

ORDINUL Nr. 642

din 23.10.2003

**pentru aprobarea reglementării tehnice
„Ghid pentru dimensionarea pragurilor de fund
pe cursurile de apă”, indicativ GP 084-03**

În conformitate cu prevederile art. 38 alin. 2 din Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții, cu modificările ulterioare ale art. 2 pct. 45 și ale art. 5 alin. (4) din Hotărârea Guvernului nr. 740/2003 privind organizarea și funcționarea Ministerului Transporturilor, Construcțiilor și Turismului,

Având în vedere avizul nr. 17/20.05.2003 al Comitetului Tehnic de Specialitate,

Ministrul transporturilor, construcțiilor și turismului emite următorul

ORDIN:

Art. 1.-Se aprobă reglementarea tehnică „**Ghid pentru dimensionarea pragurilor de fund pe cursurile de apă**”, indicativ GP 084-03, elaborată de S.C. I.P.T.A.N.A. S.A. - București și prevăzută în anexa¹ care face parte integrantă din prezentul ordin.

Art. 2. - Prezentul ordin va fi publicat în *Monitorul Oficial al României*, Partea I.

Art. 3. - Direcția Generală Tehnică va aduce la îndeplinire prevederile prezentului ordin.

MINISTRU, MIRON

TUDOR MITREA

¹ Anexa se publică în *Buletinul Construcțiilor* editat de Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Construcții și Economia Construcțiilor

**GHID PENTRU DIMENSIONAREA PRAGURILOR
DE FUND PE CURSURILE DE APĂ
INDICATIV GP 084-03**

Elaborat de:

S.C. I.P.T.A.N.A. SA-București

Director general:

dr. ing. Cornel MARTÎNCU

Director genera, adjunct:

prof. dr. ing. Romeo CIORTAN

Colectiv de elaborare:

ing. Matilda TICHIE

ing. Constantin SIMESCU

ing. Gabriela OPREANU

Avizat de:

DIRECȚIA GENERALĂ TEHNICĂ

Director general:

ing. Ion STĂNESCU

Responsabil de temă:

ing. Georgeta VASILACHE

CUPRINS

Cap. 1. Prevederi generale.....	7
1.1. Obiectul ghidului	7
1.2. Domeniul de aplicare al ghidului	8
1.3. Utilizatorii ghidului.....	8
1.4. Alinierea la norme europene.....	9
Cap. 2. Date și studii necesare proiectării.....	10
2.1. Cadrul general.....	10
2.2. Studii topohidrografice	11
2.3. Studii hidrologice.....	13
2.4. Studii hidraulice.....	13
2.5. Studii geotehnice și hidrogeologice.....	14
2.6. Date despre sursele locale de materiale de construcții	15
2.7. Studiul pedologie.....	15
2.8. Studiu ecologic.....	15
Cap. 3. Alcătuirea constructivă a pragurilor de fund deasupra talvegului	16
3.1. Pragul deversor	17
3.2. Bazinul disipator.....	19
3.3. Pragul disipator.....	21
3.4. Risberma	22

3.5. Apărările de mal.....	22
3.6. Adaptări la condițiile existente	23
Cap. 4. Prescripții de proiectare ale pragului de fund.....	24
4.1. Clasificarea pragurilor	24
4.2. Criterii privind amplasarea pragurilor de fund	25
4.3. Condiții de fundare a pragurilor.....	26
4.4. Controlul infiltrațiilor.....	27
4.5. Accidente posibile pe parcursul execuției exploatării și măsurile de remediere.....	27
4.6. Urmărirea comportării în timp a pragurilor de fund	29
Cap. 5. Proiectarea pragurilor de fund	30
5.1. Dimensionarea hidraulică	30
5.2. Calculul hidraulic al căderilor cu mai multe trepte.....	46
5.3. Indicații privind determinarea aproximativă a adâncimii de afuiere a albiei în bieful aval	46
5.4. Calcule privind infiltrațiile apei la pragurile de fund.....	50
5.5. Calculul de stabilitate a pragului de fund.....	53
Cap. 6. Verificarea construcțiilor din zonă, ce sunt influențate de pragurile de fund.....	58
Cap. 7. Soluții constructive aplicate	58
Cap. 8 - Anexe	
Lista principalelor standarde, ghiduri și reglementări tehnice în vigoare, care se aplică la proiectarea lucrărilor de apărare a drumurilor, căilor ferate și podurilor rutiere.....	68
Cap. 9. Bibliografie	71

**GHID PENTRU DIMENSIONAREA
PRAGURILOR DE FUND PE
CURSURI DE APĂ**

Indicativ GP 084-03

Cap. 1. - PREVEDERI GENERALE

1.1. Obiectul ghidului

Obiectul ghidului este de a prezenta prescripțiile generale de proiectare (alcătuirea, amplasarea și calculul hidraulic) a pragurilor de fund. Ghidul urmărește și armonizarea cu normele europene existente în domeniu.

Pragul de fund este o lucrare de regularizare a albiei care se execută transversal pe toată lățimea albiei, în scopul menținerii talvegului la o cotă necesară, în amonte de lucrare, prin reducerea vitezei curentului și limitând afuierile în adâncime.

Pragul de fund protejează patul și malurile albiei împotriva eroziunilor și prin amplasarea sa în avalul unor construcții contribuie la menținerea stabilității acestora.

Proiectarea pragurilor de fund se va face în conformitate cu prevederile Legii 10/1995 urmărindu-se realizarea și menținerea pe întreaga durată de existență a construcției, a cerințelor de calitate obligatorii: rezistența și stabilitatea, siguranța în exploatare și igiena, sănătatea oamenilor, refacerea și protecția mediului.

Pragurile de fund se vor proiecta cu respectarea „Normativului privind proiectarea lucrărilor de apărare a drumurilor, căilor ferate și podurilor împotriva acțiunii apelor curgătoare și lacurilor” -NP 067/2002.

Elaborat de-
S.C. I.P.T.A.N.A. S.A.-București

Aprobat de: MINISTRUL
TRANSPORTURILOR,
CONSTRUCȚIILOR
TURISMULUI, cu ordinul
nr. 642 din 23.10.2003

Conform legii nr. 10/1995, documentația și caietul de sarcini cu cerințele de calitate obligatorii a materialelor de execuție vor fi verificate de verificator atestat de organele abilitate prin lege. Proiectantul va stabili fazele determinante de control a execuției, și beneficiarul le va prezenta inspecției în construcții spre avizare. Execuția pragurilor va fi realizată de personal calificat și instruit pentru acest gen de lucrări, condus de responsabili cu calitatea, atestați tehnic.

1.2. Domeniul de aplicare al ghidului

Ghidul se aplică în toate situațiile în care este necesară oprirea eroziunii fundului albiei, prin ridicarea cotei acestuia în zona unor lucrări, amenințate de acest fenomen.

Pragul de fund are drept scop micșorarea vitezei apei și colmatarea locală, în amonte de prag, a fundului albiei. Astfel se reface talvegul la cote inițiale sau impuse de condițiile de exploatare a unor obiective din zonă.

Ghidul se aplică la proiectarea lucrărilor de apărare a rețelilor de transporturi rutiere sau cale ferată ce traversează cursurile de apă sau sunt în lungul malului râului, precum și pentru conductele amplasate în situații similare. De asemenea, se poate aplica la lucrările de regularizare a râurilor, în zonele în care sunt necesare micșorări ale vitezei apei.

1.3. Utilizatorii ghidului

Utilizatorii potențiali ai ghidului sunt toți cei interesați de lucrări în albie: proiectanții care elaborează proiecte, verificatorii de proiecte, experții tehnici, responsabilii tehnici de execuție și exploatare, beneficiarii lucrărilor, organele administrației publice centrale și locale cu atribuții în domeniu (ministere, consilii județene și locale), CN Apele Române.

Ghidul pune la dispoziție elemente teoretice și constructive privind aceste lucrări.

1.4. Alinierea la norme europene

Nu există Eurocoduri care se referă la pragurile de fund. Pentru proiectarea unor elemente ale pragurilor de fund se pot folosi Normele europene.

În vederea armonizării prescripțiilor și alinierea la normele europene, standardele și reglementările tehnice în vigoare în România, se vor aplica și respecta în concordanță cu Eurocodurile următoare:

- EN 1990 : 2002 **Eurocode** - Bazele proiectării structurilor;
- EN 1991 : 2002 **Eurocode 1** - Acțiuni asupra structurilor (densități; greutatea proprie; solicitări exterioare, acțiuni pe durata execuției și accidentale; acțiuni ale utilajelor de exploatare);
- ENV 1992 : 1998 **Eurocode 2** - Proiectarea structurilor din beton (reguli generale; elemente prefabricate și structuri; agregate utilizate; fundații);
- ENV 1997 : 1999 **Eurocode 7** - Elemente geotehnice (reguli generale; teste de laborator; determinări/studii în teren);
- ENV 1998 : 1994 **Eurocode 8** - Proiectarea structurilor rezistente la cutremur (reguli generale; acțiuni și solicitări seismice; reguli specifice pentru diverse materiale și structuri; consolidări și reparații ale structurilor; fundații și elemente de susținere/sprijinire).

Un extras al standardelor de specialitate specifice, aplicate în România, este prezentat în anexe (cap. 8).

Proiectarea construcțiilor trebuie să fie în conformitate și cu Directiva Consiliului nr. 89/106/CEE cu privire la armonizarea legilor, reglementărilor și prevederilor legislative ale Statelor Membre referitoare la produsele de construcții, modificată prin Directiva 93/68. Produsele trebuie să fie adecvate pentru lucrările de construcții potrivit scopului, luându-se în considerare cerințele esențiale, care trebuie satisfăcute pentru o perioadă rezonabilă din punct de vedere economic, și anume de stabilitate, rezistență mecanică și de siguranță în exploatare.

Cap. 2. - DATE ȘI STUDII NECESARE PROIECTĂRII

2.1. Cadru general

În vederea proiectării pragurilor de fund sunt necesare următoarele date sau studii:

- topohidrografice;
- hidrologice;
- hidraulice;
- geotehnice și hidrogeologice;
- surse locale de materiale de construcții;
- ecologice și pedologice.

În funcție de amploarea lucrărilor și a condițiilor naturale sunt necesare date sau studii legate de analiza evoluției formei albiei în condițiile de amenajare actuală și de perspectivă.

Pentru elaborarea temelor necesare întocmirii acestor date sau studii este necesară recunoașterea terenului.

La recunoașterea terenului se urmăresc următoarele:

- stabilirea scopului lucrărilor hidrotehnice și lungimea sectorului de aplicare;
- efectuarea releveului și stabilirea stării lucrărilor de apărare existente în zona studiată;
- delimitarea zonei pe care urmează să se execute studiile topohidrografice și stabilirea poziției profilelor transversale;
- identificarea construcțiilor, amenajărilor și proprietăților;
- examinarea naturii acoperirilor în albie, în vederea aprecierii coeficientului de rugozitate corespunzător, diferențiat pentru albia minoră și albia majoră;
- identificarea naturii terenului la suprafață și stabilirea studiilor geotehnice necesare;
- examinarea comportării în timp a lucrărilor de apărare existente și efectele acestora;
- identificarea nivelurilor maxime istorice, înregistrate pe cursul de apă și efectele asupra zonei;

- culegerea de informații privind modificările de traseu ale albiei în timp;
- stabilirea surselor de materiale locale, a posibilităților de exploatare și distanțele de transport;
- stabilirea amplasamentului pentru organizarea șantierului;
- stabilirea posibilităților de acces în albie pentru execuția lucrărilor;
- culegerea de date referitoare la elementele de mediu, privind situația faunei și florei specifice în amplasamentul lucrării și aprecierea efectelor de poluare a mediului înconjurător, cauzate de execuția lucrărilor (ex.: existența unor lucrări de captare a apei și posibile consecințe asupra stabilității acestora-tehnologică și constructivă).

2.2. Studii topohidrografice

Ridicările topohidrografice se vor raporta la nivelul general al țării. Când se adoptă un nivel de comparație convențional, acesta se va materializa pe teren cu 2-3 borne. Pe planul de situație se vor menționa bornele cu cotele lor și eventual se va întocmi și o schiță de reperaj a bornelor dacă este necesar.

Planul de situație se va întocmi la scara 1 : 500 sau 1 : 1000 în funcție de suprafața de raportat și importanța construcției ce se proiectează. Planul va cuprinde:

- cote sau curbe de nivel pentru redarea reliefului;
- limitele albiei minore, identificate pe teren și din informații;
- limitele albiei majore la nivelul maxim al apelor, identificate din informații;
- linia oglinzii apei la data efectuării măsurătorilor;
- contururile ostroavelor, grindurilor sau denivelărilor mari, pentru nivelul minim și maxim cunoscut;
- contururile tuturor accidentelor de teren (stânci, gropi etc.);
- construcții existente (clădiri, diguri, conducte, canale, praguri etc.);
- detalierea cotelor în zonele de degradare sau eroziune;

- baza de măsurători, care va fi utilizată și pentru trasarea lucrărilor proiectate;
- delimitarea proprietăților și proprietarii respectivi;
- natura terenului din albie.

Suprafața - care se raportează trebuie să se realizeze până la limita de influență a remuului noii amenajări proiectate.

