ADMINISTRAŢIA NAŢIONALĂ A DRUMURILOR

NORMATIV

PRIVIND PROIECTAREA HIDRAULICĂ A PODURILOR ŞI PODEŢELOR

Indicativ PD 95-2002

Elaborat de: S.C. IPTANA S.A.

Director general: dr. ing. Cornel MARTINCU

Elaborator: ing. Cornel PETRESCU

NORMATIV PRIVIND PROIECTAREA HIDRAULICĂ A PODURILOR ŞI PODEŢELOR	INDICATIV PD 95-2002

CAPITOLUL I
Principii generale
SECŢIUNEA 1
Obiect şi domeniu de aplicare

Art. 1. Normativul privind calculul hidraulic al podurilor şi podeţelor conţine prescripţiile şi recomandările cu caracter tehnic precum şi metodele de calcul pentru rezolvarea următoarelor probleme :

a) stabilirea probabilităţii anuale de depăşire a debitelor maxime şi a debitelor de dimensionare;
b) determinarea condiţiilor de scurgere a apelor în zona de traversare a cursurilor de apă, în regim nemodificat;
c) determinarea debuşeului şi a lungimii podurilor şi podeţelor pentru scurgerea debitelor de calcul;
d) evaluarea afuierilor;
e) trasarea digurilor de dirijare.

Art. 2. Acest normativ se aplică la proiectarea podurilor şi podeţelor de şosea şi de cale ferată peste cursuri de apă, a pasarelelor şi a traversărilor de conducte peste râuri, precum şi la dublarea sau reconstrucţia podurilor şi podeţelor existente.

Art. 3. Normativul nu se aplică la proiectarea subtraversărilor de conducte şi instalaţii subterane.

Art. 4. La proiectarea lucrărilor de apărări şi regularizări ale albiilor pe cursurile de apă interioare se va folosi „Normativul privind proiectarea lucrărilor de apărarea drumurilor, căilor ferate şi podurilor" indicativ PD 161-2001.

SECŢIUNEA 2
Prescripţii generale

Art. 5. - (1) Dimensionarea hidraulică a podurilor şi podeţelor se va corela cu studiile şi lucrările de amenajare a bazinelor hidrografice ale cursurilor de apă traversate, privind regularizarea, îndiguirea, crearea de acumulări, asigurarea condiţiilor de navigaţie etc.

Elaborat de: *S.C. IPTANA S.A.*	**Aprobat de:** *ADMINISTRAŢIA NAŢIONALĂ A DRUMURILOR,* cu avizul nr. 93/1290/5.12.2001

(2) Datele de bază necesare proiectării podurilor şi podeţelor aflate în zona pentru care s-au întocmit sau se întocmesc documentaţii de amenajare vor fi furnizate de institutele de specialitate elaboratoare.

Art.6. - (1) Metodele de calcul recomandate în acest normativ au un caracter orientativ, datorită complexităţii fenomenului de scurgere a apei în zona podului sau podeţului.

(2) În cazul podurilor importante peste cursuri de apă cu condiţii de scurgere deosebit de complexe, care nu pot fi cuprinse în schemele de calcul indicate în prezentul normativ, se recomandă ca rezultatele calculelor sa fie verificate prin studii de laborator pe model.

(3) În această categorie intră: podurile peste Dunăre, podurile peste râurile mari aflate în zona de confluenţă sau în zone în care sunt de aşteptat modificări importante ale albiei etc. Se vor determina: viteze, nivele, remuuri, afuieri, stabilitatea lucrărilor de apărare etc.

Art. 7. Debitele de calcul pentru regimul natural de curgere stabilite conform art. 12 vor fi furnizate sau confirmate de Institutul Naţional de Meteorologie şi Hidrologie.

La determinarea debitelor de calcul se vor folosi instrucţiunile şi standardele în vigoare.

Art. 8. Se numeşte **debit de calcul** valoarea debitului maxim teoretic în condiţii normale de exploatare care trebuie luat în considerare pentru dimensionarea construcţiei.

Art. 9. La debitul de calcul se determină toate elementele principale ale podurilor şi podeţelor (lungime, nivelul apelor, viteza de scurgere, adâncimi de afuiere, diguri de dirijare etc.).

La podeţele închise se verifică garda faţă de nivelul platformei.

Art. 10. Prin debuşeu se înţelege debitul ce se poate scurge prin pod sau podeţ în condiţiile limită fixate (nivel, viteze, apărări, remuu etc.).

Art. 11. - (1) La podurile şi podeţele peste albii cu teren erodabil se vor lua măsuri pentru asigurarea stabilităţii infrastructurilor împotriva afuierii; STAS 10111/1-77 recomandă ca infrastructurile amplasate în zone afuiabile ale albiei cursului de apă, la care nu se iau masuri pentru asigurarea stabilităţii, sa fie coborâte sub nivelul afuierilor generale şi locale maxime, astfel :

a) la 2,50 m sub nivelul afuierilor dacă adâncimea de fundare nu depăşeşte 10 m sub fundul albiei;

b) la 5,00 m sub nivelul afuierilor dacă adâncimea de fundare depăşeşte 15 m sub fundul albiei;

Între aceste valori se interpolează liniar.

(2) În cazul în care se constată că există o tendință generală a coborârii talvegului cursului de apă traversat, valorile de mai sus vor fi sporite cu 40%. Această prevedere se va aplica și în cazul fundării în roci ce se pot degrada în urma contactului cu apa și aerul ca urmare a coborârii talvegului.

(3) La podețele cu radier general sau cu albia protejată la care nu există posibilitatea de afuiere, adâncimea minimă de fundare sub nivelul talvegului va fi cel puțin adâncimea de îngheț stabilită conform STAS 1709/1 - 90.

(4) Fundațiile aripilor se vor încastra minimum 1,00 m, iar fundațiile sferturilor de con minimum 0,50 m sub nivelul afuierii generale a albiei calculată în dreptul acestora.

CAPITOLUL II
Clasificarea podurilor și podețelor

Art. 12. - (1) Încadrarea podurilor și podețelor în categorii și clase de importanță din punct de vedere hidrotehnic se face conform prevederilor STAS 4273-83 ținând seama de caracterul definitiv sau provizoriu al lucrării și de tipul și importanța căilor de transport pe care este amplasată. In funcție de clasa de importanță a podului sau podețului se stabilește, în conformitate cu prevederile STAS 4068/2-87, probabilitatea anuală de depășire a debitelor maxime.

(2) Infrastructura podurilor și podețelor semidefinitive se proiectează la aceeași probabilitate anuală de depășire ca și podurile și podețele permanente.

(3) Trecerea podurilor și podețelor de la o clasă la alta, în cazuri justificate, se va face conform prevederilor STAS 4273-83.

Art. 13. Din punct de vedere al duratei de exploatare podurile se clasifică astfel:

a) poduri definitive (permanente) care au durată de exploatare îndelungată depășind 50% din durata lor de serviciu normată, dar nu mai mică de 10 ani.

b) poduri provizorii (semipermanente), care au o durată de exploatare mai mică de 50% din durata lor de serviciu normată sau mai mică de 10 ani.

c) poduri semidefinitive, care au infrastructura definitivă.

Art. 14. Din punct de vedere al lungimii lor între fețele culeilor, podurile și podețele se grupează în următoarele categorii :

a) podețe $L < 5$ m;

b) poduri mici $5 \text{ m} \leq L \leq 50$ m;

c) poduri mijlocii $50 \text{ m} < L \leq 100$ m;

d) poduri mari $L > 100$ m;

unde L este distanța între fețele interioare ale culeilor la nivelul cuzinetilor.

Art. 15. Lumina la poduri și podețe se definește astfel :

a) la poduri și podețe normale pe direcția curentului lumina este egală cu lungimea L din care se scad grosimile „b" ale pilelor;

b) la podurile și podețele oblice lumina se obține proiectând pe normala la direcția curentului lumina determinată ca mai sus, din care însă se scad lățimile pilelor proiectate pe normală, conform art. 55.

c) la podețele boltite (circulare, ovoidale etc.) lumina se consideră distanța maximă între fețele interioare.

Art. 16. - (1) Din punct de vedere hidraulic podurile se clasifică după criteriile descrise în continuare.

(2) După forma geometrică a albiei râului în zona podului pot fi întâlnite:

a) poduri peste cursuri de apă având numai albie minoră, sau numai albie majoră (albia minoră fiind nesemnificativă);

b) poduri care au atât albie minoră cât și albie majoră;

c) poduri cu albie minoră multiplă (cu două sau mai multe brațe).

(3) După caracteristicile scurgerii apei în zona podului pot fi întâlnite:

a) poduri la care coeficientul de rugozitate și adâncimea apei în albia majoră nu diferă sensibil față de albia minoră;

b) poduri la care caracteristicile scurgerii în cele două albii, minoră și majoră, diferă sensibil.

(4) După gradul de stabilitate al albiei râului în plan podurile se clasifică în:

a) poduri peste râuri cu albie stabilă;

b) poduri peste râuri cu albie instabilă, care își modifică traseul în cursul uneia sau mai multor viituri.

(5) După gradul de afuiere a albiei râului podurile se clasifică în:

a) poduri peste râuri cu patul albiei erodabil (sau parțial erodabil) și afuiabil;

b) poduri peste râuri cu patul albiei neerodabil și neafuiabil.

(6) După regimul de scurgere al râului pot fi întâlnite următoarele situații:

a) poduri peste văi de munte în regim torențial, cu viteze mai mari de scurgere (v>3m/s) târând material aluvionar cu diametre mari, d > 50 mm;

b) poduri peste râuri de deal, cu viteze de scurgere de 1,5 ÷ 3 m/s, târând material aluvionar cu diametre d = 10 ÷ 50mm;

c) poduri peste râuri de câmpie, cu viteze de scurgere v < 1,5 m/s, târând material aluvionar cu diametre d < 10 mm.

(7) După regimul înălțimii libere podurile se clasifică în:

a) poduri peste cursuri de apă care transportă flotanți (plutitori);

b) poduri peste cursuri de apă care nu transportă flotanți (plutitori);

c) poduri peste cursuri de apă navigabile.

CAPITOLUL III

Studii şi date necesare proiectării hidraulice a podurilor şi podeţelor

SECŢIUNEA 1

Studii necesare

Art. 17. - (1) Pentru efectuarea calculului hidraulic al podurilor sunt necesare:

a) studii topografice;

b) studii hidrologice;

c) studii geotehnice;

d) date referitoare la comportarea în timp a podurilor existente pe cursul de apă respectiv;

e) date privind comportarea lucrărilor hidrotehnice din zona traversării;

f) date privind morfologia albiei, etc.

(2) Volumul acestor studii se stabileşte după importanţa lucrării şi în urma recunoaşterii pe teren.

SECŢIUNEA 2

Studii topografice

Art. 18. - (1) Planul de situaţie în zona traversării se întocmeşte la scara 1:500 - 1:2000, în funcţie de configuraţia terenului şi de importanţa lucrării.

(2) Planul de situaţie serveşte la alegerea amplasamentului podului, la calculul hidraulic şi la trasarea lucrărilor hidrotehnice de amenajare a albiei cursului de apă.

(3) Planul de situaţie cotat sau cu curbe de nivel va conţine: conturul albiei minore, conturul albiei majore la viiturile cele mai mari, nivelul maxim al apelor rezultat din informaţii, zonele de depuneri şi eroziuni, zonele acoperite cu vegetaţie cu precizarea tipului de vegetaţie, construcţii hidrotehnice existente, alte construcţii şi instalaţii, poziţia profilelor transversale şi longitudinale, precum şi o bornă sau alt reper de nivel cotat, uşor de identificat pe teren.

(4) Planul de situaţie va fi extins până la limita de influenţă hidraulică a construcţiilor (pod, prag, etc.) existente sau avute în vedere a se realiza, care pot produce supraînălţări ale nivelului apei în secţiunea podului.

(5) În lungul cursului de apă, planul de situaţie va cuprinde o zonă având lungimea:

a) în cazul albiilor stabile:

- 5 - 7 lăţimi de albie minoră sau 2 - 3 lăţimi de albie majoră, din care 2/3 aflate în amonte de pod;

b) în cazul albiilor instabile, zona pe care se prevăd lucrări de regularizare, şi cel puţin lungimile recomandate la albiile stabile;

c) în cazul albiilor cu pante mici, ridicările se vor extinde astfel încât să se obţină o diferenţă de nivel între punctele amonte şi aval de minimum 20 cm;

d) In cazul traversărilor peste afluenți în zone de confluență, ridicările topografice vor cuprinde și zonele de confluență pe ambele râuri.

Art. 19. - (1) Profilele transversale se întocmesc la scara 1:10 - 1:200 și servesc la calculul scurgerii apelor în regim nemodificat și modificat.

(2) Pentru fiecare variantă de amplasament se va face un profil transversal prin axul traversării și cel puțin cate două profile aval și unul amonte, la distanțe de 20 - 200m în funcție de configurația albiei și importanța râului și a lucrării.

(3) Profilele transversale vor cuprinde întreaga lățime a albiei majore, corespunzătoare celor mai mari viituri cunoscute.

(4) Profilele transversale vor fi normale pe direcția curentului în albia majoră în cazul în care debitul acesteia este preponderent la ape mari, sau normale pe direcția curentului în albia minoră, în cazul în care debitul în albia majoră este relativ mic, în condițiile arătate la art.24.

Art. 20. - (1) Profilul longitudinal al albiei pe linia talvegului, la scara 1:50/1:5 - 1:2000/1:200 se întinde pe întreaga lungime raportată pe planul de situație și cuprinde pe lângă linia talvegului, linia oglinzii apei la data ridicării și nivelul maxim al apelor rezultat din informații.

(2) Profilul longitudinal servește la determinarea caracteristicilor scurgerii apelor în regim natural și în regim modificat (variația adâncimilor apei, variația cotelor suprafeței libere, variația pantelor hidraulice, etc.).

Secțiunea 3
Studii hidrologice

Art. 21. Studiile hidrologice se efectuează în vederea obținerii următoarelor date de bază :

a) Debitele de calcul și nivelurile lor corespunzătoare.

Debitele de calcul vor fi determinate de regulă de către INMH. In cazul în care debitele de calcul sunt determinate de alte unități este obligatorie confirmarea valorilor lor de către I.N.M.H.

b) Date asupra rugozității albiei;

c) Pantele suprafețelor libere ale apei la debitele de calcul care servesc la determinarea nivelului apei în dreptul podului;

d) Repartiția debitelor de calcul în albia minoră și în albia majoră în zona traversării, ținând seama de coeficientul de rugozitate;

e) Elemente privind morfologia albiei râului în zona de amplasare a podului, pentru determinarea gradului de stabilitate a albiei.

În cazul în care există balastiere în zona podului sau lucrări de reținere a aluviunilor pe versanți, se va avea în vedere acțiunea de coborâre a fundului albiei, atât pentru proiectarea podului cât și pentru lucrările hidrotehnice.

f) Date asupra regimului de iarnă al cursului de apă, pentru asigurarea măsurilor necesare scurgerii gheţurilor.

Se vor determina zonele pe râu unde se formează zăpoare, nivelul apei în perioada de scurgere a gheţurilor, grosimea gheţii, intensitatea scurgerii gheţurilor.

SECŢIUNEA 4

Studii geotehnice

Art. 22. Studiile geotehnice sunt necesare pentru alegerea amplasamentului podului, determinarea afuierilor ce se produc după execuţia podului, stabilirea adâncimii de fundare şi definitivarea lucrărilor de regularizare şi consolidare a albiei.

Art. 23. - (1) Studiile geotehnice trebuie să conţină profilul geotehnic transversal prin albie în dreptul podului, cu descrierea straturilor de teren (natura terenului, caracteristici fizice şi geotehnice, curbe granulometrice ale materialului întâlnit).

(2) La podurile amplasate peste o albie stabilă şi neerodabilă, precum şi la poduri cu o singură deschidere, pentru calculele hidraulice se poate renunţa la profilele geotehnice, fiind suficiente unul sau mai multe foraje, în funcţie de mărimea podului, amplasate în axul căii.

(3) Adâncimea forajelor se stabileşte după natura terenului şi importanţa lucrării.

CAPITOLUL IV

Alegerea amplasamentului podului

Art. 24. La alegerea amplasamentului podului din punct de vedere hidraulic se va urmări realizarea unor condiţii care să asigure stabilitatea construcţiei cu investiţii cât mai reduse, şi anume :

a) Traversarea în zona rectilinie şi stabilă a cursului de apă;

b) Lăţimea cât mai mică a albiei majore şi maluri bine conturate;

c) Traversarea după o direcţie cât mai apropiată de perpendiculara la direcţia scurgerii.

În cazul unei albii minore care scurge cel puţin 65% din debitul de calcul, axul podului va urmări traversarea cât mai normală faţă de albia minoră.

În cazul unui debit aferent albiei minore mai mic de 35%, axul podului va fi cât mai perpendicular faţă de albia majoră.

d) Evitarea traversării în zona de confluenţă a două cursuri de apă;

e) În cazul în care nu se poate evita traversarea într-o zonă de confluenţă, se va da prioritate variantei de amplasament a podului în amonte de confluenţă, pentru a evita apariţia unor ostroave în zona podului;

f) Traversare într-o secţiune a cursului de apă cât mai depărtată de zonele în care se formează zăpoare.

Art. 25. Amplasamentele podurilor şi podeţelor se vor corela cu planurile de amenajare ale cursurilor de apă traversate.

Art. 26. Se recomandă ca podurile provizorii sa fie amplasate în aval de podurile definitive.

CAPITOLUL V

Determinarea caracteristicilor de curgere a apelor în regim liber

Art. 27. - (1) Pentru stabilirea lungimii podului, este necesar să se determine mai întâi condiţiile de scurgere a debitului de calcul în albia naturală a râului, în zona traversării.

(2) Datele hidraulice de bază sunt: debitul de calcul, coeficienţii de rugozitate şi panta suprafeţei libere a apei.

Art. 28. - (1) Coeficienţii de rugozitate se determină separat pentru albia minoră şi albia majoră.

(2) În cazul în care se dispune de măsurători de debite şi pante ale suprafeţei libere a apei pentru cel puţin trei niveluri, valorile coeficientului „n" de rugozitate se vor stabili trasând curba

$n = f(R,C)$.

(3) În lipsa acestor măsurători, coeficienţii de rugozitate se vor lua din tabelul 5.I. având la bază constatările de pe teren.

(4) La podurile peste râuri mari, cu debite de calcul peste 2000 m^3/s, coeficienţii de rugozitate vor fi confirmaţi de către organele de specialitate (I.N.M.H. sau filialele teritoriale ale CN Apele Române).

Art. 29. - (1) În cel puţin trei profile transversale prin albie din zona podului se calculează nivelul apei şi viteză medie în albie minoră şi majoră în regim natural corespunzătoare debitului de calcul precum şi repartiţia debitului de calcul între albia minoră şi albia majoră (fig. 5-IV).

(2) Efectuarea calculului hidraulic se face în fiecare profil începând din aval, astfel:

a) în profilul aval se determină, prin încercări, nivelul apei care asigură scurgerea debitului de calcul considerând corectă panta hidraulică înregistrată la data ridicării, fie panta medie la ape mari, fie la ape mici;

b) cu aceeaşi pantă se transmite nivelul apei în profilul următor şi se verifică dacă la acest nivel se asigură debitul de calcul;

(3) În cazul în care debitul scurs la nivelul respectiv prezintă o abatere mai mare de + 5% sau - 2% faţă de debitul dat se reia calculul modificându-se panta hidraulică până când se găseşte soluţia care se înscrie în abaterile limită.

Tabelul 5.I.

Valoarea coeficienților de rugozitate „n" pentru albii naturale

Nr. crt.	Caracteristica albiei	Valoarea „n"
1	Albii naturale în condiții foarte bune (curate, rectilinii, albii curate de pământ, cu scurgere liberă)	0,025
2	Albii ale cursurilor permanente de câmpie, în special ale râurilor mari și mijlocii, în condiții normale ale patului și de scurgere	0,033
3	Albii, relativ curate ale râurilor de șes, aflate în condiții normale, sinuoase, cu oarecari neregularități în scurgerea apei sau râuri rectilinii, având relieful neregulat (porțiuni puțin adânci, gropi, uneori pietre) Albii regulate, din pietriș, aflate în bune condiții, în partea lor inferioară Albii de pământ ale râurilor periodice (albii uscate) în bune condiții de scurgere	0,040
4	Albii ale râurilor mari și mijlocii, puternic înfundate, sinuoase, parțial acoperite cu vegetație, albii pietroase cu scurgere neregulată Albiile majore ale râurilor mari și mijlocii, în stare bună, acoperite cu vegetație (iarbă, tufișuri)	0,050
5	Albii sinuoase ale cursurilor de apă periodice, puternic inundate Albii acoperite cu vegetație abundentă Albii majore în stare rea, acoperite cu vegetație abundentă (tufișuri, arbori) și având mai multe brațe Porțiuni cu praguri ale râurilor de câmpie Albii cu bolovani ale râurilor de munte, având suprafața liberă a apei neregulată	0,067
6	Râuri si albii majore, abundent acoperite cu vegetație, cu scurgere lentă și cu gropi mari și adânci Albii de munte, cu scurgere rapidă, aerație si oglinda apei neregulată (stropi de apă aruncați în sus)	0,080
7	Albii majore, la fel ca cele descrise în categoria precedentă, cu scurgere neregulată, golfuri etc. Albii de munte, cu cascade, cu patul sinuos alcătuit din bolovani mari (cascade-aerație atât de puternică, încât apa își pierde transparența și capătă o culoare albă din cauza spumei; zgomotul apei domină toate celelalte sunete împiedicând convorbirile)	0,100
8	Râuri de tip mlăștinos (vegetație, albii din coajă de pământ crăpat, în multe locuri apă aproape stătătoare, etc.) Albii majore păduroase, cu spatii mari fără scurgere, adâncituri locale, lacuri etc.	0,133
9	Torenți, cu albia mobilă, formată din noroi, pietre etc. Albii majore fără comunicație, în întregime împădurite Malurile bazinale naturale	0,200

(4) Calculul se continuă în același mod și în profilele următoare.

(5) Nivelul apei în dreptul podului se stabilește prin interpolare, ținând seama de nivelurile apei în profilele de calcul adiacente și de panta hidraulică rezultată din calcul între aceste profile.

Art. 30. - (1) Viteza medie a apei și debitul scurs se determină cu relațiile :

$$v = C \cdot \sqrt{R \cdot i} \qquad (5.1.)$$

$$Q = v \cdot A = A \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i} \qquad (5.2.)$$

unde:

i = panta hidraulică a apei (egală cu panta suprafeței libere, la albiile cu mișcare uniformă sau gradual variată)

R = raza hidraulică, (în m)

A = suprafața secțiunii de scurgere, (în m^2)

C = coeficientul lui Chèzy

(2) Raza hidraulică se determină ca raportul dintre suprafața secțiunii de scurgere A și perimetrul udat P.

$$R = \frac{A}{P} \qquad (5.3.)$$

(3) Pentru albii la care adâncimea medie „h" este mică în raport cu lățimea albiei B, realizându-se relația $\frac{B}{h} > 20$, se admite considerarea în calcule P = B și R = h.

La calculul vitezei medii în albia minoră a cursurilor de apă care au și albie majoră, se determină valoarea lui P ca fiind perimetrul udat al albiei minore corespunzător nivelului din albia minoră de la care începe scurgerea și în albia majoră.

(4) Coeficientul $C = \frac{1}{n} \cdot R^y \qquad (5.4.)$

unde exponentul y poate lua diverse valori în funcție de caracteristicile cursului de apă

$$y = 2{,}5\sqrt{n} - 0{,}13 - 0{,}75\sqrt{R}\,(\sqrt{n} - 0{,}10) \qquad (5.5.)$$

În calcule se admit valorile constante :

$y = \frac{1}{6}$ pentru cursuri de apă la șes

$y = \frac{1}{4}$ pentru cursuri de apă la deal

Valoarea coeficientului C se poate determina folosind diagramele din fig. 5.1. calculate pentru valoarea $y = \frac{1}{6}$.

(5) Calculul direct al vitezei medii se poate face cu ajutorul nomogramelor din fig. 5.II. şi 5.III.

Se determină mai întâi viteza medie corespunzătoare pantei suprafeţei libere a apei de 1% folosind graficul 5.II. şi apoi se aplică coeficientul de corecţie Kv din graficul 5.III. pentru panta i corespunzătoare a oglinzii apei.

Art. 31. În cazul cursurilor de apă care au albie minoră şi albie majoră, se calculează vitezele medii ale apei v_m şi v_M şi debitele corespunzătoare Q_m şi Q_M.

$$Q_m = v_m \cdot A_m \qquad (5.6.)$$

$$Q_M = v_M \cdot A_M \qquad (5.7.)$$

iar debitul total este:

$$Q = Q_m + Q_M \qquad (5.8.)$$

Valorile notate cu indicele „m" sunt pentru albia minoră iar cele cu indicele M pentru albia majoră.

Art. 32. În situaţia realizării unor soluţii mai eficiente prin amenajarea cursului pe o zonă de 3 - 5 lăţimi de albie, din care 75% în amonte, la calculul hidraulic se vor lua coeficienţii de rugozitate corespunzători caracteristicilor amenajării.

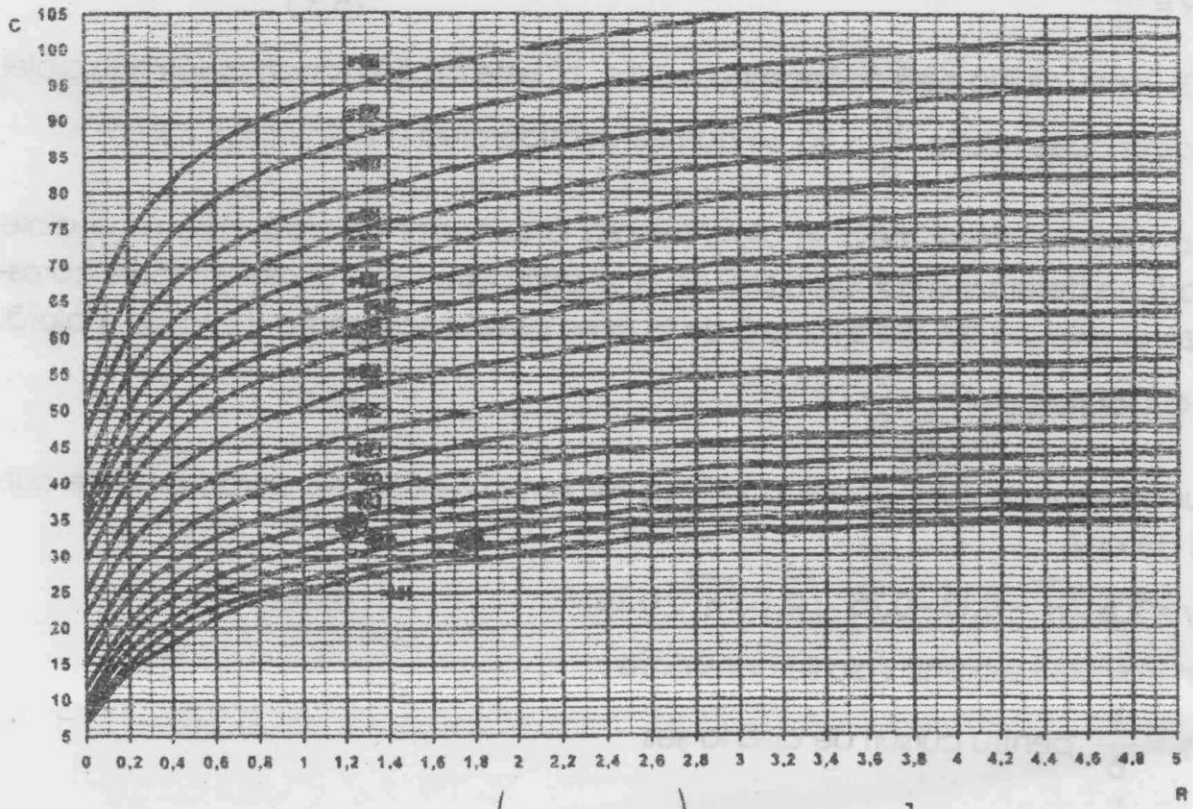


Fig. 5.I. Coeficientul lui Chèzy $\left(C = \frac{1}{n} \cdot R^y\right)$ pentru $y = \frac{1}{6}$

Notă: pentru n > 0,04, valorile C se determină cu relaţia $C = \frac{0,04}{n} \cdot C_1$, unde C1 corespunde valorii n = 0,04 şi valorii R date.

