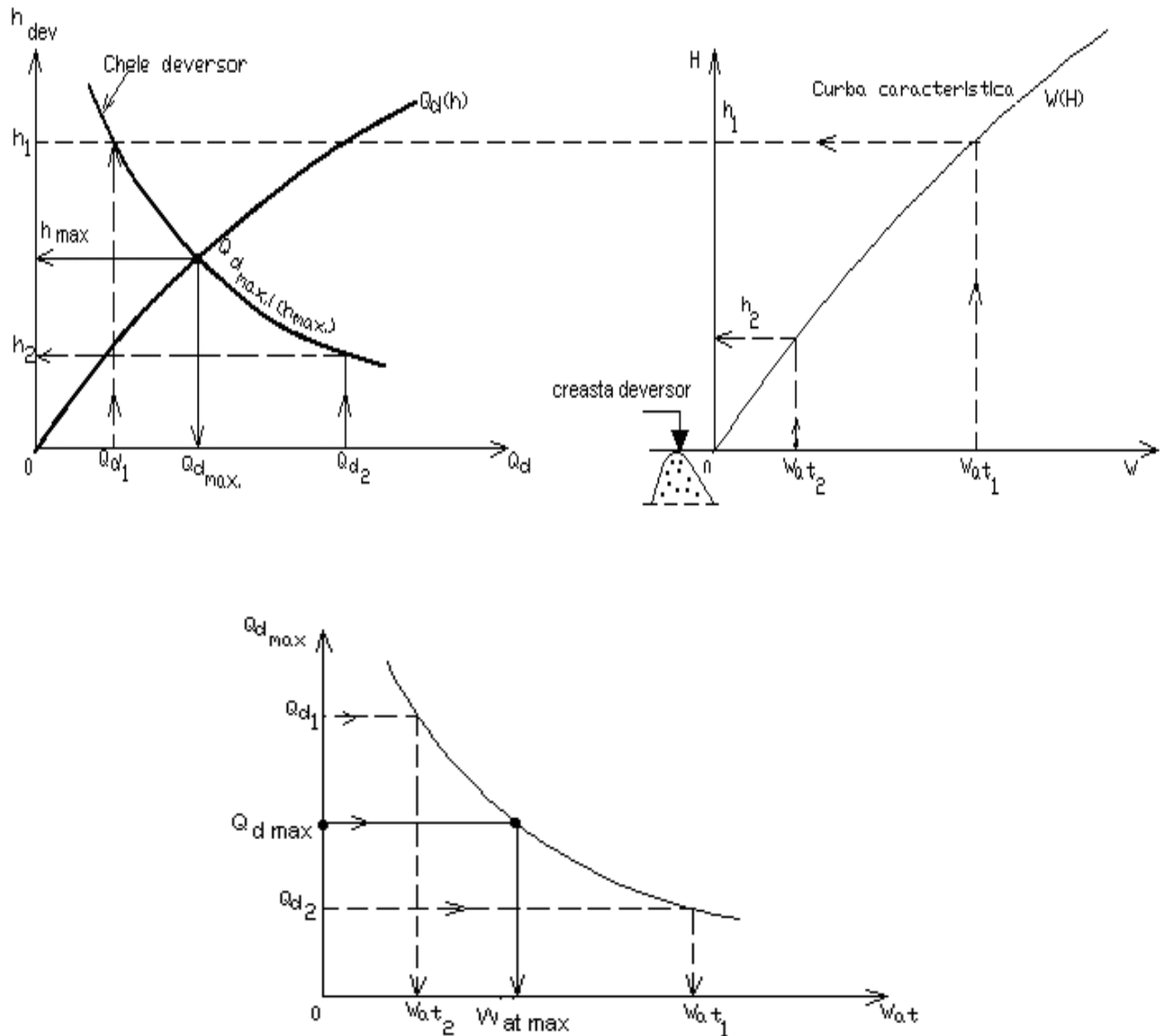


Fig. 6.28

Se realizează peste graficul „cheie deversor” (desenat în funcție de b impus) curba $Q_{dev,max.}(h_{max})$ prin transpunerea valorilor rezultate prin

utilizarea curbelor $W_{at}(Q_{d\ max})$ și $W(H)$. La intersecția cheii deversorului cu $Q_{dev.\ max.}(h_{\ max})$ se află punctul care dă $h_{\ max}$ pe deversor în condițiile date și valoarea maximă a debitului deversat în albia aval ($Q_{d\ max}$). Cu valoarea $Q_{d\ max}$ putem afla și $W_{at.\ max}$ utilizând graficul $W_{at}(Q_{d\ max})$.

c) Pentru cazul „c” (este impus $Q_{d\ max}$) se procedează ca mai jos:

- se construiește graficul $W_{at}(Q_{d\ max})$,
- se utilizează curba caracteristică a acumulării $W(H)$ – porțiunea de la cota crestei deversorului în sus,