Profilele transversale se vor ridica la scara 1 : 100 sau 1 : 200, un număr suficient de mare pentru a modela cât mai fidel zona. Se vor executa din mal în mal și vor depăși cu 2 m nivelul maxim cunoscut (conform STAS 8593 art. 2. 1 .8). Se va executa obligatoriu un profil în secțiunea postului hidrometric (dacă este în zonă), reperându-se „0” miră față de sistemul de referință al ridicării topografice. Profilele transversale se vor face în dreptul podurilor, ostroavelor, grindurilor sau denivelărilor mari, accidentelor de teren etc.

La pragurile de fund proiectate pentru stabilizarea infrastructurii podurilor se vor ridica:

- minim un profil transversal închis amonte de pod;
- un profil transversal închis în axul podului, care va menționa cota intrados pod, cota rostului fundație-elevație pile pod, cota rostului fundație-elevație culei;
- minim trei profile transversale aval de pod.

În cazul a două poduri apropiate analiza se va face pentru amândouă.

Pe profilele transversale se vor specifica natura terenului și tipul de vegetație, nivelul apei la data ridicării, lucrările existente pe maluri și în albie și starea acestora.

Obligatoriu pe profilul transversal se va poziționa axul bazei de măsurători.

Profilul longitudinal prin talvegul albiei va cuprinde și cotele malurilor, suprafața apei la data ridicării, lucrările existente în albia minoră și majoră.

2.3. Studii hidrologice

Principalele caracteristici hidrologice care intervin direct în proiectare sunt:

- debitele maxime cu asigurarea de calcul în regim natural sau în regim amenajat, după caz, conform STAS 4068/2;
- inundabilitatea terenurilor la debite maxime de calcul, în situația existentă și în regim amenajat;
- nivelul maxim înregistrat (nivelul maxim istoric);
- coeficienții de rugozitate, atât în albia minoră cât și în cea majoră;
- pantele suprafeței libere a apei, eventual ale talvegului;
- evoluția morfologică a albiei minore, regimul de depuneri și afuieri în albie;
- regimul de iarnă al cursului de apă, cu zonele de formare a zăpoarelor, frecvenței acestora, grosimii podului de gheață, curgerii ghețurilor în sectorul studiat;
- debitele medii și minime necesare calculului de nivel al apei, pentru proiectarea lucrărilor provizorii.

Datele hidrologice pentru râuri vor fi obținute de la unitățile abilitate (C.N. Apele Române, I.N.M.H. sau de la unitățile teritoriale de gospodărire a apelor).

2.4. Studii hidraulice

Studiul hidraulic se face pe zona de influență a lucrării proiectate. Pentru început se face studiul hidraulic în regim natural. După stabilirea soluției proiectate se face din nou studiu hidraulic în regim amenajat, comparând vitezele și nivelurile apei cu cele din regim natural. Rezultatele vor fi utilizate la proiectare.

În cazul în care urmează a se proiecta lucrări complexe sau de importanță majoră, a căror influență asupra cursului de apă este dificil de apreciat prin calcule, se vor efectua studii de laborator pe modele fizice.

2.5. Studii geotehnice și hidrogeologice

Studiile geotehnice și hidrogeologice se vor întocmi pe baza temei emisă de proiectant, pentru a furniza date cu privire la stabilirea caracteristicilor necesare dimensionării lucrărilor (conform STAS 1242/1).

Studiile vor cuprinde în principal, următoarele date:

- geomorfologia zonei (descrierea principalelor forme de relief, eventual direcția și modalitatea de evoluție a acestora în viitor);
- structura geologică (stratificația terenului);
- încadrarea seismică după P100-92;
- caracteristicile fizico-mecanice ale pământului din fiecare strat (granulozitatea, parametri de rezistență la forfecare - unghiul de frecare interioară, coeziunea - limitele de plasticitate, gradul de îndesare, greutatea volumică a pământului, modulul de deformație liniară, umiditatea);
- presiunea admisibilă pe terenul de fundare și propuneri de soluții de fundare;
- condiții de săpare;
- condiții de compactare;
- caracteristicile hidrogeologice (coeficientul de filtrație, nivelul apei freatice întâlnit în foraje, chimismul apei subterane).

În funcție de importanța și caracteristicile lucrării, precum și de faza de proiectare, se va preciza amploarea studiului geotehnic și hidrogeologic.

Amplasamentele profilelor transversale și ale forajelor se vor marca pe planul de situație.

Forajele vor fi cotate în sistemul de referință al ridicărilor topografice.

Adâncimea forajelor se va stabili după natura terenului și importanța lucrării, în situația când studiile geotehnice premerg ridicărilor topografice, forajele se vor raporta la puncte fixe cu caracter permanent, care se vor repera și cota cu ocazia ridicărilor topografice.

În zone cu material granular adâncimea de forare va fi de cel puțin două ori adâncimea de afuiere.

2.6. Date despre sursele locale de materiale de construcții

Aceste studii stabilesc rezervele de materiale locale cu caracteristicile lor, influența lor asupra sănătății oamenilor și mediului, condițiile de exploatare, distanțele și mijloacele de transport, punerea lor în operă. În funcție și de acest studiu se definitivează soluția constructivă a amenajării de prag.

2.7. Studiul pedologie

Studiul pedologie trebuie să stabilească tipurile de sol, caracteristicile lor și condițiile în care se poate dezvolta vegetația utilizată la protecția malurilor.

2.8. Studiu ecologic

Studiul ecologic trebuie să dea indicații privind protejarea florei și faunei existente.

Pentru reducerea impactului asupra ecosistemelor, când apa curgătoare este populată cu pești, iar înălțimea deversorului depășește posibilitatea acestora de a trece din bieful aval în bieful amonte, se recomandă prevederea scării de pești. Astfel se dă posibilitatea migrării peștilor din aval spre amonte de prag.

Cap. 3. - ALCĂTUIREA CONSTRUCTIVĂ A PRAGURILOR DE FUND DEASUPRA TALVEGULUI

Amenajarea unui prag de fund implică realizarea unui ansamblu de construcții care să conducă la: reducerea vitezelor, reducerea pantei apei și colmatarea albiei în amonte de pragul de fund, revenirea în aval la vitezele inițiale.

Amenajarea este alcătuită din:

- prag deversor;
- lucrări de disipare: - bazin disipator;
- prag disipator (prag aval);
- risbermă;
- lucrări de apărare a malurilor.

Pierderile de sarcină corespunzătoare fiecărui element al amenajării sunt indicate în figura următoare (fig. 1.).

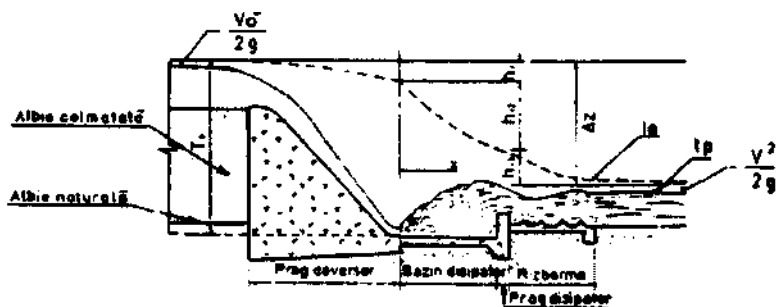


Fig. 1. - Schemă generală de amenajare prag de fund deasupra talvegului

- | | |
|---|---|
| T_0 - energia totală pe prag | Δh_{r1} - pierderea de sarcină pe paramentul pragului de fund |
| Δz - diferența dintre cota energetică din amonte și cea din aval | Δh_{r2} - pierderea de sarcină în bazinul disipator |
| Δh_r - pierderea totală de sarcină în amenajarea pragului de fund | Δh_{r3} - pierderea de sarcină pe risbermă. |

3.1. Pragul deversor

Este componenta determinantă cu care se realizează ruperea de pantă.

Cota coronamentului pragului se stabilește funcție de cerințele profilului longitudinal necesar în amonte.

Această cotă determină diferența de nivel între amonte și aval. Dacă diferența de nivel este mai mică decât 3,00 m, amenajarea pragului se poate face cu o treaptă de cădere. Dacă diferența de nivel este mai mare decât 3,00 m, amenajarea pragului se recomandă să se proiecteze cu mai multe trepte de cădere.

Clasificarea pragului deversor poate fi:

- a) după forma profilului transversal, pragurile deversoare se clasifică în:
 - praguri deversoare cu profil practic (dreptunghiular, trapezoidal);



Fig. 2. - Praguri cu profil practic

Cea mai des folosită secțiune de prag este pragul cu profil practic cu muchii rotunjite și taluz aval de 3/2, mai jos prezentat:



Fig. 3. - Prag cu profil practic și muchie rotunjită

- deversor cu prag lat.

b) după forma și poziționarea în plan a coronamentului:

- praguri frontale;
- praguri poligonale (sau arc);
- praguri oblice.

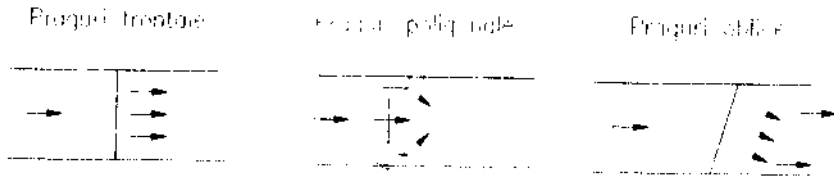


Fig. 4. – Praguri după poziția în plan

Pragurile poligonale au ca scop mărirea lungimii crestei de deversare. Când albia este îngustă pentru a putea evacua debitul maxim cu o grosime de lamă de apă mai mică, ceea ce este benefic în cazul albiilor cu maluri joase.

c) după materialul sau elementele de construcție folosite pragurile sunt realizate din:

- anrocamente;
- gabioane;

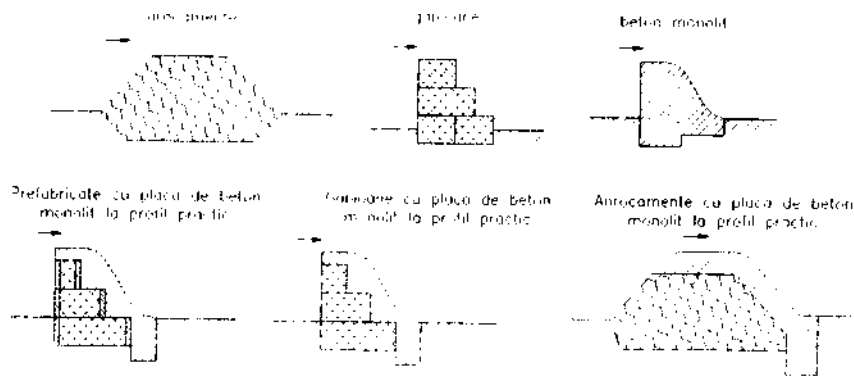


Fig. 5. – Praguri după materialul folosit

- beton monolit;
- prefabricate de beton simplu sau beton armat;
- saci de geosintetic umpluți cu material local.

Alegerea materialului și a tipului de construcție se va face funcție de viteza de curgere din albie. Toate materialele vor fi rezistente la îngheț-dezghet.

d) după modul de fundare:

- prag cu fundare directă: d_1);
- prag cu fundare indirectă (coloane, piloți, pereți mulați): d_2).



Fig. 6. – Tipuri de fundație la praguri

3.2. Bazinul disipator

Este amplasat la piciorul aval al pragului deversor, pe o lungime în care să se producă disiparea celei mai mari părți a energiei apei, prin dezvoltarea saltului hidraulic în apropierea lucrării (salt înecat).

Pentru formarea saltului hidraulic înecat bazinul disipator poate fi realizat în funcție de condițiile de racordare cu bieful aval, în următoarele variante:

- a) adâncire față de talveg;
- b) prag disipator în aval deasupra talvegului;
- c) adâncire parțială de talveg și prag disipator.

Bazinele disipatoare, în funcție de materialul folosit, pot fi:

- a) din saltea de gabioane placate cu beton;
- b) realizate din prefabricate umplute parțial cu beton;
- c) realizate din beton monolit.

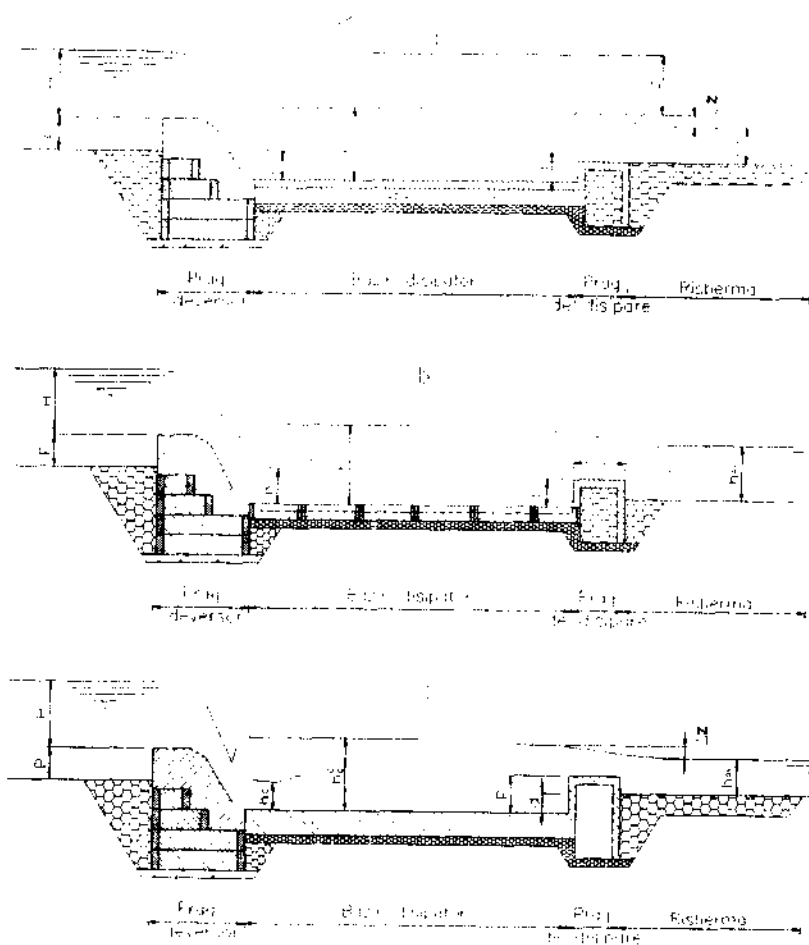


Fig. 7. – Tipuri de bazine disipate

Bazinele disipatoare pot fi cu suprafața lisă, sau cu dinți redane sau alt gen de rugozitate artificială a suprafeței bazinului pentru disiparea energiei.