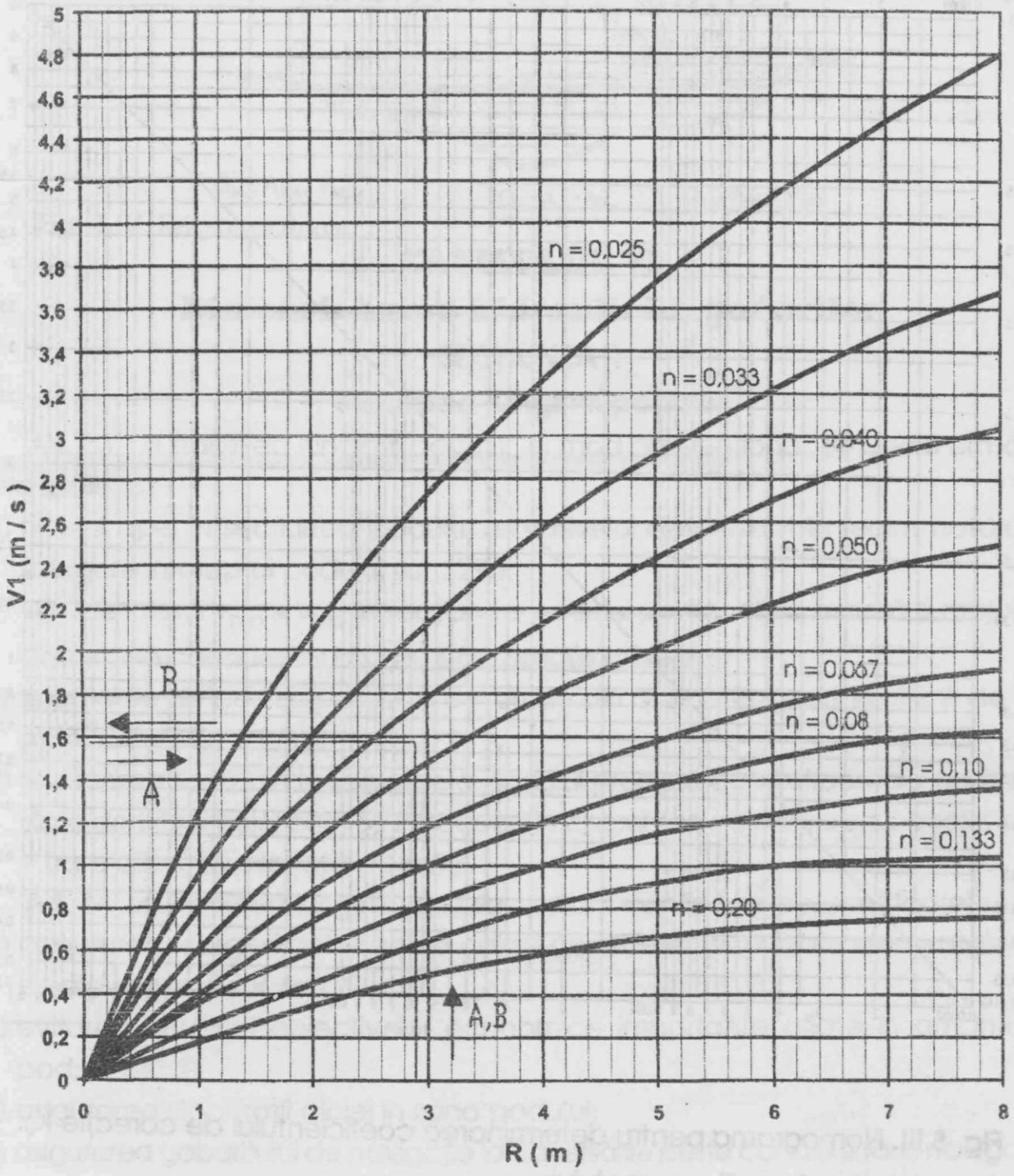


Fig. 5.II. Diagrama pentru calculul vitezei $v_1 = f(R)$ corespunzătoare pantei suprafeței libere a apei de 1‰ și valoarea coeficientului lui Chezy C determinată din diagrama 5.I.

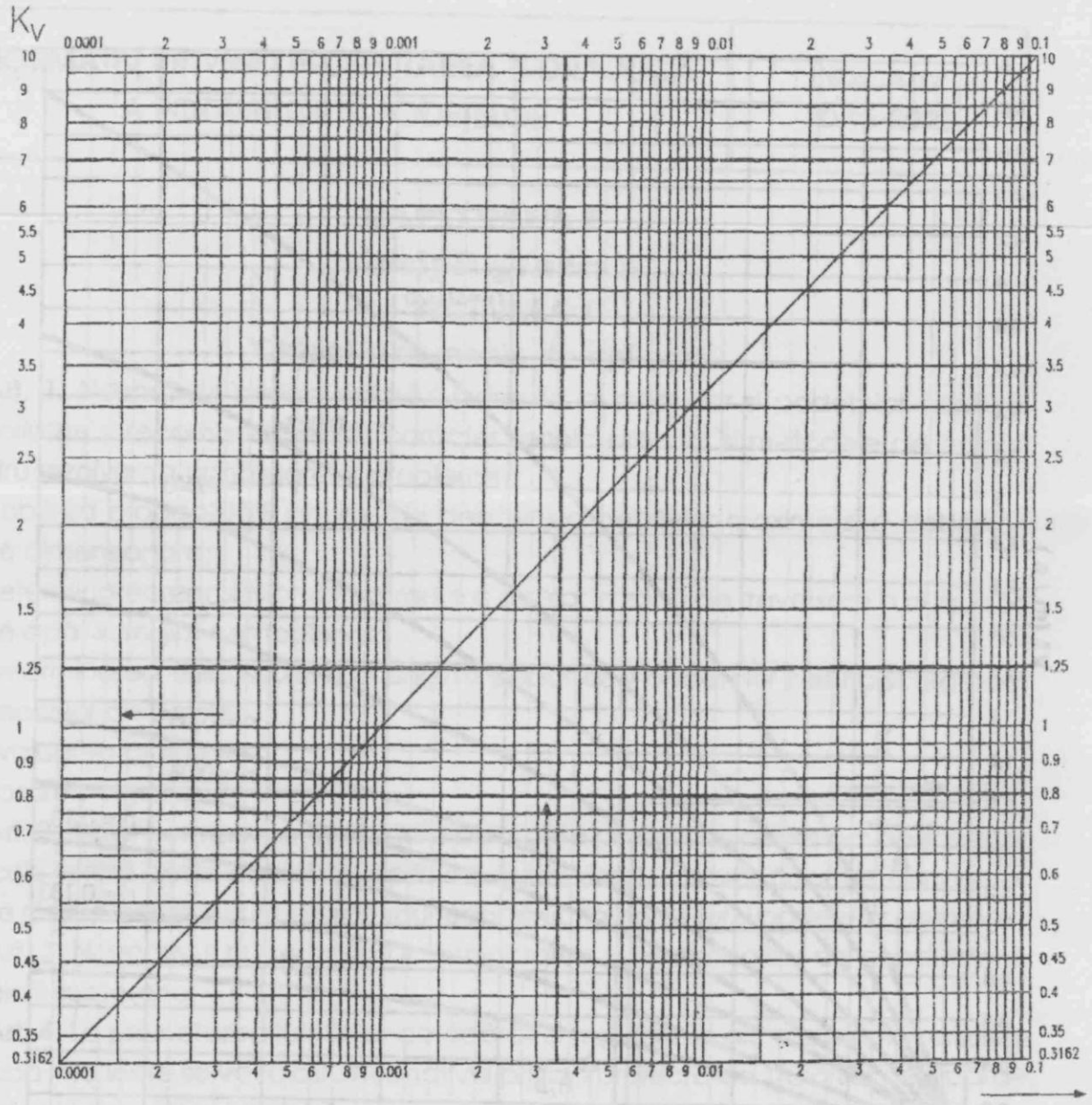


Fig. 5.III. Nomograma pentru determinarea coeficientului de corecție K_v.

Calculul vitezei medii a curentului:

n = coeficientul de rugozitate

R = raza hidraulică a secțiunii de scurgere

i = panta suprafeței libere a apei

1. cu valorile n și R se determină mărimea v_1 (conform fig. 5.II.)
2. cu valoarea i se determină coeficientul Kv
3. se calculează viteza: $v = K_v \cdot v_1$

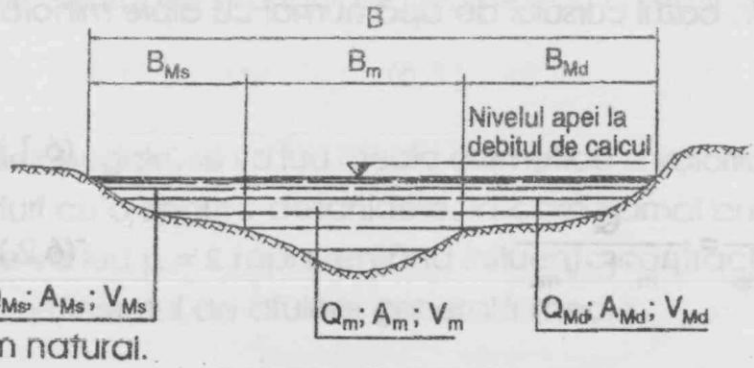


Fig. 5.IV. Regim natural.

CAPITOLUL VI

Dimensionarea hidraulică a podurilor

SECȚIUNEA 1

Stabilirea lungimii podului

Art. 33. La stabilirea lungimii podului, în mod convențional, se admit următoarele ipoteze :

a) nivelul apei în secțiunea podului este nivelul determinat în regim natural de scurgere în dreptul podului (art. 29.);

b) vitezele medii v_{mp} și v_{Mp} în secțiunea podului pentru albia minoră și majoră se determină considerând ca nu s-au produs afuieri;

c) în amonte de pod se produce un remuu din cauza reducerii secțiunii de scurgere în dreptul podului;

d) reducerea secțiunii de scurgere a podului produsă de obstruarea și contracția date de pile și culei care se introduce în calcul prin valoarea unui coeficient μ, și care diferă la pile față de culei.

Art. 34. La stabilirea lungimii podului se vor avea în vedere următoarele :

a) asigurarea scurgerii debitului de calcul care determină toate elementele principale ale podului (art. 9);

b) evitarea afectării obiectivelor economice importante aflate în amonte de pod;

c) asigurarea stabilității albiei în zona podului;

d) asigurarea gabaritului de navigație la traversările peste canale și râuri navigabile;

e) realizarea unei soluții economice în ansamblu (lungime pod, număr de deschideri, adâncime de fundare, rampe de acces, lucrări de apărare, de dirijare și consolidare a albiei, lucrările necesare restabilirii gradului de apărare a obiectivelor afectate etc.).

Art. 35. Lungimea L a unui pod se determină prin încercări pe bază de dispoziții generale, în funcție de următoarele trei cazuri de formă a albiei râului :

a) curs de apă numai cu albie minoră sau majoră;

b) curs de apă cu albie minoră și albie majoră simetrică;

c) curs de apă cu albie minoră și albie majoră asimetrică:

Art. 36 - (1) În cazul cursului de apă numai cu albie minoră (fig. 6.I.) se aplică relațiile :

$$L = \frac{A_{mp}}{h_{mp}} \qquad (6.1.)$$

$$A_{mp} = \frac{Q}{\mu_m \cdot v_{mp}} = \frac{Q}{\mu_m \cdot E \cdot v_{mL}} \qquad (6.2.)$$

unde:

$$E = \frac{v_{mp}}{v_{mL}}$$ și:

A_{mp} = aria secțiunii de scurgere în albia minoră în secțiunea podului înainte de producerea afuierilor, din care nu s-a scăzut suprafața ocupată de pile;

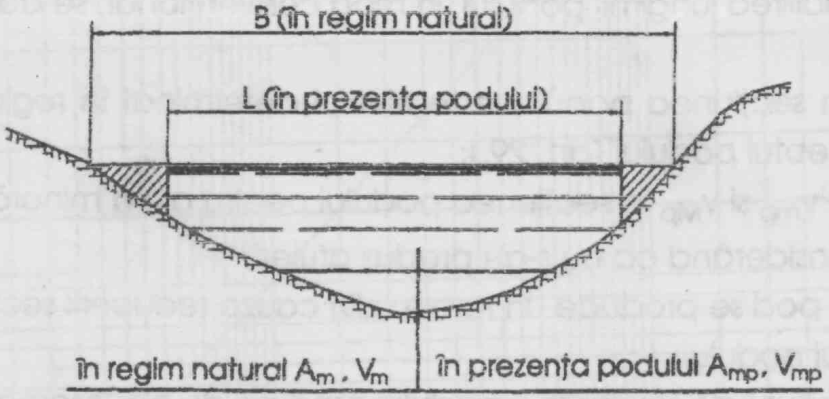


Fig. 6.I. Curs de apă fără albie majoră

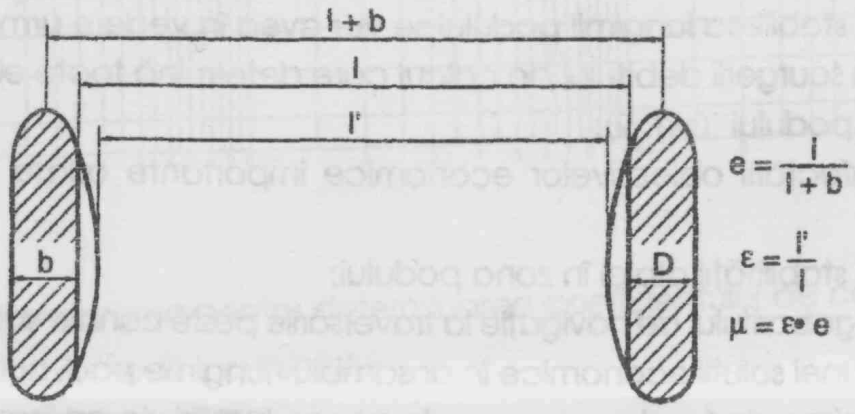


Fig. 6.II. Semnificația coeficienților ε și e.

h_{mp} = adâncimea medie a apei în secțiunea podului.

μ_m - coeficient de reducere a ariei secțiunii de scurgere datorită obstruării pilelor și contracției produse de infrastructură;

$\mu = \varepsilon \cdot e$ (fig. 6.II.), unde ε este coeficientul de contracție hidraulică (tabelul

6.I.), iar e este coeficientul de strangulare geometrică a secțiunii datorat pilelor.

$$e = \frac{l}{l + b} \qquad (6.3.)$$

Pentru deschideri inegale, se va lua media aritmetică a valorilor coeficienților μ.

(2) Pentru poduri cu o singură deschidere, la care numai culeile influențează scurgerea apei, se va lua $\mu = \varepsilon$ reprezentând influența contracției.

E - reprezintă coeficientul de afuiere generală medie.

$E = \frac{A'}{A} = \frac{v_{mp}}{v_{mL}}$ unde A' este secțiunea de scurgere după afuiere, iar A secțiunea de scurgere înainte de producerea afuierii (determinate în axul podului).

v_{mL} = viteza medie în regim natural în albie minoră, calculată numai pe lățimea acoperită de pod (între fețele culeilor).

v_{mp} = viteza medie a apei în albia minoră în secțiunea podului înainte de producerea afuierilor.

(3) În cazurile curente, la proiectarea podurilor se face verificarea unor lungimi de poduri alese în prealabil, prin determinarea coeficientului de afuiere general E care trebuie sa se înscrie în prevederile art. 42.

Tabelul 6.I.

Coeficientul de contracție ε

Viteza	Lumina în m:											
m/s	10	13	16	18	20	25	30	40	50	65	100	125
1.00	0,97	0,98	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,96	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,50	0,96	0,96	0,97	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00
2,00	0,94	0,94	0,95	0,96	0,97	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	1,00
2,50	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,96	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99	1,00
3,00	0,91	0,91	0,93	0,94	0,95	0,96	0,96	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99
3,50	0,90	0,90	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99
4,00	0,89	0,89	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	0,99

Art. 37. - (1) În cazul cursurilor cu albie minoră simetrică calculul lungimii podului L și a ariei secțiunii de scurgere a albiei majore A_{Mp} ramasă sub pod (fără a se scădea suprafața pilelor din albia majoră), înainte de producerea afuierilor, se face în mod convențional cu relațiile:

$$L = B_m + \frac{A_{Mp}}{h_{Mp}} \qquad (6.4.)$$

$$A_{Mp} = \frac{Q - \mu_m \cdot Q_m \cdot E}{v_M + v_m (\mu_m \cdot E - 1)} \qquad (6.5.)$$

unde:

B_m = lățimea albiei minore în regim natural nemodificat;

h_{Mp} = adâncimea medie a apei în albia majoră în dreptul podului, nivelul apei

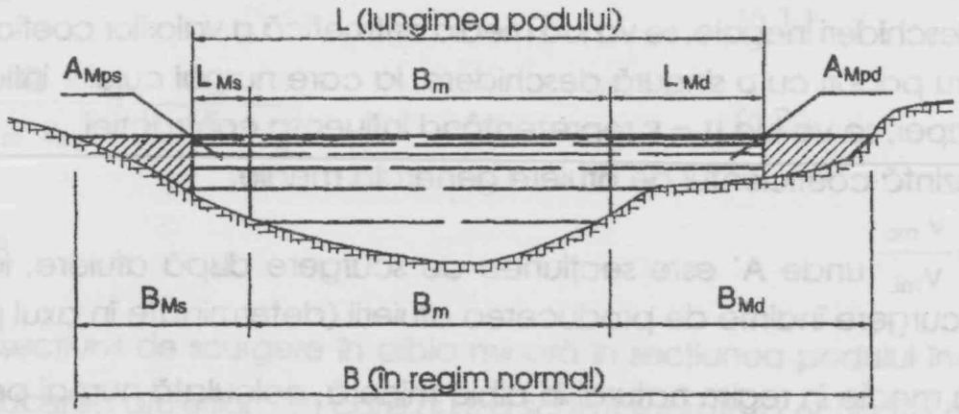


Fig. 6.III. Curs de apă cu albie majoră asimetrică.

fiind cel din albia naturală.

(2) În cazul când A_{Mp} rezultă negativ, se aplică relația 6.2., lungimea podului adoptându-se cel puțin egală cu lățimea albiei minore.

Art. 38. - (1) În cazul cursurilor cu albie majoră asimetrică (fig. 6.III.), la verificarea dispozițiilor generale de poduri propuse, se aplică relațiile:

$$L = B_m + \frac{A_{Mps}}{h_{Mps}} + \frac{A_{Mpd}}{h_{Mpd}} \qquad (6.6.)$$

$$A_{Mps} = \frac{Q - \mu_m \cdot Q_m \cdot E}{v_M + v_m (\mu_m \cdot E - 1)} - A_{Mpd} \frac{v_m(\mu_m \cdot E - 1) + v_{Md}}{v_m(\mu_m \cdot E - 1) + v_{Ms}} \qquad (6.7.)$$

Relația (6.7.) servește la determinarea coeficientului E când se cunosc A_{Mpd} și A_{Mps} sau la determinarea uneia din valorile A_{Mps} și A_{Mpd} când sunt cunoscute E și una din aceste valori.

(2) Atunci când este ales numai coeficientul E, pentru determinarea secțiunilor de scurgere A_{Mps} și A_{Mpd} se folosește sistemul cu două ecuații alcătuit din relația (6.7.) și relația

$$A_{Mp} = A_{Mps} + A_{Mpd} \qquad (6.8.)$$

Art. 39. La albiile cu forme complicate (multe brațe, adâncimi diferite, coeficienți de rugozitate diferiți etc.) calculele se vor face ținând seama de caracteristicile geometrice și hidraulice ale părților de albie verificându-se în final debușeul total.

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \ldots + Q_n$$

în care Q_1 ... Q_n sunt debitele parțiale scurse prin albiile respective.

Art. 40. Verificarea debitului scurs prin secțiunea podului pentru o supraînălțare de nivel Δz dată, se poate face cu formula lui Rühlmann:

$$Q = \mu L \sqrt{2g} \left\{ \frac{2}{3} \left[(\Delta z + K)^{3/2} - K^{3/2} \right] + h \sqrt{(\Delta z + K)} \right\} \qquad (6.9.)$$

unde: $K = \frac{v_m^2}{2g}$

h = înălțimea medie a lamei de apă în secțiunea podului în regim modificat.

Valoarea Δz introdusă în formulă este în general mai mică decât aceea determinată conform art. 44.

SECȚIUNEA 2

Calculul afuierilor

Art. 41. - (1) Afuierile în zona podului se calculează la râurile cu pat sau maluri erodabile, în scopul stabilirii adâncimii de fundare a infrastructurii, a lucrărilor de apărare, consolidare și dirijare, precum si a lungimii podului.

(2) Afuierile reprezintă amploarea sau dimensiunea eroziunii terenului dintr-un anumit punct din patul albiei.

(3) Afuierea maximă totală este alcătuită din afuierea generală și afuierea locală.

(4) Afuierile generale se produc în cazul în care viteza din secțiunea strangulată a podului este mai mare decât viteza critică dată în tabelele 6.II.a. și 6.II.b.

Art. 42. - (1) La albiile afuiabile și instabile la care nu se iau masuri speciale pentru protecția împotriva afuierii sau de stabilitate a malurilor, se pot produce în timp modificări ale poziției albiei minore, astfel încât afuierea generală la pile și culei poate atinge valoarea maximă determinată ca pentru albia minoră. Încastrarea fundațiilor pilelor și culeilor se va lua conform prevederilor art. 11.

Tabelul 6.II.a.

Viteza medie de antrenare v_a (m/s)

Nr. crt.	Denumirea pământurilor constitutive ale patului albiei	d 50 mm	Adâncimea medie a apei, h_{med}, în m									
			2	3	4	5	6	8	10	12	14	16
1	Nisip fin	0,15	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,3
2	Nisip mărunt	0,50	0 ,7	0,9	1,0	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
3	Nisip mărgăritar şi nisip mărunt cu pietriş	1,00	0,9	1,0	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,0
4	Nisip mare şi nisip mărgăritar cu pietriş	2,50	1,1	1,3	1,4	1,6	1,7	1,9	2,0	2,2	2,3	2,5
5	Pietriş cu nisip mare	6,00	1,4	1,6	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	2,7	-
6	Pietriş de râu mărunt	15,00	1,7	1,9	2,1	2,3	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	-
7	Pietriş de râu mijlociu	25,00	2,0	2,3	2,6	2,7	2,9	3,1	3,4	3,6	-	-
8	Pietriş de râu mare	60,00	2,5	2,8	3,0	3,2	3,3	3,6	3,9	4,1	-	-
9	Bolovăniş foarte mărunt	140,00	3,0	3,4	3,6	3,8	4,0	4,4	4,6	-	-	-
10	Bolovăniş mijlociu	250,00	3,6	4,0	5,2	4,5	4,7	5,0	5,3	-	-	-
11	Bolovăniş mare	450,00	4,2	4,6	4,9	5,1	5,3	5,7	-	-	-	-
12	Bolovăniş foarte mare	750,00	4,9	5,3	5,6	5,9	6,1	6,4	-	-	-	-
13	Argile şi argile nisipoase cu compactitate slabă: $\gamma = 1,0$ t/m^3		0,99	1,0	1,0	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0
14	Argile şi argile nisipoase cu compactitate medie: $\gamma = 1,4$ t/m^3		1,18	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,8	2,1	2,2	-
15	Argile şi argile nisipoase cu compactitate mare : $\gamma = 1,8$ t/m^3		1,5	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,4	2,5	-	-

Notă: d 50 = diametrul ochiurilor sitei care lasă sa treacă materialul respectiv în proporţie de 50%.

Tabelul 6.II.b.

Viteza medie de antrenare va (m/s) la debitul maxim de calcul cu probabilitatea de depăşire de 1% pentru diverse tipuri de consolidari

Caracteristica consolidărilor	Adâncimea medie a apei, h_{med} în m			
	0,4	1,0	2,0	3,0
Pereu din piatra cu diametrul: D = 15 cm D = 20 cm D = 25 cm	2,5	3,0	3,5	4,0
Pereu din dale de beton	5,0	6,0	7,0	7,5

(2) Calculul afuierii generale se face cu relaţia :

$$E = \frac{h_{af}}{h} = \frac{v_{mp}}{v_{mL}} \qquad h_{af} = \frac{v_{mp}}{v_{mL}} \cdot h = E \cdot h \qquad (6.10.)$$

dacă:

$$v_{mp} > v_a$$

unde:

v_a = viteza medie de antrenare (conform tabelului 6.II.a)

h = adâncimea apei într-un punct oarecare al secţiunii de scurgere, înainte de afuiere.

h_{af} = reprezintă adâncimea apei în punctul respectiv, după producerea afuierii generale.

Cu această relaţie se poate calcula linia afuierii albiei şi afuierea generală maximă.

Afuierea generală maximă se obţine din diferenţa $h_{af}^{max} - h = af_g^{max}$ (6.10.a)

(3) La râurile cu albie erodabilă, valoarea coeficientului E de afuiere generală limită se recomandă să nu depăşească 1,4 - 1,5 pentru evitarea unor construcţii de apărare şi dirijare costisitoare.

(4) În cazul albiilor la care creşterea adâncimii apei în albia minoră prin producerea afuierilor generale este mică (0,5 - 0,8m), se poate depăşi valoarea de mai sus.

(5) Depaşirea valorii 1,5 a coeficientului E se poate admite, de asemenea, la podurile existente, dacă infrastructura este asigurată şi nu se produce remuu important care să afecteze obiectivele din amonte.

(6) Alegerea unei anumite valori E sub limitele de mai sus, se face pe baza unei analize tehnico-economice comparative a soluţiilor studiate.

Art. 43. - (1) Calculul afuierilor locale af_l la pilele podului se face în ipoteza că afuierele generale s-au produs la valoarea lor maximă determinată conform art. 42.

(2) Adâncimea maximă a afuierilor locale afl la pilele podului se calculează aproximativ cu formulele (6.11):

$$\text{când } v < v_a,\ af_l = 2{,}42 \cdot Kf \cdot K\alpha \cdot b \left(\frac{2v}{v_a} - 1 \right) \left(\frac{v_a^2}{g \cdot b} \right)^{1/3} \qquad (6.11.a)$$

$$\text{când } v \geq v_a,\ af_l = 2{,}42 \cdot Kf \cdot K\alpha \cdot b \left(\frac{v_a^2}{g \cdot b} \right)^{1/3} \qquad (6.11.b)$$

unde:

b = lățimea pilei la nivelul patului albiei

v = viteza curentului în amonte de pilă în albia naturală a râului

v_a = viteza medie de antrenare a aluviunilor de pe patul albiei, la adâncimea corespunzătoare afuierilor generale. Se ia din tabelul 6.II.a.

K_f = coeficient care ține seama de forma pilei în secțiunea transversală (6.IV.)

K_α = coeficientul care ține seama de unghiul de incidență al curentului pe pilă (fig. 6.V.)

g = accelerația gravitațională

(3) Calculul afuierilor locale nu se face în cazul în care se prevăd lucrări de consolidare a patului albiei (pereuri, saltele de gabioane, radiere de beton etc.) conform tabel 6.II.b.

(4) Afuierile totale rezultă din însumarea afuierilor generale și locale.

$af_{tot} = af_g + af_l$

(5) Calculul afuierii locale la culei se face cu formulele 6.11. considerând b = 1,00 și viteza v egală cu viteza medie a apei în dreptul culeii.