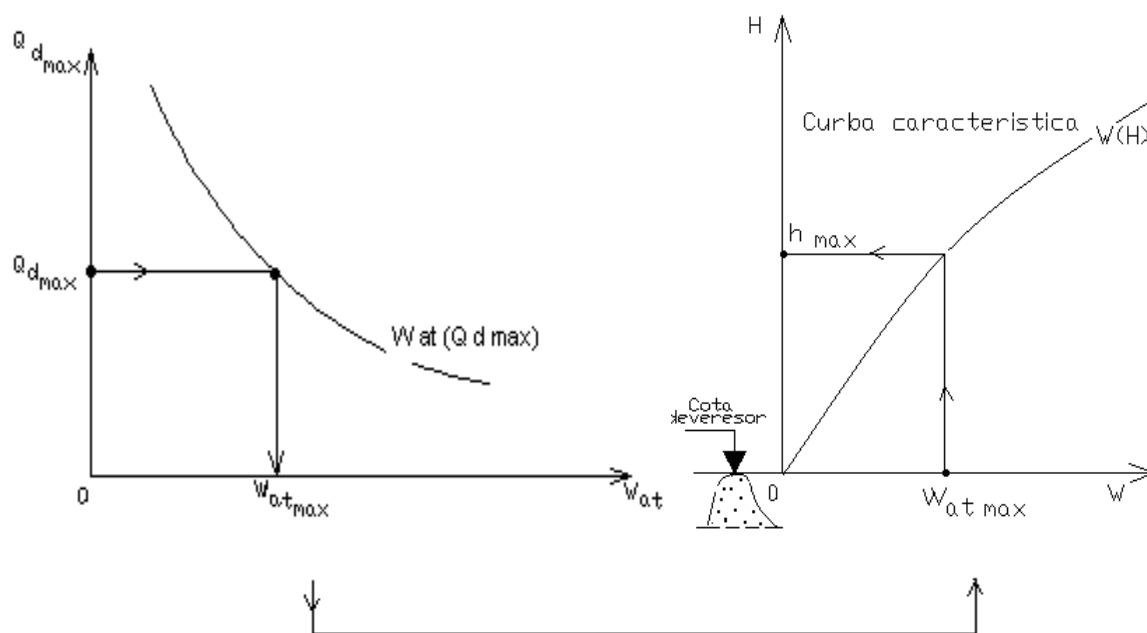


Fig. 6.29

- cu $Q_{d.\ max}$ (impus) determinăm $W_{at.\ max}$ iar cu acesta se determină $h_{\ max}$ deversor.

- cu valoarea sarcinii maxime a deversorului se poate calcula lățimea acestuia:

$$b = \frac{Q_{d \max}}{m_1 \sqrt{2gh_{\max}^{2/3}}} \quad (6.25)$$

Notă. În situația când la evacuarea debitelor participă și golirea de fund se va lua în calcul și debitul tranzitat prin aceasta.

Dacă volumul (capacitatea) de atenuare este format atât din volumul de protecție (W_{pr}) cât și din volumul de atenuare propriuzis (W_{at}) calculul celor două se face în două situații:

a) se impune $W_{at \max}$ și $Q_{d \max}$

b) se impune W_{pr} și $Q_{d \max}$

În cazul a, pe hidrograful viiturii de calcul se unesc câteva puncte situate pe abscisă cu punctul ce reprezintă $Q_{d \max}$

Pentru fiecare punct O_i rezultă un W_{pr} și un W_{at} astfel că pentru toate punctele O_i postate pe grafic putem obține perechi de valori $W_{at} - W_{pr}$ cu care putem trasa graficul $W_{at}(W_{pr})$. În acest grafic intrăm cu W_{at} (impus) și rezultă W_{pr} căutat.

În cazul b se procedează similar dar în graficul $W_{at}(W_{pr})$ se intră W_{pr} impus și se determină W_{at} .

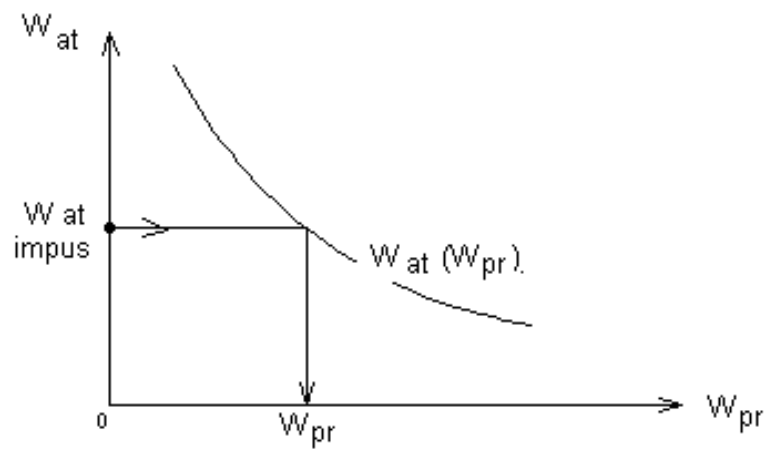
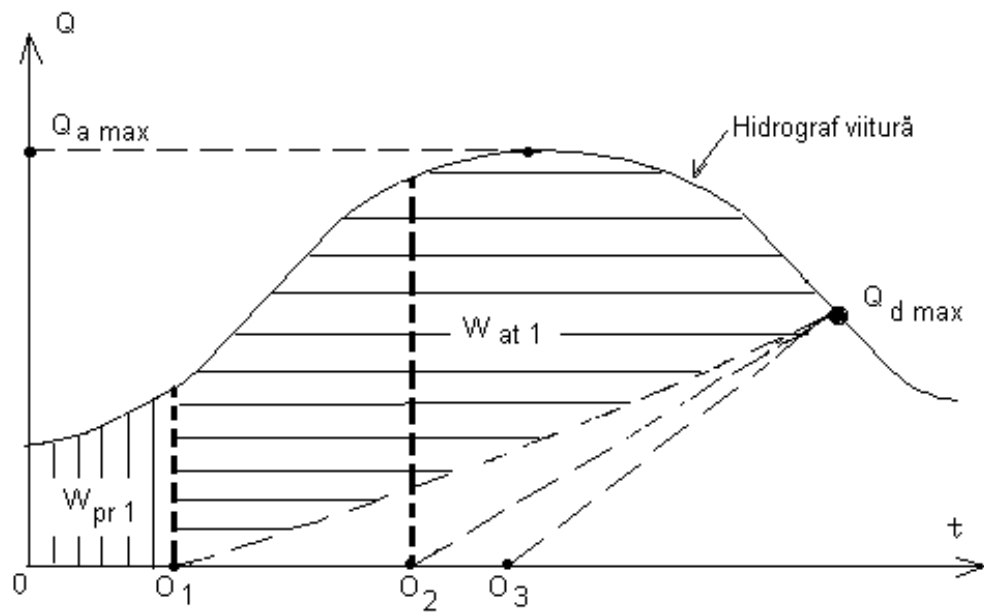


Fig. 6.30

CAP. 7 PLANURI DE EXPLOATARE ȘI GRAFICE DISPECER

7.1 PLANURI DE EXPLOATARE

Realizarea unor planuri de exploatare pentru sursele de apă amenajate prin lucrări de gospodărire a apelor este necesară în perioadele în care debitele naturale nu acoperă integral cerințele de apă ale consumatorilor (folosiștelor). Scopul acestor planuri este de a reduce la minim pagubele ce se pot produce prin livrarea unor debite de apă insuficiente.