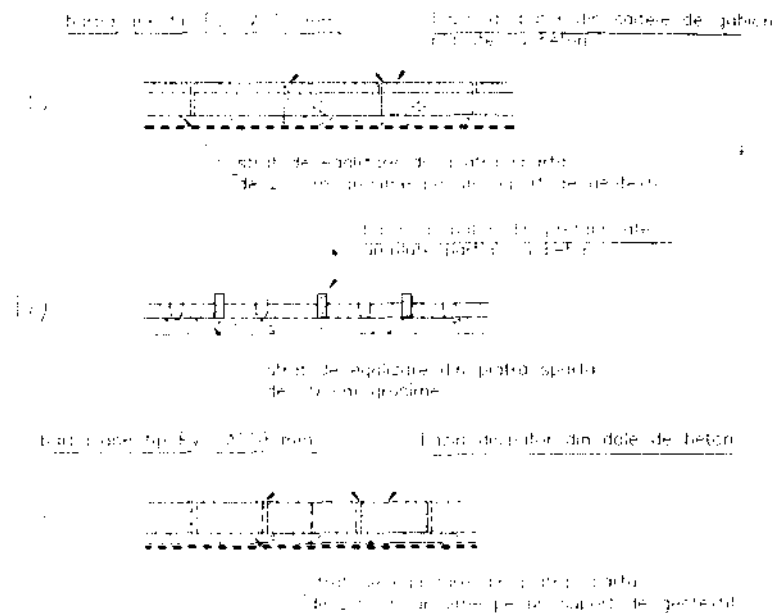


Fig. 8. – Secțiuni de radier a bazinului disipator

3.3. Pragul disipator

Este amplasat la capătul aval al bazinului disipator și are rolul de a influența formarea saltului înecat prin elementele stabilite la proiectare.

Pragul disipator se studiază:

- din punctul de vedere al materialului folosit sau al elementelor de construcție, din:
 - gabioane;
 - beton monolit;
 - prefabricate;
- din punct de vedere al continuității coronamentului:
 - continuu;
 - dințat.

3.4. Risberma

Se realizează o albie cu o rugozitate mare care asigură protecția fundului albiei în aval de pragul disipator prin reducerea macropulsațiilor de presiune și viteză provocate de saltul hidraulic. Ea are rolul de a împiedica avansarea eroziunilor dinspre aval spre amonte, fiind un element elastic care se mulează pe profilul creat de eroziune, protejându-l.

Risberma se poate realiza din:

- prefabricate de beton;
- anrocamente având dimensiunile în funcție de viteza apei în aval de bazinul de disipare;
- saci din geotextil umpluți cu material local;
- saltea din gabioane.

Lungimea risbermei va fi așa de mare încât să se realizeze în secțiunea finală o valoare a vitezei apei egală cu viteza în regim natural, la debitul maxim de calcul.

3.5. Apărările de mal

Apărările de mal au rolul de a asigura stabilitatea malurilor și de a împiedica erodarea acestora în zonele de încastrare a umerilor pragului, precum și în zonele de viteze mari ce se dezvoltă în bazinul disipator și în zona ei.

În amonte de pragul deversor viteza apei este mai mică față de situația din regim natural, în timp ce în aval și în special pe lungimea saltului hidraulic viteza crește. În acest sens apărarea de mal amonte de pragul de fund are rol preponderent de dirijare a apei, iar în aval, rolul principal este de menținere a stabilității malurilor.

Apărările de mal vor fi elastice (din gabioane) pentru a elimina inconvenientele lăsarilor neuniforme în albie și se vor încastra în maluri stabile. În cazul malurilor instabile ele au și rol de susținere și consolidare.

Pentru o situație morfogeologică concretă în albie, în funcție de materialele de construcție disponibile în zonă și posibilitățile de

execuție legate de modul de deviere a apelor, amenajarea unui prag de fund poate să fie orice combinație între orice tip de prag deversor cu orice tip de bazin de disipare a energiei și orice tip de prag disipator.

3.6. Adaptări la condițiile existente

3.6.1. În situația în care între bieful amonte și bieful aval este o diferență mare de nivel, realizarea căderii printr-o unică treaptă necesită o structură de mari dimensiuni cu probleme deosebite legate de asigurarea stabilității și a protecției construcției la vitezele mari ale curentului de apă din zonă.

În acest caz amenajarea se poate realiza cu mai multe trepte cu înălțimi mai mici (fig. 9.).

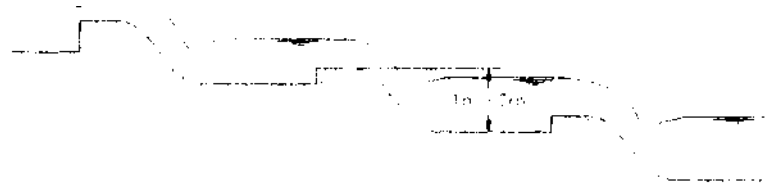


Fig. 9. – Praguri în trepte

Pragurile de fund în trepte se aplică și la regularizarea râurilor, unde este necesară realizarea unor viteze mici pe un anumit sector.

Elementele de alcătuire principală ale pragului de fund rămân aceleași, repetându-se pentru fiecare treaptă astfel:

- pragul disipator al primei trepte devine prag deversor pentru treapta a doua și în mod similar pentru următoarele;
- întreaga amenajare se va încheia în aval cu risberma.

3.6.2. În funcție de condițiile de teren, de cerințele de nivel ale pragului și respectiv ale înălțimii căderii și al debitului ce trebuie tranzitat pot lipsi unele părți enunțate mai sus, astfel:

- bazinul disipator de energie, când înălțimea pragului deversor este mică și vitezele apei nu provoacă antrenări ale materialului din albie;

- pragul disipator, dacă nu este necesar din calculul hidraulic;
- zidurile de dirijare și protecție, în cazul în care malurile, alcătuite din material care oferă posibilitatea unei încastrări corespunzătoare a umerilor pragului, fără riscul de a fi afuiți și ocoliți de curentul apei prin părțile laterale;
- când este vorba de căderi mici și calculul hidraulic arată că vitezele apei nu vor provoca eroziuni ale materialului în aval de lucrare.

Cap. 4. PRESCRIPȚII DE PROIECTARE ALE PRAGULUI DE FUND

4.1. Clasificarea pragurilor

Pragurile de fund sunt construcții cu ajutorul cărora se realizează un anumit profil longitudinal al albiei, la cote impuse, prin limitarea afuierilor în adâncime.

Pragurile de fund pot fi:

- *praguri de fund îngropate*, care au cota superioară la nivelul talvegului, urmărindu-se menținerea profilului longitudinal existent al albiei, împiedicând coborârea patului albiei (vezi ghid NP 067/2002). Aceste lucrări se prevăd în general pentru menținerea talvegului albiei în zona unor lucrări de apărare, a unor construcții pe maluri, a unor conducte îngropate în albie etc.;
- *praguri de fund deasupra talvegului*, care urmăresc să refacă sau să realizeze un nou profil longitudinal al albiei într-o zonă unde este necesar acest lucru. Ele se execută în general cu înălțimi mici ($0,1 - 0,2$) h , unde h este adâncimea albiei minore. Acestea pot avea înălțime mai mare dacă râurile transportă un debit solid târât mare. Pentru proiectarea acestor lucrări sunt necesare calcule hidraulice și de stabilitate mai complexe.

4.2. Criterii privind amplasarea pragurilor de fund

Amplasarea pragurilor trebuie să satisfacă următoarele condiții:

- în aval de zona pe care se urmărește realizarea unui nou profil longitudinal al albiei. Distanța la care se amplasează pragul de fund în aval de lucrarea existentă sau zona de interes, rezultă dintr-un calcul tehnico-economic;
- să asigure condiții pentru o fundare cât mai simplă și economică;
- se alege o secțiune de curgere cât mai îngustă pentru a se realiza o construcție scurtă;
- în amonte de lucrare albia să prezinte o lărgire (rază hidraulică mică) care să permită reducerea vitezei de acces și depunerea materialului solid antrenat;
- traseul amonte și aval al albiei să fie rectiliniu pe o lungime de câțiva zeci de metri pentru ca la viitură, pragul de fund așezat normal pe curent, să aibă capacitatea de curgere maximă;
- malurile să fie stabile pentru evitarea unor prăbușiri ulterioare;
- să nu producă amplificarea fenomenelor de iarnă;
- să nu producă inundații la ape mari.

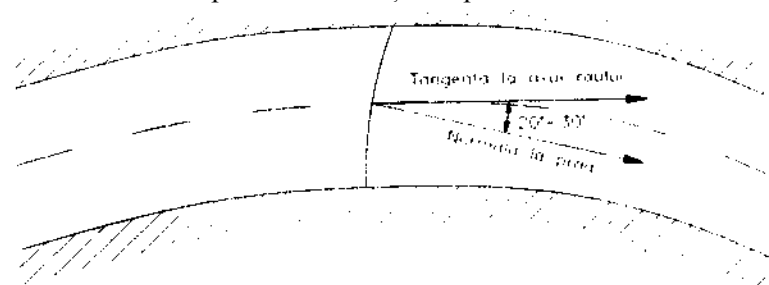


Fig. 10. – Poziționarea pragurilor de fund în zona de curbură a albiilor

În aliniament, pragurile de fund se realizează perpendicular pe direcția de curgere. În curbe, pragurile de fund sunt ușor înclinate pentru a dirija curentul de apă spre malul convex.

În cazul pragului de fund în avalul podurilor construite pentru ridicarea cotei talvegului în albie la cota rost fundație - elevație pilă, construcția se va amplasa la 20-40 m distanță de pod astfel încât efectul pragului în amonte să se resimtă cât mai repede.

Stabilitatea infrastructurii podurilor este influențată negativ de eroziunea talvegului albiei. Acest fenomen se amplifică în situațiile în care lucrările din albie măresc puterea de eroziune a curentului. De exemplu, exploatarea balastiere în albie măresc panta hidraulică și accelerează procesul de eroziune cu tendință de evoluție spre amonte. De aceea, se impune ca exploatarea balastierei să se poziționeze la o distanță minimă față de lucrarea din albie. Ordinul Ministrului Transportului nr. 48/1998 cap. 3.2 precizează amplasarea unei balastiere noi la minim 1 km amonte de pod și minim 2 km în aval de pod.

În cazuri de complexitate deosebită amplasamentul și dimensiunile pragurilor de fund se vor stabili pe bază de încercări hidraulice de laborator.

4.3. Condiții de fundare a pragurilor

Fundarea pragului se va face în mod corespunzător cerințelor fiecăruia dintre principalele lui elemente, astfel încât:

- cota de fundare să se afle într-un strat al terenului în care să se asigure stabilitatea construcției cu tasări în limita admisibilă. Tasările admisibile vor fi în funcție de felul structurii: rigidă sau elastică;
- să fie asigurată cota de îngheț, în cazul fundării structurilor rigide, pe roci impermeabile;
- să se elimine sau să se limiteze fenomenul de eroziune internă în terenul de fundare și în maluri.

În cazul când terenul nu permite fundarea directă, poate fi utilizată și fundarea prin intermediul coloanelor, piloților, baretelor.

Trebuie folosite pe cât posibil situațiile favorabile ale terenului: praguri naturale, zone cu teren de fundare mai bun, contur favorabil al secțiunii albiei etc.

4.4. Controlul infiltrațiilor

Cu pragurile de fund nu se urmărește retenția apei în amonte, ci modificarea pantei de curgere, acceptându-se eroziunea internă în terenul de fundare și în maluri, astfel încât să nu se producă afuierea materialului de sub fundație și destabilizarea construcției.

Controlul infiltrațiilor pe sub lucrare sau prin părțile laterale se va realiza prin:

- lungimea drumului pe care apa îl parcurge din amonte spre aval, pe sub lucrare sau prin jurul acesteia. Lungimea de infiltrație a apei va putea fi mărită cu piteni sau diafragme;
- ecrane din palplanșe, pereți mulați, voaluri, sau înlocuire de material. Acestea se vor realiza până la stratul impermeabil, sau de o adâncime care să reducă convenabil gradientul vitezei;
- saltele impermeabile în amonte și/sau în aval;
- filtre din material granular sau din materiale geosintetice.