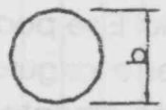
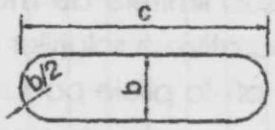
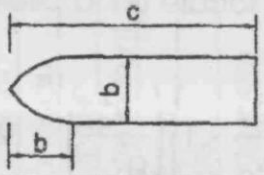
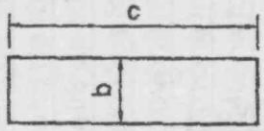
FORMA PILEI ÎN SECȚIUNE TRANSVERSALĂ	K_f
	1,00
	1,00
	0,85
	1,25

Fig. 6.IV. Valoarea coeficientului K_f

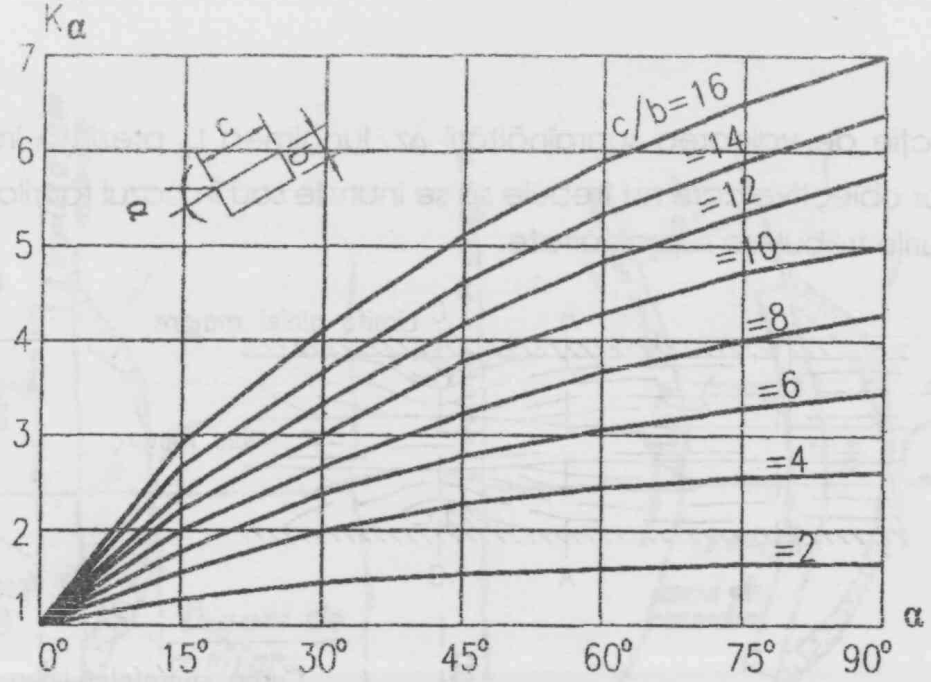


Fig. 6.V. Graficul funcției K_α

SECȚIUNEA 3

Calculul supraînălțărilor de nivel

Art. 44. Calculul aproximativ al supraînălțărilor de nivel (remuu) se poate face cu formula 6.12. aplicată pentru albia minoră:

$$\Delta z = \frac{v_{mp}^2 - v_m^2}{2g} \qquad (6.12.)$$

admițând că remuul se produce înaintea afuierilor.

Art. 45. - (1) Lungimea L_z pe care se întinde supraînălțarea de nivel (fig. 6.VI.) se determină aproximativ și acoperitor cu formula:

$$L_z = \frac{2\Delta z}{i} \qquad (6.13.)$$

unde:

i = panta suprafeței libere a apei corespunzătoare debitului pentru care s-a calculat supraînălțarea Δz.

(2) Se poate admite că valoarea maxima a supraînălțării Δz se produce în amonte la o distanță egală cu aproximativ 2,5 L (L fiind lungimea podului) față de axul podului.

(3) Pentru ușurința calculului, suprafața liberă a apei pe zona pe care se produce supraînălțarea de nivel Δz se poate lua plană.

(4) La stabilirea cotelor rampelor de acces la pod se va ține seama de influența supraînălțării Δz.

În funcție de valoarea supraînălțării Δz, lungimea L_z prezintă importanță în cazul unor obiective care nu trebuie să se inunde sau în cazul râurilor îndiguite la care digurile trebuiesc supraînălțate.

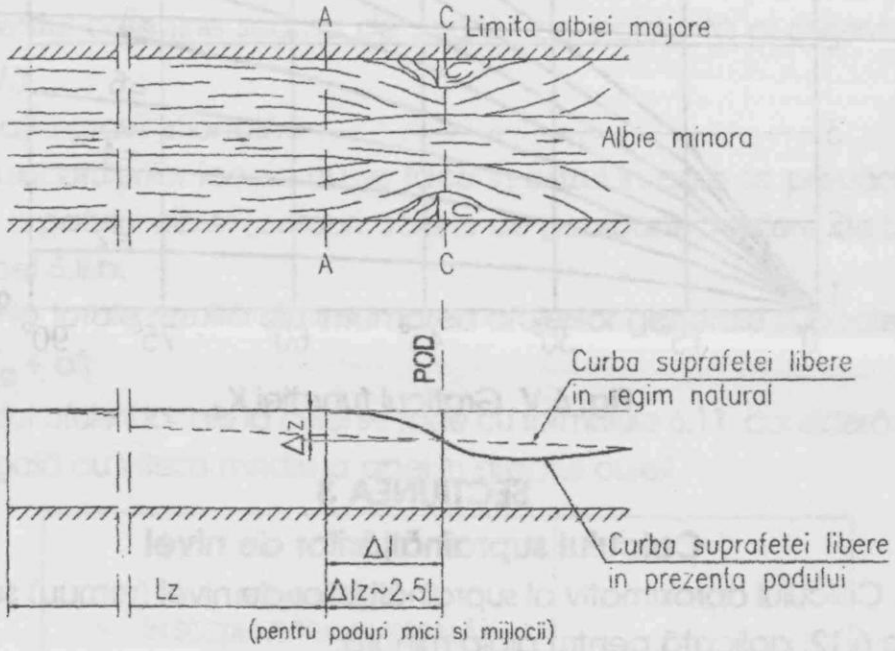


Fig. 6.VI. Schema variației nivelului apei la pod.

SECȚIUNEA 4

Sporirea capacității de debit prin decapări.

Art. 46. - (1) Sporirea ariei secțiunii de scurgere sub pod prin decapări în albia majoră se face numai atunci când:

a) terenul constitutiv al patului albiei nu este antrenat de curent la vitezele din secțiunea strangulată;

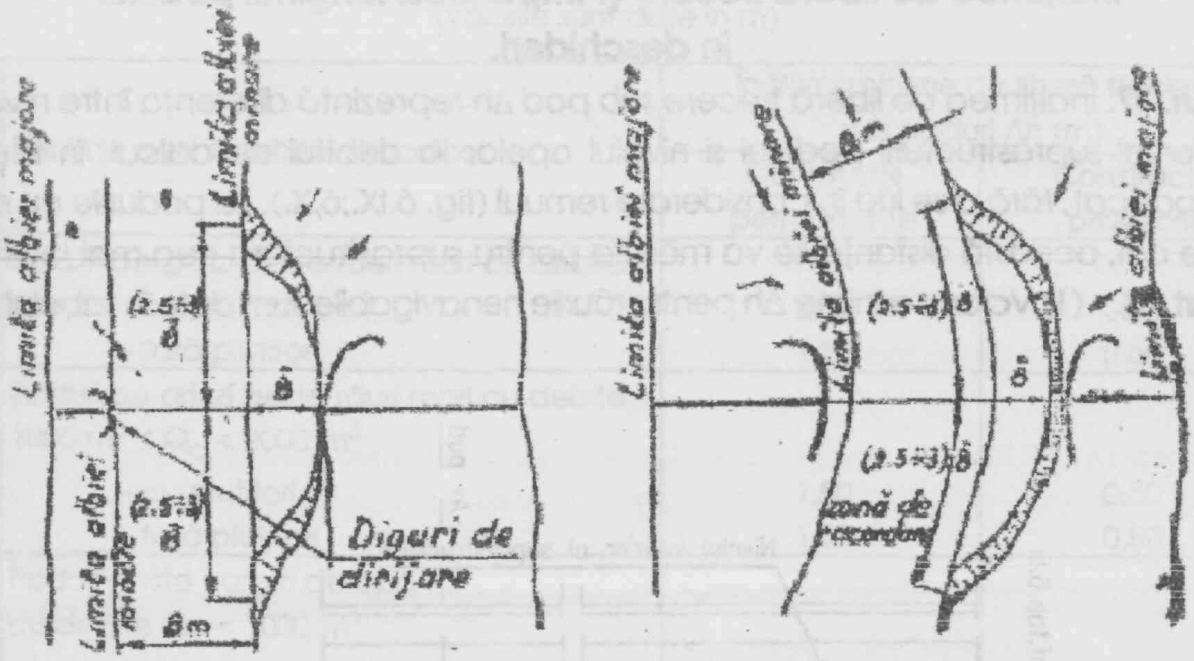
b) nu se vor produce depuneri permanente în zona decapărilor, depunerile fiind luate de ape mari cu frecvența de o dată până la de două ori pe an.

(2) În cazul în care decapările se prevăd în albia minoră, se vor respecta următoarele condiții :

a) aria decapată să nu depășească 20 - 25% din aria întregii secțiuni de scurgere din dreptul podului la debitul de calcul înainte de a se produce afuieri;

b) cota medie până la care se prevede decaparea să fie cu cel puțin 40 - 50cm mai mare decât cota apelor la etiaj pentru a nu înrăutăți condițiile de scurgere la etiaj prin lărgirea albiei;

c) lungimea porțiunii de albie cu decapări trebuie sa fie cel puțin de 2,5 - 3 ori mai mare decât lățimea zonei decapate, atât în amonte cât și în aval de pod (fig. 6.VII., 6VIII); zonele de capăt ale decapării se vor racorda la albia minoră;



a) albie minoră rectilinie b) albie minoră curbă

Fig. 6.VII. Schema decapărilor în planul albiei.

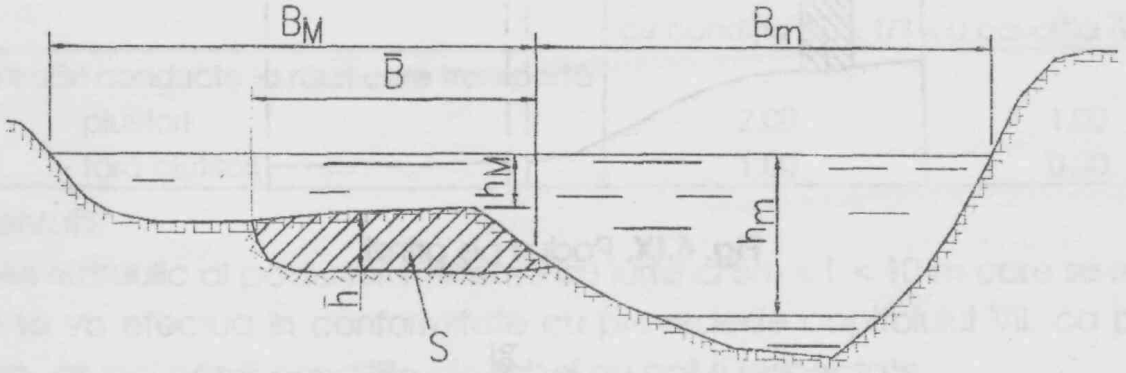


Fig. 6.VIII. Schema decapărilor în secțiune transversală.

d) panta longitudinală a decapărilor va fi egală cu panta suprafeței libere a apei la debitul de calcul, iar panta transversală va fi de 1 - 2% de la maluri spre albie;

e) în zonele curbe ale râurilor, decapările se fac pe malul concav;

f) în sectoarele rectilinii ale râurilor, cu albia majoră asimetrică, decapările se vor executa pe ambele maluri. Aria decapărilor în axul podului va fi proporțională cu debitul ce se scurge prin cele două albii majore în secțiunea podului, înainte de decapare.

(3) În cazul executării de decapări în condițiile arătate mai sus, determinarea condițiilor de scurgere în regim natural și calculul lungimii podului se va face considerând albia nouă, cu secțiunea sporită prin decapări.

(4) Adoptarea soluției podului cu decapări sau a podului fără decapări și cu lungime mai mare se justifică pe baza unui calcul tehnico-economic.

SECȚIUNEA 5

Înălțimea de liberă trecere și împărțirea lungimii podului în deschideri.

Art. 47. Înălțimea de liberă trecere sub pod Δh reprezintă diferența între nivelul inferior al suprastructurii podului și nivelul apelor la debitul de calcul, în regim nemodificat, fără a se lua în considerare remuul (fig. 6.IX.;6.X.). La podurile cu mai multe căi, această distanță se va măsura pentru suprastructura cea mai joasă.

Art. 48. - (1) Valorile minime Δh pentru râurile nenavigabile sunt date în tabelul 6.III

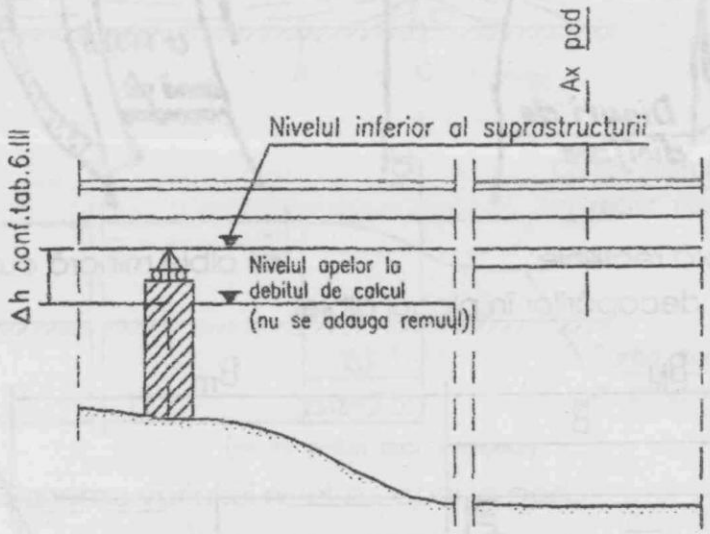


Fig. 6.IX. Poduri pe grinzi

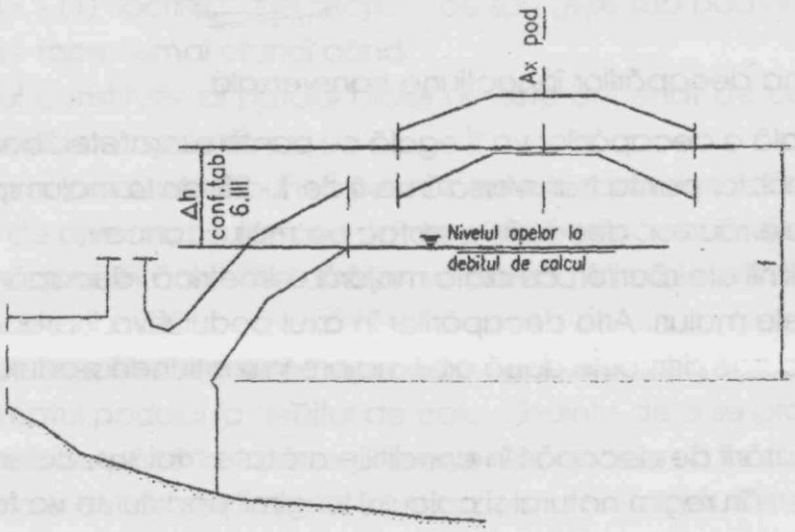


Fig. 6.X. Poduri boltite.

Tabelul 6.III.

Înălțimi minime de liberă trecere sub poduri

(valorile sunt date în m)

Nr. crt.	Tipul de pod și debitul de calcul	Înălțimi minime de liberă trecere sub poduri Δh (m)	
		Construcții permanente	Construcții provizorii
1	Poduri pe grinzi peste râuri mari cu debite		
	- cu plutitori	2,00	0,50
	- fără plutitori	1,25	0,50
2	Poduri pe grinzi peste râuri mari cu debite $1000\ m^3 \leq Q_c < 2000\ m^3$		
	- cu plutitori	1,50	0,50
	- fără plutitori	1,00	0,50
3	Poduri peste cursuri de apă cu debite $Q_c < 1000\ m^3$		
	- cu plutitori	1,00	
	- fără plutitori	0,75	
4	Poduri boltite	1,25 cu condiția $\Delta h \geq f/3$	0,75 cu condiția $\Delta h \geq f/3$
5	Traversări conducte la râuri care transportă		
	- plutitori	2,00	1,00
	- fără plutitori	1,00	0,50

Observații:

- calculul hidraulic al podurilor existente cu lumina 5m < L < 10 m care se reabilitează se va efectua în conformitate cu prevederile capitolului VII, ca pentru podețe, atunci când condițiile din tabel nu pot fi respectate.
- în cazul lărgirilor sau reconstrucțiilor care conduc la investiții mari prin lucrările conexe, înălțimile libere ale podurilor pot fi reduse cu aprobarea organelor de avizare din punct de vedere al gospodăririi apelor. Înălțimea liberă sub poduri pe grinzi drepte, peste canale de irigații va fi de 25 cm.

(2) La râurile navigabile dimensiunile minime ale dreptunghiului de navigație vor corespunde tabelului 6.IV.

Tabelul 6.IV.

Dimensiunile minime ale dreptunghiului de navigație

Nr. crt.	Tipul de cale navigabilă	Înălțime (m)	Lățime (m)
1	Navigație pe canale amenajate	6,00	Lățimea canalului la nivelul adâncimii egale cu pescajul navei
2	Navigație pe râuri amenajate	10,00	40,00

Observaţii :

- Înălţimea gabaritului de navigaţie se la deasupra nivelului maxim de exploatare al apelor fixate de unităţile de exploatare.
- Pentru cazurile speciale (ex. Dunăre, Canalul Dunăre - Marea Neagră, etc.) la care se folosesc nave de capacitate mai mare decât 1350 t dimensiunile de gabarit se vor stabili cu acordul autorităţii care coordonează transporturile fluviale.
- În cazul proiectării podurilor peste cursuri de apă care (conform schemei de amenajare complexă) urmează a fi biefate şi nu se dispune de datele certe ale amenajării (nivel normal de exploatare, lăţime între diguri, etc.) se va avea în vedere adoptarea unei soluţii care să permită în viitor realizarea gabaritului de navigaţie, prin supraînălţare, prin realizarea unor tabliere mobile, etc. pe baza unei justificări tehnico-economice. Lungimea şi înălţimea podului, în această situaţie se va stabili pentru condiţiile de scurgere a apelor în regim liber.

Art. 49. La stabilirea deschiderilor minime de poduri şi la amplasarea pilelor se fac următoarele recomandări :

a) la cursurile de apă cu caracter torenţial se va evita amplasarea pilelor în mijlocul albiei minore;
b) la cursurile de apă care transportă plutitori, deschiderile trebuie să fie de minimum 15 - 20 m în funcţie de lăţimea plutitorilor;
c) la cursurile de apă care transportă blocuri de gheaţă deschiderile vor fi astfel dimensionate încât să elimine posibilitatea formării zăpoarelor;
d) la podurile peste râuri mari, având debite de calcul $Q_c \geq 2000$ m^3/s, se recomandă adoptarea de deschideri de cel puţin 30 m în albia minoră;
e) adâncimea navigaţiei va fi asigurată la toate nivelurile apei în deschiderile prevăzute pentru navigaţie.
f) la podurile peste canale sau râuri canalizate se recomandă evitarea prevederii de pile în zona de mijloc a canalului.

SECŢIUNEA 6

Înălţimea de siguranţă (garda) la terasamente de acces.

Art. 50. - (1) Valorile minime ale înălţimii de siguranţă (garda) de la nivelul apei, inclusiv remuul la cota muchiei platformei drumului sau căii ferate vor fi de 50 cm corespunzător tabelului 7.II.

(2) La râurile la care lăţimea oglinzii apei şi adâncimea apei conduc la formarea de valuri, la determinarea înălţimii de siguranţă se va ţine seama şi de înălţimea valurilor.

SECȚIUNEA 7

Poduri în cazuri speciale.

Art. 51. Calculul podurilor peste afluenți în apropierea și în amonte de confluență va ține seama de coincidența viiturilor și a nivelurilor de apă cu remuu corespunzător ipotezei de coincidență, efectuându-se în următoarele ipoteze :

a) pe râul traversat se scurge debitul de calcul Q_1, iar pe râul principal debitul corespunzător Q_2 care însumat cu debitul Q_1 formează debitul de calcul Q_T din aval de confluență ($Q_T = Q_1 + Q_2$) la aceeași probabilitate de probabilitate de depășire;

b) pe râul principal se scurge debitul de calcul Q_2, iar pe râul traversat debitul corespunzător Q_1, care însumat cu Q_2 formează debitul de calcul Q_T din aval de confluență.

În cazul podurilor mari se vor face studii speciale privind coincidența viiturilor.

Art. 52. - (1) În cazul în care podul se află în amonte de un lac de acumulare la o distanță mai mare de 2,5 - 3,00 ori B_M (lățimea medie a albiei majore din secțiunea în care se stinge remuul lacului de acumulare la debitul de calcul al podului), calculul podului se face ca în regim natural conform art. 33 - 49.

(2) Dacă limita lacului depășește podul sau podul este situat la o distanță mai mică de 2,5 B_M de zona de stingere a remuului lacului de acumulare, calculul podului se va efectua în concordanță cu nivelurile corespunzătoare din lacul de acumulare.

Art. 53. - (1) În funcție de condițiile locale, un pod nou poate fi amplasat imediat în amonte sau în aval de un pod existent.

(2) Dimensionarea hidraulică a podurilor se va face ținând seama de influența reciprocă.

(3) În ambele cazuri pilele se vor prevedea în prelungirea celor existente și se vor executa lucrări de dirijare a apei între poduri, atunci când podurile existente se mențin timp îndelungat în exploatare.

(4) Dacă podul existent nu asigură scurgerea debitului de calcul în condițiile prezentului normativ, se vor lua măsuri pentru sporirea capacității prin decapări, amenajarea albiei, sporirea lungimii, supraînălțare, etc., în funcție de valoarea investiției.

(5) În cazul în care investițiile sunt importante, se va interveni la titularul investiției pentru aprobarea reducerii înălțimii libere de scurgere sub pod, pe durată limitată, până la refacerea podului corespunzător condițiilor normale de scurgere.

Art. 54. - (1) Podurile de descărcare se prevăd numai în mod excepțional în cazul în care rampele de acces la podul principal intersectează un braț de mici

proporții al râului cu albie conturată sau în cazul buclelor cu lungimi mari, puternic dezvoltate la care rampele de acces obstruiază mult albia majoră producând diferențe de nivel amonte - aval.

(2) La stabilirea soluției se va analiza și varianta fără pod de descărcare, cu lucrări de dirijare a apei la podul principal.

(3) Valoarea debitului de calcul pentru podurile de descărcare va fi stabilită în funcție de condițiile locale (secțiunea albiei, pantă, rugozitate, etc.).

(4) În situațiile în care podul de descărcare preia mai mult de 20% din debitul total, debitul de calcul al podului principal se va reduce.

(5) Întrucât debitele de dimensionare pentru podurile de descărcare pot varia în timp datorită modificării albiei, infrastructura podului va fi încastrată suficient de adânc și se vor lua măsuri de apărare a albiei în zona podului.

Art. 55. - (1) Se recomandă ca infrastructura podurilor care traversează oblic cursurile de apă să aibă pilele și culeile paralele cu direcția de curgere a curentului (fig. 6.XI.).

(2) În acest caz, când toate pilele obstruiază albia râului (vezi art. 57), lungimea L_{ob} a podului oblic se determină proiectând pe axul traversării lungimea L stabilită ca pentru un pod normal.

$$L_{ob} = \frac{L}{\sin \psi}. \qquad (6.14.)$$

unde ψ este unghiul dintre axul traversării și direcția de scurgere a curentului.

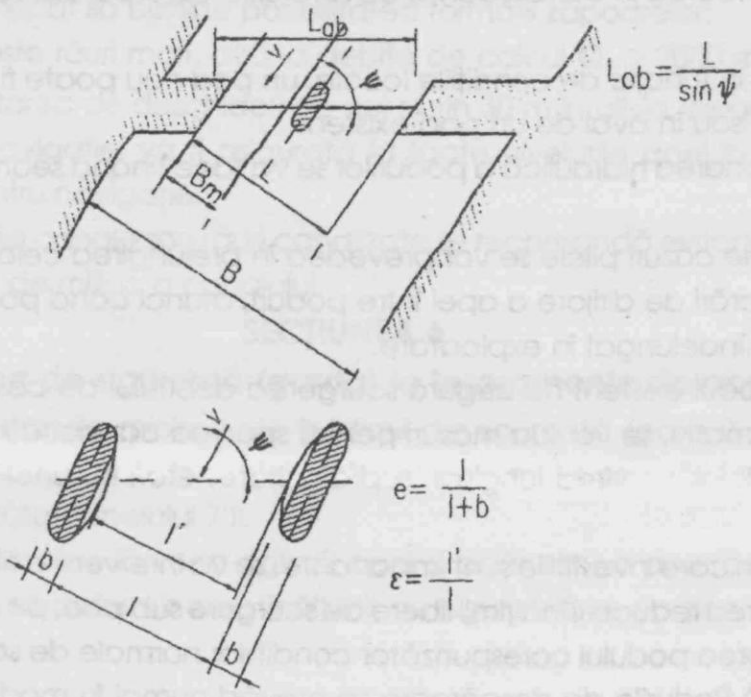
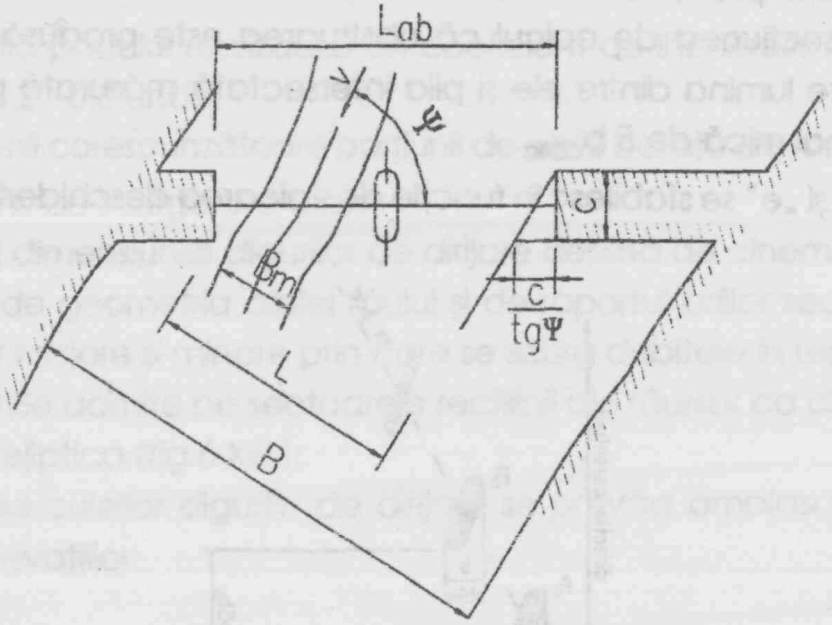


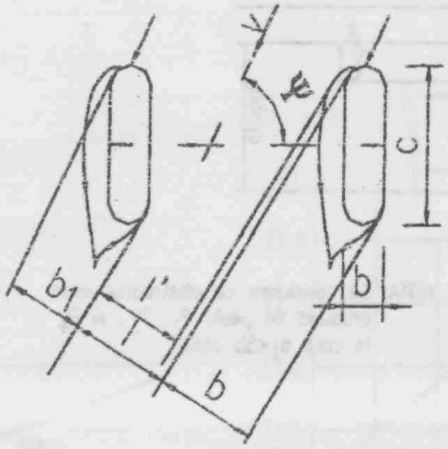
Fig. 6.XI. Poduri oblice cu infrastructura paralelă cu direcția curentului.

Art. 56. - (1) În cazuri justificate în care infrastructura podului este normală pe axul podului sau este oblică fără a fi paralelă cu direcția de scurgere a curentului (fig. 6.XII.a.), lungimea podului oblic măsurată între fețele culeelor se determină cu formula :

$$L_{ob} = \frac{L}{\sin \psi} + \frac{c}{tg\, \psi} \qquad (6.15.)$$

unde c este lățimea infrastructurii.





$$b1 = b.\sin\psi + c.\ \cos\psi$$

$$e = \frac{l}{l + b.\sin\psi + c.\ \cos\psi}$$

$$\varepsilon = \frac{l'}{l}$$

Fig. 6.XII. a. Poduri oblice cu infrastructura neparalelă cu direcția curentului.

(2) Adâncimea afuierilor locale la pilele care nu sunt paralele cu direcția curentului se determină ținând seama de unghiul de atac al curentului pe pilă (formulele 6.11.a sau 6.11.b).