Planurile de exploatare vor prevedea modurile de folosire a apelor și de exploatare a acumulărilor și se întocmesc pe bazine hidrografice.

Este posibil să se întocmească un plan de exploatare doar dacă se cunosc următoarele date:

- regimul hidrografic al sursei de apă (se folosesc înregistrări hidrografice din trecut, pe un număr cât mai mare de ani, și valorile sunt prelucrate statistic).
- Cerințele de apă ale folosiștelor (analizate în capitolele anterioare și la alte discipline de specialitate).

Uneori, în locul unui șir de înregistrări hidrologice pe mai mulți ani,

se folosesc datele din anumite perioade caracteristice dintr-un șir de ani reali (de exemplu hidrografele de viitură din perioadele cu ape mari; este de remarcat și faptul că aceste hidrografe de viitură pot fi generate și prin metode bazate pe calcule statistice – există și o metodologie elaborată de Institutul Național de Meteorologie și Hidrologie).

Stabilirea regulilor de exploatare se face în următoarele ipoteze:

- în cazul inexistenței unor prognoze hidrologice se va lua în considerare situația cea mai defavorabilă (neeconomic),
- în cazul utilizării unor prognoze pe termen scurt (2-3 zile)
- se pot reduce foarte mult volumele de atenuare din lacuri –de exemplu prin realizarea unei pregoliri a unei părți din volumul util.

Se pot utiliza atât prognoze hidrologice cât și prognoze meteorologice (în acest caz fiind necesare și date privind coeficienți de scurgere pe diferite suprafețe ale bazinului hidrografic; prognoze meteorologice sunt utile mai ales în perioadele cu ploi torențiale).

Pentru realizarea planurilor de exploatare ale bazinelor hidrografice în care nu există lucrări de acumulare sau derivații se vor rezolva următoarele probleme:

- colectarea și prelucrarea datelor hidrologice și a cerințelor de apă ale folosințelor
- hotărârea fazelor de aplicare a planului de exploatare,
- stabilirea măsurilor de aplicare a planului de exploatare.

În cazul bazinelor hidrografice echipate cu lucrări de acumulare sau cu derivații se mai adaugă problema stabilirii debitelor regularizare (problemă studiată în capitolele anterioare).

În resursele de apă vor fi incluse și captările de izvoare și prelevările de apă din subteran.

În ce privește folosințele se vor stabili:

- asigurările de calcul,
- posibilitățile interne de compensare a debitelor între perioadele deficitare și cele excedentare,
- restituțiile de debite și calitatea apei restituite,
- posibilitățile tehnice și tehnologice de reducere a debitelor cerute de la sursă,
- influența lipsei de apă asupra funcționării consumatorilor și pagubele care se pot produce.

Trebuie reamintit și faptul că în fiecare secțiune de calcul, în afară de acoperirea cerințelor de apă ale folosințelor, trebuie asigurate și un debit servitențe pentru albia aval.

Pentru stabilirea și aplicarea planului de exploatare se aleg secțiuni de bază (care coincid cu secțiunile de calcul al bilanțului debitelor) și secțiuni de verificare. Amplasarea secțiunilor de verificare se va face:

- la vărsarea afluenților mai bogați în apă și la vărsarea cursului principal,
- în amonte de prizele unor derivații importante,

- în aval de debușările derivațiilor importante,
- la coada lacurilor de acumulare.

Compararea resturilor hidrologice cu cerințe de apă se va face pe fiecare sector de râu cuprins între două secțiuni de calcul (de bază) .

Se vor analiza următoarele debite caracteristice:

- a) debitul total de calcul (Q_{TC}),
 - b) debitul total minim necesar ($Q_{T \min}$),
 - c) debitul de atenție ($Q_{atenție}$),
 - d) debitul de alarmă ($Q_{alarmă}$)
- .
- a) Debitul total de calcul se determină (analitic sau grafic) prin adăugarea debitului de servitute la cerințele de apă ale folosințelor (cerințele fiind acoperite optim, conform graficelor de consum) .
 - b) Debitul total minim necesar se obține prin însumarea debitului de servitute cu debitul minim necesar folosințelor din aval de secțiune (debit minim la care folosințele încă mai funcționează la întreaga capacitate.

c) Debitul de atenție este dat de relația :

$$Q_{atenție} = 1,5 Q_{TC} \quad (7.1)$$

d) Debitul de alarmă se calculează cu:

$$Q_{alarmă} = 1,2 Q_{TC} \quad (7.2)$$

Ținând seama de aceste debite caracteristice și de debitul afluent în regim natural (Q_{an}) se pot fixa pentru panul de exploatare cele trei faze importante:

- faza de control preliminar
- faza de control sever
- faza de restricții

Faza de control preliminar este adoptată în următoarea situație:

$$Q_{alarmă} \leq Q_{an} \leq Q_{atenție} \quad (7.3)$$

Faza de control sever, care va corespunde următoarei situații:

$$Q_{T \min} \leq Q_{an} \leq Q_{alarmă} \quad (7.4)$$

Faza de restricții se adoptă atunci când se ajunge în situația următoare:

$$Q_{an} \leq Q_{T \min} \quad (7.5)$$

$$\text{Dacă: } Q_{an} \geq Q_{atenție} \quad (7.6)$$

se spune că sistemul este în regim de funcționare liberă.