Se vor adopta, după caz, combinații ale acestor metode. Se va da o atenție deosebită soluțiilor de fundare în cazul terenurilor nisipoase fine sau prafurilor argiloase.

4.5. Accidente posibile pe parcursul execuției, exploatarea și măsurile de remediere

4.5.1. Amenajarea pragurilor de fund se execută de obicei prin devierea râului.

Se recomandă ca execuția lucrărilor să se facă în perioadele cu ape scăzute, la adăpostul unor batardouri.

Cota coronamentului digului este stabilită pentru un debit mediu multianual estimat pentru perioada din an în care se execută

lucrarea. La calcul se ține seama de secțiunea reală de curgere a râului pe perioada execuției. Sunt situații în care, în special din lipsa fondurilor, se întrerup lucrările într-o anumită fază de execuție. Acest lucru poate dăuna atât lucrării executate cât și lucrărilor existente în zonă. Dacă acest lucru se întâmplă, este absolut necesară conservarea lucrărilor executate, asigurându-se fonduri pentru conservarea și reluarea lucrărilor.

Uneori execuția lucrărilor se prelungește în timp din diferite motive. Dacă pe perioada de execuție lucrările din albie sunt surprinse de o viitură, consecințele sunt grave întrucât albia este obturată parțial de lucrare, în funcție de mărimea viiturii apar direct proporțional și aspecte negative:

- eroziuni în secțiunea micșorată cu lucrarea în execuție;
- depuneri în incinta de execuție îndiguită.

Dacă eroziunile sunt mari pot produce deplasări ale tronsonului executat. În acest caz se consolidează tronsonul cu o plombare cu beton sub fundația respectivă și o supralărgire pentru asigurarea stabilității. Dacă deplasarea este mare se dispune demolarea pragului cu păstrarea fundației care se va consolida și refacerea elevației cu racordarea la tronsonul adiacent neafectat de viitură.

Depunerile în incintă nu creează probleme de stabilitate. Ele se vor elimina din amplasament după care se poate continua lucrarea.

Altă soluție de dirijare a râului pe perioada de execuție, după executarea pragului de fund pe jumătate de albie, este realizarea unei galerii în corpul pragului la cota talvegului râului. Prin această galerie tranzitează debitul din bazinul respectiv pe perioada execuției pragului de fund pe restul albiei.

La terminarea lucrărilor, această galerie obligatoriu se va închide. Această metoda are avantajul că lucrările provizorii nu sunt lucrări de amploare, neridicând nivelul apei în amonte de prag pe timpul execuției.

De asemenea se pot folosi tehnologii de deviere ca: diguri fuzibile, executarea pe trepte de înălțime etc.

4.5.2. În cazul unor viituri se pot produce deteriorări ale pragurilor de fund. În astfel de situații se studiază de la caz la caz refacerea acestuia. Secțiunea veche a pragului se include într-o secțiune nouă care să redea funcționalitatea pragului, sau se proiectează un nou prag de fund, imediat aval de cel avariat (care va fi acoperit de materialul de colmatare amonte de noul prag).

4.6. Urmărirea comportării în timp a pragurilor de fund

Pentru a interveni într-un stadiu ușor de reparat se recomandă *urmărirea comportării în timp a pragurilor de fund*.

În acest scop, pe coronament, se poziționează reperi spre fiecare mal și în deschiderea centrală, care la recepția lucrării se vor raporta cu cote față de un reper vizibil, stabil, existent pe mal.

Beneficiarul va întocmi o schiță de reperaj cu acești reperi. Periodic și obligatoriu după fiecare viitură se vor citi cotele pe reperi de pe coronamentul pragului. Aceste citiri dau imaginea deplasărilor eventuale ale tronsoanelor pragului din amplasament. La deplasări mai mari de 2-3 cm se va înștiința proiectantul general.

De asemenea, se va urmări ca bazinul de disipare a energiei să fie decolmatat periodic.

În general, bazinele disipatoare se colmatează. Viiturile aduc plutitori care pot fi reținuți în bazinele disipatoare de energie. Se recomandă curățarea bazinelor disipatoare în cazul în care sistemul constructiv nu permite autocurățarea. Întreținerea bazinelor disipatoare de energie intră în sarcina beneficiarului.

În cazul unor viituri, există pericolul antrenării materialului. Aceasta trebuie completată, rolul ei fiind foarte important pentru menținerea stabilității pragului.

Cap. 5. PROIECTAREA PRAGURILOR DE FUND

Asigurarea de calcul și de verificare stabilite conform STAS 4273, STAS 4068-2, HGR 766/1997 Anexa 3 și Regulamentul privind stabilirea categoriei de importanță a construcțiilor, determină elementele de calcul privind dimensionarea hidraulică a pragurilor de fund.

Relațiile pentru calculele hidraulice care sunt prezentate în ghid nu sunt limitative. Se recomandă să se aplice și alte relații din literatura de specialitate pentru verificarea corectitudinii rezultatelor și îmbunătățirea soluțiilor constructive.

5.1. Dimensionarea hidraulică

Dimensionarea hidraulică a pragurilor de fund se efectuează după principiile de calcul ale barajelor deversoare.

Problemele hidraulice care se pun în cazul pragurilor de fund sunt legate de disiparea energiei la racordarea cu bieful aval. Fiind vorba de trecerea de la un regim de curgere rapid la unul lent, soluția economică pentru pragul de fund este aceea de a se favoriza prin alcătuirea acestuia, formarea saltului hidraulic înecat.

Din punct de vedere al cotei pragurilor față de nivelul apei din aval, acestea pot fi:

- neînecate (când nivelul apei în aval nu influențează curgerea);
- înecate (când nivelul apei în aval este situat deasupra cotei pragului și influențează mărimea debitului deversat).

Calculul hidraulic al pragurilor de fund presupune următoarele etape de analiză:

- racordarea biefurilor, dimensionarea bazinului disipator;
- calcule de afuiere;
- verificarea la infiltrații;
- verificarea inundabilității la ape mari.

Calculul hidraulic trebuie efectuat pentru debitele de calcul și pentru etapele de execuție, cu lățimea pragului limitată prin devierea apelor cu debitul de calcul pe perioada estimată a execuției.

Cota digurilor de deviere va rezulta și ea în urma acestor calcule.

5.1.1. Racordarea biefurilor

La curgerea peste deversor, racordarea cu bieful aval poate fi:

- fără salt hidraulic, dacă în bieful aval:

$$h_{cr} = \sqrt[3]{\frac{\alpha Q^2}{gb^2}} \quad \text{pentru albie dreptunghiulară,}$$
$$i > i_{cr} \quad \text{și} \quad h_{av} \leq h_{cr}$$
$$i_{cr} = \frac{Q^2}{K_{cr}^2}, \quad K_{cr} = A_{cr} C_{cr} \sqrt{R_{cr}}$$

unde:

- A_{cr} = secțiunea albiei;
- C_{cr} = coeficientul Chezy;
- R_{cr} = raza hidraulică,

calculate pentru adâncimea critică corespunzătoare albiei la debitul cunoscut Q .

- cu salt hidraulic, dacă $h_{av} > h_{cr}$

Saltul hidraulic poate fi:

- salt înecat dacă: $h_c^c < h_{av}$
- salt în stare critică dacă: $h_c^c = h_{av}$
- salt îndepărtat dacă: $h_c^c > h_{av}$

unde h_c^c este adâncimea la ieșirea din salt și h_{av} este adâncimea aval a râului.

Forma saltului se determină astfel:

1. Se determină sarcina hidraulică la prag – H_0

Formula de bază pentru calculul deversoarelor de toate tipurile are următoarea expresie:

$$Q = mb \sqrt{2g} \cdot H_0^{3/2} \text{ (mc/s),}$$

în care:

Q = debitul deversat;

$m = m_0 \sigma \epsilon k$;

m = coeficient de debit (conform pct. 5.1.2.);

m_0 = coeficient de formă;

σ = coeficient de înecare a deversorului;

ϵ = coeficient de contracție laterală;

k = coeficientul de oblicitate a deversorului;

b = lățimea pragului (m);

g = accelerația gravitației (m/s^2);

H_0 = sarcina hidraulică la prag cu considerarea vitezei de acces.

$$H_0 = H + \frac{V_0^2}{2g},$$

unde: $V_0 = \frac{Q}{bH}$ și poate fi neglijată când $V_0 < 0,75 \div 1,0$ m/s;

H = înălțimea lamei de apă peste pragul deversor.

Notând $q = \frac{Q}{b}$, sarcina pe deversor se poate scrie:

$$H_0 = \sqrt[3]{\frac{q^2}{2gm^2}}$$

unde: q = debit specific.

În cazul pragurilor de fund, lățimea pragului este practic egală cu lățimea albiei din amonte.

În condiții normale (fără înecare, fără contracție laterală perpendicular pe albie, cu secțiune dreptunghiulară) $m = m_0$.

2. Se determină adâncimea secțiunii contractate, h_c , din relația:

$$h_c = \frac{q}{\varphi \sqrt{2g(p + H_0 - h_c)}}$$

în care:

p = înălțimea pragului deversor;

φ = coeficient de viteză.

Se începe calculul neglijând sub radical pe h_c , apoi se reface calculul introducând valoarea de la prima încercare. Se repetă calculul până când diferența față de încercarea precedentă nu depășește 5 %.

3. Se calculează h_{cr} .

4. Se calculează adâncimea conjugată h_c^c , care pentru albiu

dreptunghiular are formula: $h_c^c = \frac{h_c}{2} \left[\sqrt{1 + 8 \left(\frac{h_{cr}}{h_c} \right)^3} - 1 \right]$.

5. Se stabilește forma saltului prin compararea h_c^c cu h_{av} . Dacă $h_{av} > h_{cr}$ și

– $h_c^c > h_{av}$ salt hidraulic îndepărtat;

– $h_c^c = h_{av}$ salt hidraulic în stare critică;

– $h_c^c < h_{av}$ salt hidraulic înecat.

În condiția în care nivelul aval este superior cotei de creastă a pragului și $h_c^c < h_{av}$, avem un prag înecat.

Coeficientul de înecare $\sigma = f \left(\frac{h_n}{H_0} \right)$ corectează coeficientul de

debit $m = m_0 \sigma$ și implicit sarcina pe pragul deversor H_0 . Înecarea crește o dată cu creșterea sarcinii pe prag.

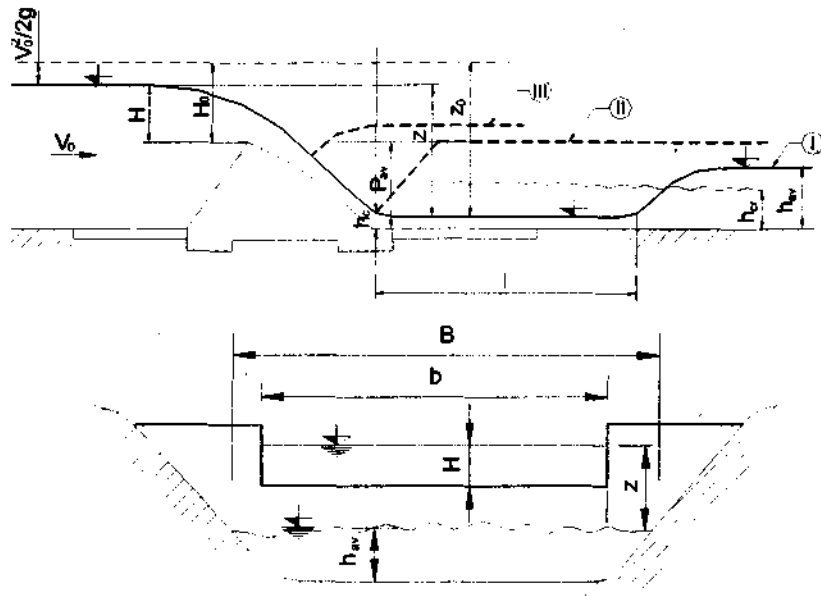


Fig. 11. - Forma saltului hidraulic

I - îndepărtat; II în stare critică; III apropiat (înecat)

5.1.2. Coeficientul de debit m

Coeficientul m poartă numele de coeficient de debit al deversorului și *variază* în limite largi, în funcție de caracteristicile geometrice și hidraulice ale deversorului.

Coeficientul de debit pentru calculul pragurilor de fund depinde substanțial de forma profilului pragului deversor ($m_0 = 0,30 \div 0,50$) după cum urmează:

- *Pragul deversor cu profil poligonal* (cu perete gros)

În această categorie se înscriu pragurile la care $c < 2H$ și sunt în general, de două tipuri:

- cu profil dreptunghiular;
- cu profil trapezoidal.

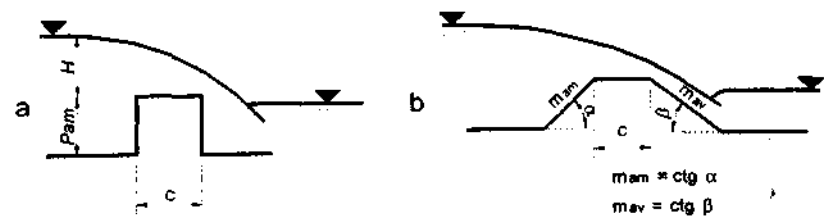


Fig. nr. 12. Deversoare cu profil poligonal
a - dreptunghiular; b - trapezoidal

Calculul se face cu formula: $Q = mb \sqrt{2g} H_0^{3/2}$, în care:

$$H_0 = H + \frac{V_0^2}{2g};$$

iar $m = m_0 \sigma \epsilon K$, $m_0 = 0,32 + 0,05 \left(2,5 - \frac{c}{H} \right)$ pentru domeniul $0,6 < c/H < 2,5$ și $P_{am}/H \geq 3$.