Art. 57. La podurile cu oblicitate mare având mai multe deschideri, efectul obstruării produse de pile se calculează astfel:

a) se admite că secțiunea de calcul trece prin axul unei pile și axa normală pe direcția de curgere;

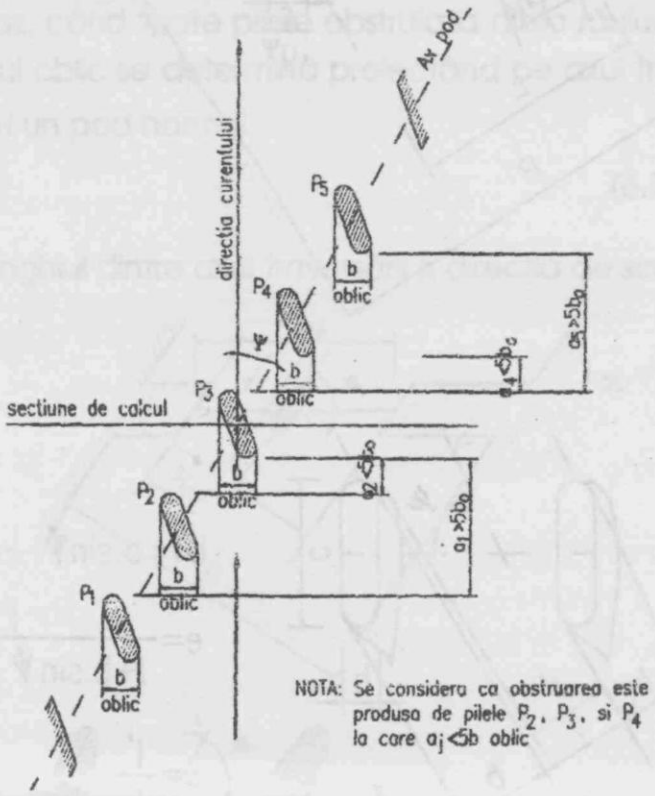
b) se proiectează elevațiile pilelor podului oblic pe direcția curentului și normală pe direcția curentului;

c) se notează proiecția pilei pe normala la direcția curentului cu b_{oblic};

d) lungimea podului Loblic se determină cu formula 6.14. ținând seama numai de pilele care, conform prevederilor acestui aliniat, obstruiază albia;

e) se consideră în secțiunea de calcul că obstruarea este produsă numai de acele pile la care lumina dintre ele și pila intersectată măsurată pe direcția curentului este mai mică de 5 b_{oblic}.

În acest caz, „ε" și „e" se stabilesc în funcție de valoarea deschiderii medii (fig. 6.XII.b.)



Sectiunea de calcul a lungimii podului proiectata pe normala la directia curentului

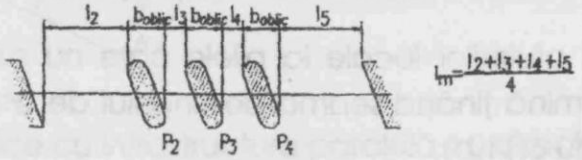


Fig. 6.XII. b.

SECȚIUNEA 8

Trasarea digurilor de dirijare.

Art. 58. - (1) Digurile de dirijare a curenților se prevăd pentru realizarea unei racordări hidrodinamice a scurgerii din secțiunea podului cu scurgerea din amonte și aval de pod, uniformizarea vitezelor în secțiunea strangulată, reducerea afuierilor în vecinătatea culeilor și pentru protejarea malurilor și asigurarea terasamentelor împotriva eroziunilor.

(2) Digurile de dirijare se prevăd în cazul albiilor majore de lățime mare, la care construcția podului realizează un coeficient de închidere a albiei $\delta = \frac{A_c}{A}$ mai mare de 0,2 - 0,3 unde:

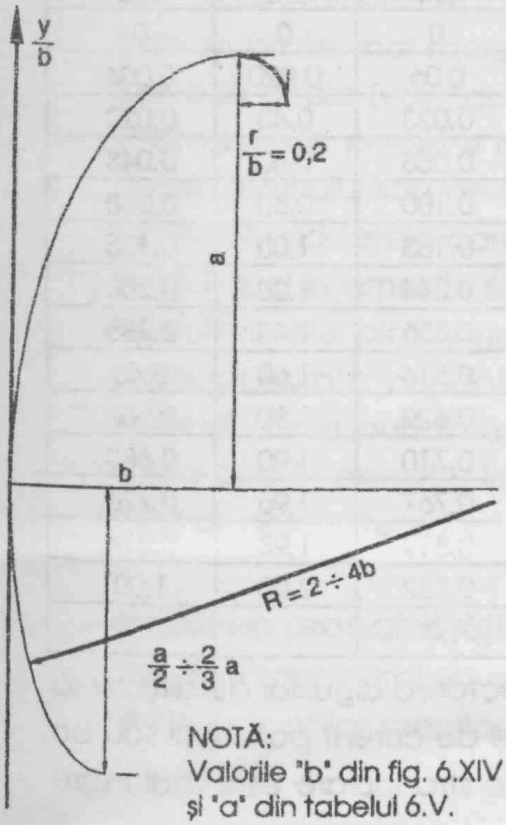
A_c = aria secțiunii corespunzătoare porțiunii de albie barată de rampele de acces;

A = aria secțiunii de scurgere a albiei.

(3) Forma și dimensiunile digurilor de dirijare depind de cinematica scurgerii în zona podului, de geometria albiei râului și de raportul ariilor secțiunilor transversale ale albiilor majore și minore prin care se scurg debitele în regim natural.

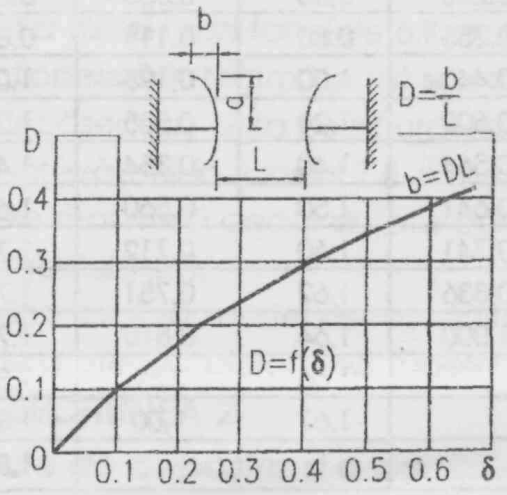
Art. 59. - (1) Se admite pe sectoarele rectilinii ale râurilor ca digurile de dirijare sa aibă forma eliptică (fig.6.XIII.).

(2) În dreptul culeilor digurile de dirijare se prevăd amplasate spre albie, în vecinătatea elevațiilor.



NOTĂ:
Valorile "b" din fig. 6.XIV și "a" din tabelul 6.V.

Fig. 6.XIII.



$$\delta = \frac{A_c}{A}$$

$$\delta_s = \frac{A_{cs}}{A_{MS} + \frac{A_m}{2}}$$

$$\delta_d = \frac{A_{cd}}{A_{Md} + \frac{A_m}{2}}$$

Fig. 6.XIV.

(3) Trasarea digului de dirijare se face astfel:

a) se calculează coeficientul $\delta = \frac{A_c}{A}$ cu ajutorul căruia, din fig. 6.XIV. se determină valoarea coeficientului D;

b) folosind relația b = D • L (6.16.) se stabilește semiaxa mică „b" a elipsei;

c) mărimea semiaxei mari a elipsei, care este paralelă cu direcția curentului, se determină în funcție de valoarea raportului $\frac{a}{b}$ și a coeficientului δ din tabelul nr. 6.V.

Tabelul 6.V.

Valorile raportului $\frac{a}{b}$

$\delta = \frac{A_c}{A}$	0,15	0,16 - 0,25	0,26 - 0,35	0,36
$\frac{a}{b}$	1,5	1,67	1,85	2,00

d) în tabelul 6.VI. se dau elementele de trasare a digului de dirijare de formă eliptică.

Tabelul 6.VI.

Coordonate adimensionale ale digului de dirijare de forma eliptică

a/b = 1,5		a/b = 1,67		a/b = 1,85		a/b = 2,00	
x/b	y/b	x/b	y/b	x/b	y/b	x/b	Y/b
0	0	0	0	0	0	0	0
0,25	0,013	0,20	0,10	0,20	0,06	0,020	0,004
0,50	0,059	0,40	0,030	0,40	0,023	0,40	0,020
0,75	0,233	0,60	0,065	0,60	0,058	0,60	0,048
1,0	0,255	0,80	0,118	0,80	0,100	0,80	0,088
1,25	0,448	1,00	0,198	1,00	0,163	1,00	0,135
1,30	0,500	1,20	0,305	1,20	0,244	1,20	0,200
1,35	0,564	1,40	0,354	1,40	0,356	1,40	0,285
1,40	0,641	1,50	0,560	1,60	0,514	1,60	0,40
1,45	0,741	1,60	0,712	1,70	0,629	1,80	0,563
1,48	0,836	1,62	0,751	1,75	0,710	1,90	0,680
1,50	1,000	1,64	0,810	1,78	0,767	1,95	0,776
		1,66	0,89	1,80	0,819	1,98	0,874
		1,67	1,00	1,81	0,832	2,00	1,00
				1,83	1,00		

Art. 60. În cazuri speciale se recomandă ca proiectarea digurilor de dirijare să se facă folosind literatura de specialitate după liniile de curent potențial sau pe bază de încercări pe modele (când coeficientul de strangulare este mai mare de 0,4 și albia majoră este instabilă).

CAPITOLUL VII

Calculul hidraulic al podeţelor

SECŢIUNEA 1

Clasificarea podeţelor

Art. 61. Din punct de vedere constructiv şi funcţional podeţele se clasifică în două grupe:

a) podeţe deschise la care calea este aşezată direct pe grinzi şi care funcţionează în regim hidraulic cu nivel liber de scurgere;

b) podeţe închise (înglobate în terasamente) - cu secţiuni dreptunghiulare, circulare, ovoidale, boltite, etc. şi care pot funcţiona în regim cu nivel liber, înecate sau sub presiune la debitele de calcul.

Art. 62. - (1) Din punct de vedere hidraulic podeţele trebuie să îndeplinească condiţiile descrise în continuare.

(2) Pentru podetele care functionează în regim cu nivel liber de scurgere:

a) în acest regim trebuie să se asigure trecerea debitului de calcul, cu menţinerea înălţimii libere (Δh) faţă de nivelul inferior al suprastructurii, conform tabelului nr. 7.I.;

b) nivelul apei în amonte de podeţ să nu depăşească nivelul maxim admis la inundaţie de obiectivele din amonte şi cota de siguranţă (garda) faţă de platforma căii (valorile din tabelul 7.II.), iar durata de inundaţie pentru terenuri agricole sa nu fie mai mare decât durata la care plantaţiile din zona inundată încep să sufere (vezi tabelul 7.III.);

c) viteza apei în podeţ şi la capătul aval să nu depăşească viteza admisă de natura terenului sau de protecţia albiei (vezi tabelele 6.II. a. şi 6.II. b.)

(3) Pentru podeţele care functionează în regim înecat sau sub presiune :

a) nivelul apei în amonte să nu depăşească cota de siguranţă (gardă), faţă de nivelul muchiei platformei căii, prevăzută în tabelul 7.II. şi nivelul admis la inundaţie, iar durata inundaţiei sa fie mai mică decât durata admisă pentru plantaţiile din zona inundată (vezi tabelul 7.III.);

b) viteza apei în podeţ şi la capătul aval să nu depăşească viteza maximă admisă de natura terenului sau de protecţia albiei (vezi tabelele 6.II.a. şi 6.II.b.).

SECŢIUNEA 2

Stabilirea probabilităţii anuale de depăşire şi a debitelor de calcul.

Art. 63. Probabilitatea anuală de depăşire şi debitul de calcul se vor stabili conform indicaţiilor menţionate în prezentul normativ art.12.

Art. 64. Debitele de calcul vor fi determinate de regulă de către INMH. În cazul în care debitele de calcul sunt determinate de alte unități este obligatorie confirmarea valorilor lor de către INMH.

Art. 65. În cazul când în amonte există lucrări de reținere a apelor (baraje, iazuri, etc.) debitele pentru dimensionarea podețelor vor fi cele maxime ale evacuatorilor (acestea se vor obține de la administrațiile respective).

Art. 66. La podețe situate în zona de confluență a căror capacitate de debit este influențată de nivelul apei din cursul principal de apă, nivelele de calcul se vor determină ca la art. 51.

Art. 67. La verificarea podețelor existente precum și la prelungirea și reconstrucția acestora (în cazul când lucrările anexe ar fi foarte costisitoare) debitul atenuat prin acumulare nu poate fi mai mic decât debitul afluent care ar rezulta pentru durata de inundare permisă de plantele din zona inundată.

SECȚIUNEA 3

Dimensionarea hidraulică a podețelor cu albie neafuiabilă.

Art. 68. Dimensionarea hidraulică a podețelor are ca scop stabilirea următoarelor elemente:

a) lumina podețului necesară scurgerii debitelor de calcul, cu respectarea prevederilor din acest normativ (înălțimea de siguranță, înălțimea de liberă trecere, viteza admisibilă) și durata de inundare;

b) înălțimea podețului (h_p);

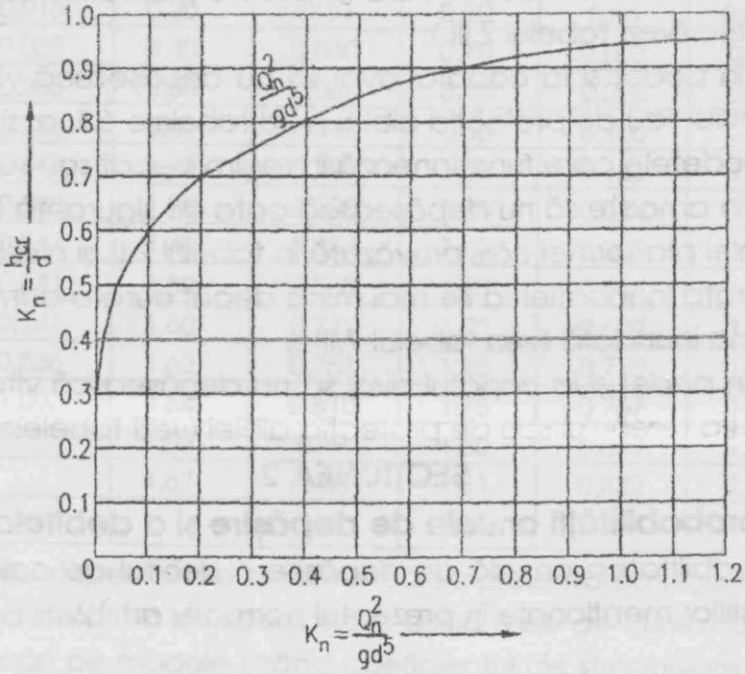


Fig. 7.1. Grafic pentru determinarea valorii $h_{cr} = K_n \cdot d$ la secțiuni circulare în regim liber de scurgere ($Q_n < Q_0$) la secțiuni pline.

c) adâncimea stratului de apă în amonte (H), în podeț (h_n) și în aval de podeț (h_{av});

d) tipul de lucrări de consolidare a albiei sub podeț și în bieful aval (când sunt depășite vitezele admisibile).

Art. 69. - (1) Prin lumina podețului cu o singură deschidere se înțelege distanța între fețele interioare luată la nivelul corespunzător debitului de calcul. La podețe deschise, lumina se determină la nivelul cuzineților.

(2) La podețele cu mai multe deschideri, lumina se obține scăzând suma lățimii pilelor din distanța între fețele interioare ale culeilor (vezi fig. 7.V.).

(3) La podețele oblice, cu fețele culeilor paralele cu direcția de scurgere, lumina rezultă :

$l_n = l_{obl} \cdot \sin\psi$

în care „l_{obl}" este distanța între fețele culeilor pe direcția căii de comunicație iar ψ oblicitatea podețului (unghiul între direcția de scurgere și axa căii - fig. 7.VI.)

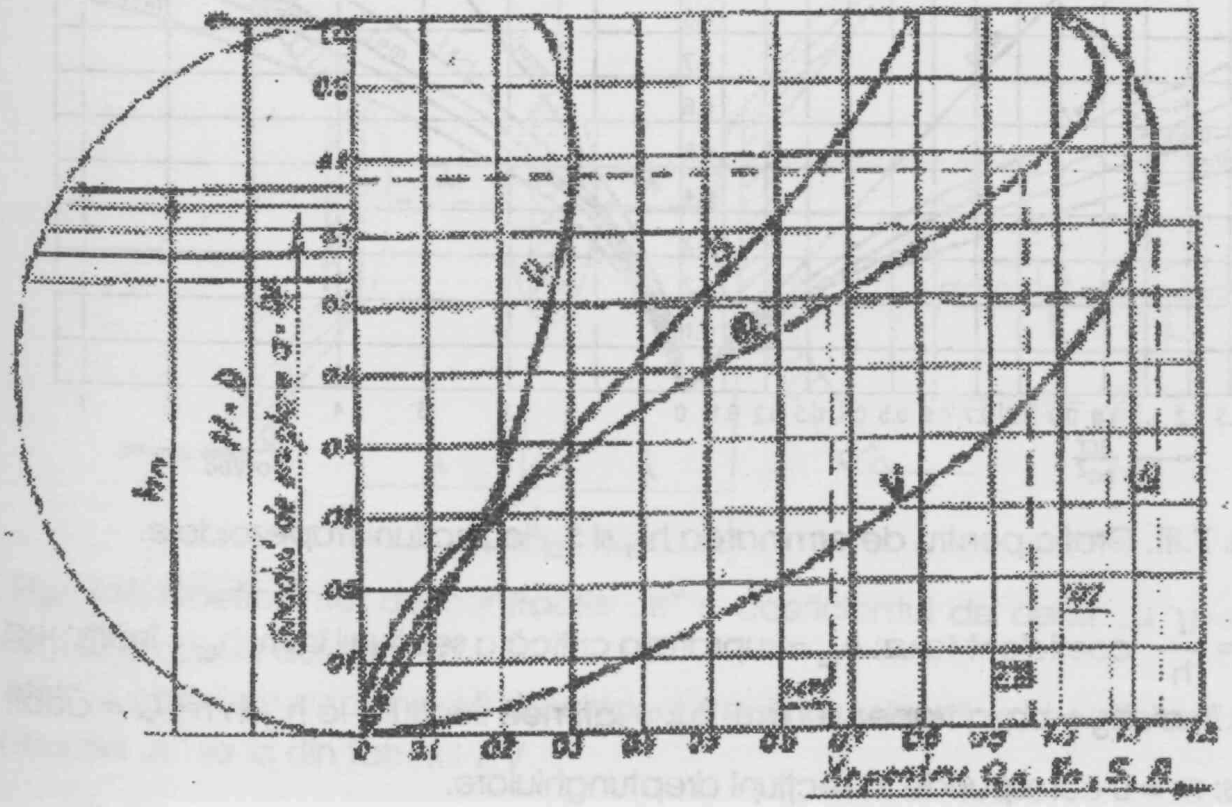


Fig. 7.II. Grafic pentru determinarea valorilor Q_c, V_n și h_n, la secțiuni circulare cu diferite grade de umplere, în funcție de Q_0, V_0 pentru secțiuni pline, în regim liber de scurgere (valorile Q_0, V_0 se iau din tabelul 7.XV)

$Q_c = K_n \cdot Q_0$; $V_n = K_v \cdot V_0$; $h_n = \frac{Q_n}{Q_o}$; S = Secțiunea = K^2_{nd}; R = raza hidraulică = $K_n \cdot d$.

Exemplu:

Date: $Q_c = 10{,}0\ m^3/s$; i = 4,0%; ϕ 2,0m; Timpan tip I

Din tabelul nr. 7.XV. rezultă: $Q_0 = 14{,}86\ m^3/s$; $V_0 = 5{,}25\ m/s$;

$$K_n = \frac{Q_c}{Q_o} = \frac{10{,}0}{14{,}80} = 0{,}675$$

Pentru $K_n = 0{,}675$, din figura 7.II rezultă $a = 0{,}59 = \frac{h_n}{H}$

Pentru a = 0,59 rezultă $K_v = 1{,}07$;

$h_n = 0{,}59 \cdot H \approx 1{,}20\ m$; $V_n = 1{,}07 \cdot 5{,}25 = 5{,}60\ m/s$

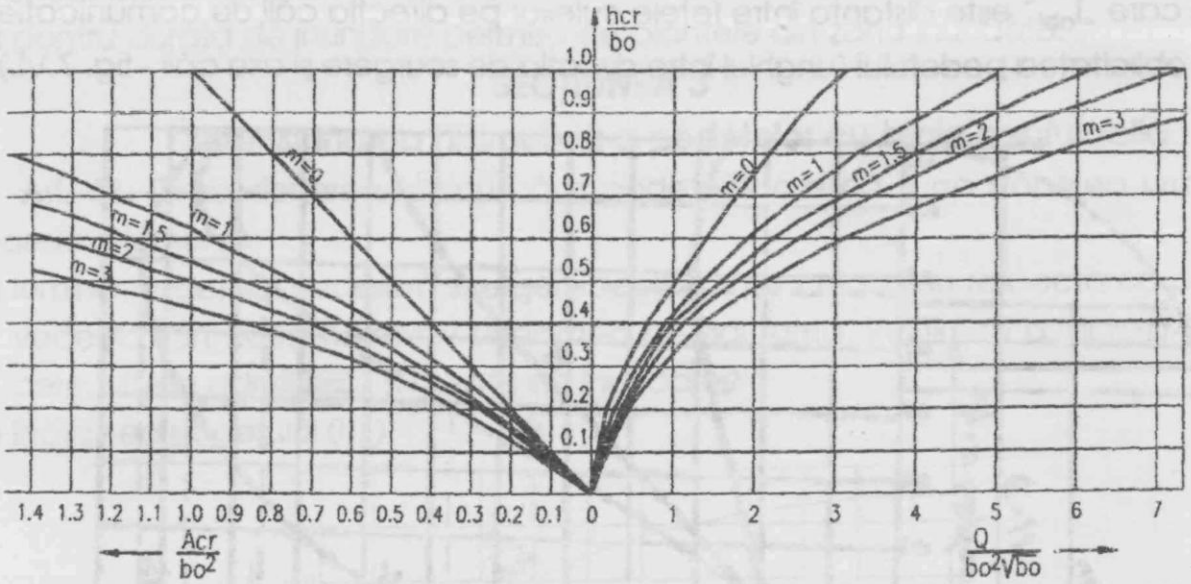


Fig. 7.III. Grafic pentru determinarea h_{cr} și S_{cr} la secțiuni trapezoidale.

$m = \frac{l}{h}$ coeficient taluz; A_{cr} = suprafața critică a secțiunii în m; h_{cr} = înălțimea critică în m; b_o = baza trapezului (m); b_{cr} = lățimea secțiunii la h_{cr} în m; Q = debit în m^3/s; m = 0 corespunde la secțiuni dreptunghiulare.

Valorile s-au determinat cu relațiile: $A_{cr} = (b_o + m\,h_{cr})h_{cr}$;

$$\frac{A_{cr}}{b_o^2} = \frac{h_{cr}}{b_o} + m\frac{h_{cr}^2}{b_{oa}^2} \qquad \frac{A_{cr}^3}{b_{cr}} = \frac{Q^2}{g} \qquad 3{,}13\,\frac{\sqrt{\left(\frac{h_{cr}}{b_o} + m\frac{h_{cr}^2}{b_o^2}\right)^3}}{1 + 2m\frac{h_{cr}}{b_c}} = \frac{Q}{b_o^2\sqrt{b_o}}$$

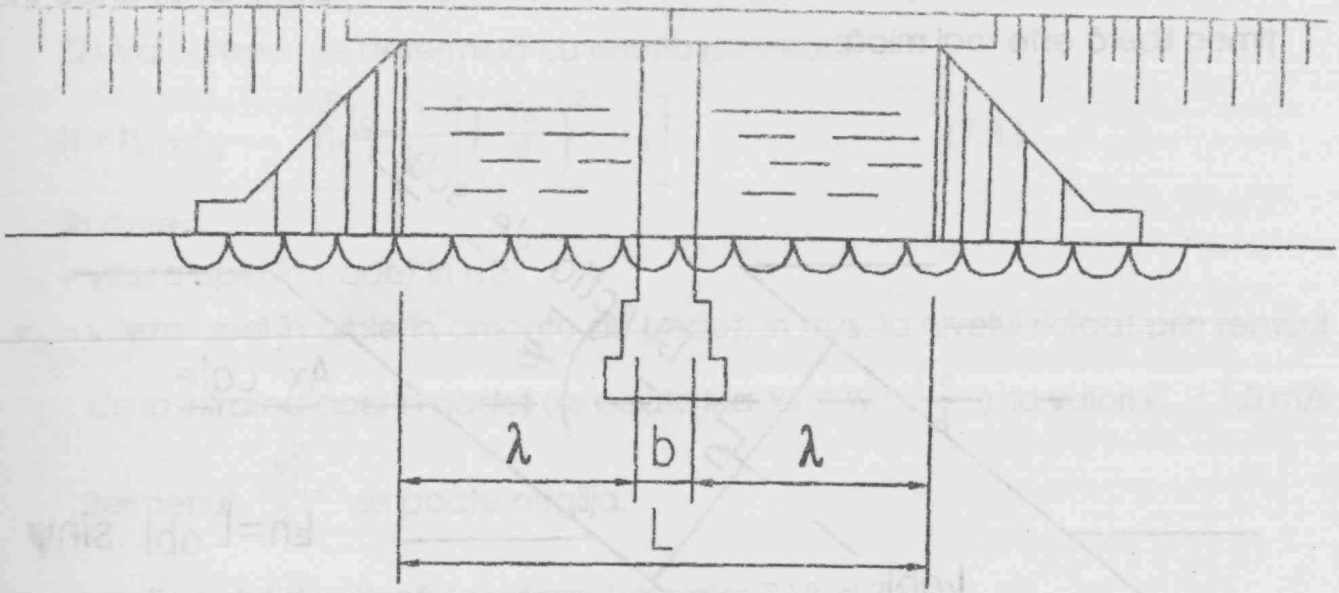


Fig. 7.IV.

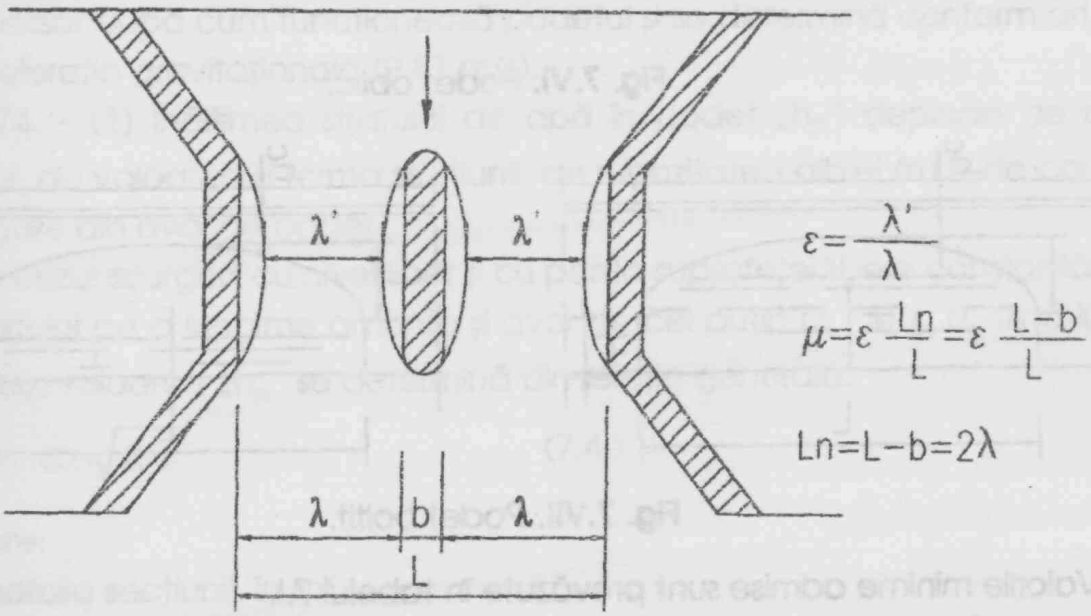


Fig. 7.V. Coeficientul de contracție „ε" și coeficientul de debit „μ" pentru podețele cu două deschideri.

Notă: La podețe cu o singură deschidere (regim cu nivel liber) coeficientul de contracție „ε" se ia din tabelul 7.V.

Art. 70. Înălțimea „h_p", în podeț, este distanța de la radier la fața inferioară a suprastructurii. În cazul când înălțimea este variabilă în lungul podețului se ia valoarea cea mai mică.