Notă . Fazele de exploatare amintite mai sus se pot aplica, așa cum s-a arătat, în cazul amenajărilor fără lucrări de acumulare sau de derivații.

În faza de control preliminar se asigură satisfacerea cerințelor de apă ale folosințelor (din punct de vedere cantitativ) pentru o funcționare optimă. Se va avea totuși în vedere unele măsuri pregătitoare aplicabile la folosințele de apă cum ar fi:

- crearea de rezerve interne de apă,
- verificarea lucrărilor de captare și de aducțiune pentru înlăturarea pierderilor de apă,
- verificarea aparaturii de măsurare a debitelor,
- reglajul și verificarea caracteristicilor de funcționare ale sistemului de alimentare cu apă al folosinței.

În faza de control sever se vor avea în vedere următoarele măsuri:

- debitul constant să nu depășească că debitul minim efectiv necesar funcționării folosinței de apă la întreaga capacitate,
- să se recalculeze cu atenție debitul total minim necesar.

În faza de restricții nu mai este posibilă satisfacerea totală a cerinței de apă și de aceea va fi necesar să se impună restricții anumitor folosințe.

Pentru bazinele hidrografice pentru a căror amenajare s-au executat și lucrări de derivație se aplică aceleași faze ale planului de exploatare ca în cazul bazinelor hidrografice fără lucrări de acest tip dar se vor avea în vedere și prevederile regulamentelor de funcționare ale derivațiilor (perioade , durate, debite).

În bazinele hidrografice în a căror amenajare există și lucrări de acumulare fazele de exploatare sunt aceleași ca mai sus dar trebuie să ținem seama și de volumul de apă existent în acumulări, după cum urmează:

- în faza de control preliminar pentru satisfacerea unor debite regularizate (defluente) cuprinse între $Q_{\text{atenție}}$ și $Q_{\text{alarmă}}$, se vor folosi atât debite afluate natural cât și rezervele din volumul lacului situate în zona funcționării în regim liber (vezi graficul dispecer),
- faza de control sever corespunde volumului de apă din lac situat în zona funcționării în regim obligat (din grafice dispecer) și unor debite (livrate din lac) egale cu debitul total minim necesar,
- faza de restricție corespunde unui volum de apă în lac sub limita de introducere a restricțiilor iar debitele defluente vor fi sub cele totale minim necesare.

Pentru stabilirea modului de repartizare către folosințe a debitelor în perioada de restricție se stabilesc două perioade de funcționare:

- perioada asigurată (în care se furnizează tot debitul necesar folosințelor dar variabil în timp)
- perioada neasigurată (în care se fac reduceri parțiale și chiar totale ale debitelor livrate folosințelor)

Din punct de vedere al folosințelor de apă se pot evidenția următoarele regimuri de funcționare:

- regim restricționat (se primesc debite sub minimul necesar),
- regim limitat (se primesc debite minime necesare),
- regim cu limitări parțiale (se primesc de la sursă debite între valorile minime și maxime necesare),
- regim liber (se pot prelua de la sursă chiar și debite mai mari decât cele maxime necesare; de exemplu, în cazul disponibilităților mărite de debite, o uzină hidroelectrică poate prelucra debite majorate, sporindu-și producția de energie peste cea programată).

Pentru stabilirea regulilor din planul de exploatare există două sisteme de livrare a apei către folosințe:

- sistemul de livrare la cerere,
- sistemul de livrare conform unor comunicări preliminare (pe bază de abonament).

Sistemul de livrare la cerere permite folosințelor de apă să solicite în fiecare moment anumite debite de apă (care nu pot fi stabilite în prealabil).

Consumatorii folosesc apa fără restricții până când sistemul de gospodărire a apelor nu mai poate face față cerințelor.

Din acel moment se introduc restricții anumitor consumatori.

În cazul sistemului de livrare pe bază de comunicări preliminare (abonament) folosințele anunță debitele de care au nevoie. Ulterior, sistemul de gospodărire a apelor poate refuza livrarea unor debite mai mari decât cele comunicate anterior.

Calcululele privitoare la consumurile de apă cad în responsabilitatea organelor de gospodărire a apelor în cazul aplicării primului sistem de livrare iar în cazul sistemului pe bază de abonament sunt în grija și responsabilitatea consumatorilor.

În perioada neasigurată responsabilitatea debitului disponibil între consumator (cu restricții) se va face în ideea ca pe ansamblul sistemului pagubele produse de insuficiența a apei să fie minime. Se vor studia mai multe variante de distribuție și în baza calcululelor tehnico-economice se vor stabili varianta optimă.

Criterii de reducere (restricționare) a debitelor repartizate unor folosințe sunt:

- asigurarea de calcul a folosinței conform normelor în vigoare (vezi capitolele anterioare),
- timpul pentru care folosința are posibilități interne de compensare a debitelor ,
- posibila utilizare a unor surse de apă de rezervă ,
- posibilitatea de restrângere a debitelor consumate în funcție de procesul tehnologic,

- pagubele provocate de restrângerea treptată a producției datorată lipsei de apă ,
- posibilitatea de reducere pe termen scurt , a debitului de servitute în albia râului ,
- criteriul social (influența directă asupra vieții comunităților umane.

Cele mai importante sunt :criteriul asigurării de calcul și criteriul social.

Ordinea în care se introduc restricții folosințelor se stabilește într-un plan preliminar iar mărimea treptelor (procentelor) de restricție se hotărăște în perioadele deficitare ținând seama și de debitul afluent în regim natural.