Pentru $P_{am}/H < 3$, se aplică lui m_0 coeficientul de corecție

$$K_v = 1 + 0,13 \frac{H}{P_{am}},$$

unde:

H = sarcina deversorului;

P_{am} = adâncimea pragului în amonte.

Coeficientul de debit depinde în acest caz de raportul dintre sarcina hidraulică H și lățimea acesteia și de înclinarea paramentului valorile fiind date în tabelul următor:

**Valorile coeficientului m_0
pentru deversorul cu profil trapezoidal**

(după datele lui N.N. Pavlovski)

p/H	Coeficient de taluz		Coeficient de debit m_0		
	m_{amonte}	m_{aval}	$H/c = 2$	$H/c = 2 - 1$	$H/c = 1 - 0,5$
2-3	0	1	0,42	0,40	0,38
	0	2	0,40	0,38	0,36
	3	0	0,42	0,40	0,38
	4	0	0,41	0,39	0,37
	5	0	0,40	0,38	0,36
1-2	-10	0	0,38	0,36	0,35
	0	3	0,39	0,37	0,35
	0	5	0,37	0,35	0,34
	0	10	0,35	0,34	0,33

• *Pragul deversor, cu profil practic*

Acest tip combină un profil curbiliniu al coronamentului (de tip circular sau eliptic) cu unul liniar al paramentului și o racordare circulară cu bazinul.

Coeficientul de formă este $m_0 = 0,49$.

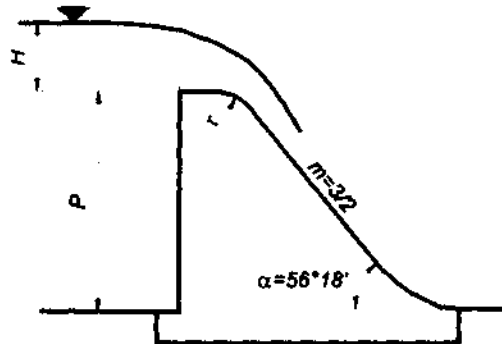


Fig. 13. – Deversor cu profil practic

Pragul deversor cu profil curbiliniu cu vacuum, este înecat când:

$$z < H + 0,15 H$$

Valoarea coeficientului de înecare σ , este dată în tabelul următor, debitul calculându-se tot cu formula:

$$Q = m_0 \sigma b \sqrt{2g} H_o^{3/2}$$

**Valorile coeficientului de înecare σ
pentru deversoarele fără vacuum cu profil practic**

(N.N. Pavlovski)

h_n/H	σ	h_n/H	σ	h_n/H	σ
0,00	1,000	0,35	0,963	0,70	0,856
0,05	0,996	0,40	0,956	0,75	0,821
0,10	0,991	0,45	0,948	0,80	0,778
0,15	0,986	0,50	0,937	0,85	0,709
0,20	0,981	0,55	0,923	0,90	0,621
0,25	0,976	0,60	0,907	0,95	0,438
0,30	0,970	0,65	0,886	1,00	0,000

Pentru calculul coeficientului de înecare se va putea utiliza și formula:

$$\sigma = 1,05 \left(1 + 0,2 \frac{h_n}{P} \right) \sqrt[3]{\frac{z}{H}}$$

unde:

h_n = înălțimea de înecare măsurată de la creasta deversorului la nivelul din aval;

$$h_n = H - z$$

P = înălțimea deversorului de la creastă la fundul bazinului disipator;

z = căderea la deversor, de la nivelul amonte al apei, la cel din aval.

• *Deversor cu prag lat*

Se consideră prag lat, deversorul cu secțiune dreptunghiulară la care $2,5H < c < 8H$

a) *prag lat neîncat:*

$$Q = m b \sqrt{2 g H_0^{3/2}}$$

$$h = h_{cr} = \sqrt[3]{2 m^2 H_0} = 0,6 H_0$$

orientativ $m = 0,35$.

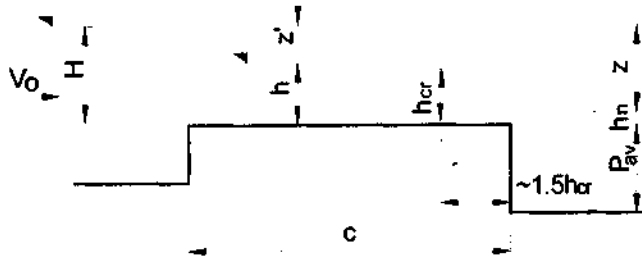


Fig. 14. – Deversor cu prag lat

b) *prag lat încecat:*

– condiția de încecare este

$$z < H - h_{cr} \text{ și } \frac{z}{P_1} < \left(\frac{z}{P} \right)_{cr}$$

– adâncimea la prag se ia $h = h_n$;

– debitul se determină cu formula:

$$Q = m_0 \sigma b \sqrt{2 g H_0^{3/2}},$$

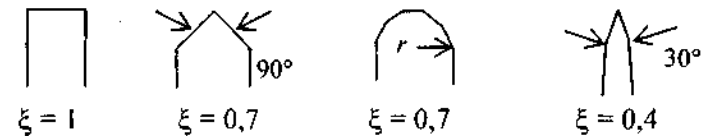
valorile lui σ fiind date în tabelul următor.

Valoarea coeficientului de încecare σ pentru deversoarele cu prag lat

(N.N. Pavlovski)

h_n/H_0	σ	h_n/H_0	σ	h_n/H_0	σ
0,70	1,000	0,90	0,739	0,980	0,360
0,75	0,974	0,92	0,676	0,990	0,257
0,80	0,928	0,94	0,598	0,995	0,183
0,83	0,889	0,95	0,552	0,997	0,142
0,85	0,855	0,96	0,499	0,998	0,116
0,87	0,815	0,97	0,436	0,999	0,082

Coeficientul de contracție ε diminuează lățimea efectivă de deversare și se calculează cu formula Creager: $\varepsilon = 1 - 0,1n\xi H/b$; $n = \text{nr. margini verticale care produc contracția unde:}$



În general pragurile de fund cu o singură deschidere au accesul curentului caracterizat prin coeficientul de contracție $\varepsilon = 1$.

Coeficientul de corecție k , folosit la deversoarele oblice au valori funcție de oblicitatea lui conform tabelului de mai jos (Hidraulica – D. Cioc, ediția 1983):

θ	15°	30°	45°	60°	90°
k	1,000	0,90	0,739	0,980	0,360

5.1.3. Dimensionarea bazinului disipator

Dacă racordarea se face fără salt hidraulic, nu este necesar bazin disipator, ci numai o risermă, care să preia efectele vitezelor sporite în aval de prag.

În cazul racordării cu salt hidraulic, este necesară prevederea unui bazin disipator și experiența a arătat că, dintre formele de racordare cu bieful aval, cea cu salt hidraulic apropiat, cu un grad de înecare de 1,05 sau puțin mai mare, este cea care realizează un control eficient al poziției saltului și cea mai intensă disipare a energiei.

Pentru realizarea racordării cu salt apropiat, este nevoie să se construiască un bazin, cu o saltea de apă de grosime $h_c > h_c^c$, denumit bazin disipator.

Formele de realizare ale bazinului sunt:

- prin adâncire;
- prin prag disipator;
- mixt, prin combinarea formelor anterioare.

Pentru aprecierea oportunității soluției cu bazin disipator simplu (fără alte dispozitive de disipare a energiei), se analizează valoarea numărului Froude:

$$F_r' = \frac{\alpha V_c^2}{gh_c}$$

În ceea ce privește disiparea energiei, bazinul simplu nu se comportă bine la numere Froude mici ($F_r' < 20$) deoarece disiparea este slabă, iar formele saltului sunt neconvenționale.

La numere Froude mari ($F_r' > 80-100$) saltul nu are o poziție stabilă, ci se deplasează oscilând în jurul unei poziții medii.

Pentru numere Froude $20 < F_r' < 80$ se recomandă folosirea bazinului, iar pentru $F_r' < 20$ și $F_r' > 80$ se recomandă folosirea bazinelor complexe.

În concluzie, din punct de vedere al disipării energiei, bazinul simplu se comportă bine dacă: $20 < F_r' < 80$.

5.1.3.1. Calculul bazinului de disipare

Calculul bazinului, în sensul controlului saltului, se poate face prin metoda debitului fictiv, formulată pentru bazinul mixt, aplicabilă la limită și celorlalte două scheme.

Pentru un debit de calcul, trebuie să se determine adâncimea bazinului și înălțimea pragului precum și lungimea bazinului. Astfel:

- Se alege o adâncime de bazin d și apoi p dacă este cazul.
- Se calculează adâncimea contractată.

$$h_c = \frac{q}{\varphi \sqrt{2g(p + H_0 - h_c)}}$$

Într-o primă aproximație se neglijează h_c de sub radical, apoi se introduce valoarea obținută și se recalculează până diferența între două valori consecutive nu depășește 5%.

- Se calculează adâncimea conjugată:

$$h_c^c = \frac{h_c}{2} \left[\sqrt{1 + 8 \left(\frac{h_{cr}}{h_c} \right)^3} - 1 \right]$$

- Se calculează:

$$h_2 = C_s h_c^c,$$

în care: C_s = coeficient de înecare = 1,05 ÷ 1,1.

Cu h_2 obținut se calculează debitul fictiv, care deversează peste pragul cu înălțimea p , pentru care se dau diferite valori. Acest debit trebuie să fie egal cu debitul de calcul și se va calcula ținând seama de forma pragului și de nivelul din aval, astfel încât să se obțină controlul racordării cu coeficientul de înecare a saltului, φ . Pentru o sarcină $H = h_2 - d - p$.

Este necesară verificarea mai multor combinații ale adâncimii bazinului și înălțimii pragului, pentru obținerea variantei optime economice. De aceea, în cazul lucrărilor mari unde investițiile sunt

mari, este necesar să se studieze debitul de calcul pentru disipator individual, prin trasarea curbelor $h_c^c = f(q)$ și $h_{av} = f(q)$.

Pe graficul din fig. 15. se observă că până în punctul de intersecție a acestor curbe, $h_c^c > h_{av}$, adică avem salt îndepărtat, dec este nevoie de disipator, dar pentru $q > q_x$, avem $h_c^c < h_{av}$, deci saltul este apropiat și nu este nevoie de disipator. Deci, disipatorul nu va fi dimensionat la debitul cu asigurarea de calcul (când nu este necesar disipatorul), ci la acel debit pentru care diferența $d = h_c^c - h_{av}$ (diferența ce reprezintă chiar adâncimea bazinului) va fi maximă, altfel bazinul disipator va fi supradimensionat pentru gama de debite $q < q_x$ și suplimentar pentru gama de debite $q > q_x$.

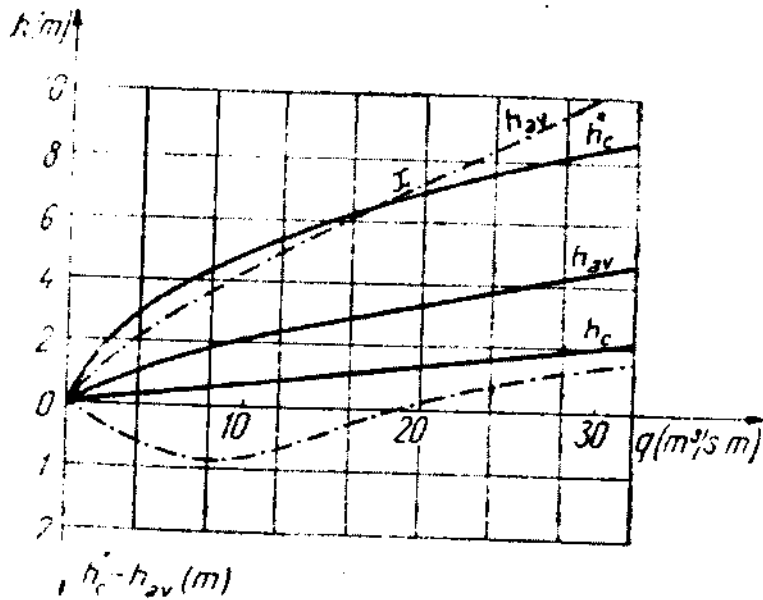


Fig. 15. – Debitul de calcul al disipatorului

Bazinele disipatoare, prin adâncire sau cu prag disipator, prin soluția aleasă trebuie să se autoîntrețină în timpul exploatării, pentru a-și păstra elementele geometrice de proiectare. Soluțiile recomandate sunt bazinele cu redane sau pragurile disipatoare crenelate, care

asigură prin autospălare curățarea bazinelor de depunerile din debitele solide ale râurilor (în special la râurile de șes).