Art. 71. Înălțimea de liberă trecere „h" la podețele neînecate aval, se determină la intrarea în podeț luându-se în considerare parțial și remuul ($\frac{1}{3}$ hr, unde hr este remuul) întrucât ridicarea nivelului apei are loc în mare parte în afara

podeţului, iar la podeţe înecate aval se determină la capătul aval, unde înălţimea liberă este mai mică.

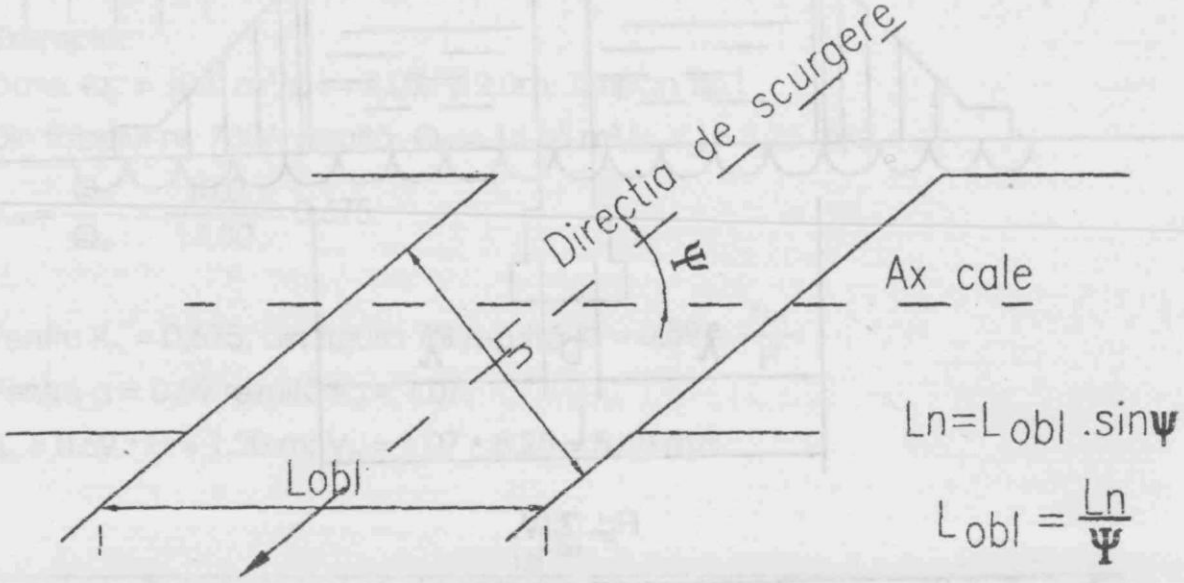


Fig. 7.VI. Podeţ oblic.

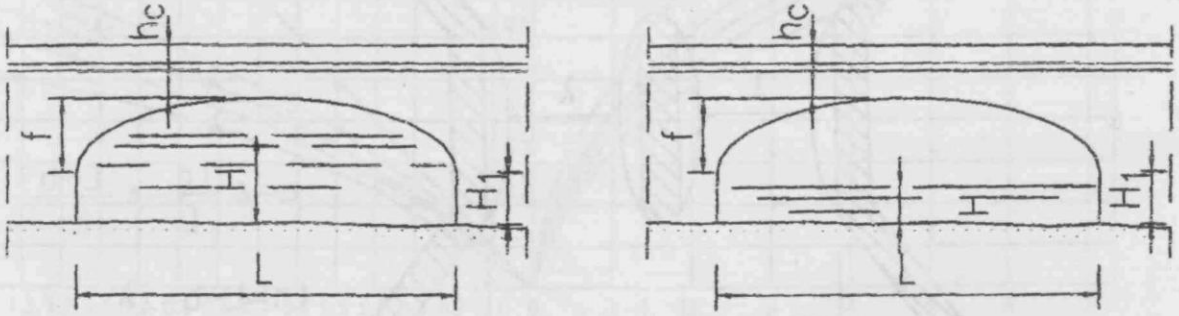


Fig. 7.VII. Podeţ boltit.

Valorile minime admise sunt prevăzute în tabelul 7.I.

Art. 72. Înălţimea de siguranţă (garda) „ΔH" este înălţimea de la nivelul apei la debitul de calcul până la cota platformei căii, la capătul amonte al podeţului. Se determină de la nivelul apei din amonte în care este cuprins şi remuul.

Valorile minime admise sunt prevăzute în tabelul 7.II.

Art. 73. - (1) Adâncimea stratului de apă la intrarea în podeţ „H" (inclusiv remuul) în regim de scurgere cu nivel liber, depinde de adâncimea stratului de apă din podeţ „h_n" şi de pierderea de energie datorită rezistenţei la intrarea în podeţ.

(2) Valoarea ei se determină cu relația generală:

$$H = h_n + h_s \qquad h_r = \frac{1}{2g}\left[\left(\frac{v_n}{\varphi}\right)^2 - v_o^2\right] \qquad (7.3.)$$

în care:

v_n = viteza apei în podeț în m/s

v_o = viteza apei în albie în amonte de podeț, în m/s, la nivelul ridicat prin remuul de la intrarea apei în podeț (se poate lua $v_o = v_n \cdot \frac{h_n}{H}$); la valori $v_o < 1{,}0$ m/s termenul $\frac{v_o^2}{2g}$ se poate neglija.

φ = coeficientul de viteză (conform tabelelor 7.VI. și 7.VII.)

h_n = înălțimea stratului de apă în podeț în metri considerat ca un canal sau ca un deversor după cum funcționează podețul și se determină conform art.74.

g = accelerația gravitațională (9,81 m/s).

Art. 74. - (1) Înălțimea stratului de apă în podeț „h_n" depinde de panta radierului, de valoarea și forma secțiunii, de rugozitatea albiei (n) și de condițiile de scurgere din aval de podeț.

(2) În cazul scurgerii cu nivel liber și cu panta suprafeței libere constantă în zona podețului pe o lungime amonte și aval de cel puțin (3 - 5) l_n (l_n fiind lumina podețului), valoarea „h_n" se determină din relația generală:

$$Q = A \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i} \qquad (7.4.)$$

în care:

A = suprafața secțiunii, în m^2

R = raza hidraulică a secțiunii, în m

i = panta oglinzii apei (sau a radierului în lipsa acesteia), în m/m

C = coeficientul lui Chezy, care se determină cu formula:

$C = \frac{1}{n} \cdot R^{1/6}$ sau din diagrama 5.II.

n = coeficientul de rugozitate (din tabelele 5.I. și 7.IV.)

(3) Pentru secțiuni dreptunghiulare, trapezoidale, circulare și ovoidale, valoarea „h_n" se poate determina ușor cu ajutorul tabelelor 7.XII; 7.XIII. și 7.XIV., fig. 7.II., dacă se cunosc valorile Q și i, iar în sau ϕ se aleg, ținând seama de H_{max} admis de condițiile locale. La podețele care funcționează ca deversoare cu prag lat neînecat „h_n" este egal sau mai mic decât „h_{cr}".

(4) În cazul când apele din emisar pătrund în podeț și nivelul din emisar este mai mic decât „h_n", curba suprafeței libere a apei se determină pe baza calculului de remuu, iar atunci când nivelul este mai mare decât „h_n" aceasta se determină ca la un deversor înecat. Pe baza acestor date (pantă și remuu) se determină debușeul podețului (art. 92).

Art. 75. Pentru un debit dat Q și pentru o formă de secțiune dată, înălțimea stratului de apă „h_n" variază în funcție de panta „i". Valoarea „h_n" pentru care energia specifică a secțiunii $\left(h_n + \frac{v_n^2}{2g}\right)$ este minimă, se numește înălțime critică și se notează cu „h_{cr}"; panta, secțiunea și viteza respectivă se notează cu: „i_{cr}", „A_{cr}", „v_{cr}". La podețe în regim cu nivel liber, condițiile art. 82, 83 și 84 determină ca scurgerea să se facă în regim critic.

Art. 76. Înălțimea critică „h_{cr}" pentru un debit dat Q și o secțiune oarecare, se determină cu relația generală (Acr și bcr fiind funcție de hcr).

$$\frac{(A_{cr})^3}{b_{cr}} = \frac{Q^2}{g} \qquad (7.5.)$$

în care, în afara noțiunilor cunoscute:

b_{cr} = înălțimea oglinzii apei în regim critic, în m

Dacă se cunoaște valoarea vitezei critice „v_{cr}", adâncimea critica „h_{cr}" se determină cu relația:

$$h_{cr} = \frac{v_{cr}^2}{g} \; ; \; (A_{cr} = b_{cr} \cdot h_{cr}) \qquad (7.6.)$$

Art. 77. Pentru secțiuni dreptunghiulare la care $b_{cr} = b$ relația generală (3.9.) devine:

$$h_{cr} = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g \cdot b^2}} \qquad (7.7.)$$

Valorile h_{cr} se determină ușor cu ajutorul tabelului 7.XIX. dacă se cunoaște Q și b_{cr} (ales sau determinat prin încercări).

Art. 78. - (1) Pentru secţiuni circulare relaţia generală se transformă

$$\frac{(A_{cr})^3}{(b_{cr})\cdot d^5} = \frac{Q^2}{g\cdot d^5} \qquad (7.8.)$$

(2) Valorile A_{cr} şi b_{cr} depind de h_{cr}. Rezolvarea acestei relaţii necesită calcule laborioase. În scopul reducerii volumului de calcul s-a întocmit graficul din fig. 7.I cu ajutorul căruia se determină raportul $\frac{h_{cr}}{d}$ în funcţie de $\frac{Q^2}{g\cdot d^5}$ de unde rezultă $h_{cr} = K_{nd}$.

În tabelul 7.XI. valorile „H" şi „v" situate deasupra liniei groase orizontale sunt calculate pentru h_{cr}.

Art. 79. Pentru secţiuni trapezoidale (b_{cr} funcţie de h_{cr} şi panta taluzului, în metri) adâncimea critică (h_{cr}) şi A_{cr} se determină cu ajutorul graficului din fig. 7.III. în funcţie de $\frac{Q}{b_o^2\sqrt{b_o}}$ (b_0 = lăţimea la bază şi m = valoarea tangentei unghiului format cu verticala).

Art. 80. Pentru alte forme de secţiuni se vor folosi prin asimilare relaţiile de la punctele 7.3.9.1 - 7.3.9.3. sau se va aplica relaţia generală (7.5.). În acest caz valorile „h_{cr}", „b_{cr}" şi „A_{cr}" se determină prin încercări succesive.

Art. 81. - (1) Scurgerea apei în podeţe şi în zona podeţelor (amonte şi aval) este influenţată de forma şi mărimea secţiunii transversale a podeţelor, de condiţiile de intrare în podeţ, de panta radierului, de rugozitatea albiei şi de condiţiile de scurgere în aval de podeţ (cota apelor din emisar, etc.).

(2) Se disting următoarele forme de scurgere în podeţe :

a) Podeţe cu regim de scurgere cu nivel liber (când suprafaţa apei este în contact cu atmosfera, pe toată lungimea podeţului) fig. 7.VIII (1,2.);

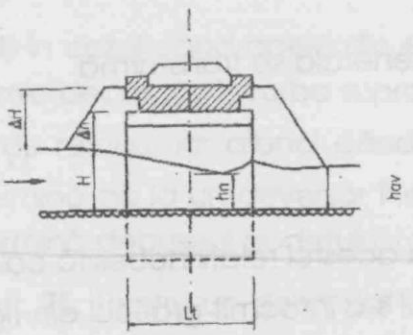
b) Podeţe înecate amonte (înălţimea stratului de apă „H" la intrarea în podeţ este mai mare decât înălţimea podeţului „h_p" iar în lungul podeţului nivelul apei este liber);

c) Podeţe sub presiune.

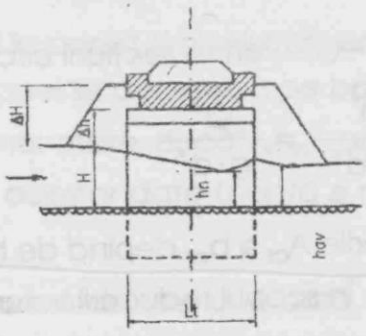
În acest caz înălţimea stratului de apă în amonte şi aval este mai mare sau egală cu înălţimea podeţului „h_p" fig. 7.VIII.4.

d) Podeţe cu nivel liber în partea din amonte a podeţului şi înecate aval.

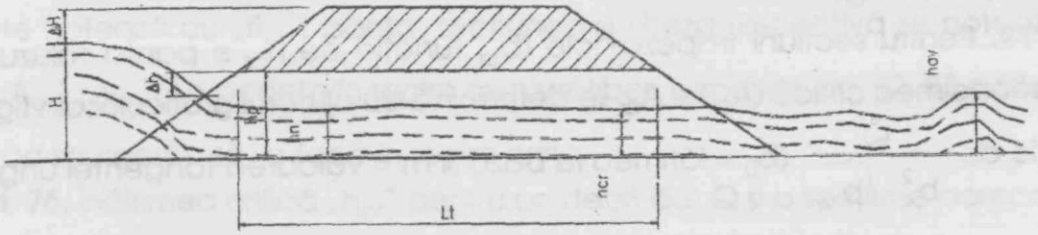
Art. 82. - (1) Podeţele în regim de scurgere cu nivel liber pot funcţiona sau ca deversoare cu prag lat (înecate sau neînecate) sau în formă de canale deschise.



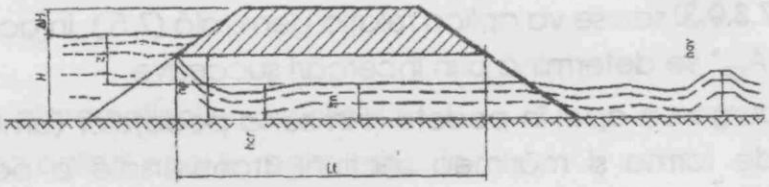
1a. Scurgerea pe sub podet neinnecat aval hn0.8<hcr.



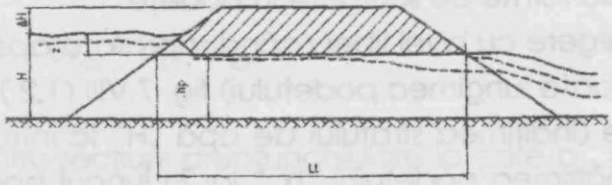
1b. Scurgerea pe sub podet innecat aval hn0.8> hcr.



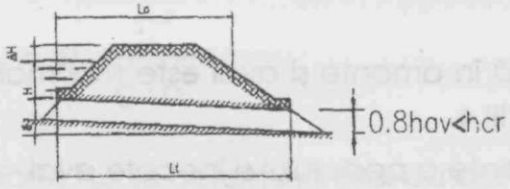
2. Podet tubular cu nivel liber



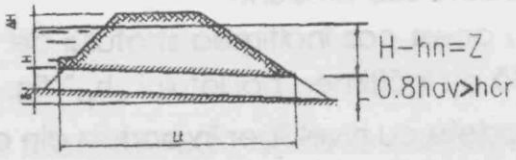
3. Podet tubular cu sectiune de intrare innecata



4. Podet tubular sub presiune



4. Podete tubulare sub presiune neinnecate aval.



4. Podete tubulare sub presiune innecate aval.

Fig. 7.VIII.

(2) Dacă lumina podeţului este mai mare sau egală cu lăţimea oglinzii apei, condiţiile de scurgere nu se modifică şi dimensionarea hidraulică se reduce la stabilirea înălţimii podeţului, respectând înălţimea de liberă trecere Δh şi garda ΔH.

Art. 83. Podeţele funcţionează ca deversoare cu prag lat (înecate sau neînecate) dacă este îndeplinită condiţia:

$$2{,}5 \leq \frac{L_t}{H} \leq 10 \qquad (7.9.)$$

în care:

L_t = este lungimea podeţului (în sens transversal căii)

H = înălţimea stratului de apă la intrarea în podeţ (inclusiv remuul).

Art. 84. - (1) Podeţele care nu îndeplinesc această condiţie (7.9) funcţionează sub formă de canale deschise, la care sunt valabile relaţiile lui Chezy:

$$v = \varphi \cdot C\sqrt{R \cdot i} \;;\; Q = \varphi \cdot A \cdot C\sqrt{R \cdot i} \qquad (7.11.)$$

$$h_r = \frac{1}{2g}\left[\left(\frac{v_n}{\varphi}\right)^2 - v_o^2\right] \qquad (7.12.)$$

$$H = h_n + h_r \qquad (7.13.)$$

în care, în afara notaţiilor cunoscute, s-a notat:

v = viteza în podeţ, m/s

v_0 = viteza în albia din amonte de podeţ, după stabilirea remuului, în m/s

(2) Pentru determinarea rapidă a valorilor $C \cdot \sqrt{R \cdot i}$ şi $A \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i}$, la secţiuni dreptunghiulare, trapezoidale şi circulare se pot folosi tabelele 7.XII, 7.XIII, 7.XIV, 7.XV, 7.XVI, întocmite pentru 1 şi n = 0.016 - 0,020 şi 0,025.

(3) Pentru alte pante „i" şi alţi coeficienţi de rugozitate „n", valorile v şi Q din tabele, se vor multiplica cu raportul $\sqrt{\frac{i_1\,\%}{i_p\,\%}}$, respectiv, $\frac{n_1}{n_p}$

Art. 85. Podeţele funcţionează ca deversoare cu prag lat, înecate aval, $h_{cr} \leq 0{,}8\, h_{av}$ (h_{cr} se determină conform art. 7.3.9, iar h_{av}, înălţimea stratului de apă la ieşirea din podeţul considerat ca un canal, se determină cu relaţiile lui Chezy).

Pentru determinarea rapidă a valorilor, „h_{cr}" şi „h_{av}" se pot folosi tabelele 7.XII, 7.XIII, 7.XIV, 7.XV şi 7.XIX.

Art. 86. La podeţele cu secţiuni dreptunghiulare, funcţionând ca deversoare cu prag lat înecate aval, viteza şi debitul se determină cu relaţiile:

$$v = \varphi\sqrt{2g \cdot h_r}\ , \text{m/s} \qquad (7.14)$$

$$q = \varepsilon\varphi \cdot h_n\sqrt{2g \cdot h_r}\ , \text{m}^3\text{/s pe m 1 (debit specific)} \qquad (7.15)$$

în care:

h_r = înălțimea remuului

În tabelul 7. XVIII. sunt calculate debitele specifice q (m^3/s) pentru diferite „h_r" și „h_n". Cu ajutorul acestui tabel se determină ușor valorile q și l_n (b) dacă se cunosc (sau se aleg, ținând seama de condițiile locale), valorile „h_n" și „h_r".

Art .87. Podețele funcționează ca deversoare cu prag lat, neînecate aval, dacă $h_{cr} > 0,8 \times h_{av}$ (valorile h_{cr} și h_{av} se determină ca la art. 85).

Art. 88. La podețele ce funcționează ca deversoare cu prag lat, neînecate aval, viteza și debitul se determină cu relațiile:

$$v_{cr} = \sqrt{g \cdot h_{cr}}\ , m/s \qquad (7.16)$$

$$Q = m \cdot b \cdot \sqrt{2g \cdot H^{3/2}} = m_1 \cdot b \cdot h_{cr} \sqrt{g \cdot h_{cr}}\ , m^3/s \qquad (7.17)$$

$$H = K \cdot h_{cr}; K = \frac{1 + 2\varphi^2}{2\varphi^2} \qquad (7.18)$$

$$H = H_o + \frac{v_o^2}{2g}$$ (H_0 = înălțimea efectivă a stratului de apă la intrarea în podeț)

m; m_1 = coeficientul de debit pentru deversoare (m = 0,32 - 0,35; m_1 = 1,0 - 1,1)

φ = 0,85 coeficientul de viteză

În tabelul 7.XVII sunt calculate valorile Q, m^3/s pentru diferite valori „H" și „h_{cr}" pentru lățimi l_n (b) de deversor (podeț) de la 1,0 m la 10,00 m.

De asemenea, se poate folosi tab. 7.X pentru debite specifice q, $m^3/s \cdot ml$, valorile deasupra liniei groase orizontale.

Art. 89. Pentru podețe cu secțiuni circulare, funcționând ca deversoare neînecate aval, se poate folosi tabelul 7.XI pentru valorile situate deasupra liniei groase orizontale.

Art. 90. Podețele înecate amonte ($H > h_p$) și cu nivel liber în podeț (dacă panta în podeț asigură $h_n = 0,6 \cdot h_p$).

Aceste podețe funcționează ca orificii cu dimensiuni mari la care $h_n = 0,6h_p$ (cu secțiune semiplină). În acest caz viteza și debitul se determină cu relațiile:

$$v = \sqrt{\frac{2g(H - 0,6h_p)}{1 + \zeta}} = \varphi \sqrt{2g(H - 0,6h_p)}\ , m/s \qquad (7.19)$$

$$Q = \varepsilon_c \cdot A \cdot v = \varepsilon_c \cdot A \cdot \varphi \sqrt{2g(H - 0,6h_p)} = \mu \cdot A \cdot \sqrt{2g(H - 0,6h_p)}\ , m^3/s \qquad (7.20)$$

în care:

ζ = coeficientul de rezistență la intrare (tab. 7.IX)

ε_c = coeficientul de contracție (tab. 7.VIII)

$\mu = \varepsilon_c \varphi$ = coeficientul de debit.

Cu aceste relații s-au calculat valorile q, v, și H din tabelele 7.X, și 7.XI (valorile sub linia groasă orizontală) pentru secțiuni dreptunghiulare și circulare.

În cazul când podețele au lungimi mari (L_t > 10,0 m) și secțiuni mici (funcționând ca ajutaje cu secțiunea plină) se va ține seama și de pierderile de energie din podeț.

Dacă scurgerea se face în aer liber, viteza și debitul se determină în acest caz cu relațiile:

$$v = \sqrt{\frac{2g(H + i \cdot L_t - h_p)}{1 + \zeta + \frac{2gL_t}{c^2 R}}} \qquad (7.21)$$

$$Q = \varepsilon \cdot A \cdot V, \ m^3/s \qquad (7.22)$$

Art. 91. Pentru podețele ce funcționează sub presiune (înecate amonte și aval și curgerea cu secțiune plină) se folosesc relațiile:

a) în cazul când L_t < 10.0 m și secțiune mare

$$V = \varphi \cdot \sqrt{2g \cdot Z} \qquad (7.23)$$

$$Q = \mu \cdot A \cdot \sqrt{2g \cdot Z} \qquad (7.24)$$

$\mu = \varepsilon \cdot \varphi$, coeficientul de debit

în care:

Z = diferența de nivel între nivelul apei în amonte și aval

φ = coeficientul de viteză la intrare în podeț (tabelul 7.IX)

ε = coeficientul de contracție (tabelul 7.VIII)

b) în cazul când L_t > 10,0 m și secțiune mică

$$V = \varphi \cdot \sqrt{2g(Z - \Delta Z)} \qquad (7.25)$$

$$Q = \mu \cdot A \cdot \sqrt{2g(Z - \Delta Z)} \qquad (7.26)$$

Diferența de nivel „Z" se reduce cu pierderile din podeț:

$$\Delta Z = \frac{V^2 \cdot L_n}{C^2 \cdot R} \qquad (7.27)$$

în care:

$V \approx \varphi \cdot \sqrt{2g \cdot Z}$, C și R pentru secțiunea plină.

Art. 92. Podețe înecate aval și regim liber în amonte.

Aceste podețe funcționează ca orificii mari, înecate aval, la care se folosesc relațiile:

$$V = \sqrt{2g \cdot Z} \qquad (7.28)$$

$$Q = m \cdot A \cdot \sqrt{2g \cdot Z} \qquad (7.29)$$

în care:

Z = diferența de nivel între nivelul apei din aval și cel din podeț (la cota unde secțiunea podețului este plină)

m = coeficientul de debit la ieșirea din podeț (m = 0,65 - 0,75)

SECȚIUNEA 4

Dimensionarea hidraulică a podețelor cu albie afuiabilă (în regim liber de curgere)

Art. 93. Dimensionarea hidraulică a podețelor cu albie afuiabilă se face la fel ca la poduri, cu relația 6.2.

$$A_{mp} = \frac{Q}{\mu_m \cdot E \cdot v_{mL}} \qquad (7.30)$$

unde:

$\mu_m = \varphi \cdot \varepsilon$, pentru podețe cu o singură deschidere

$\mu_m = \varphi \cdot e$, pentru podețe cu mai multe deschideri

$$E = \frac{v_{mp}}{v_{mL}}$$

v_{mL} = viteza medie a apei în regim natural calculată numai pe lățimea acoperită de pod (între fețele culeilor) înainte de afuiere.

Valorile coeficienților φ, ε, e sunt date în tabelele anexate.

SECȚIUNEA 5

Stabilirea luminii podețelor (L_n, b, Φ)

Art. 94. - (1) Stabilirea formei și a dimensiunilor secțiunii transversale ale podețelor se face pe baza elementelor din profilul longitudinal al căii de comunicație, a debitelor de calcul , a nivelelor apelor maxime în amonte și aval și pe considerente economice.

(2) La înălțimi mari de terasamente se vor prevedea podețe tubulare (în regim cu nivel liber sau înecate), fiind mai economice și mai ușor de întreținut, asigurând totodată și continuitatea căii.

Art. 95. - (1) Costul unui podeț depinde, în mare măsură, de lumina lui și în consecință ea trebuie aleasă cât mai mică, atât cât să asigure scurgerea debitelor de calcul în bune condiții, respectând cotele maxime ale apelor din amonte și viteza admisă de natura terenului albiei sau a lucrărilor de consolidare.

(2) La albii bine conturate, lumina podețului se va alege cel puțin egală cu lățimea albiei minore, pentru a se asigura scurgerea apelor medii (care în general formează albia) în condiții normale.

Art. 96. - (1) Pentru stabilirea luminii podeţelor se determină mai întâi - pe baza profilului transversal şi longitudinal şi a planului de situaţie - înălţimea maximă (H_{max}) a stratului de apă admis în amonte de podeţ precum şi înălţimea stratului de apă „h_{av}" în albia naturală sau corectată din aval de podeţ (la debitele de calcul).

(2) Cu aceste date se determină, conform art. 81 - 92 regimul de scurgere a apelor prin podeţe, precum şi relaţiile pentru determinarea valorilor L_n, b, Φ, h_p şi h_n (respectiv tabelele corespunzătoare ce se aplică la determinarea acestor valori).

Art. 97. Lumina rezultată din relaţiile de calcul se va rotunji la luminile prevăzute în proiectele uzuale.

SECŢIUNEA 6

Stabilirea înaltimii podeţelor (h_p).

Art. 98. - (1) La podeţe deschise înălţimea „h_p" a podeţului este determinată de cotele căii şi radierului şi de înălţimea de construcţie „h_c". Aceasta se obţine scăzând înălţimea de construcţie din distanţa dintre radier şi cota căii de comunicaţie (cota traversei la podeţele de cale ferată).

(2) În cazul când la cota căii fixată rezultă o lumină necorespunzătoare în raport cu lăţimea albiei şi cu înălţimea stratului de apă, se va prevedea ridicarea niveletei căii sau adâncirea locală a albiei, dacă configuraţia terenului permite şi sunt condiţii pentru efectul adâncirii în perioada viiturii.

Art. 99. - (1) La podeţe închise, înglobate în terasamente, înălţimea podeţului „h_p" rezultă din condiţia asigurării scurgerii în bune condiţii a debitului de calcul pentru o lumină „L_n" (b, Φ) stabilită implicit prin respectarea condiţiilor sectiunii 4.

(2) Este indicat ca înălţimea podeţelor să fie mai mare decât înălţimea stratului de apă din albia din aval de podeţ, în vederea evitării înecării podeţelor în aval, care reduce capacitatea de debit a acestora.

(3) Se recomandă o înălţime minimă de 1,0 m la o lungime de podeţ de maximum 18,0 m necesară vizitării şi reparării interioare a podeţelor şi minimum 0,80 m pentru canale de desecare şi irigaţii cu debite foarte mici.

SECŢIUNEA 7

Determinarea debuşeului podeţelor.

Art. 100. Prin debuşeul unui podeţ se înţelege debitul ce se poate scurge prin podeţ în următoarele condiţii limită:

a) înălţimea de liberă trecere minimă admisă „Δh" la podeţe şi podeţe tubulare, în regim cu nivel liber de scurgere, conform tabel 7.I;

b) înălţimea de siguranţă minimă (gardă) „ΔH" faţă de cota platformei căii la podeţe de cale ferată şi faţă de cota căii la podeţe de sosea, conf. tabel 7.II;

c) capacitatea de scurgere a albiei (naturală sau corectată) în aval de podeț (în cazul podețelor înecate în aval și în măsura în care influențează scurgerea prin podeț);

d) viteza maximă admisă de patul albiei (teren natural sau pat protejat) conf. tabelelor 6.II.a, 6.II.b.