Ca exemplu, în cazul folosințelor cu asigurări reduse (75 – 80%) ordinea este următoarea:

- în primul rând se restricționează consumurile de apă pentru navigație și agrement,
- în al doilea rând se reduc consumurile pentru irigații,
- în al treilea rând se restricționează apa pentru piscicultură (eleștee).

În interiorul folosinței irigații se pot aplica restricții diferite diverselor culturi ținând seama de rezistența lor la secetă și de eventualele pagube (vezi la disciplina "Irigații")

Planurile de exploatare conțin obligații pentru organele de gospodărire a apelor și pentru consumatori (beneficiari de apă). Cele mai importante obligații revin organelor de gospodărire a apelor:

- monitorizarea regimului hidrologic și transmiterea eficientă a datelor hidrologice,
- realizarea planului de restricții,
- controlul aplicării planului de exploatare,
- verificarea instalațiilor de măsurare și reglare a debitelor livrate
- evidența debitelor captate, a celor restituite și a calității acestor ape,
- urmarea consecințelor (pagubelor) în cazul introducerii restricțiilor,
- exploatarea acumulărilor conform graficelor dispecer stabilite.

Din obligațiile beneficiarilor se pot aminti:

- verificarea caracteristicilor tehnice ale sistemelor proprii de utilizare a apei,

- menținerea unei bune stări de funcționare a instalațiilor și evitarea risipei de apă ,
- asigurarea calității cerute a apelor restituite,
- stabilirea corectă a debitelor cerute sistemului de gospodărire a apelor.

7.2 GRAFICE DISPECER

În situația exploatării unei acumulări cu folosințe complexe (incluzând consumatorii de apă și atenuarea viiturilor) repartizarea apei din lac se poate face prin două procedee [10]:

- împărțirea volumului util al lacului în tranșe (fictive) între diferitele folosințe, fiecare dintre acestea putând dispune de volumul care i-a fost repartizat (fig. 7.1),
- folosirea întregului volum al lacului în mod unitar, ca un ansamblu (volumul de apă din lac este disponibil pentru oricare din folosințe iar repartizarea apei se face pe baza unui grafic dispecer, în funcție de cerințele de apă și de factorul timp – data calendaristică) $W [10^6 \text{ m}^3]$

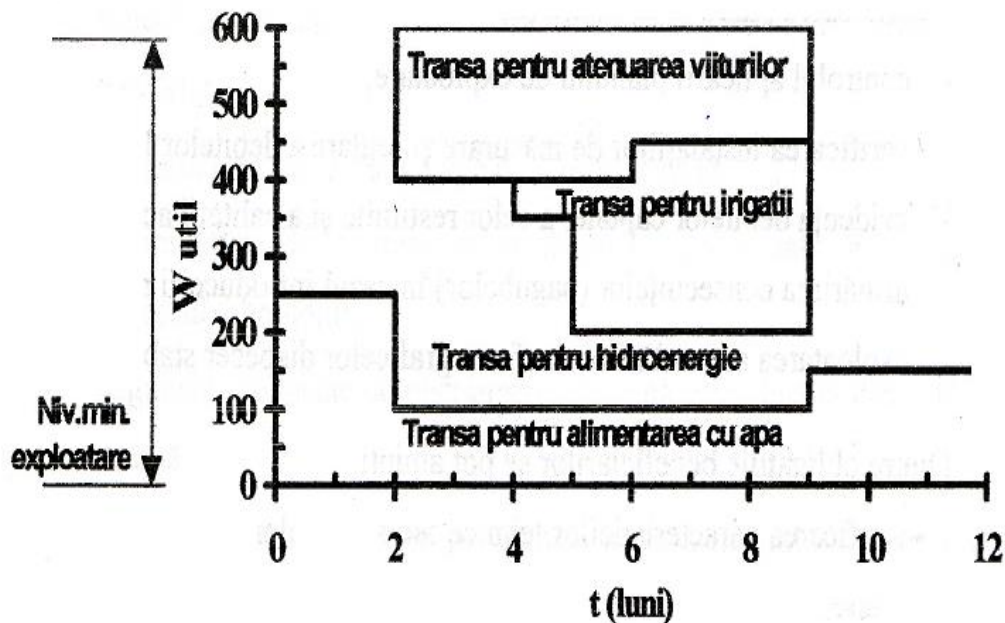


Fig. 7.1

În calculele privind regularizarea debitelor prin intermediul acumulărilor pentru folosințe complexe au fost utilizate șiruri de înregistrări hidrologice (debite) realizate pe o perioadă cât mai lungă posibil.

Pentru perioada de exploatare va trebui ca în baza observațiilor din perioadele anterioare să se determine posibilitatea satisfacerii folosințelor cu asigurarea de calcul prescrisă și cu pierderi minime în cazul introducerii restricțiilor.

Imposibilitatea realizării, pentru debitele ce vor sosi în viitor, a unei prognoze cu un grad de certitudine ridicat creează o anume nesiguranță în exploatarea lacurilor pe termen lung (/mai ales pentru lacurile care realizează o regularizare multianuală).

Pentru a realiza o exploatare corectă a acumulărilor condiționările din planul de exploatare se concretizează în grafice dispecer.

Graficul dispecer este o reprezentare grafică a volumului disponibil în volumul util al lacului (între nivelul minim de exploatare și nivelul normal de retenție) în funcție de timp.

Acest grafic este reflectarea ideii că în acumulare trebuie să fie disponibile, în anumite perioade calendaristice, volume de apă care să permită livrarea către folosințe a unor debite care să le asigure o funcționare corespunzătoare și în anii secetoși (în cel mai rău caz , pierderile provocate de anumite restricții să fie minime).

Întocmirea graficului dispecer se realizează de obicei pentru acumulările cu W_{util} mai mare de 3 milioane m^3 .