5.1.3.2. Lungimea bazinului disipator

Se va stabili cu relația: $l_b \cong 0,8 l_s$ în care:

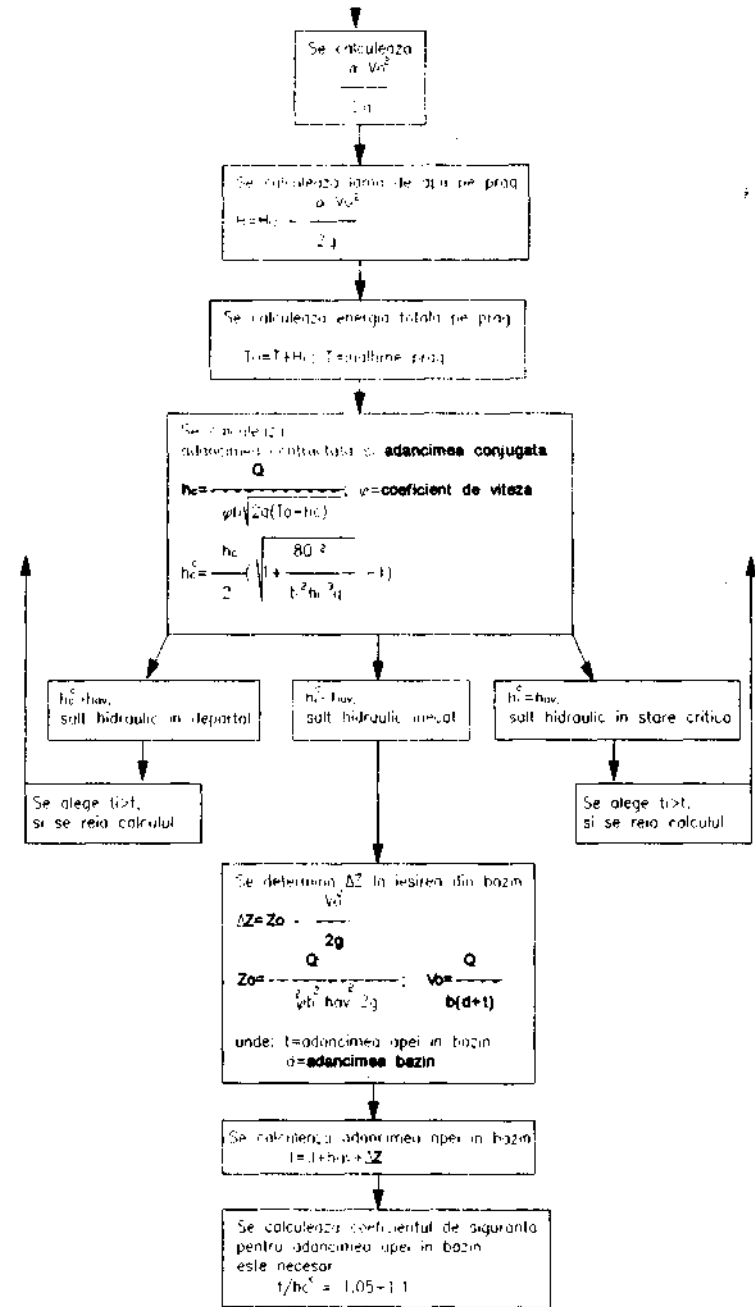
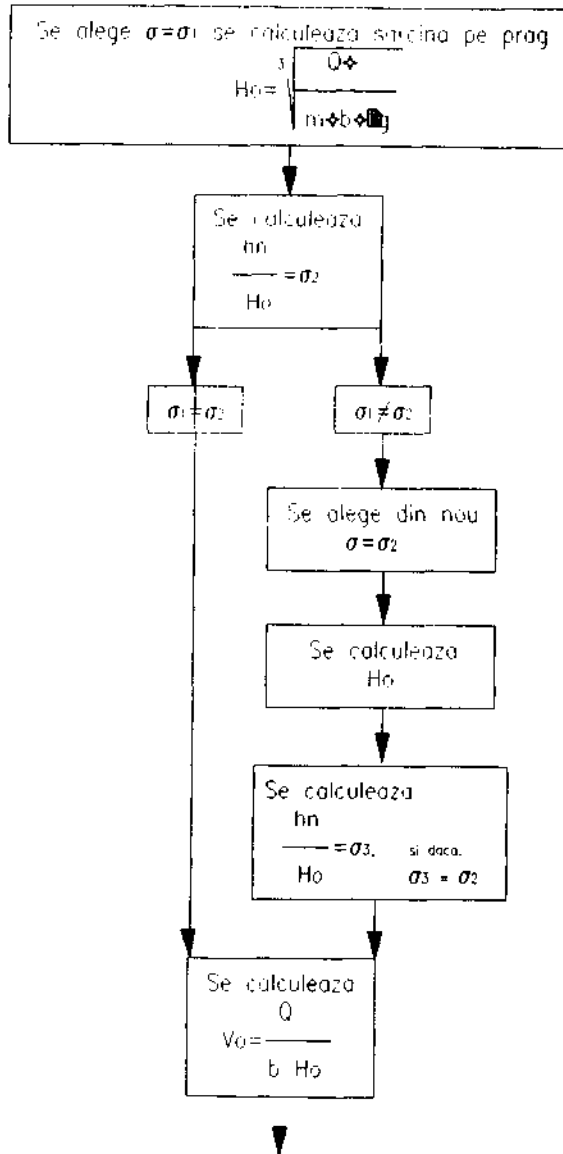
$$l_s = 10,3 h_c (\sqrt{F_{r1}} - 1)^{0,81}$$

$$F_{r1} = \left(\frac{h_{cr}}{h_c} \right)^3 - \text{numărul Froude înaintea saltului}$$

sau:

$$l_b = (5 \div 6) (h_c^c - h_c).$$

5.1.4. Schema logica pentru calculul hidraulic al pragului de fund



5.2. Calculul hidraulic al căderilor cu mai multe trepte

În amenajarea hidraulică a unui prag de fund cu mai multe trepte de cădere, se impune realizarea disipării energiei lamei deversante printr-o racordare cu salt înecat în secțiunea aval a fiecărei trepte. Importantă este determinarea înălțimii pragului disipator necesar pentru a asigura înecarea saltului. Deci, adâncimea conjugată adâncimii contractate trebuie să se racordeze cu adâncimea lamei pe prag.

Calculul poate fi realizat în una din următoarele două soluții constructive:

1. trepte de înălțime egală;
2. căderi egale pe fiecare treaptă.

Urmărind condițiile impuse, mai sus menționate, calculul se reduce la calculul căderii într-o treaptă, conform capitolului 4.1.4. De exemplu:

- se alege numărul de trepte și se stabilește în prealabil adâncimea bazinelor;
- se calculează adâncimea contractată și adâncimea conjugată în primul bazin care trebuie să fie mai mare decât adâncimea apei pe primul prag;
- următoarele trepte se calculează la fel;
- la ultimul bazin de disipare h_c^c va fi mai mic decât cota sarcinii pe pragul de disipare din aval sau, la ieșirea din bazin cu adâncire h_c^c va fi mai mic decât adâncimea din aval a râului plus căderea de sarcină la ieșirea din bazin, respectându-se coeficientul de siguranță menționat la capitolul 4.1.

5.3. Indicații privind determinarea aproximativă a adâncimii de afuiere a albiei în bieful aval

În ipoteza racordării biefurilor cu salt înecat într-un bazin disipator fără elemente suplimentare de disipare (dinți, șicane etc.) și a

unei albie constituită dintr-un material afuiabil, determinarea adâncimii afuierilor va avea la bază relațiile:

$$V_0 = K_x \cdot V_x$$

$$t_x = K_x \cdot h_{av}$$

unde:

K_x = coeficientul capacității de erodare a curențului;

h_{av} = adâncimea curențului în aval, în condiții naturale;

V_0 = viteza medie a curențului într-o secțiune aval de zona de tranziție¹;

V_x, t_x = viteza, respectiv adâncimea curențului, într-o secțiune oarecare din zona de tranziție;

V_0 și V_x = viteze medii de neantrenare.

În zona de tranziție are loc uniformizarea distribuției vitezelor medii și stingerea macropulsațiilor de viteză, care apar în zona saltului hidraulic.

Mărimea coeficientului K_x depinde de mulți factori și poate fi obținută pe cale experimentală.

În lipsa datelor din măsurători se propune utilizarea următoarei relații:

$$\frac{1}{K_x} = 0,76 + 0,24 \frac{x}{l_0} - 0,08 \xi_0 \left(1 - \frac{x}{l_0} \right)$$

unde:

$$\xi_0 = \frac{T_0}{h_{cr}} \text{ și } T_0 = h_c + \frac{\alpha q^2}{2 g \varphi^2 h_c^2}$$

în care:

h_{cr} = adâncimea critică;

$\alpha = 1,0$;

q = debitul specific [mc/s.m];

φ = coeficient de viteză ce ține seamă de pierderile de sarcină în lama deversantă;

$\varphi = 0,80 \div 0,90$ pentru praguri cu profil poligonal;

¹ Zona de tranziție este sectorul de albie de ă pe care se produc afuierile locale.

$\varphi = 0,85 \div 0,95$ pentru praguri late;
 h_c = adâncimea curentului în secțiunea contractată.

În mod practic, din considerente economice, protejarea albiei în aval de prag nu se realizează pe toată lungimea zonei de tranziție, pentru a împiedica total afuierile locale, ci se admite apariția lor pe o anumită adâncime.

Lungimea zonei de disipare a energiei se poate determina cu următoarea relație empirică:

$$l_0 = \frac{22 h_{av}}{\sqrt[3]{F_{rc}}}$$

unde: h_{av} = adâncimea apei în aval;
 F_{rc} = un număr analog numărului Froude.

$$F_{rc} = \frac{2\varphi^2 (T_0 - h)}{h_c}$$

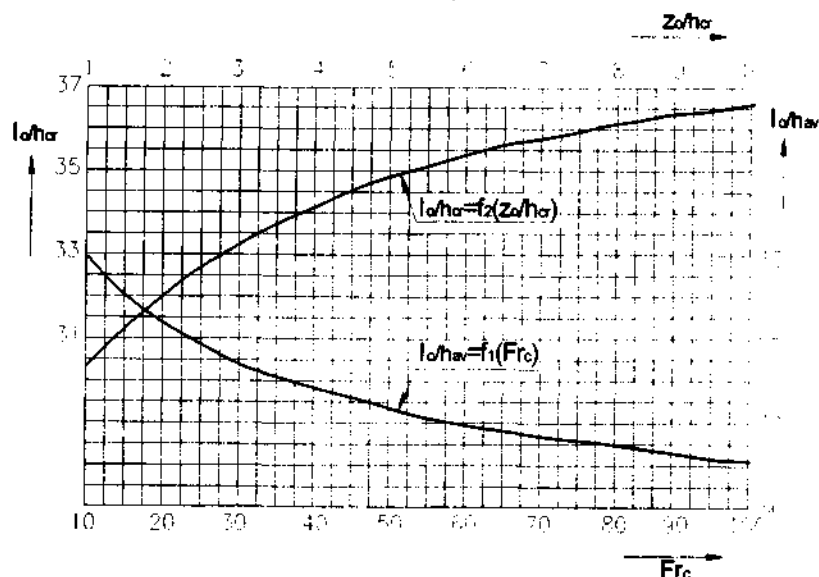


Fig. 16. - Determinarea lungimii zonei de disipare a energiei

Lungimea l_0 se măsoară de la secțiunea contractată și mai poate fi determinată și cu ajutorul graficului din fig. 16.

Lungimea de consolidare a albiei în aval de bazinul disipator se recomandă să fie de cel puțin $3h_{av}$.

Cu aceste elemente putem estima adâncimea afuierilor care s-ar produce în cazul neprotejării albiei.

Admițând o anumită valoare a adâncimii de afuiere, se poate evalua distanța față de secțiunea contractată a apei la care ea se produce și, deci, se poate aproxima lungimea necesară a ei.

Pentru calculul vitezelor pe zona ei unde afuierile nu vor mai avea loc, s-a introdus noțiunea coeficientului capacității de erodare a curentului K , similar lui K_x :

$$K = \frac{V'_0}{V}$$

unde: V = viteza medie a curentului într-o secțiune;

V'_0 = viteza medie a unui curent (fără să producă antrenare), având o capacitate de antrenare echivalentă cu a curentului dat în secțiunea respectivă.

La capătul zonei de tranziție $V = V'_0$ și $K = 1$.

În fig. 17. se prezintă grafic curbele de variație ale mărimii K în funcție de raportul x/h_{av} pentru diferite valori ale raportului $\eta = h''/h'$, unde x este distanța măsurată față de începutul saltului și h_{av} , adâncimea curentului.

Cu valorile ce se obțin pentru V'_0 se calculează diametrul (respectiv greutatea) anrocamentelor, din condiția de neantrenare:

$$d \cong \frac{0,01 \cdot (V'_0)^3}{\sqrt{t}} \text{ (m)}$$

Pentru $d > 10$ cm, este necesară adoptarea unor coeficienți de siguranță.