Art. 101. - (1) Debușeul podețelor se determină în condițiile prevăzute pentru debitele de calcul la probabilitățile anuale de depășire prevăzute în STAS 4068/2-87 în vigoare, pentru calea de comunicație respectivă.

(2) Pentru alte probabilități stabilite de beneficiar (în cazuri speciale, când podețele influențează obiective cu probabilități mai mari) debușeul se va determina respectându-se condițiile de mai sus.

Art. 102. - (1) Pentru determinarea debușeului unui podeț sunt necesare următoarele date:

a) secțiunea transversală prin podeț;

b) lungimea podețului;

c) materialul din care este executat (sau se execută);

d) panta radierului (pe cel puțin 20 m de o parte și alta a axei podețului);

e) cota radierului sau a terenului, a părții superioare interioare a podețului, a platformei căii, cota de inundare admisă în amonte;

f) condițiile de intrare în podeț (aripi, sferturi de con, cap teșit etc.);

g) secțiuni transversale prin albie, amonte și aval.

Aceste date se vor lua la podețele existente din relevee, iar la cele în construcție, din proiectele lor.

(2) Debușeul podețelor se determină cu relațiile din capitolul 7 sectiunea 3 în funcție de regimul de scurgere, de tipul de podeț, de forma și mărimea secțiunii, de panta radierului, de nivelul apei în amonte și în aval, de condițiile de intrare și de coeficientul de rugozitate.

Art. 103. - (1) Calculul debușeului se conduce astfel:

a) Din cotele radierului și a platformei căii se determină înălțimea terasamentelor „H_t";

b) Din tabelul 7.I, se obține înălțimea minimă de liberă trecere „Δh" pentru podețe deschise și podețe închise în regim cu nivel liber de scurgere;

c) Din tabelul 7.II se obține înălțimea de siguranță (gardă) minimă „ΔH", de la cota apei la cota platformei căii;

d) Din relevee și proiecte se determină înălțimea de construcție „h_{cs}", înălțimea podețului „h_p", condițiile de intrare și coeficientul de rugozitate;

e) Se determină înălțimea maximă admisă a stratului de apă în amonte „H".

Pentru podețe deschise în regim liber: $H = H_t - (\Delta h + h_{cs})$.

Pentru podețe închise înecate amonte: $H = H_t - \Delta H$

f) Se determină valorile:

$H - h_p > 0$ podețe înecate amonte;

$H - h_p < 0$ podețe în regim cu nivel liber.

(2) Cu valorile H, L_n (Φ), h_p, i și n, astfel determinate, ținând seama de condițiile de intrare în podeț și de tipul de podeț, cu ajutorul tabelelor 7.XII - 7.XIV, se determină Q și V.

(3) Valorile Q și V astfel determinate se compară cu debitele de calcul, cu vitezele admise de patul albiei și cu capacitatea de debit a albiei din aval.

(4) În cazul că acestea nu corespund, la podețele ce se proiectează se modifică corespunzător secțiunea transversală și se recalculează valorile Q și V; la podețele existente, dacă este cazul, se recalculează ținând seama de acumulare sau afuiere.

(5) Dacă și în aceste condiții debitele nu corespund, podețul se declasează sau se reconstruiește.

SECȚIUNEA 8

Dispoziții constructive.

Art. 104. - (1) Amplasarea podețelor față de axa căii de comunicație se va face ținând seama de asigurarea scurgerii apelor mari în condiții normale.

(2) În general se va căuta ca axul podețului să fie normal pe axa căii, prevăzând eventual o corecție locală de albie acolo unde este posibilă cu un spor redus de cheltuieli.

(3) În cazul când o amplasare oblică a podețului nu poate fi evitată, se va căuta ca oblicitatea să fie cât mai mică; în vederea reducerii costului și a simplificării construcției, este indicat ca oblicitatea să nu depășească 450.

Art. 105. La căile de comunicații noi se recomandă ca podețele să fie proiectate pentru regim cu nivel liber fără a se ține seama de acumulări, prin alegerea corespunzătoare a niveletei căii și a luminii podețului.

Art. 106. La reconstrucția podețelor de pe căile de comunicații existente, în cazurile în care nu se poate realiza o construcție în regim de scurgere cu nivel liber, cu un spor redus de cost prin ridicarea niveletei căii, podețele se vor proiecta pentru regim de scurgere cu nivel liber, ținând seama de acumulări și afuieri, sau, dacă acest lucru nu este posibil, pentru regim de scurgere cu podețul înecat în amonte, dar cu respectarea înălțimii de siguranță (garda) ΔH.

Art. 107. - (1) Panta radierului sau a terenului se recomandă să nu fie mai mare de 6%, în vederea limitării vitezei apei.

(2) În cazul când panta albiei este mai mare de 6% se vor prevedea trepte de rupere a pantei.

(3) Se recomandă ca panta minimă în zona podeţului sa nu fie sub 1%, pentru evitarea depunerilor.

Art. 108. - (1) La podeţe cu lungimi mici şi cu pante mari se recomandă să se prevadă trepte la capete sau mai multe trepte mici, de 0,2 - 0,40 m înălţime, în radierul podeţului.

(2) La podeţe lungi şi pante mari, unde reducerea pantei numai cu 2 trepte la capete sau cu trepte mici în radier nu este posibilă, se vor prevedea trepte mai înalte în interiorul podeţelor, prevăzându-se tronsoane denivelate, cu rosturi de tasare.

(3) La podeţe situate în profile mixte se vor prevedea în amonte puţuri de colectarea apelor din şanţurile longitudinale ale căii.

Art. 109. - (1) Înălţimea treptei se recomandă să nu depăşească 3,0 m în scopul reducerii energiei apei în cădere. Înălţimea liberă în podeţ, în dreptul treptei, sa nu fie mai mică de 1,20 m pentru a permite accesul în podeţ. Pentru accesul în podeţ se vor prevedea trepte din oţel beton ancorate în pereţi.

(2) La capeteie podeţelor, pe o lungime de cel puţin (4 - 5). L_n (L_n = lumina podeţului), panta radierului se va racorda la panta albiei naturale, astfel ca să evite salturi hidraulice care ar produce afuieri sau reducerea capacităţii de scurgere a podeţului.

Art. 110. - (1) La amenajarea podeţelor în amonte, pentru colectarea şi dirijarea apelor, pentru protejarea albiei precum şi pentru racordarea podeţelor cu terasamentele căii şi cu malurile albiei se prevăd diferite tipuri de lucrări, după condiţiile locale ale terenului şi în funcţie de caracteristicile energetice aie curentului.

(2) La podeţe situate în profile mixte sau în albii cu pante mari, se vor prevedea cunete sau puţuri pentru distrugerea energiei apei şi pentru realizarea înălţimii necesare sub podeţ.

(3) Pentru fiecare direcţie de colectare a apei se va prevedea câte o gură de deversare în cunetă sau în puţ. Dimensiunile minime (în plan) ale unei cunete sau puţ vor fi de 1,0 x 1,50 m (pentru acces şi curăţire).

(4) La intrarea în podeţe se va prevedea un prag a cărui înălţime se alege după grosimea lamei concentrate a apei „h_k" ($h_k \approx 0{,}3 \frac{q}{h}$, în care q se exprimă în m^3/ml. iar h = înălţimea treptei) minim însă 0,20 m.

(5) Pereţii laterali ai puţului se vor prevedea normal pe zidurile întoarse ale podeţului şi se vor racorda cu taluzurile terasamentelor.

Art. 111. La podeţe situate în albii adânci, cu maluri înalte, racordarea cu terasamentele şi cu podeţul se va prevedea cu ziduri de sprijin sau cu taluzuri pereate.

Art. 112. La podețe situate în albii largi, conducerea apei și racordarea cu podețul se va prevedea cu sferturi de con, cu aripi sau prin teșirea capătului podețului după panta taluzului.

Art. 113. - (1) Albia cuprinsă între lucrările de racordare din amonte ale podețelor se va proteja cu pereuri în cazul când terenul natural nu prezintă suficientă stabilitate în condițiile respective de scurgere a apei.

(2) La podețe cu deschideri mici (sub 5,0 m) se recomandă pereerea albiei și sub podeț în vederea protejării și ușurării curățării ei.

(3) La capătul pereului se va prevedea întotdeauna un pinten, ale cărui dimensiuni se vor stabili după natura terenului și în funcție de caracteristicile energetice ale curentului dar nu mai mică decât adâncimea de îngheț.

Art. 114. - (1) La amenajarea podețelor în aval, în vederea protejării albiei, a terasamentelor căii și a podețelor împotriva afuierilor și distrugerilor precum și pentru racordarea regimului de scurgere din podeț cu cel din albia aval (naturală sau corectată) sunt necesare lucrări corespunzătoare configurației locale a albiei și caracteristicilor curentului.

(2) La podețe situate în albie cu pante mari (peste 6%) și maluri înalte se va prevedea una sau mai multe trepte pentru distrugerea energiei curentului și reducerea vitezei apei la limita admisă de natura terenului din albie.

(3) Numărul treptelor, lățimea și înălțimea lor, precum și distanța între trepte se stabilesc în funcție de lumina podețului, de debit și configurația albiei.

Distanța între trepte se alege de (3 - 5) h, (h fiind înălțimea treptei).

Lățimea treptei va fi mai mare decât lumina podețului, iar la ultima treaptă va fi egală cu lățimea albiei naturale sau corectate.

Pereții laterali ai treptelor se vor prevedea în formă de ziduri de sprijin sau în formă de taluzuri pereate.

(4) Coronamentele zidurilor de sprijin sau a pereurilor vor avea o gardă peste nivelurile corespunzătoare debitelor de calcul a cărei mărime se va stabili în funcție de eficiența și importanța lucrării.

(5) Grosimea patului de la baza treptei se va prevedea constructiv, cel puțin d = (0,20 - 0,25) h, în care h este înălțimea treptei.

(6) La podețe situate în albii largi și cu panta sub 6%, unde are loc o racordare lentă a curentului între podeț și albia din aval, lucrările de dirijare și consolidare constau din sferturi de con sau aripi și pereerea patului albiei.

(7) Consolidarea patului albiei este necesară în toate cazurile în care viteza medie a curentului este mai mare decât viteza medie admisă de natura terenului din albie (tabele 7.III).

(8) Tipul de consolidare a patului albiei se determină cu ajutorul tabelului 6.II.b în funcție de viteza medie a curentului (v_{med}) și de adâncimea medie a stratului de apă (h_{med}) determinate la ieșirea din podeț (fig. 5.I, 5.II).

(9) Lungimea albiei „l_a" ce trebuie consolidată se determină aproximativ cu relația:

$$l_a = \frac{B - b}{2}$$, (însă nu mai mică de 1,5 H_t)

în care:

b/L_n/Φ - este lumina podețului, iar

B - lățimea albiei naturale (sau corectate) la bază.

(10) Viteza medie a apei în secțiunea de trecere de la albia consolidată la albia naturală (corectată) neconsolidată, nu trebuie sa fie mai mare decât viteza admisă de patul albiei neconsolidate.

(11) Când acest lucru nu este posibil, în vederea evitării afuierilor la trecerea de la albia consolidată la albia neconsolidată, lucrările de consolidare se vor prevedea la capătul aval cu pinteni.

(12) La viteze mari peste 2,0 m/s, se va prevedea în fața pintenului un pat de piatră brută, pe o lungime de 1,5 - 3,0m.

Aceasta viteză se determină convențional (fenomenul fiind complex, cu variația în 3 direcții) relația:

$$v_{med} = \frac{Q}{B \cdot h_{av}} \qquad (7.31)$$

în care:

h_{av} = înălțimea stratului de apă în albia din aval, la debitul de calcul;

B = lățimea la secțiunea de trecere (distanța între capetele aripilor, a zidurilor de sprijin, a sferturilor de con sau a malurilor).

(13) Pentru a se evita producerea eroziunilor laterale produse de vârtejuri la ieșirea curentului în aval de podeț, se vor prevedea și consolidări la malurile albiei, cel puțin pe o lungime egală cu lățimea albiei și pe o înălțime cu cel puțin 0,5 m deasupra nivelului apelor maxime.

(14) Dacă la ieșirea din podeț energia curentului este mare și configurația albiei nu permite executarea unor trepte pentru reducerea energiei, se vor prevedea construcții speciale de disipare a energiei, conform indicațiilor din literatura de specialitate.

Art. 115. - (1) În situații speciale se vor respecta prevederile menționate în acest articol.

(2) La podeţe închise lungi (sub platforme industriale, în staţii, triaje, etc.) şi cu înălţimi reduse, sub 1,5 m (greu accesibile de la capete), se vor prevedea posibilităţi intermediare de acces de pe platformă (puţuri de acces acoperite).

(3) La prelungirea podeţelor (la dublări de linii, la lărgiri de drumuri etc.), podeţul existent se va menţine în circulaţie dacă este în stare bună, s-a comportat bine în timp şi asigură scurgerea debitului atenuat prin acumulare (la debitul de calcul corespunzător căii de comunicaţie) la durata de inundaţie admisă de obiectivele din zona de inundaţie.

(4) Partea nouă a podeţului se va proiecta conform prevederilor din prezentul normativ şi corespunzătoare condiţiilor speciale indicate dacă înălţimea de construcţie este obligată.

(5) Podeţul vechi urmează să se refacă în viitor, când se va dovedi ca necesar, la dimensiunile părţii noi.

(6) În cazul când pentru podeţul nou rezultă o lumină mai mare decât la cel existent, se vor prevedea între podeţe lucrări de racordare, care vor asigura cel puţin condiţiile de scurgere existente.

(7) În cazul când prelungirea ce urmează să se execute este mai mică cu 50% faţă de lungimea podeţului existent (în stare bună) însă insuficient pentru scurgerea debitelor cu probabilitate de depăşire corespunzătoare căii de comunicaţie şi cu atenuările regimului de scurgere respectiv, prelungirea se va prevedea cu caracteristicile podeţului existent (în vederea reducerii investiţiei) urmând ca în viitor, când se va dovedi ca necesar, podeţul să se refacă integral, cu respectarea prevederilor din prezentul normativ.

(8) La refacerea podeţelor existente se va studia şi o eventuală mutare a amplasamentului ţinând seama de forma albiei, de posibilitatea unei corecţii locale a albiei (în condiţii de scurgere mai bune) şi de refolosirea eventuală a unei zidării, în cazul când lumina rezultată este mai mare.

(9) Podeţele care funcţionează sub presiune se vor etanşa, pentru a se evita pătrunderea apei din interiorul podeţului în corpul terasamentelor (podeţele existente la care se constată infiltraţii, se vor tencui în interior).

De asemenea, se vor lua măsuri pentru evitarea pătrunderii apei în terasamente pe la capul amonte al podeţului, prin executarea unui strat impermeabil pe taluzul din amonte, pe toată lungimea terasamentelor inundate din albia minoră, daca acestea sunt cu permeabilitate ridicată (pământuri necoezive, nisipuri prăfoase şi prafuri nisipoase).

(10) La podeţele existente, a căror capacitate de scurgere este redusă în mare măsură de condiţiile de intrare în podeţ (Φ mic) este indicat (mai ales în cazul prelungirii lor în amonte) să se sporească capacitatea lor (cu 10-15%) prin

amenajarea specială a intrării în podeț (timpane hidraulice) dacă prin aceasta se poate realiza debușeul necesar (fig. 7.IX.a).

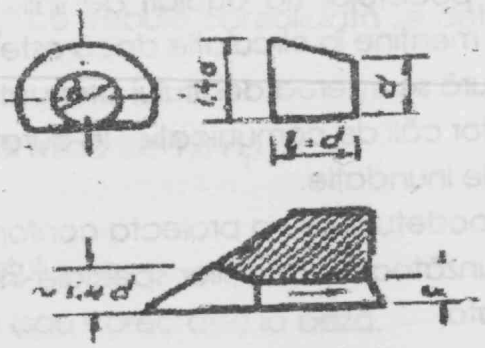


Fig. 7.IX.a. Timpane hidraulice

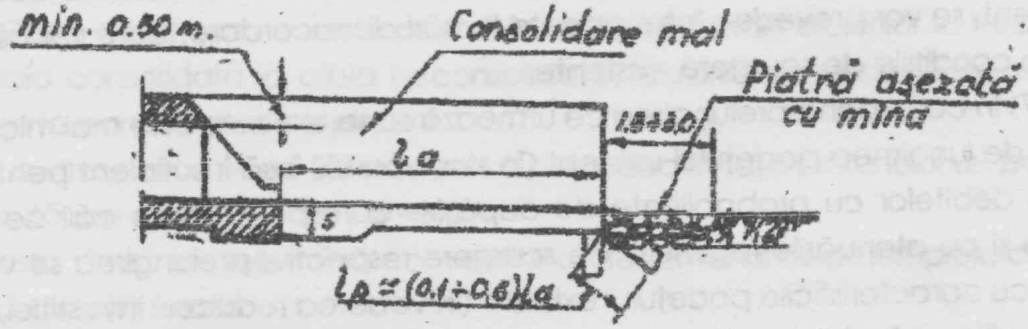


Fig. 7.IX.b. Schema consolidărilor aval la albii cu lățimi relativ mici

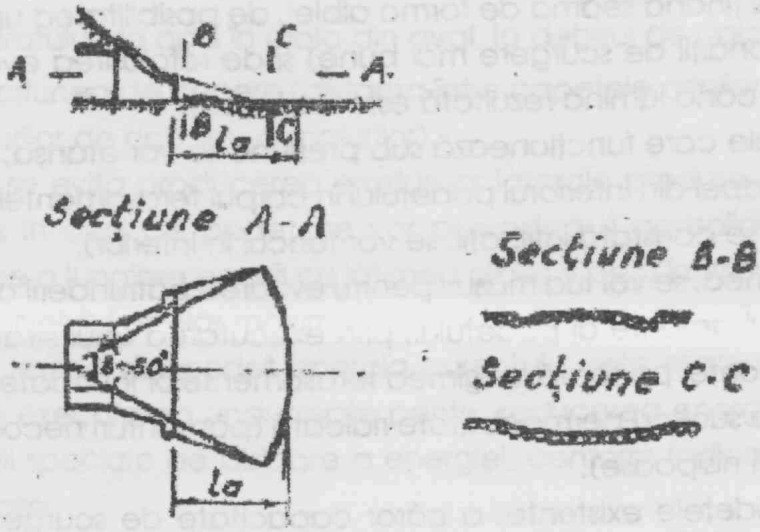


Fig. 7.IX.c. Schema consolidărilor aval la albii cu lățimi relativ mari (consolidare „evantai").

Tabelul 7.I.

Înălțimea libera de trecere sub podețe „Δh" în regim cu nivel liber de scurgere (m)

Felul podețului	„Δh", în m față de nivelul corespunzător debitului de calcul	
	Cale ferată	Drumuri
1. Podețe pe grinzi (deschise):		
a. Sub fața inferioară a grinzilor	0,50*	0,50*
b. Idem dacă râul transporta plutitori	0,75	0,75
2. Podețe închise		
a. Sub fața inferioara a suprastructurii	0,50*	0,50*

* La reconstrucții și prelungiri de podețe precum și în cazurile în care înălțimea stratului de apă la intrarea în podeț este mai mică de 1,50m, înălțimea de liberă trecere se reduce cu 0,25m.

Tabelul 7.II.

Valorile minime ale înălțimii de siguranță (gardă) „ΔH", de la nivelul apei (în amonte) până la cota muchiei platformei căii

Felul căii de comunicație	„ΔH", în m la debitul de calcul
Căi ferate	0,50*
Drumuri	0,50*

* La reconstrucții și prelungiri de podețe precum și în cazurile în care înălțimea stratului de apă, la intrarea în podeț, este mai mică de 1,50m, înălțimea de siguranță se reduce cu 0,25m.

Tabelul 7.III.

Tabel cu pierderile procentuale de recoltă la diverse culturi datorită stagnării apelor la suprafața terenului

Luna	Durata inundării în zile	Ierburi perene	Fânețe și pășuni	Sfecla de zahăr și furajeră	Cartofi	Floarea soarelui	Cânepa	Cereale de toamnă	Cereale de primăvară	Porumb
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
XII	3									
	7									
	11	5						10		
	15	10						20		
I	3									
	7							5		
	11	5						10		
	15	10						15		
II	3									
	7							5		
	11	5						10		
	15	10						20		
III	3			10	30			5	10	
	7	10		50	80			15	20	
	11	20		100	100			30	40	
	15	30	10	100	100			50	100	
IV	3	10		10	30	10	20	10	15	20
	7	25	10	50	80	20	40	25	40	80
	11	40	20	90	100	40	60	40	75	100
	15	60	30	100	100	80	100	70	100	100
V	3	10		10	40	10	20	20	15	10
	7	30	15	50	90	30	50	40	50	50
	11	50	30	90	100	60	75	70	75	80
	15	100	50	100	100	100	100	100	100	100
VI	3	10		10	50	10	10	20	10	10
	7	40	20	40	100	40	40	50	50	40
	11	70	30	90	100	80	60	80	75	75
	15	100	50	100	100	100	80	100	100	100
VII	3	10		10	50	10	10			
	7	40	20	40	100	40	30			10
	11	70	30	90	100	60	50	10	10	50
	15	100	50	100	100	80	70	20	20	20
VIII	3	10		10	50					
	7	30	10	40	100	10				10
	11	50	20	90	100	30	10			40
	15	80	30	100	100	50	20			60
IX	3	10		10	50					
	7	30		40	100					10
	11	50		90	100					20
	15	70	10	100	100					30
X	3				20					
	7	10		10	40			4		
	11	20		30	60			10		10
	15	30		50	80			20		10
XI	3									
	7							5		
	11	5						10		
	15	10						20		

Tabelul 7.IV.

Valorile coeficientului de rugozitate pentru tuburi şi canale

Starea de prelucrare a suprafeţei interioare a tubului sau canalului	n		
	medie	maximă	minimă
Canale (tuburi) cu suprafaţa interioară neprelucrată	0,016	0,018	0,014
Canale (tuburi) din beton cu suprafaţa interioară sclivisită	0,012	0,014	0,010
Canale pereiate	0,025	0,030	0,020

Tabelul 7.V.

Valoarea coeficientului de contracţie ε_c pentru podeţe deschise

Viteza curentului sub podeţ v, în m/s	Lumina în m			
	4,0	6,0	8,0	10,0
1,0	1	1	1	1
1,25	0,96	0,96	0,97	0,97
1,5	0,94	0,94	0,95	0,95
2,0	0,92	0,92	0,94	0,94
2,5	0,90	0,91	0,92	0,92
3,0	0,87	0,89	0,90	0,91
3,5	0,85	0,87	0,89	0,90
4,0	0,83	0,85	0,87	0,89

Tabelul 7.VI.

Valorile coeficientului de viteză φ la podeţele deschise

Felul de acces	φ
Podeţe cu sferturi de con sau cu aripi	0,90
Podeţe fără sferturi de con sau aripi	0,85
Podeţe boltite cu naşterile înecate	0,78

Tabelul 7.VII.

Valorile coeficienților de viteză φ și de contracție ε_c la podețele închise cu nivel liber

Felul timpanului	φ	ε_c
Timpane cu cap teșit	0,80	0,85
Timpane cu aripi sau sfert de con	0,85	0,90
Timpane hidraulice	0,95 - 0,97	1,00

Tabelul 7.VIII.

Valorile coeficienților de contracție ε_c și de viteza la podețele închise cu secțiunea de intrare înnecată

Felul timpanului	ε_c			
	Pe secțiune	Pe verticală		
		Secțiune dreptunghiulară	Secțiune circulară	φ
Timpane cu cap teșit	0,60	0,60	0,60	0,80
Timpane cu aripi sau sferturi de con	0,64	0,64	0,60	0,85
Timpane hidraulice	0,65	0,65	0,60	0,95

Pentru timpane cu înălțime $h > h_p$, coeficientul ε_c se raportează la înăițimea h.

Tabelul 7.IX.

Coeficientul de rezistenta ζ_i și de viteză φ intrarea în tub la podețe închise sub presiune

Felul timpanului	ζ_i	$\zeta = \frac{1}{1+\zeta_i}$
Timpane cu cap teșit	0,50	0,81
Timpane cu aripi sau sferturi de con	0,20 - 0,30	0,91 - 0,88
Timpane hidraulice	0,06 - 0,08	0,97 - 0,95

Tabelul 7 X

Pentru calculul debuşeului podeţelor tubulare cu secţiune dreptunghiulară şi cu timpane, cu aripi sau sferturi de con
Podeţe înecate amonte($H>1,20h_p$)şi curgere în regim liber în podeţ ($hn=0,6h_p$), q în m/s pe m.l. de lăţime podeţ

Înălţime strat apă H(m) în amonte podeţ (de la radier podeţ până la muchie platformă minus gardă)

Înălţime Podeţ (hp)m	1,00		1,50		1,80		2,00		2,20		2,40		2,60		2,80		3,00		3,20		3,40		3,50		3,80		4,00		H
Înălţime apărare podeţ hp=0,6hn	0,60		0,90		1,08		1,20		1,32		1,44		1,56		1,68		1,80		1,92		2,04		2,16		2,28		2,40		
H (m)	Vcr (Vc)	q	Vcr (Vc)	q	Vcr (Vc)	q	Vcr (Vc)	q	Vcr (Vc)	q	Vcr (Vc)	q	Vcr (Vc)	q	Vcr (Vc)	q	Vcr (Vc)	q	Vcr (Vc)	q	Vcr (Vc)	q	Vcr (Vc)	q	Vcr (Vc)	q	Vcr (Vc)	q	H(m)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1,20	2,92	1,75																											1,20
1,40	3,36	2,02																											1,40
1,60	3,76	2,26																											1,60
1,80	4,12	2,47	3,57	3,21																									1,80
2,0	4,45	2,67	3,95	3,55	3,61	3,90																							2,0
2,5	5,19	3,11	4,76	4,29	4,49	4,85	4,29	5,15	4,09	5,40																			2,5
3,0	5,83	3,50	5,45	4,91	5,22	5,63	5,05	6,06	4,88	6,44	4,70	6,77	4,52	7,05															3,0
3,5	6,41	3,85	6,07	5,46	5,86	6,32	5,71	6,85	5,56	7,34	5,40	7,78	5,24	8,17	5,08	8,53	4,90	8,84											3,5
4,0	6,94	4,16	6,63	5,97	6,43	6,95	6,30	7,56	6,16	8,14	6,02	8,67	5,88	9,17	5,73	9,63	5,58	10,05	5,43	10,42	5,27	10,75	5,11	11,03					4,0
4,5	7,43	4,46	7,14	6,43	6,96	7,52	6,84	8,21	6,71	8,86	6,59	9,48	6,46	10,08	6,32	10,62	6,19	11,13	6,05	11,61	5,90	12,05	5,76	12,44	5,60	12,79			4,5
5,0	7,90	4,74	7,62	6,86	7,45	8,05	7,34	8,81	7,22	9,53	7,10	10,23	6,98	10,89	6,86	11,52	6,73	12,12	6,60	12,68	6,48	13,21	6,34	13,70	6,21	14,16	6,07	14,57	5,0
5,5	8,33	5,00	8,07	7,27	7,92	8,55	7,81	9,37	7,70	10,16	7,59	10,92	7,47	11,65	7,36	12,36	7,24	13,03	7,12	13,68	7,00	14,29	6,88	14,86	6,75	15,40	6,63	15,91	5,5
6,0	8,75	5,25	8,50	7,65	8,35	9,02	8,25	9,90	8,14	10,75	8,04	11,58	7,93	12,37	7,82	13,15	7,72	13,89	7,60	14,60	7,49	15,28	7,38	15,94	7,26	16,56	7,14	17,14	6,0
6,5	9,14	5,49	8,91	8,02	8,76	9,46	8,67	10,40	8,57	11,31	8,47	12,20	8,37	13,06	8,26	13,88	8,16	14,69	8,05	15,47	7,95	16,22	7,84	16,94	7,73	17,63	7,62	18,30	6,5
7,0	9,52	5,71	9,30	8,37	9,16	9,89	9,07	10,88	8,97	11,84	8,88	12,78	8,78	13,70	8,68	14,59	8,58	15,45	8,48	16,29	8,38	17,10	8,28	17,89	7,18	18,65	8,07	19,38	7,0
7,5	9,89	5,93	9,67	8,71	9,54	10,30	9,45	11,34	9,36	12,35	9,27	13,35	9,18	14,32	9,08	15,26	8,99	16,18	8,89	17,07	8,80	17,95	8,70	18,79	8,60	19,61	8,50	20,40	7,5
8,0	10,24	6,15	10,03	9,03	9,90	10,70	9,82	11,78	9,73	12,84	9,64	13,89	9,55	14,90	9,46	15,90	9,37	16,87	9,28	17,82	9,19	18,75	9,10	19,65	9,00	20,53	8,90	21,38	8,0
9,0			10,72	9,64	10,60	11,44	10,52	11,62	10,43	13,77	10,35	14,90	10,27	16,02	10,18	17,11	10,10	18,18	10,02	19,23	9,93	20,26	9,85	21,27	9,76	22,25	9,67	23,21	9,0
10,0			11,36	10,22	11,24	12,14	11,17	13,40	11,09	14,64	11,02	15,86	10,94	17,07	10,86	18,24	10,78	19,40	10,70	20,55	10,62	21,67	10,54	22,77	10,46	23,85	10,38	24,91	10,0
11,0			11,96	10,77	11,86	12,80	11,79	14,14	11,71	15,46	11,64	16,76	11,57	18,05	11,49	19,30	11,42	20,55	11,34	21,78	11,27	22,99	11,19	24,18	11,12	25,35	11,04	26,50	11,0
12,0					12,44	13,44	12,37	14,85	12,30	16,24	12,23	17,62	12,16	18,98	12,09	20,32	12,02	21,64	11,95	22,95	11,88	24,24	11,81	25,51	11,74	26,76	11,66	28,00	12,0
13,0					13,00	14,04	12,93	15,52	12,87	16,98	12,80	18,43	12,73	19,86	12,67	21,28	12,60	22,68	12,53	24,06	12,46	25,43	12,40	26,77	12,33	28,10	12,26	29,42	13,0
14,0							13,47	16,16	13,40	17,70	13,34	19,21	13,28	20,72	13,21	22,20	13,15	23,67	13,09	25,12	13,02	26,56	12,95	27,98	12,89	29,39	12,82	30,78	14,0
15,0							13,99	16,78	13,92	18,38	13,86	19,96	13,80	21,53	13,74	23,08	13,68	24,62	13,62	26,14	13,55	27,65	13,49	29,14	13,43	30,62	13,36	32,07	15,0
16,0									14,42	19,04	14,37	20,69	14,31	22,32	14,25	23,93	14,19	25,54	14,13	25,12	14,07	28,70	14,00	30,25	13,95	31,80	13,88	33,32	16,0
17,0											14,85	21,39	14,79	23,07	14,74	24,76	14,68	26,42	14,62	28,07	15,56	29,70	14,50	31,33	14,44	32,93	14,39	34,35	17,0