Intervalul de timp utilizat este:

- luna, pentru acumulările cu W_{util} mai mare de 20 mil. m^3 .
- Perioadele caracteristice (ape mari de primăvară, ape mici de vară ape mici de iarnă), pentru acumulările cu $W_{util}=3- 20$ mil. m^3 .

Graficul dispecer (fig. VII.2) mai multe zone de funcționare caracteristice:

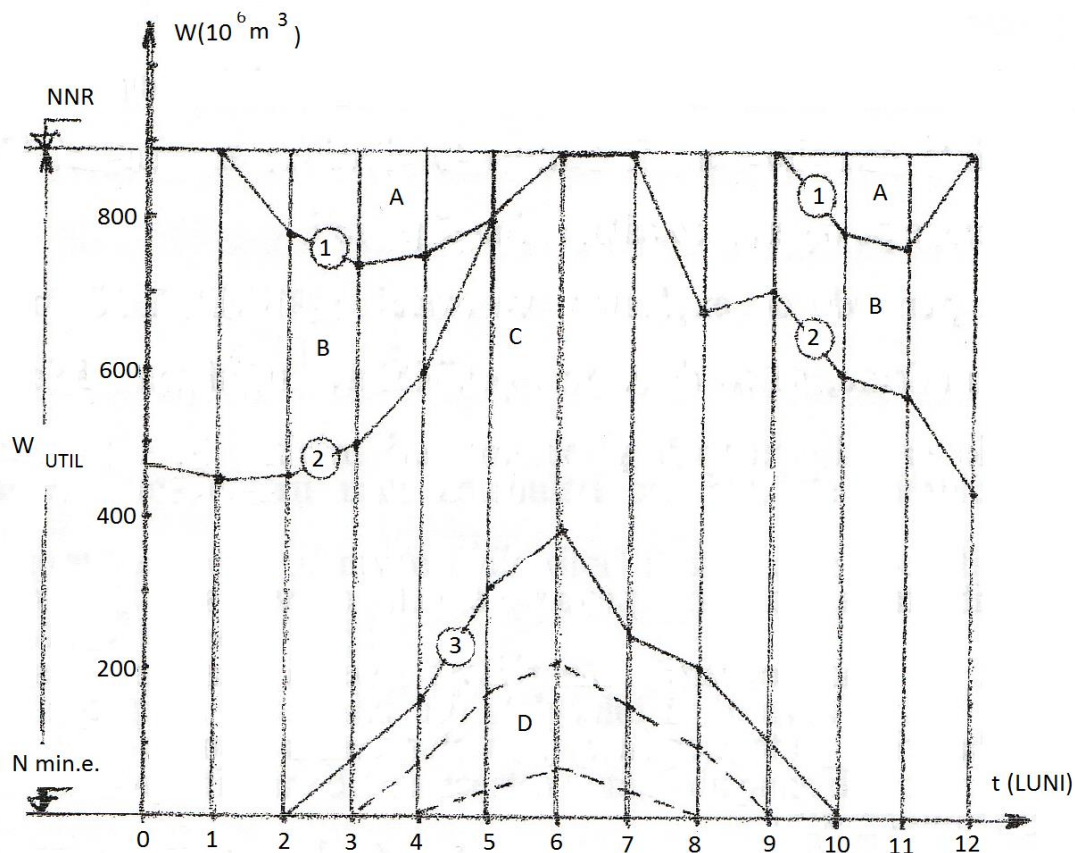


Fig. 7.2

- zona A este numită zona golirii forțate a lacului,
- zona B este zona funcționării în regim liber (asigurat),
- zona C este zona funcționării în regim obligat,
- zona D este zona funcționării în regim de introducere a restricțiilor .

Liniile de pe graficul dispecer au următoarele semnificații:

- 1 – linia limită a golirii forțate
- 2 – linia de funcționare în regim asigurat,
- 3 – linia de întoarcere a restricțiilor.

Exploatarea acumulărilor în zona golirii forțate (A) implică o golire mai accentuată , destinată prevenirii deversărilor în perioadele următoare.

Evitarea deversărilor este necesară deoarece apa care părăsește acumularea în acest mod nu aduce nici un beneficiu (nu este vândută consumatorilor).

Golirea realizată în această perioadă se obține prin livrarea către consumatori a unor debite sporite, de ordinul de mărime al debitelor maxime utilizabile.

Cu toate că scopul acestei goliri nu este cererea unui volum disponibil pentru atenuarea viiturilor, în anumite situații se poate recurge și la această utilizare.

Exploatarea acumulării în zona de funcționare în regim liber (B) permite livrarea către folosințe a unor debite cuprinse între $Q_{T \text{ min}}$. (debitul minim necesar pentru funcționarea la întreaga capacitate) și debitul maxim utilizat, Q_{TC} . Cerința de apă este acoperită fără a crea riscul de neacoperire pentru perioada următoare.

În zona de funcționare în regim obligatoriu (C) se va livra folosințelor debitul minim necesar, $Q_{T \min}$.

În zona funcționării în regim de restricție (D) nu se mai poate asigura pentru consumatori debitul $Q_{T \min}$. și este necesară introducerea de restricții în livrare și reducerea unor capacități de producție ale folosințelor de apă.

Linii auxiliare (punctate) din zona D corespund diferitelor grade de introducere a restricțiilor.

Linii de funcționare de pe graficul dispecer (1,2 și 3) sunt determinate pe baza excedentelor sau deficitelor de apă calculate cu:

$$Q = K \cdot Q_{T \min}. \quad (7.7)$$

În care K – coeficient

$$K = 1 \div K_{\max}. \quad (7.8)$$

K_{\max} . – valoarea coeficientului care corespunde obținerii debitului maxim utilizabil de către folosință (folosințe).

Graficul dispecer se întocmește în urma calculelor de gospodărire a apelor pe un șir de ani (prezentate anterior) prin metoda de simulare cu iterații și prin metoda de simulare – optimizare [10].