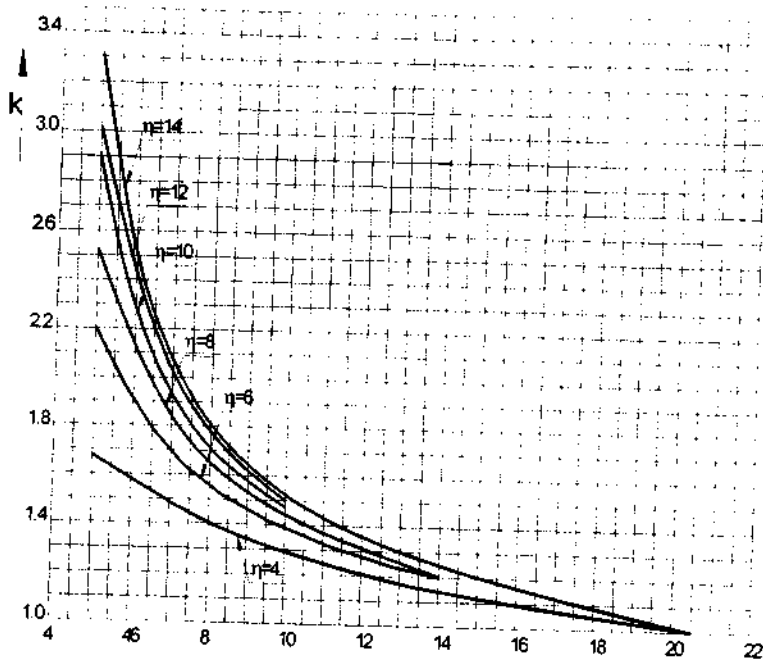


Fig. 17. - Determinarea coeficientului de afuiere a albiei

5.4. Calcule privind infiltrațiile apei la pragurile de fund

Prin realizarea unui prag de rund se creează o sarcină hidraulică între bieful amonte și bieful aval ($H = H_1 - H_2$) sub acțiunea căreia are loc:

5.4.1. Infiltrația apei pe sub construcție

În cazul pragurilor de fund, analizarea acestui fenomen este necesară pentru stabilirea diagramei de presiune pe talpa construcției, în vederea dimensionării la stabilitate a acestuia, dar în mod special pentru a lua măsurile pentru evitarea pericolului de antrenare a materialului din fundație, sub acțiunea curentului de infiltrație.

În literatura de specialitate sunt date următoarele metode de rezolvare a problemei infiltrației plane sub presiune:

- metode bazate pe spectrul hidrodinamic
 - metode numerice - diferențe finite și elemente finite;
 - cele mai utilizate în prezent sunt metodele analitice;
 - metoda analogiei electro-hidrodinamice etc.;
- metode care nu presupun trasarea spectrului hidrodinamic
 - metoda fragmentelor;
 - metoda conturului subteran desfășurat etc.

- pentru siguranța construcției, sub aspectul evitării pericolului de antrenare a materialului de sub construcție, din experiență s-a stabilit că lungimea conturului subteran al acestuia va trebui să aibă o mărime ce poate fi stabilită, în funcție de caracteristicile pământului, astfel încât acesta să reziste la antrenare și afuiere.

Pentru calculele preliminare sau pentru condiții în care sarcina hidraulică este redusă și nu sunt prevăzute ecrane de palplanșe, datorită simplității, s-a impus metoda conturului subteran de calcul al infiltrației acceptabile, care poate fi utilizată atunci când nu sunt folosite metode mai exacte de calcul.

Lungimea redusă minimă necesară a conturului subteran al construcției, va fi conform acestei metode, are expresia:

$$L_0 = L_{vert} + \frac{1}{3} L_{oriz} \geq C_0 H \text{ (m)},$$

unde:

L_{vert} = lungimea căilor verticale;

L_{oriz} = lungimea căilor orizontale.

Căile de infiltrație înclinate față de orizontală, cu panta mai mare de 45° se consideră verticale, iar la o înclinare sub 45° , orizontale.

C_0 = coeficient, conform tabelului de mai jos;

H = diferența dintre nivelul amonte și cel aval.

Această verificare este obligatorie pentru toate cazurile. În cazuri speciale, când lungimea conturului rezultă foarte mare din cauza unei sarcini hidraulice mari și a unui material fin din terenul de fundație, se vor face calcule cu metode mai exacte și se vor lua măsurile necesare de diminuare a infiltrațiilor.

Valorile coeficientului C_0 pentru procedeul modificat de infiltrație pe contur

(după Chiselev, pag. 289)

Denumirea pământului	C_0	l_{med}
Nisip foarte fin, măr	8,5	0,12
Nisip fin	7,0	0,14
Nisip cu granulație medie	6,0	0,17
Nisip mare	5,0	0,20
Pietriș fin	4,0	0,25
Pietriș mijlociu	3,5	0,29
Nisip mare cu pietriș	3,0	0,33
Argilă moale	3,0	0,33
Pietre cu pietriș de râu și pietriș	2,5	0,40
Argilă de compactitate medie	2,0	0,50
Argilă compactă	1,8	0,55
Argilă foarte compactă	1,6	0,67

5.4.2. Infiltrația apei pe lângă construcție

Pentru verificarea posibilităților de afuiere a lucrării, datorită curenților laterali, de ocolire pe la capetele acesteia, se utilizează tot metoda conturului, procedându-se similar ca pentru infiltrațiile pe sub construcții.

Verificarea se face cu relația:

$$L_{ocolire} = C_{ocolire} \cdot H$$

$$I_{med} = \frac{H}{L} = \frac{1}{C}$$

unde: $C_{ocolire} = (0,67 \dots 0,75) C$;

C = coeficient de proporționalitate al infiltrației, ce variază în raport cu natura terenului;

H = pierderea de sarcină hidraulică pe construcție (m);

I_{med} = gradientul mediu de infiltrație.

Valorile coeficientului C pentru determinarea lungimii de ocolire, după procedeul infiltrației pe contur

(după Chiselev, pag. 289)

Denumirea pământului	C	l_{med}
Măr și nisip extrafin	18	0,055
Nisip fin	15	0,067
Nisip mare	12	0,083
Pietriș de râu și nisip cu pietriș de râu	5-9	0,11-0,20
Loess, pământuri argiloase	6-9	0,11-0,17
Piatră spartă, amestec de pietriș cu nisip	4-6	0,11-0,25

5.5. Calculul de stabilitate a pragului de fund

Verificările la stabilitate se vor efectua pe baza metodei starea limită ultimă, gruparea acțiunilor și coeficienții parțiali de siguranță luându-se conform STAS 10101/0A „Acțiuni în construcții. Clasificarea și gruparea acțiunilor pentru construcții civile și industriale” și a STAS 3300/2 „Teren de fundare. Calculul terenului de fundare în cazul fundării directe”, precum și a principiilor Eurocode (EN 1990 din 2002) - bazele proiectării, Eurocode 1 part 1-1 (EN 1991-1-1 din 2002) - acțiuni în construcții și Eurocode 2 part 3 (EN 1992 -3 din 1998)- betoane în fundații.

5.5.1. Acțiunile

Principalele acțiuni ce trebuie luate în considerare la verificarea stabilității pragurilor de fund sunt următoarele:

Acțiuni normate		Coefficienți de încărcare
• acțiuni permanente	- împingerea activă a pământului (și a umpluturii) în spatele pragului	$n_{max} = 1,2$ $n_{min} = 0,8$
	- împingerea pasivă a pământului	$n_{max} = 1,2$ $n_{min} = 0,8$
	- greutatea proprie	$n_{max} = 1,1$ $n_{min} = 0,9$
• acțiuni variabile	- presiunea apei din amonte de prag	$n = 1$
	- presiunea apei din aval de prag	$n = 1$
	- subpresiunea pe talpa pragului	$n = 1$
• acțiuni excepționale	- încărcări din seism	$n = 1$
	- încărcări datorate inundațiilor catastrofale	$n = 1$

• Evaluarea acțiunilor se va face conform normativelor și standardelor în vigoare sau în lipsa acestora a literaturii de specialitate, astfel:

- greutatea proprie va fi evaluată pe baza STAS 10101/1 - „Acțiuni în construcții. Greutăți tehnice și încărcări permanente”;
- împingerea pământului sau umpluturii, precum și rezistența pasivă a acestuia, se va calcula prin metodele din geotehnică, având ca elemente de bază studiul geotehnic pentru amplasamentul respectiv;
- presiunea hidrostatică a apei se va determina corespunzător nivelurilor rezultate din calculele hidraulice;
- subpresiunea apei va fi calculată corespunzător diferenței de nivel a apei din fața și din spatele construcției, putând fi luată acoperitor cu o variație liniară între aceste puncte, sau va fi determinată pe baza calculelor de infiltrație prin metode din literatură;
- acțiunea seismică va fi evaluată ținând seama de:
 - GP-014-97 - Ghid de proiectare. Calculul terenului de fundare la acțiuni seismice în cazul fundării directe;

- PD 197-80 - Normativ pentru proiectarea antiseismică a construcțiilor din domeniul transporturilor și telecomunicațiilor;
- SR 11100/1 - Zonarea seismică. Macrozonarea teritoriului României;
- se vor calcula:
 - împingerea pământului sub acțiunea seismică;
 - forța de inerție a maselor construcției;
 - forțele hidrodinamice determinate de seism.

5.5.2. Gruparea acțiunilor

Conform STAS 10101/0 acțiunile se grupează în două grupări de calcul:

- grupare fundamentală;
- grupare specială.

Gruparea fundamentală va cuprinde acțiunile permanente și pe cele variabile în timp, dar cu o frecvență mare.

Gruparea specială va cuprinde în afara acțiunilor din gruparea fundamentală, pe cele excepționale, cu o frecvență unică, cum ar fi: seismul, solicitările din perioada de execuție, sau datorate degradării unor părți ale construcției (afuierea patului, dislocări datorate curenților etc.).

La evaluarea acțiunilor pentru diversele grupări, se va ține seama de nivelurile posibile ale apei, care să conducă la situațiile cele mai deformabile de încărcare.

5.5.3. Verificarea siguranței construcției

Calculul se face cu metoda de calcul la stare limită ultimă. Valorile sarcinilor de calcul se determină prin înmulțirea valorilor normate stabilite în STAS 10101/0 cu coeficienți de încărcare (n_i) conform STAS 10101/0A care au rolul de a spori intensitățile

normate, în vederea considerării abaterilor practic posibile în sens defavorabil față de valorile normate.

Calculul se va desfășura în două ipoteze de calcul.

În ipoteza 1 de calcul se iau în calcul acțiunile din grup fundamentală majorate cu coeficientul de încărcare.

În ipoteza a 2-a de calcul se iau în calcul acțiunile normate și una din încărcările speciale menționate mai sus.

În fig. 16 este prezentată schema cu încărcările pragului de fund. Notațiile în schemă sunt următoarele:

- G_p = greutatea pragului;
- h_{av} = adâncimea apei în aval;
- h = înălțimea umpluturii în amonte de prag;
- H = lama de apă pe prag;
- H_{p1} = înălțimea amonte prag;
- H_{p2} = înălțimea aval prag;
- E_{am} = presiunea apei în amonte de prag;
- E_{av} = presiunea apei în aval de prag;
- E_{pa} = împingerea activă a pământului pe prag;
- E_{pp} = împingerea pasivă a pământului pe prag;
- S = subpresiunea pe talpa pragului.

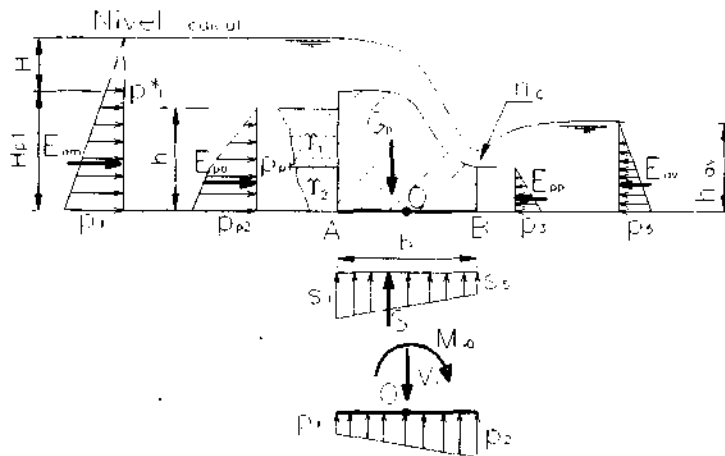


Fig. 18. – Principalele acțiuni pe pragul de fund și terenul de fundare

Verificările de stabilitate necesare sunt următoarele:

- verificarea stabilității la lunecare pe suprafața de fundare;
- verificarea la răsturnare;
- verificarea presiunii pe terenul de fundare;
- verificarea stabilității la plutire a radierelor bazinelor disipatoare sau altor elemente supuse subpresiunii apei.

1. Stabilitatea la lunecare se verifică cu relația:

$$\Sigma H_i < f \Sigma V_i$$

unde: H_i = forțe orizontale de calcul;

V_i = forțe verticale de calcul;

f = coeficient de frecare între talpa pragului de fund și teren conform STAS 3300/2.

2. Stabilitatea la răsturnare se verifică cu relația:

$$M_r < M_s$$

3. Presiuni pe terenul de fundație. Calculul se face la stări limită de capacitate portantă a terenului de fundare, conform STAS 3300/2. Relația de verificare este:

$$p_{\text{calcul}} < m p_{\text{cap}}$$

unde: m = coeficientul condițiilor de lucru = 0,8.

$$p_{\text{calcul}} = p_{1,2} = \frac{\Sigma V_i}{A} \pm \frac{\Sigma M_{i,0}}{W}$$

unde: A = secțiunea tălpii de fundare;

V_i = forțe verticale de calcul;

$M_{i,0}$ = momentul forțelor de calcul față de centrul „0” al tălpii de fundare;

W = momentul static al tălpii de fundare.