Regim liber de curgere (Tabel 7.XII - 7.XVII)

$$V_{cr(vc)} = \alpha \sqrt{2g(H - 0,6hp)}\ , m/s$$

$$\alpha = 0,85 \qquad q = 0,6hp \cdot \alpha \sqrt{2g(H - 0,6hp)}\ , m^3/s/ml$$

Tabelul 7X

Pentru calculul debușeului podețelor tubulare cu secțiune circulară (În regim liber H≤Φ (H≤1,4ΦII), sub presiune H≥Φ (H≥1,4ΦII)

Φ în m	0.75		1.00				1.25				1.50				2.00				Φ în m
Timpan	I		I		II		I		II		I		II		I		II		Timpan
Q m³/s	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	Q m³/s
0.8	1.00	2.9	0.82	2.0	0.76	2.0	0.73	1.8	0.67	1.8	0.69	1.8	0.64	1.8	0.67	1.7	0.61	1.7	0.8
0.9	1.17	3.1	0.88	2.0	0.71	2.0	0.76	1.9	0.71	1.9	0.74	1.8	0.68	1.8	0.69	1.8	0.65	1.8	0.9
1.0	1.33	3.5	0.94	2.1	0.86	2.1	0.82	1.9	0.75	1.9	0.78	1.9	0.72	1.9	0.73	1.8	0.6	1.8	1.0
1.1	1.51	3.8	1.00	2.2	0.91	2.2	0.86	2.0	0.79	2.0	0.82	1.9	0.76	1.9	0.76	1.9	0.72	1.9	1.1
1.2	1.72	4.2	1.06	2.3	0.96	2.3	0.91	2.1	0.84	2.1	0.87	2.0	0.80	2.0	0.81	1.9	0.75	1.9	1.2
1.4	2.19	4.9	1.17	2.5	1.06	2.5	1.00	2.2	0.92	2.2	0.93	2.1	0.87	2.1	0.89	2.0	0.82	2.0	1.4
1.6	2.69	5.7	1.37	3.4	1.14	2.6	1.09	2.3	1.00	2.3	1.00	2.2	0.93	2.2	0.93	2.1	0.87	2.1	1.6
1.8	3.30	6.1	1.59	3.7	1.23	2.6	1.16	2.4	1.07	2.4	1.08	2.2	1.00	2.2	0.99	2.1	0.92	2.1	1.8
2.0	4.00	6.8	1.80	4.1	1.32	2.7	1.26	2.5	1.13	2.5	1.15	2.3	1.07	2.3	1.05	2.2	1.97	2.2	2.0
2.2	5.00	7.4	2.04	4.6	1.47	2.8	1.33	2.6	1.21	2.6	1.21	2.4	1.12	2.4	1.11	2.2	1.02	2.2	2.2
2.5	-	-	2.47	5.1	1.58	3.2	1.43	2.8	1.31	2.8	1.30	2.5	1.20	2.5	1.19	2.3	1.10	2.3	2.5
3.0	-	-	3.26	6.2	1.82	3.8	1.86	3.8	1.45	2.9	1.47	2.7	1.33	2.7	1.30	2.4	1.21	2.4	3.0
3.5	-	-	4.20	7.2	2.14	4.5	2.24	4.6	1.60	3.1	1.63	2.9	1.48	2.9	1.41	2.6	1.31	2.6	3.5
4.0	-	-	5.20	8.1	2.47	5.1	2.66	5.2	1.84	3.2	1.75	3.1	1.60	3.1	1.53	2.7	1.43	2.7	4.0
4.5	-	-	-	-	2.87	5.7	3.26	5.9	1.98	3.7	2.07	4.2	1.71	3.2	1.65	2.8	1.53	2.8	4.5
5.0	-	-	-	-	3.27	6.3	3.70	6.5	2.17	4.0	2.38	4.6	1.83	3.3	1.75	2.9	1.61	2.9	5.0
5.5	-	-	-	-	3.76	6.9	4.25	7.2	2.37	4.5	2.67	5.0	1.95	3.4	1.86	3.0	1.71	3.0	5.5
6.0	-	-	-	-	4.27	7.6	5.00	7.8	2.58	4.8	2.99	5.5	2.09	3.6	1.97	3.1	1.79	3.1	6.0
6.5	-	-	-	-	4.84	8.2	5.5	8.8	2.82	5.2	3.32	5.9	2.27	3.7	2.06	3.2	1.88	3.2	6.5
7.0	-	-	-	-	5.45	8.9	6.20	9.5	3.09	5.7	13.7	6.3	2.40	4.0	2.16	3.3	1.97	3.3	7.0
7.5	-	-	-	-	6.10	9.5	6.0	10	3.34	6.1	4.16	6.8	2.52	4.2	2.26	3.4	2.07	3.4	7.5
8.0	-	-	-	-	6.80	10	7.50	11	3.64	6.4	4.54	7.2	2.64	4.5	2.34	3.6	2.08	3.6	8.0
8.5	-	-	-	-	7.55	11		-	3.91	6.8	5.09	7.7	2.79	4.8	2.38	3.6	2.18	3.6	8.5
9.0	-	-	-	-	8.35	11		-	4.22	7.2	5.60	8.2	2.93	5.1	2.6	4.0	2.29	3.7	9.0
10	-	-	-	-	10.70	13		-	4.98	8.2	6.42	8.7	3.29	5.6	3.07	5.1	2.44	3.8	10
11	-	-	-	-	12.00	14		-	5.76	9.0	7.26	11	3.68	6.2	3.46	5.6	2.62	3.9	11
12	-	-	-	-	-	-		-	6.60	9.8	-	-	4.12	6.8	3.85	6.1	2.74	4.0	12
13	-	-	-	-	-	-		-	7.55	10	-	-	4.52	7.3	4.25	6.6	2.96	4.1	13
14	-	-	-	-	-	-		-	8.55	11	-	-	4.99	7.9	4.76	7.1	3.10	4.4	14
15	-	-	-	-	-	-		-	9.63	12	-	-	5.51	8.4	5.29	7.6	3.28	4.7	15
16	-	-	-	-	-	-		-	10.80	13	-	-	6.06	9.0	5.82	8.1	3.40	5.0	16
17	-	-	-	-	-	-		-	11.90	14	-	-	6.70	9.6	6.47	8.7	3.80	5.4	17
18	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	7.33	10	7.08	9.2	3.80	5.7	18
19	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	8.00	11	7.81	9.8	4.04	6.0	19
20	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	8.70	11	8.40	11	4.27	6.4	20
21	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	9.44	12	9.16	12	4.50	6.7	21
22	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	10.2	12	-	12	4.74	7.0	22
23	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	11	13	-	13	4.98	7.2	23
24	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	11.8	14	-	13	5.28	7.6	24
25	**NOTĂ:**																5.55	8.0	25
26	Timpanul este tip I: cu aripi sau sferturi de con - φ = 0.85, ρ = 0.40																5.85	8.3	26
27	tip II: - φ = 0.95, ρ = 0.10																6.14	8.7	27
28																	6.45	8.9	28
29	**OBSERVAȚIE:** valorile H și V de sub linia groasă sunt pentru regim înecat amonte, cele de deasupra pentru regim liber																6.78	9.2	29
30																	7.10	9.5	30

Tabelul 7 XII

Calculul debitelor canalelor cu secțiune dreptunghiulară cu pantă i=1% și cu coeficienții de rugozitate n_1 = 0,020 și n_2 = 0,025

Lumina podețului în m		1,00		2,00		3,00		4,00		5,00		6,00		7,00		8,00		9,00		10,00	
Pantă în m/m	Înălțimea stratului de apă în canal hn în m	n1 = 0,020 (cu radier)										n2 = 0,025 (fără radier)									
		V m/s	Q m³/s	V m/s	Q m³/s	V m/s	Q m³/s	V m/s	Q m³/s	V m/s	Q m³/s	V m/s	Q m³/s	V m/s	Q m³/s	V m/s	Q m³/s	V m/s	Q m³/s	V m/s	Q m³/s
i_f = 0,01 m/m	0,50	1,82	0,90	2,30	2,30	2,50	3,75	2,60	5,20	2,70	6,75	2,15	6,50	2,15	7,60	2,25	8,85	2,25	10,00	2,25	11,20
	0,60	2,00	1,20	2,50	3,00	2,75	4,80	2,90	6,85	3,00	9,00	2,45	8,80	2,45	10,30	2,40	11,50	2,50	13,60	2,50	15,20
	0,70	2,10	1,50	2,65	3,70	3,00	6,30	3,15	8,80	3,30	11,50	2,65	11,20	2,70	13,30	2,74	15,40	2,60	17,40	2,80	19,60
	0,80	2,20	1,75	2,80	4,50	3,15	7,60	3,40	10,80	3,50	14,10	2,80	13,80	2,90	16,40	3,00	19,10	3,05	21,80	3,65	23,50
	0,90	2,25	2,00	2,95	5,30	3,35	9,10	3,60	13,00	3,80	17,00	3,05	16,60	3,15	19,80	3,28	23,10	3,25	26,30	3,25	29,00
	1,00	2,28	2,28	3,10	6,30	3,50	10,50	3,75	15,00	3,95	19,80	3,25	19,50	3,35	23,40	3,40	27,30	3,45	31,20	3,50	35,00
	1,20	2,40	3,00	3,25	7,80	3,85	14,00	4,10	19,70	4,30	25,80	3,55	25,80	3,70	30,80	3,80	36,50	3,85	41,50	3,90	47,00
	1,50	2,50	3,80	3,50	10,60	4,10	18,50	4,50	27,00	4,80	35,00	4,00	36,00	4,15	43,50	4,25	51,00	4,35	58,20	4,45	66,50
	1,80	2,55	4,60	3,65	13,20	4,35	23,50	4,80	34,60	5,15	46,50	4,35	47,00	4,50	57,00	4,65	67,00	4,90	78,00	4,90	88,00
	2,00	2,62	5,25	3,70	15,00	4,50	26,80	5,00	40,00	5,35	53,50	4,60	54,60	4,75	66,50	4,90	78,50	5,05	91,00	5,15	103,50
	2,20	2,70	5,90	3,80	16,80	4,60	28,70	5,15	45,50	5,55	61,20	4,75	62,50	5,00	76,50	5,15	90,20	5,25	104,50	5,40	119,00
	2,50	2,70	6,70	3,95	19,80	4,80	35,00	5,25	52,50	5,80	72,50	5,00	75,00	5,25	92,00	5,40	108,50	5,60	126,50	5,75	144,00
	2,80	2,75	7,70	4,00	22,40	4,90	41,00	5,50	62,00	6,06	84,50	5,20	87,50	5,45	107,00	5,70	128,00	5,90	148,00	6,06	170,00
	3,00	2,76	8,30	4,10	24,60	5,00	45,00	5,65	68,00	6,15	92,50	5,35	95,00	5,70	120,00	5,85	141,00	6,10	164,00	6,25	188,00
	3,20	2,80	9,00	4,15	26,70	5,10	48,50	5,75	71,00	6,30	101,00	5,45	104,00	5,85	130,50	6,00	154,00	6,30	183,00	6,40	206,00
	3,50	2,82	10,00	4,20	29,60	5,20	54,00	5,90	82,50	6,40	111,00	5,70	120,00	5,95	146,00	6,20	173,00	6,45	203,00	6,50	233,00
	3,80	2,83	10,80	4,25	32,40	5,25	60,00	6,00	91,50	6,60	126,00	5,80	132,50	6,15	163,50	6,40	194,00	6,85	226,00	6,90	263,00
	4,00	2,85	11,40	4,30	34,20	5,30	63,50	6,10	97,50	6,75	134,50	5,90	141,00	6,20	174,00	6,50	208,00	6,75	242,00	6,95	289,00
	4,50							6,25	113,00	6,85	155,00	6,05	164,00	6,40	203,00	6,75	243,00	7,05	286,00	7,30	329,00
	5,00							6,40	127,50	7,00	177,00	6,20	187,00	6,65	233,00	6,95	278,00	7,30	328,00	7,60	378,00
	5,50											6,35	210,00	6,75	260,00	7,15	316,00	7,45	370,00	7,80	430,00
	6,00											6,50	234,00	6,95	292,00	7,35	353,00	7,80	416,00	8,00	480,00

NOTĂ: Valorile V și Q s-au calculat cu formulele: $V = C\sqrt{R \cdot i_f}$; $Q = AC\sqrt{R \cdot i_f}$; $C = \frac{1}{n_1} \cdot R^{1/6}$ Pentru alte pante și alți coeficienți n valorile V și Q se multiplică cu rapoartele $K = \frac{\sqrt{i}}{\sqrt{i_1}}$, respectiv $K' = \frac{f_1}{f}$ (pentru i = 0,5%, ..., K = 0,71; i = 2%, ..., K = 1,42; i = 3%, ..., K = 1,73; i = 4%, ..., K = 2,0; i = 5%, ..., K = 2,24; i = 6%, ..., K = 2,45).

Valorile din tabel pot fi folosite și pentru podețe deschise și dalate, cu secțiunea dreptunghiulară în regim liber de scurgere, cu pante mai mari de 0,5% luând în considerare pierderile datorate condițiilor de intrare în podeț (φ și ε_c tabelul 7 VIII). În acest caz, $V_1 = \varphi v$ și $Q_1 = \varepsilon_c \cdot \varphi \cdot Q$, iar remuul $h_r = \frac{V_1^2 - V_2^2}{2\varphi^2 \cdot g}$ (V_0 = viteza de intrare), $h_n = \frac{Q_1}{b \cdot V_1}$ $H = h_n + h_r$. Pentru podețele dalate înecate amonte și cu regim liberîn podeț se va folosi tabelul 7.X.

Tabelul 7 XIII

Calculul debitelor în canale cu secțiune trapezoidală cu taluzuri 1:1, cu pantă i = 1% și cu coeficienții de rugozitate n = 0,025

Lățimea bazei în m		1,00		2,00		3,00		4,00		5,00		6,00		7,00		8,00		9,00		10,00	
Panta i în m/m	Înălțimea stratului de apă în canal hn în m	V m/s	Q m^3/s	V m/s	Q m^3/s	V m/s	Q m^3/s	V m/s	Q m^3/s	V m/s	Q m^3/s	V m/s	Q m^3/s	V m/s	Q m^3/s	V m/s	Q m^3/s	V m/s	Q m^3/s	V m/s	Q m^3/s
i_1 = 0,01 m/m	0,50	1,70	1,25	1,90	2,40	2,00	3,50	2,10	4,75	2,15	5,90	2,20	7,10	2,20	8,30	2,25	9,50	2,25	10,60	2,25	10,85
	0,60	1,90	1,80	2,15	3,35	2,25	4,85	2,35	6,45	2,40	8,10	2,45	9,90	2,50	11,40	2,55	13,00	2,60	14,70	2,60	16,30
	0,70	2,05	2,45	2,30	4,40	2,50	6,50	2,55	8,50	2,70	10,70	2,80	13,30	2,80	14,90	2,80	17,00	2,85	19,20	2,85	21,20
	0,80	2,20	3,20	2,50	5,60	2,70	8,20	2,80	10,80	2,90	13,50	2,95	16,10	3,00	18,80	3,05	21,40	3,10	24,20	3,10	26,80
	0,90	2,40	4,10	2,70	6,95	2,85	10,00	3,00	13,20	3,10	16,40	3,20	19,80	3,25	22,90	3,30	26,20	3,35	29,40	3,35	32,60
	1,00	2,50	5,00	2,85	8,50	3,00	12,20	3,20	16,10	3,30	19,80	3,40	23,80	3,45	27,50	3,50	31,10	3,55	35,60	3,60	39,30
	1,20	2,75	7,30	3,15	12,10	3,40	17,20	3,55	22,10	3,65	27,10	3,75	32,40	3,85	38,00	3,90	43,20	3,95	48,50	4,05	54,50
	1,50	3,15	11,80	3,50	18,60	3,95	25,90	4,05	33,40	4,15	40,50	4,30	48,20	4,40	55,50	4,40	63,50	4,50	71,50	4,60	78,80
	1,80	3,50	17,70	3,90	26,60	4,25	36,40	4,40	46,00	4,45	54,50	4,75	66,50	4,85	77,50	4,95	87,00	5,05	98,00	5,10	108,00
	2,00	3,75	22,50	4,15	33,00	4,45	44,50	4,70	56,20	4,85	68,00	5,00	80,00	5,10	91,50	5,25	105,00	5,35	118,00	5,45	131,00
	2,20	3,95	27,80	4,35	40,40	4,65	53,50	4,95	67,00	5,10	81,50	5,30	96,00	5,40	109,50	5,55	124,00	5,65	139,00	5,70	152,40
	2,50	4,25	37,20	4,65	52,50	5,00	68,50	5,25	84,50	5,60	105,50	5,65	120,00	5,75	137,00	5,90	156,00	6,05	174,00	6,10	190,00
	2,80	4,55	43,50	4,95	66,50	5,30	86,20	5,55	106,00	5,80	127,00	6,00	147,50	6,15	171,00	6,25	190,50	6,40	212,00	6,50	233,00
	3,00	4,75	56,80	5,15	77,50	5,50	99,00	5,85	121,50	6,05	145,00	6,20	168,00	6,40	192,00	6,50	215,00	6,65	239,00	6,75	263,00
	3,20					5,70	112,50	5,95	137,50	6,20	165,50	6,40	187,50	6,60	215,00	6,75	241,00	6,85	278,00	6,95	294,00
	3,50					5,95	135,50	6,25	164,50	6,50	193,00	6,70	222,00	6,90	254,00	7,00	283,00	7,20	315,00	7,25	343,00
	3,80					6,20	159,50	6,55	194,00	6,80	218,00	7,05	262,00	7,15	294,00	7,35	330,00	7,50	363,00	7,65	402,00
	4,00					6,40	180,00	6,75	215,00	6,95	250,00	7,20	287,00	7,35	323,00	7,55	363,00	7,70	400,00	7,85	439,00
	4,50											7,55	364,00	7,80	405,00	7,95	448,00	8,15	492,00	8,30	541,00
	5,00											8,00	442,00	3,25	492,00	8,40	545,00	8,60	602,00	8,75	665,00
	5,50																	8,95	710,00	9,10	778,00
	6,00																	9,35	840,00	9,50	910,00

NOTĂ: Valorile V și Q s-au calculat cu formulele: $V = C\sqrt{R \cdot i_1}$; $Q = AC\sqrt{R \cdot i_1}$; $C = \frac{1}{n_1} \cdot R^{1/6}$ Pentru alte pante și alți coeficienți n valorile V și Q se multiplică cu rapoartele

$K = \frac{\sqrt{i_{1\%}}}{\sqrt{i_{p\%}}}$, respectiv $\frac{n_1}{n}$ .Valorile din tabel pot fi folosite și pentru podețe deschise și dalate, cu secțiunea trapezoidală, cu pante mai mari de 0,05% luând în considerare pierderile datorate condițiilor de intrare în podeț (φ și ε_C tabelul 7.VII), în acest caz, $V_1 = \varphi v$ și $Q_1 = \varepsilon_C \cdot \varphi \cdot Q$, iar remuul $h_r = \frac{V_1^2}{2\varphi^2 \cdot g}$.

Tabelul 7.XIV

Calculul debitelor în canale cu secțiune trapezoidala cu taluzuri 1:1,50, cu pantă i_1 = 1% și cu coeficienții de rugozitate n_1 = 0,025

Lumina podețului în m		1,00		2,00		3,00		4,00		5,00		6,00		7,00		8,00		9,00		10,00	
Panta i în m/m	Înălțimea stratului de apă în canal hn în m	V m/s	Q m^3/s	V m/s	Q m^3/s	V m/s	Q m^3/s	V m/s	Q m^3/s	V m/s	Q m^3/s	V m/s	Q m^3/s	V m/s	Q m^3/s	V m/s	Q m^3/s	V m/s	Q m^3/s	V m/s	Q m^3/s
i_1 = 0,01 m/m	0,50	1,70	1,50	1,90	2,60	2,05	3,75	2,10	4,90	2,10	6,10	2,15	7,25	2,15	8,35	2,20	9,70	2,20	10,85	2,25	12,10
	0,60	1,90	2,15	2,10	3,70	2,20	5,20	2,32	6,85	2,40	8,40	2,45	10,15	2,45	11,70	2,50	13,40	2,50	15,10	2,55	16,70
	0,70	2,10	3,00	2,30	4,95	2,45	7,00	2,65	9,10	2,65	11,30	2,70	13,10	2,75	15,60	2,75	17,30	2,65	21,10	2,85	21,70
	0,80	2,25	3,95	2,50	6,40	2,65	9,00	2,80	11,50	2,85	14,10	2,85	16,50	2,95	19,50	3,00	22,00	3,05	24,80	3,10	27,50
	0,90	2,40	5,10	2,70	8,10	2,85	11,10	3,00	14,30	3,05	17,50	3,10	20,60	3,20	23,90	3,20	26,90	3,30	30,83	3,35	33,80
	1,00	2,60	6,40	2,85	9,90	3,05	13,70	3,15	17,50	3,30	21,40	3,35	25,10	3,45	29,10	3,50	33,00	3,50	36,50	3,55	41,70
	1,20	2,90	9,75	3,15	14,40	3,35	19,20	3,50	24,50	3,60	29,60	3,75	35,10	3,80	39,80	3,90	41,90	3,95	50,50	4,00	56,50
	1,50	3,30	15,90	3,55	22,60	3,80	29,80	4,00	37,60	4,15	45,20	4,25	53,00	4,35	60,20	4,40	68,00	4,45	75,50	4,45	83,50
	1,80	3,70	24,50	4,00	33,80	4,25	43,50	4,45	53,20	4,55	64,00	4,70	73,50	4,85	84,00	4,90	94,50	4,90	103,50	5,00	116,00
	2,00	3,95	31,40	4,25	42,50	4,50	54,00	4,70	65,50	4,85	77,50	5,00	90,00	5,05	101,50	5,25	115,00	5,30	127,50	5,35	140,00
	2,20	4,05	37,80	4,50	52,20	4,75	65,50	4,95	80,00	5,15	94,00	5,25	108,00	5,45	122,50	5,45	135,00	5,70	154,10	5,70	165,00
	2,50	4,50	53,50	4,85	70,00	5,05	85,00	5,35	104,00	5,50	121,00	5,60	136,50	5,80	156,00	5,75	164,00	6,00	192,00	6,05	209,00
	2,80	4,85	70,50	5,25	91,00	5,40	109,00	5,65	130,00	5,85	151,00	6,00	172,00	6,00	187,50	6,25	214,00	6,30	232,00	6,45	256,00
	3,00	5,10	83,80	5,40	105,50	5,65	127,50	5,85	150,00	6,05	173,00	6,20	195,00	6,35	219,00	6,55	244,00	6,60	267,00	6,65	281,00
	3,20					5,90	148,00	6,10	172,00	6,30	197,00	6,45	224,00	6,65	253,00	6,75	278,00	6,80	300,00	6,90	327,00
	3,50					6,10	176,00	6,35	206,00	6,60	236,00	6,75	266,00	7,00	299,00	7,05	326,00	7,20	360,00	7,25	388,00
	3,80					6,45	212,00	6,70	246,00	6,95	289,00	7,05	314,00	7,25	350,00	7,35	382,00	7,50	420,00	7,50	443,00
	4,00					6,75	243,00	6,85	275,00	7,10	313,00	7,30	350,00	7,45	387,00	7,60	422,00	7,70	463,00	7,80	498,00
	4,50											7,75	445,00	7,90	490,00	8,00	530,00	8,20	580,00	8,30	625,00
	5,00											8,05	545,00	8,35	605,00	8,50	656,00	8,65	712,00	8,75	765,00
	5,50																	9,05	860,00	9,20	925,00
	6,00																	9,45	1020,0	9,60	1080,0

NOTĂ: Valorile V și Q s-au calculat cu formulele: $V = C\sqrt{R \cdot i_1}$; $Q = AC\sqrt{R \cdot i_1}$; $C = \frac{1}{n_1} \cdot R^{1/6}$ Pentru alte pante și alți coeficienți n valorile V și Q se multiplică cu rapoartele

$K = \frac{\sqrt{i_{1\%}}}{\sqrt{i_{p\%}}}$, respectiv $\frac{n_1}{n}$ .Valorile din tabel pot fi folosite și pentru podețe deschise sau dalate, cu secțiunea trapezoidală, în regim liber de scurgere cu pante mai mari de 0,05% luând în considerare pierderile datorate condițiilor de intrare în podeț (φ și ε_C tabelele 7.V și 7.VI), în acest caz, $V_1 = \varphi v$ și $Q_1 = \varepsilon_C \cdot \varphi \cdot Q$, iar remuul $h_r = \frac{V_1^2}{2\varphi^2 \cdot g}$. (Y_0 =

Tabelul 7.XV

Calculul debitelor podețelor tubulare cu secțiune circulară în regim de scurgere cu secțiunea plină (fără presiune) ($n_1 = 0.020$; $\varphi_I = 0.85$; $\varphi_{II} = 0.80$; $\varepsilon_I = 0.90$; $\varepsilon_{II} = 0.85$)

Φ în m	0,75				1,00				1,25				1,50				1,75				2,00				2,50				3,00			
Timpan tip	I		II		I		II		I		II		I		II		I		II		I		II		I		II		I		II	
Panta i	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V
în m/m	m³/s	m/s	m³/s	m/s	m³/s	m/s	m³/s	m/s	m³/s	m/s	m³/s	m/s	m³/s	m/s	m³/s	m/s	m³/s	m/s	m³/s	m/s	m³/s	m/s	m³/s	m/s	m³/s	m/s	m³/s	m/s	m³/s	m/s	m³/s	m/s
0,005	0,38	0,92	0,35	0,66	0,82	1,13	0,77	1,07	1,46	1,33	1,38	1,25	2,41	1,52	2,27	1,43	3,62	1,67	3,42	1,57	5,24	1,85		1,75	9,70	2,15	9,15	2,03	15,60	2,45	14,70	2,32
0,01	0,52	1,30	0,49	1,25	1,15	1,60	1,08	1,50	2,06	1,87	1,94	1,76	3,40	2,14	3,21	2,02	5,12	2,36	4,85	2,22	7,40	2,52		2,46	13,70	3,06	12,95	2,88	22,20	3,43	21,00	3,28
0,02	0,74	1,85	0,70	1,74	1,63	2,26	1,54	2,12	2,92	2,64	2,76	2,48	4,80	3,03	4,52	2,85	7,25	3,34	6,85	3,15	10,50	3,70	9,90	3,48	19,40	4,32	18,30	4,06	31,40	4,90	29,70	4,62
0,03	0,90	2,25	0,85	2,11	2,00	2,76	1,90	2,60	3,56	3,24	3,36	3,05	5,88	3,70	5,55	3,46	8,85	4,07	8,35	3,84	12,80	4,54	12,10	4,26	23,70	5,30	22,40	5,00	38,40	6,03	36,20	5,65
0,04	1,05	2,60	0,99	2,45	2,30	3,20	2,18	3,10	4,10	3,74	3,87	3,52	6,80	4,28	6,40	4,02	10,30	4,72	9,75	4,45	14,80	5,25	14,00	4,95	27,40	6,12	25,80	5,75	44,50	6,95	42,00	6,55
0,05	1,16	2,90	1,10	2,74	2,55	3,56	2,42	3,35	4,58	4,15	4,32	3,92	7,60	4,75	7,16	4,45	11,40	5,25	10,80	4,95	16,50	5,82	15,60	5,48	30,50	6,80	28,80	6,40	49,70	7,75	46,80	7,30
0,06	1,30	3,20	1,23	3,00	2,82	3,92	2,66	3,68	5,05	4,58	4,75	4,25	8,35	5,25	7,85	4,95	12,60	5,78	11,90	5,42	17,90	6,50	16,90	6,10	33,60	7,50	31,70	7,05	54,50	8,52	51,50	8,02

Notă: Timpanul este tip I: cu aripi sau sferturi de con
tip II: cu capătul teșit .