Graficul dispecer aferent unei acumulări se întocmește în două situații

- odată cu realizarea proiectului de amenajare a sistemului hidrotehnic care include și acumularea în discuție ,
- pe durata de exploatare (se fac reactualizări dacă se modifică schema de amenajare, dacă se schimbă cerințele de apă sau condițiile socio-economice sau dacă sunt reconsiderate datele hidrologice).

Se pot întocmi grafice dispecer pentru :

- acumulări cu folosințe complexe,
- acumulări destinate în special atenuării viiturilor (beneficiind și de prognoza referitoare la debitele provenite din topirea zăpezilor; aceste acumulări pot avea deversare controlate sau necontrolate de stavile – fig. 7.3),
- manevrarea evacuatorilor de ape mari (goliri de fund și deversare controlate de stavile).

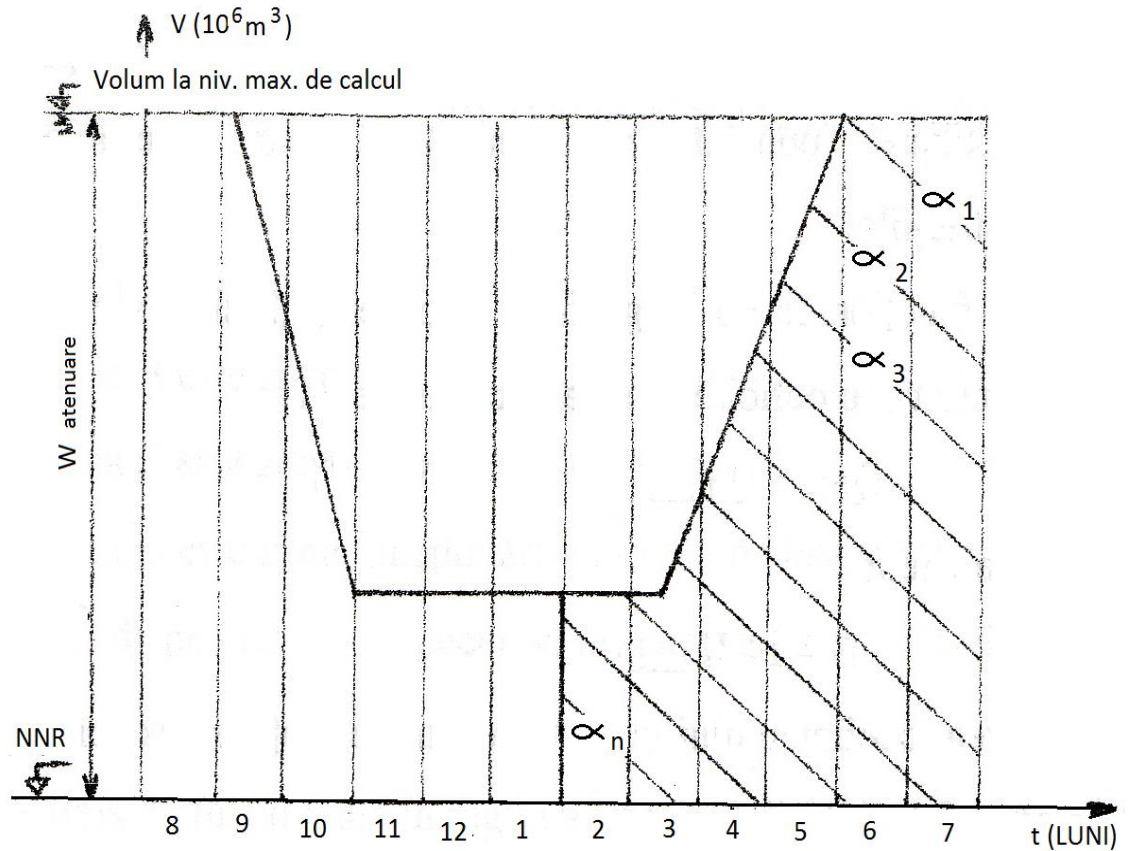


Fig. 7.3

Utilizarea graficelor dispecer este deosebit de importantă pentru exploatarea eficientă a acumularilor și pentru satisfacerea cerințelor de apă într-un grad cât mai ridicat.

Utilizarea necorespunzătoare a planului lor de exploatare și a graficelor dispecer poate duce la:

- valorificarea incompletă a resurselor hidroenergetice,
- risipă de apă,
- pagube datorate restricțiilor în livrările de apă,

- creșterea pagubelor produse de inundații prin îmbunătățirea regimului apelor mari.

BIBLIOGRAFIE

1. V.Chiriac, A.Filloti, I.Teodorescu – Lacuri de acumulare, Ed.Ceres 1976
2. G.Crețu – Economia apelor, Ed. Didactică și pedagogică 1976
3. V.Băloiu – Gospodărirea apelor, Ed. Didactică și pedagogică 1971
4. I.Teodorescu – Curs cd gospodărirea apelor, Ed.Ceres 1973
5. V.Băloiu – Regularizări de râuri, Ed. Didactică și pedagogică 1979
6. V.Băloiu – Îndiguiri, regularizări și gospodărirea apelor, Ed. I.P.Iași 1979
7. V.Breabăn – Amenajări hidroenergetice, Ovidius University Press 1997
8. Manualul inginerului hidrotehnician, Ed.Tehnică București 1969 – 1970
9. V.Băloiu – Amenajarea bazinelor hidrografice și a cursurilor de apă, Ed.Ceres 1980
10. N.Popovici - Regularizări și gospodărirea apelor, Ed. I.P.Iași 1975 și 1993
11. I.Giurma - Sisteme de gospodărire a apelor, Ed.Cermi 2000
12. STAS 4273 – 83 Construcții hidrotehnice. Încadrarea în clase de importanță.