Calculul de stabilitate se face pentru ipoteza forțelor ce acționează asupra pragului deversat de debitul de calcul. Debitul de calcul se determină conform STAS 4273 ce stabilește clasa de importanță a

lucrărilor și STAS 4068 ce stabilește probabilitatea anuală de depășire încărcarea variabilă din grupa fundamentală acționează o perioadă scurtă de timp, perioada viiturii. De aceea se admite o diagramă: triunghiulară a efortului pe talpa pragului.

Cap. 6. - VERIFICAREA CONSTRUCȚIILOR DIN ZONĂ, CE SUNT INFLUENȚATE DE PRAGURILE DE FUND

Pragurile de fund deasupra talvegului au rolul de a ridica talvegul albiei prin colmatare amonte de prag. Ridicarea talvegului duce la ridicarea nivelului apei în albie și implicit la ridicarea nivelului freatic în maluri.

La malurile joase, nivelul freatic ridicat influențează vegetația existentă în zonă. Se vor dezvolta plantele iubitoare de umezeală.

De asemenea, se va verifica dacă la debitele maxime de calcul în amonte de prag este necesară ridicarea malului pentru a scoate de sub inundație construcțiile existente pe mal.

Cap. 7. - SOLUȚII CONSTRUCTIVE APLICATE

După cum s-a detaliat în cap. 2, pragul de fund este o amenajare a albiei râului capabilă să preia energia râului la debitul de calcul. Soluțiile sunt variate, ele fiind o combinație posibilă între părțile componente descrise în cap. 2. În continuare sunt prezentate două amenajări pe râul Cerna (fig. 19, 20) și râul Sohodol (fig. 21, 22).

Pe râul Cerna, amenajarea a avut ca scop, refacerea talvegului la cote inițiale execuției podului în secțiune. Terenul de fundare este un deponat aluvionar grosier stabilizat.

Pragul deversor s-a executat din prefabricate umplute cu beton slab, și o placă de beton rezistent cu parament aval 3/2, racordat cu arc de cerc la cota coronamentului și a bazinului de disipare.

Secțiunea de prag s-a încastrat în mal. Această încastrare formează un umăr în care se reazemă apărările de mal în amonte și aval de prag pe toată lățimea secțiunii de apărare de mal.

Pragul deversor are rosturi de lucru la 6,00 m. Se recomandă rosturi de lucru la 6,00 - 10,00 m distanță între ele.

Bazinul disipator s-a realizat din saltea de gabion de 0,50 m placat cu beton rezistent. Pentru micșorarea subpresiunii după viitură, bazinul de disipare este prevăzut cu barbacane.

Se recomandă ca această descărcare să se facă cu 1 - 2 buc./mp Φ 5 cm la bazinele fundate pe terenuri necoezive cu particule fine. În acest caz saltea de gabion se va așeza pe un geotextil care va păstra calitatea pământului de fundare. Geotextilul va opri migrarea particulelor fine din fundație în golurile saltelei din gabioane și în bazin.

Pragul disipator s-a executat din gabioane placcate cu beton rezistent care a închis bazinul de disipare spre aval și prin adâncirea lui sub cota bazinului a micșorat viteza curentului sub lucrare, la ieșire în aval.

a s-a realizat din p. brută de 50-150 kg/buc și disipează ce a mai rămas din energia râului.

Apărarea de mal s-a proiectat din ziduri de gabioane placcate cu beton de 10 cm grosime, racordându-se în amonte la culea podului. În aval zidul s-a încastrat în mal pe 2,50 m. Se recomandă încastrarea în mal să fie de 2,00 m - 3,00 m.

Pe râul Tismana s-a executat un prag de fund, cu respectarea aceluiași prescripții. Regimul de curgere al râului, cu debit subteran în timpul secetos (râul izvorând practic în aval la cea. 1,5 km) dă posibilitatea execuției pragului deversor și a bazinului disipator din beton turnat monolit.

În continuare sunt prezentate două praguri de fund amenajate cu două praguri de cădere pe râul Visa (fig. 23, 24) și pe râul Bunești (fig. 25, 26).

Cap. 8. - ANEXE

Lista principalelor standarde, ghiduri și reglementări tehnice în vigoare, care se aplică la proiectarea lucrărilor de apărare a drumurilor, căilor ferate și podurilor rutiere

8.1. Lista principalelor standarde

8.1.1. Terminologie

- U. 04 STAS 3061-74 Hidraulică. Terminologie, simboluri, unități de măsură
- A. 70 STAS 3949/1-71 Geologia tehnică. Terminologie
- H. 11 STAS 5089-71 Produse din piatră naturală pentru construcții. Terminologie
- G. 61 STAS 5626-92 Poduri. Terminologie
- G. 53 SR 8284-98 Amenajarea bazinelor hidrografice ale torenților

8.1.2. Studii pentru proiectare

- G. 51 STAS R. 6823-71 Hidrometrie. Mijloace pentru măsurarea debitelor de apă. Condiții de folosire
- G. 53 STAS 8593-88 Lucrări de regularizare a albiei râurilor. Studii de teren și cercetări de laborator

8.1.3. Proiectare

- G. 71 STAS 2914-84 Lucrări de drumuri. Terasamente. Condiții tehnice generale de calitate ***
- G. 70 STAS 2916-87 Lucrări de drumuri și căi ferate. Protejarea taluzurilor și șanțurilor. Prescripții generale de proiectare ***
- G. 21 STAS 3300/2-85 Teren de fundare. Calculul terenului de fundare în cazul fundării directe ***
- G. 52 STAS 4068/1-82 Debite și volume maxime de apă. Determinarea debitelor și volumelor maxime ale cursurilor de apă ***

- G. 52 STAS 4068/2-87 Debite și volume maxime de apă. Probabilitățile anuale ale debitelor și volumelor maxime în condiții normale și speciale de exploatare
- G. 52 STAS 4273-83 Construcții hidrotehnice, încadrarea în clase de importanță
- G. 20 STAS 6054-77 Teren de fundare. Adâncimi maxime de îngheț. Zonarea teritoriului R.S.R.
- G. 56 STAS 7883-90 Construcții hidrotehnice. Supravegherea comportării în timp. Prescripții generale
- G. 51 STAS R. 8972/1-71 Hidrometrie. Determinarea debitului de apă în sistemele de curgere cu nivel liber. Metoda geometrică
- G. 51 STAS 8972/3-81 Hidrometrie. Determinarea debitului de apă prin diluție. Procedul de injectare cu debit constant
- G. 51 STAS 8972/4-82 Hidrometrie. Determinarea debitului de apă în sistem curgere cu nivel liber. Metoda relației (coeficient limnometrică)
- G. 53 STAS 9269-89 Lucrări de regularizare a albiei râurilor. Prescripții generale de proiectare

8.2. Legi, norme, normative, proiecte tip, cataloage

8.2.1. Legi

- Legea privind calitatea în construcții, nr. 10/1995
- Legea apelor, nr. 107/1996
- Legea protecției mediului, nr. 137/1995
- Legea protecției muncii, nr. 90/1996
- Legea privind autorizarea în construcții, nr. 50/1991
- Regimul drumurilor - Ordonanța de Guvern, nr. 43/1997
- Procedura reglementară a activităților economice și sociale cu impact asupra mediului, nr. 125/1996

8.2.2. Norme

***	Norme de protecția muncii specifice activității de construcții-montaj pentru transporturi feroviare, rutiere și navale, elaborate de MTTC, ICPTTc, 1982	ICPGA IPTANA
** *	Norme tehnice privind utilizarea geotextilelor și geomembranelor la lucrările de construcții - C 227-88	IPTANA

8.2.4. Proiecte tip, cataloage

Proiecte tip și module pentru lucrări de gospodărirea apelor, București, 1980
Catalog de elemente și detalii tip pentru apărări de maluri, București, 1978
Lucrări de susținere a terasamentelor în terenuri stabile. Proiect tip ST 80, ziduri de sprijin pentru drumuri publice, București, 1980

8.2.3. Normative și instrucțiuni tehnice

IPTANA	Normativ departamental privind proiectarea lucrărilor de apărare a drumurilor, căilor ferate și podurilor PD 101-86, București, publicat în <i>Buletinul Construcțiilor</i> nr. 4/1986
IPTANA	Normativ departamental privind proiectarea hidraulică a podurilor și podețelor, Indicativ PD 95-2002, București, publicat în <i>Buletinul Tehnic Rutier</i> nr. 13/ian. 2002
RENEL ISPH	Normativ departamental pentru clasificarea, gruparea și evaluarea acțiunilor pentru construcții hidrotehnice - indicativ PE 729-89, publicat în <i>Buletinul Construcțiilor</i> nr. 3/1989 (revizuit în 1994)
ISPIF	Instrucțiuni tehnice departamentale pentru proiectarea de apărare împotriva inundațiilor, Indicativ PD 5-72, București, 1973
INCERC	Cod de practică pentru executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat NE 012-99, București, 2000
MAPPM	Instrucțiuni pentru calculul debitelor maxime Ordinal nr. 98 din febr. 1997
MTTC	Ordinul Ministrului Transporturilor nr. 48/98 pentru aprobarea „Normelor privind amplasarea și exploatarea barajastierelor zona drumurilor și a podurilor”

Cap. 9. BIBLIOGRAFIE

- [1] BĂLOIU V.
- *Amenajarea bazinelor hidrografice și a cursurilor de apă*, București, Editura Ceres, 1980
- [2] BOERU S. și MÎNDRU T.
- *Îndiguiuri*, București, Editura Ceres, 1970
- [3] GERTOUSOV M. D.
- *Hidraulică* (traducere din limba rusă), București, Editura Tehnică, 1966
- [4] CIOC D.
- *Hidraulică*, București, Editura Didactică și Pedagogică, 1983
- [5] *** ICH
- *Simpozionul utilizarea geotextilelor în hidrotehnică, transporturi și în alte domenii ale tehnicii construcțiilor*. Culegere de articole, București, 1980
- [6] KELLNER L. și GĂZDARU A.
- *Geosinteticele în construcții voi. I*, București, Editura Inedit, 1994

[7] LATEȘ M. și ZAHARESCU E.

Apărarea malurilor și protejarea taluzurilor, București, Editura Ceres, 1972

[8] LATEȘ M. și ZAHARESCU E.

- *Stabilitatea malurilor și taluzurilor*, București, Editura Ceres, 1966

[9] LEHR H.

- *Fundații*, Exemple de calcul, București, Editura Tehnică, 1967

[10] MAIOR N. și PĂUNESCU M.

- *Geotehnică și fundații*, București, Editura Didactică și Pedagogică, 1967

[11] MANEA S. și GĂZDARU A.

- *Geosinteticele în construcții. Proprietăți, utilizări, elemente de calcul*, București, Editura Academiei Române 1999

[12] MANOLIU I.

- *Fundații și procedee de fundare*, București, Editura Didactică și Pedagogică, 1977 și 1983

[13] MANOLIU I.

- *Regularizări de râuri și căi de comunicație pe apă*, București, Editura Didactică și Pedagogică, 1973

[14]***

- *Manualul inginerului hidrotehnician*, București, Editura Tehnică, 1969-1970

[15]MATEESCUC.

- *Hidraulică*, București, Editura Didactică și Pedagogică, 1962

[16]MATUSEVICIV.

- *Regularizarea râurilor și debitelor* (traducere din limba rusă), București, Editura Tehnică, 1951

[17] RÂILEANU P., ATHANASIU C., GRECU V., MUȘAT V., STANCIU A, BOȚIN și CHIRICĂ A.

- *Geotehnică și fundații*, Exemple de calcul, București, Editura Didactică și Pedagogică, 1983

[18] RUSU G., STATHI V și PUSTELNIAC M.

-*Apărări de maluri*, București, Editura tehnică, 1965

[19]SCHOKLITSCHA.

-*Handbuchdes Wasserlanes*, I – II, Wien Spring Verlag, 1964

[20] STRUNGĂ V.

- *Elemente de calcul pentru proiectarea lucrărilor cu geotextile*, București, Revista Transporturilor și Telecomunicațiilor nr. 2, 1984, p. 15-27

[21] VLADIMIRESCU I.

- *Hidrologie*, București, Editura Didactică și Pedagogică, 1978

[22] ȘELARESCU M., PODANI M.

-*Apărarea împotriva inundațiilor*. București, Editura Tehnică, 1993

[23] ***

- *Regularizări de râuri*. Note de curs, Institutul de Construcții, București, 1999

[24] ***

- *Regularizări, îndrumător de proiectare*, Institutul de Construcții, București, 1993.

[25] ***

- *Instrucțiuni pentru calculul scurgerii maxime în bazine mici* -I.N.M.H. -1997.

[26] ***

- *Îndreptar pentru calcule hidraulice - traducere din limba rusa sub coordonarea prof. dr. doc. Simion Hancu - 1989*

[27] ELENA TROFIN

- *Hidraulică și hidrologie* - Editura Didactică și Pedagogică, București, 1974.

[28] MIRCEA MĂNESCU

- *Hidraulica podurilor și podețelor* - Editura Orizonturi Universitare, Timișoara, 2002.