Valorile φ și ε conform tabelului 7.VII. $C = \frac{1}{n_1} \cdot R^{1/6}$

Valorile V și Q s-au calculat cu formulele: $V = \varphi C \sqrt{R \cdot i}$; $Q = \varphi \varepsilon A C \sqrt{R \cdot i}$

Pentru podețe de tubulare, înecate amonte se va folosi tabelul 7.XI, valorile de sub linia groasă.
Pentru debite la diferite grade de umplere a tubului se va folosi diagrama 7.II

Pentru alte pante și alți coeficienți de rugozitate, valorile V și Q se obțin multiplicând valorile din acest tabel cu rapoartele $K = \frac{\sqrt{i_{1\%}}}{\sqrt{i_p}}$, respectiv $\frac{n_1}{n}$.

Tabelul 7.XVI

Tabel pentru calculul valorilor Q_0 și V_0 la podețe (conducte) din beton, cu secțiunea circulară (secțiune plină și $n_1 = 0.016$)

Φ (d) m	0,50		0,60		0,70		0,80		0,90		1,00		1,25		1,50		2,00		2,50		3,00		3,50	
S_0 m²	0,194		0,283		0,385		0,503		0,636		0,785		1,223		1,767		3,142		4,909		7,069		9,621	
P_0 m	0,157		0,189		0,220		0,251		0,282		3,142		3,925		4,710		6,280		7,850		9,450		11,000	
R_0 m	0,125		0,150		0,175		0,200		0,225		0,250		0,312		0,375		0,500		0,625		0,750		0,870	
Q_0V_0 i‰	Q_0 m³	V_0 m/s	Q_0 m³	V_0 m/s	Q_0 m³	V_0 m/s	Q_0 m³	V_0 m/s	Q_0 m³	V_0 m/s	Q_0 m³	V_0 m/s	Q_0 m³	V_0 m/s	Q_0 m³	V_0 m/s	Q_0 m³	V_0 m/s	Q_0 m³	V_0 m/s	Q_0 m³	V_0 m/s	Q_0 m³	V_0 m/s
0,2%	0,135	0,67	0,222	0,78	0,334	0,88	0,480	0,95	0,655	1,02	0,867	1,10	1,57	1,28	2,55	1,45	5,485	1,73	10,20	2,07	16,20	2,29	24,500	2,54
0,5%	0,220	1,13	0,357	1,26	0,535	1,39	0,770	1,53	1,060	1,68	1,400	1,80	2,51	2,06	4,07	2,30	8,800	2,78	16,45	3,35	26,00	3,68	39,351	4,08
0,8%	0,275	1,42	0,448	1,58	0,670	1,75	0,965	1,92	1,320	2,07	1,750	2,24	3,17	2,59	5,10	2,78	11,000	3,48	20,60	4,18	32,60	4,60	49,200	5,10
1,0%	0,308	1,58	0,500	1,78	0,750	1,95	1,080	2,15	1,475	2,32	1,950	2,49	3,52	2,88	5,70	3,23	12,350	3,90	23,00	4,67	36,40	5,15	55,000	5,70
1,5%	0,348	1,80	0,600	2,12	0,915	2,38	1,315	2,60	1,800	2,82	2,350	3,00	4,28	3,50	6,95	3,94	15,050	4,78	27,80	5,65	44,50	5,75	67,000	6,95
2,0%	0,440	2,26	0,705	2,50	1,065	2,76	1,530	3,02	2,100	3,30	2,660	3,40	5,02	4,10	8,10	4,58	17,500	5,55	32,60	6,62	51,60	6,65	78,000	8,10
2,5%	0,487	2,50	0,785	2,78	1,119	2,90	1,700	3,36	2,330	3,66	3,070	3,90	5,55	4,55	9,00	5,10	19,500	6,20	36,25	7,35	57,50	7,40	87,000	9,05
3,0%	0,535	2,76	0,860	3,04	1,300	3,38	1,860	3,70	2,550	4,00	3,336	4,30	6,12	5,00	9,85	5,56	21,300	6,75	39,70	8,05	62,90	8,88	95,200	9,90
3,5%	0,575	2,95	0,930	3,28	1,400	3,65	2,020	4,00	2,760	4,32	3,630	4,65	6,60	5,40	10,70	6,05	23,100	7,32	43,00	8,75	68,00	8,75	103,000	10,70
4,0%	0,618	3,18	1,000	3,53	1,500	3,90	2,160	4,28	2,950	4,62	3,890	4,95	7,03	5,75	11,40	6,45	24,700	7,85	46,00	9,35	72,75	9,35	110,200	11,40
4,5%	0,655	3,37	1,060	3,74	1,590	4,15	2,280	4,52	3,130	4,90	4,100	5,25	7,46	6,10	12,10	6,85	26,200	8,32	48,70	9,95	77,10	9,95	116,800	12,10
5,0%	0,680	3,50	1,120	3,95	1,680	4,38	2,410	4,78	3,300	5,18	4,350	5,55	7,90	6,45	12,80	7,25	27,600	8,80	51,50	10,50	81,50	10,50	123,000	12,75
5,5%	0,725	3,73	1,170	4,12	1,750	4,55	2,520	5,00	3,450	5,40	4,550	5,80	8,25	6,75	13,35	7,56	28,800	9,15	53,70	10,90	85,00	11,00	129,000	13,40
6,0%	0,755	3,90	1,220	4,30	1,840	4,78	2,640	5,25	3,610	5,65	4,750	6,05	8,62	7,05	14,00	7,90	30,200	9,60	56,20	11,40	89,00	11,50	135,000	14,00
6,5%	0,785	4,05	1,270	4,48	1,910	4,95	2,740	5,42	3,740	5,85	4,950	6,30	9,08	7,42	14,50	8,20	31,400	10,00	58,40	11,85	92,50	11,90	140,000	14,50
7,0%	0,815	4,20	1,320	4,65	1,980	5,15	2,840	5,62	3,890	6,10	5,120	6,55	9,30	7,60	15,05	8,50	32,600	10,38	60,50	12,30	96,00	12,40	145,500	15,10
8,0%	0,875	4,50	1,410	5,00	2,120	5,52	3,040	6,02	4,150	6,50	5,460	6,95	9,92	8,12	16,10	9,10	34,800	11,20	64,50	13,10	103,0	13,30	155,500	16,10

Notă: Valorile Q_0 și V_0, pentru secțiune plină, s-au calculat cu formulele:

$$V_0 = \sqrt{R_0 i_0} = \frac{1}{n} R_0^{1/6} \sqrt{R_0 i_0} = \frac{1}{n} R_0^{2/3} \sqrt{i_0} = \frac{0,397}{n} d^{2/3} \sqrt{i_0}$$

$$Q_0 = A_0 V_0 = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{0,397}{n} d^{2/3} \sqrt{i_0} = \frac{0,3113}{n} d^{2/3} \sqrt{d^2 \sqrt{i_0}}$$

Pentru alte valori i și n, V_0 și Q_0 se multiplică cu raportul $K = \frac{\sqrt{i}}{\sqrt{i_0}}$, și $\frac{n_1}{n}$. Pentru diferite grade de umplere se va folosi diagrama 7.II.

În cazul podețelor înecate amonte și regim liber în podeț se va folosi tabelul 7.XI (valorile de sub linia orizontală)

Remuul la intrare în podeț se determină cu relația: $h_r = \frac{V_0^2}{2g\varphi^2}$ (dacă se neglijează viteza din albie); φ se va lua din tabelul 7.VII. (în regim liber).

Tabelul 7. XVII

Calculul valorilor hcr și h la podețe cu secțiuni dreptunghiulare în regim liber de scurgere (considerate ca deversoare cu prag lat, neînecate, cu $\varphi_1 = 0.85$)

Lumina podeț b în m	1.00		2.00		3.00		4.00		5.00		6.00		7.00		8.00		9.00		10.00	
Debit m^3/s	hcr m	H m	hcr m	H m	hcr m	H m	hcr m	H m	hcr m	H m	hcr m	H m	hcr m	H m	hcr m	H m	hcr m	H m	hcr m	H m
1,0	0,47	0,78	0,30	0,50	0,28	0,38	0,19	0,32	0,16	0,27										
2,0	0,74	1,23	0,47	0,78	0,36	0,60	0,31	0,50	0,26	0,43										
3,0	0,97	1,61	0,62	1,03	0,46	0,76	0,38	0,63	0,33	0,54										
4,0	1,18	1,96	0,75	1,25	0,56	0,93	0,46	0,77	0,40	0,67										
5,0	1,36	2,26	0,86	1,43	0,63	1,05	0,52	0,87	0,45	0,75	0,41	0,68	0,37	0,62	0,34	0,56	0,31	0,52	0,30	0,50
6,0	1,54	2,56	0,97	1,61	0,74	1,23	0,61	1,02	0,53	0,88	0,47	0,78	0,42	0,70	0,37	0,64	0,36	0,59	0,33	0,55
7,0	1,74	2,90	1,10	1,83	0,82	1,36	0,68	1,12	0,59	0,97	0,52	0,86	0,47	0,78	0,43	0,71	0,40	0,65	0,37	0,61
8,0	1,85	3,07	1,17	1,94	0,90	1,50	0,74	1,24	0,65	1,08	0,57	0,95	0,52	0,86	0,47	0,78	0,43	0,72	0,40	0,66
9,0	2,02	3,34	1,28	2,12	0,97	1,61	0,80	1,32	0,70	1,15	0,62	1,03	0,56	0,93	0,51	0,85	0,47	0,78	0,44	0,73
10,00	2,18	3,60	1,38	2,30	1,05	1,74	0,87	1,43	0,75	1,25	0,66	1,10	0,60	1,00	0,55	0,91	0,50	0,83	0,47	0,78
11,00	2,30	3,82	1,46	2,42	1,12	1,85	0,93	1,52	0,80	1,32	0,72	1,18	0,65	1,07	0,59	0,97	0,55	0,89	0,50	0,83
12,00	2,45	4,05	1,55	2,57	1,17	1,95	0,97	1,60	0,85	1,40	0,74	1,24	0,67	1,12	0,61	1,02	0,56	0,94	0,53	0,88
13,00			1,63	2,70	1,23	2,04	1,02	1,68	0,88	1,46	0,78	1,30	0,70	1,17	0,64	1,07	0,60	1,00	0,56	0,93
14,00			1,72	2,85	1,29	2,15	1,07	1,77	0,92	1,54	0,82	1,36	0,74	1,23	0,68	1,12	0,63	1,04	0,59	0,98
15,00			1,80	2,98	1,36	2,25	1,12	1,85	0,98	1,61	0,86	1,42	0,78	1,28	0,71	1,17	0,66	1,08	0,61	1,02
16,00			1,88	3,12	1,41	2,32	1,16	1,91	1,01	1,66	0,90	1,50	0,81	1,35	0,74	1,24	0,69	1,14	0,64	1,06
17,00			1,95	3,25	1,46	2,42	1,21	1,98	1,05	1,73	0,94	1,56	0,85	1,41	0,78	1,28	0,72	1,18	0,67	1,72
18,00			2,03	3,36	1,52	2,52	1,26	2,08	1,10	1,80	0,97	1,61	0,88	1,45	0,80	1,32	0,74	1,22	0,69	1,15
19,00			2,10	3,48	1,56	2,60	1,29	2,14	1,12	1,86	1,00	1,66	0,90	1,50	0,83	1,37	0,76	1,26	0,72	1,20
20,00			2,17	3,60	1,61	2,67	1,33	2,20	1,16	1,92	1,05	1,75	0,95	1,58	0,87	1,45	0,80	1,33	0,74	1,23
25,00			2,52	4,17	1,88	3,12	1,55	2,57	1,35	2,23	1,14	1,90	1,03	1,72	0,94	1,57	0,87	1,45	0,85	1,41
30,00			2,83	4,70	2,10	3,50	1,74	2,88	1,50	2,50	1,36	2,26	1,23	2,04	1,12	1,86	1,03	1,71	0,96	1,60
35,00					2,40	3,90	1,98	3,20	1,72	2,80	1,53	2,54	1,38	2,28	1,26	2,10	1,16	1,93	1,08	1,80
40,00					2,64	4,38	1,18	3,61	1,90	3,15	1,66	2,75	1,50	2,48	1,37	2,26	1,26	2,10	1,18	1,96
45,00					2,85	4,72	2,35	3,88	2,05	3,38	1,80	2,98	1,62	2,68	1,48	2,45	1,37	2,26	1,27	2,11
50,00					3,02	5,05	2,50	4,15	2,16	3,62	1,93	3,20	1,74	2,98	1,57	2,61	1,47	2,44	1,36	2,25
60,00									2,45	4,05	2,17	3,60	1,93	3,26	1,78	2,96	1,65	2,74	1,54	2,56
70,00									2,72	4,50	2,41	4,00	2,17	3,60	1,98	3,30	1,83	3,05	1,71	2,84
80,00											2,62	4,32	2,36	3,90	2,08	3,56	2,00	3,28	1,85	3,07
90,00													2,57	4,25	2,34	3,90	2,16	3,60	2,02	3,35
100,00															2,51	4,16	2,31	3,83	2,18	3,62

Notă: valorile h_{cr} și H s-au calculat cu formulele:

$$h_{cr} = \sqrt[3]{\frac{q^2}{b^2 g}} \; ; H = k \cdot h_{cr}; \; K = \frac{1 + 2\varphi^2}{2\varphi_1^2}$$

Tabelul 7. XVIII

Calculul debitelor la deversoare cu prag lat, înecate (pentru lățimea b = 1.0 m; $\varphi_1 = 0.85$; $\varepsilon_1 = 0.90$)

hn-m / hr-m	q m^3/s pe - ml																		
	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,20	1,50	1,80	2,00	2,20	2,50	2,80	3,00	3,20	3,50	3,80	4,00
0,10	0,53	0,63	0,75	0,85	0,96	1,07	1,28	1,60	1,92	2,14	2,34	2,66	2,98	3,20	3,41	3,72	4,05	4,25
0,20	0,75	0,90	1,25	1,20	1,36	1,51	1,81	2,26	2,71	3,02	3,30	3,78	4,22	4,50	4,82	5,26	5,72	6,02
0,30	0,92	1,11	1,30	1,47	1,65	1,85	2,20	2,78	3,31	3,70	4,05	4,62	5,16	5,50	5,90	6,45	7,00	7,40
0,40	1,65	1,28	1,50	1,70	1,92	2,18	2,56	3,20	3,89	4,25	4,70	5,30	5,95	6,35	6,80	7,45	8,10	8,55
0,50	1,19	1,43	1,70	1,90	2,15	2,48	2,86	3,58	4,27	4,75	5,25	5,95	6,68	7,15	7,61	8,35	9,05	9,50
0,60	1,30	1,57	1,85	2,08	2,35	2,61	3,14	3,90	4,68	5,20	5,75	6,55	7,30	7,80	8,35	9,15	9,92	10,45
0,70	1,41	1,70	1,98	2,25	2,54	2,82	3,38	4,20	5,05	5,65	6,20	7,05	7,90	8,45	9,00	9,85	10,70	11,30
0,80	1,51	1,81	2,12	2,40	2,72	3,02	3,62	4,51	5,40	6,08	6,60	7,55	8,48	9,00	9,65	10,52	11,45	12,10
0,90	1,60	1,92	2,25	2,55	2,88	3,80	3,84	4,80	5,75	6,40	7,02	8,00	8,95	9,60	10,20	11,20	12,15	12,80
1,00	1,68	2,02	2,37	2,68	3,04	3,37	4,05	5,05	6,05	6,75	7,40	8,42	9,45	10,11	10,80	11,60	12,80	13,50
1,10	1,76	2,12	2,50	2,80	3,18	3,54	4,25	5,30	6,35	7,08	7,75	8,85	9,92	10,60	11,30	12,40	13,45	14,15
1,20	1,83	2,22	2,60	2,94	3,32	3,68	4,42	5,52	6,62	7,40	8,10	9,20	10,35	11,10	11,80	12,90	14,05	14,80
1,30	1,92	2,30	2,70	3,05	3,46	3,84	4,60	5,75	6,90	7,67	8,45	9,60	10,80	11,55	12,30	13,45	14,60	15,40
1,40	1,98	2,38	2,80	3,17	3,58	3,95	4,80	5,96	7,15	7,98	8,75	9,95	11,20	12,00	12,75	13,95	15,15	16,00
1,50	2,06	2,47	2,90	3,26	3,72	4,12	4,95	6,20	7,40	8,25	9,05	10,30	11,60	12,40	13,20	14,42	15,65	16,50
1,60	2,13	2,56	3,00	3,39	3,84	4,85	5,12	6,40	7,65	8,50	9,35	10,68	11,95	12,80	13,65	14,90	16,20	17,10
1,70	2,18	2,63	3,09	3,48	3,96	4,40	5,27	6,58	7,85	8,75	9,65	11,00	12,30	13,20	14,05	15,35	16,70	17,60
1,80	2,25	2,70	3,18	3,60	4,07	4,52	5,42	6,75	8,10	9,05	9,95	11,30	12,70	13,55	14,45	15,80	17,15	18,10
1,90	2,32	2,78	3,26	3,70	4,17	4,65	5,57	6,95	8,35	9,30	10,20	11,60	13,65	13,95	14,85	16,25	17,65	18,60
2,00	2,37	2,86	3,35	3,78	4,30	4,75	5,72	7,15	8,55	9,55	10,50	11,90	13,35	14,30	15,25	16,65	18,10	19,10
2,20	2,50	3,00	3,52	3,98	4,50	5,00	6,00	7,50	8,95	10,00	11,00	12,50	14,00	15,00	16,00	17,50	19,00	20,00
2,50	2,66	3,19	3,75	4,25	4,80	5,32	6,38	7,97	9,60	10,65	11,70	13,30	14,95	16,00	17,05	18,65	20,20	21,30
2,80	2,81	3,38	3,95	4,48	5,08	5,64	6,75	8,45	10,15	11,30	12,40	14,10	15,80	16,90	18,05	19,70	21,40	22,60
3,00	2,91	3,50	4,10	4,65	5,25	5,92	7,00	8,75	10,50	11,70	12,80	14,60	16,40	17,50	18,70	20,40	22,20	23,40

Notă:

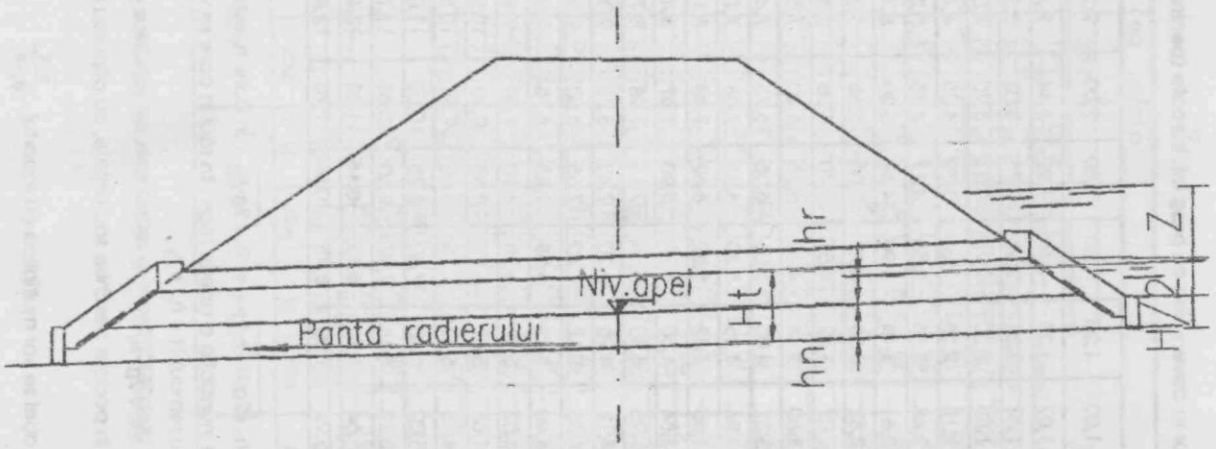
- Debitele au fost calculate cu formula: $q = \varepsilon_1 \varphi_1 \cdot b \cdot h_n \sqrt{2g(H - h_n)} = \varepsilon_1 \varphi_1 \cdot h_n \sqrt{2g \cdot h_r}$. În care h_r este remuul în m, iar h_n înălțimea stratului de apă la ieșirea din podeț; h_n se determină din cota apei din aval (cota apelor de inundație a apelor mari din râul în care se varsă, a lacului etc.).
- Înălțimea stratului de apă în amonte de podeț (cu remuu) $H = h_n + h_r$.
- Viteza medie a apei pe deversor sau în podeț $V_m = \varphi_1 \sqrt{2g \cdot h_r}$
- Valorile sunt valabile și pentru debitele la intrarea în podețe deschise sau dalate, cu aripi sau sferturi de con, în regim liber de scurgere cu panta oglinzii apei mai mică decât 0.5%.
- Pentru alți coeficienți φ și ε, valorile debitelor din tabel se vor multiplica cu raportul $\frac{\varphi \cdot \varepsilon}{\varphi_1 \cdot \varepsilon_1}$

Tabelul 7.XIX

Calculul debitelor podeţului ovoidal tip C.F.R. de 1.00 m. Lumina în regim liber de scurgere

Panta radier (m/m)	GRADUL DE UMPLERE											
	$h_n = \frac{1}{4}$ Ht = 0,43 m				$h_n = \frac{1}{2}$ Ht = 0,85 m				$h_n = \frac{3}{4}$ Ht = 1,28 m			
	h_n m	V m/s	Q m^3/s	H m	h_n m	V m/s	Q m^3/s	H m	h_n m	V m/s	Q m^3/s	H m
0,01	0,43	1,59	0,64	0,51	0,85	2,14	1,79	0,98	1,28	2,25	2,70	1,43
0,02	0,43	2,26	0,91	0,58	0,25	3,01	2,53	1,12	1,28	3,18	3,81	1,58
0,03	0,43	2,76	1,11	0,65	0,85	3,70	3,10	1,25	1,28	3,90	4,67	1,70
0,04	0,43	3,19	1,29	0,72	0,85	4,27	3,58	1,35	1,28	4,50	5,89	1,88
0,05	0,43	3,55	1,43	0,81	0,85	4,76	4,00	1,52	1,28	5,03	6,03	2,00
0,06	0,43	3,90	1,57	0,87	0,85	5,23	4,38	1,65	1,28	5,51	6,60	2,20

SCHIŢĂ



Relaţii de calcul

$$R = \frac{A}{P}$$

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^{1/6}$$

$$v = \varphi \cdot C\sqrt{R \cdot i}$$

$$Q = \varepsilon_c \cdot A \cdot v = \varepsilon_c \cdot A \cdot C \cdot \varphi \sqrt{R \cdot i}$$

$$h_r = \frac{V}{\varphi 2g} \cdot \frac{V_0^2}{2g} = \frac{V^2}{2g}\left(\frac{1}{\varphi^2} - 1\right)$$

Notaţii

- h_r Remuul (m)
- I Panta radierului (m/m)
- Q Debitul (m^3/s)
- C Coeficientul lui Chezy
- φ Coeficientul de viteza (0,80)
- ε_c Coeficientul de contracţie (0,85)
- Z înălţime apă în funcţie de H/2
- n Coeficientul de rugozitate (0,020)
- V Viteza în podeţ (m/s)

A_t Suprafața totală (2,0 mp)

P_t Perimetrul total (4,50 mp)

R_t Raza hidraulică totală (0,495 m)

Notă:

- Valorile h_r s-au calculat pentru $V_0 \approx V$ (considerând aceeași secțiune și pantă ca în podeț), în alte condiții h_r se va calcula cu relația indicată mai sus.
- În cazul podețului înecat amonte și scurgerea liberă în podeț

$$Q = H_t \cdot s \sqrt{2g\left(\frac{H_t}{2} + z\right)} = 0{,}5 \cdot 2{,}0 \sqrt{2g\left(\frac{H_t}{2} + z\right)} = 4{,}42 \sqrt{\frac{H_t}{2} + z} \quad (m^3/s)$$

- Pentru altă formă și altă lumină a boltii se determină grafic P și S și cu relațiile indicate mai sus se calculează V, Q, h_r și H.
- Pentru pante intermediare valorile V, Q și H se determină prin interpolare.

CUPRINS

Capitolul I. Principii generale 48
Secţiunea 1. Obiect şi domeniu de aplicare 48
Secţiunea 2. Prescripţii generale 48
Capitolul II. Clasificarea podurilor şi podeţelor 50
Capitolul III. Studii şi date necesare proiectării hidraulice a podurilor şi podeţelor 52
Secţiunea I. Studii necesare 52
Secţiunea II. Studii topografice 52
Secţiunea III. Studii hidrologice 53
Secţiunea IV. Studii geotehnice 54
Capitolul IV. Alegerea amplasamentului podului 54
Capitolul V. Determinarea caracteristicilor de curgere a apelor în regim liber 55
Capitolul VI. Dimensionarea hidraulică a podurilor 61
Secţiunea 1. Stabilirea lungimii podului 61
Secţiunea 2. Calculul afluierilor 65
Secţiunea 3. Calculul suprînălţărilor de nivel 69
Secţiunea 4. Sporirea capacităţii de debit prin decapări 70
Secţiunea 6. Înălţimea de liberă trecere şi împărţirea lungimii podului în deschideri 72
Secţiunea 7. Înălţimea de siguranţă (garda) la terasamente de acces 74
Secţiunea 8. Poduri în cazuri speciale 75
Secţiunea 9. Terasarea digurilor de dirijare 79
Capitolul VII. Calculul hidraulic al podeţelor 81
Secţiunea 1. Clasificarea podeţelor 81
Secţiunea 2. Stabilirea probabilităţii anuale de depăşire şi a debitelor de calcul 81
Secţiunea 3. Dimensionarea hidraulică a podeţelor cu albie neafuiabilă 82
Secţiunea 4. Dimensionarea hidraulică a podeţelor cu albie afuiabilă (în regim de liber curgere) 94
Secţiunea 5. Stabilirea luminii podeţelor (L_n, b, Φ) 94
Secţiunea 6. Stabilirea înălţimii podeţelor (h_p) 95
Secţiunea 7. Determinarea debuşeului podeţelor 95
Secţiunea 8. Dispoziţii constructive 97