13. STAS 1343/0-89, Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare. Prescripții generale; (In ASRO figureaza ANULAT – Calculul consumurilor de apă se face în funcție de tehnologiile de producție și de specificul proceselor tehnologice DECIZIA 25/2004)

14. STAS 1343/1-2006, Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru localități urbane și rurale;

15. STAS 1343/2-89, Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru inițări industrial ; (In ASRO figureaza ANULAT – Calculul consumurilor de apă se face în funcție de tehnologiile de producție și de specificul proceselor tehnologice DECIZIA 25/2004)

16. STAS 1343/3-86, Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru unități zootehnice; (In ASRO figureaza ANULAT – Calculul consumurilor de apă se face în funcție de tehnologiile de producție și de specificul proceselor tehnologice DECIZIA 25/2004)

17. STAS 1343/4-86, Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru amenajări de irigații; (In ASRO figureaza ANULAT – Calculul consumurilor de apă se face în funcție de tehnologiile de producție și de specificul proceselor tehnologice DECIZIA 25/2004)

- 18.STAS 1343/5-86, Alimentări cu apă. Determinarea cantităților de apă de alimentare pentru amenajări piscicole;(In ASRO figureaza ANULAT – Calculul consumurilor de apă se face în funcție de tehnologiile de producție și de specificul proceselor tehnologice DECIZIA 777/2006)
19. STAS 1342/91, Apă potabilă
20. STAS 4068/1-82, Determinarea debitelor și volumelor maxime ale cursurilor de apă;
- 21.STAS 4068/2-87, Probabilitățile anuale ale debitelor și volumelor maxime în condiții normale și special de exploatare;
22. SR 1628/1-95, Alimentări cu apă. Sursele de apă subterană. Investigații, studii de teren și cercetări de laborator;
23. SR 1628/2-96, Alimentări cu apă. Sursele de apă subterană. Investigații, studii de teren și cercetări de laborator;
24. Legea 5/89, Legea pentru gospodărirea rațională și asigurarea calității apelor;
- 25.Legea 265/2006 - Legea mediului (modificată în 2012)
- 26.C.D.Hâncu – Regularizări de râuri și combaterea inundațiilor– Ed. Fundației Andrei Șaguna, Constanța, 2008
- 27.C.D.Hâncu – Prize de apă și aducțiuni - Ed. Matrix Rom București, 2004
- 28.C.D.Hâncu, C.Gherghina — Sisteme hidrotehnice de gospodărire a apelor – Ed. Matrix Rom București, 2004

29. Legea 107/1996 – Legea apelor (ultima modificare prin OUG 69 din 2013)

30.STAS 10716-76 – Construcții hidrotehnice. Scheme de amenajare hidrotehnice. Semne convenționale și simboluri;

CUPRINS

PREFAȚĂ	3
CAP. 1 INTRODUCERE	5
1.1 PROBLEME GENERALE DE GOSPODĂRIRE A APELOR	5
1.3 RESURSELE DE APĂ . SURSE DE APĂ ÎN ROMÂNIA	12
1.4 PROBLEME DE STĂPÂNIRE A APELOR (COMBATEREA EFECTELOR LOR DĂUNĂTOARE)	18
1.5 PROBLEME DE FOLOSIRE A APELOR	25
1.6 PROBLEME DE GOSPODĂRIRE ȘI PROTECȚIE A CALITĂȚII APELOR	48
CAP. 2 STUDIUL BAZINELOR HIDROGRAFICE ȘI CADASTRUL APELOR	54
2.1 STUDIUL BAZINELOR HIDROGRAFICE	54
2.3 CADASTRUL APELOR	61
CAP. 3 SISTEME HIDROTEHNICE DE AMENAJARE COMPLEXĂ A BAZINELOR HIDROGRAFICE ȘI PLANURI DE GOSPODĂRIRE A APELOR	68
3.1 PROBLEME GENERALE. CONȚINUTUL SCHEMEI (SISTEMULUI) DE AMENAJARE COMPLEXĂ	68
3.2 DIMENSIONAREA SISTEMELOR HIDROTEHNICE DE GOSPODĂRIRE A APELOR	104
CAP 4 BILANȚUL APELOR	107

4.3 METODE DE LUCRU. DEBITE CARACTERISTICE ALE RÂURILOR	107
4.4 ECUAȚII DE BAZĂ ÎN CALCULUL BILANȚULUI	109
4.5 ALEGEREA SECȚIUNILOR DE CALCUL AL BILANȚULUI	114
4.6 STABILIREA SECȚIUNILOR DE CALCUL FICTIVE CUMULATIVE	121
CAP. 5 ÎNTOCMIREA SCHEMELOR HIDROTEHNICE ALE SISTEMELOR DE GOSPODĂRIRE A APELOR	124
5.1 SCHEME BAZATE PE LACURI DE ACUMULARE	124
5.4 SCHEME BAZATE PE DERIVAȚII	127
5.5 SCHEMATIZAREA REȚELELOR HIDROGRAFICE	132
CAP. 6 REGULARIZAREA DEBITELOR	134
6.2 METODE DE REGULARIZARE	134
6.2. REGULARIZARE PENTRU SATISFACEREA CERINȚEI UNEI FOLOSINȚE	136
6.2.1. Acumulări de regularizare	136
6.2.2. Acumulări de compensare	141
6.3 REGULARIZAREA PENTRU SATISFACEREA CERINȚELOR MAI MULTOR FOLOSINȚE	144
6.3.1 Calculul volumelor caracteristice ale lacurilor de acumulare	146
6.3.1.1 Volumul mort	151

6.3.1.2 Volumul util	154
6.3.1.3 Volumul de atenuare	168
CAP. 7 PLANURI DE EXPLOATARE ȘI GRAFICE	
DISPECER	179
7.1 PLANURI DE EXPLOATARE	179
7.3 GRAFICE DISPECER	190
BIBLIOGRAFIE	199