

Conf. dr. ing. IULIAN ALEXIU

***CURS GENERAL
DE PODURI***

INSTITUTUL DE CONSTRUCTII BUCURESTI

1975

3. Spații de liberă trecere pe pod.

3.1. Pentru exploatarea în condiții de siguranță a căilor de transport sînt rezervate spații anume în care vehiculele au voie să circule și spații anume în care obiectele din vecinătatea căii de transport nu au voie să pătrundă. Aceste spații sînt reglementate cu mare precizie prin desene care se numesc gabarite și care reprezintă conturul secțiunii transversale al acestor spații. Nerespectarea gabaritelor în cale curentă pot provoca, distrugerea vehiculelor și a obiectelor din vecinătatea căii, cu consecințele respective. Nerespectarea gabaritelor pe poduri sau în vecinătatea podurilor pot conduce nu numai la distrugerea vehiculelor și a obiectelor cu care acestea se ciocnesc ci periclitează chiar calea pe care vehiculele circulă. Din această cauză pentru poduri se prescriu gabarite speciale și dispoziții constructive speciale menite să aducă un surplus de măsuri care să garanteze siguranța circulației. Totdeodată, pe podurile de cale ferată sînt prevăzute dispoziții în legătură cu protecția muncii.

3.2. Spații de liberă trecere pe podurile de cale ferată

Pentru podurile cu calea sus nu poate interveni niciun element care să împiedece circulația vehiculelor, afară de cazurile cînd pe pod ar putea interveni montarea vreunei instalații speciale. La podurile cu calea jos spațiul prin care circulă vehiculele se învecinează cu grinzile principale cu contravîntuirile longitudinale cu ranforții, și cu anumite instalații care trebuie montate pe pod ca de ex. elementele care susțin fixele de contact la căile ferate electrice.

Spațiile ce trebuie să rămîină libere pentru circulația vehiculelor de cale ferată sînt reglementate de gabaritele de liberă trecere.

3.2.1. Prin gabărit de liberă trecere se înțelege conturul transversal, în plan vertical perpendicular pe axa căii, în interiorul căruia nu trebuie să pătrundă nici o parte a construcțiilor și a instalațiilor fixe.

În legătură cu spațiul liber pe pod, la căile ferate române intervin două gabarite de liberă trecere și anume:

- gabăritul de liberă trecere CFR pentru construcțiile

existente adică gabaritul de liberă trecere admis la lucrările de artă, construcțiile și instalațiile existente înainte de 1.VIII.1953 (fig. 3.1) (plansa 3 din STAS 4392-68 pentru căi ferate normale) fig. 3.2. (plansa 2 din STAS 4531-57 pentru căi ferate înguste de 760 și 750 mm) și fig. 3.4. (pentru căi ferate înguste de loco mm ecartament) (plansa STAS 4531-57).

- gabaritul de liberă trecere CFR pentru construcții noi pe linii care nu se prevăd a fi electrificate, adică gabaritul de liberă trecere în exteriorul cărui trebuie amplasate lucrările de artă, construcțiile și instalațiile noi cu caracter definitiv pe toate liniile noi sau existente precum și construcțiile vechi care se reconstruiesc pe liniile menționate mai sus. (fig. 3.3) (plansa 4 din STAS 4392-68) pentru căi ferate normale și (fig. 3.4) (plansa 2 din STAS 4531-57) pentru căi ferate înguste de 750 sau 760 mm ecartament și fig. 3.4. (pentru căi ferate înguste de loco mm ecartament).

- gabaritul de electrificare se obține astfel:
La liniile ferate existente care se electrifică:

- pentru construcții existente se consideră gabaritul de liberă trecere din fig. 3.1. completat la partea superioară conform cap. 5 din STAS 4392-68;

- pentru construcțiile noi sau reconstrucția celor existente se ia gabaritul de liberă trecere din fig. 3.3 completat la partea superioară conform cap.5 din STAS 4392-68.

La liniile ferate noi care se prevăd a fi electrificate se consideră gabaritul din fig. 3.3. care se completează la partea superioară conform cap. 5 din STAS 4392-68.

3.2.2. La cap. 5 din STAS 4392-68 se precizează:

a) Distanțele minime de izolare obligatorii fig. 3.5 (plansa 7 din STAS 4392-68) conform tabelelor I și III de mai jos:

Tabelul 3.I.

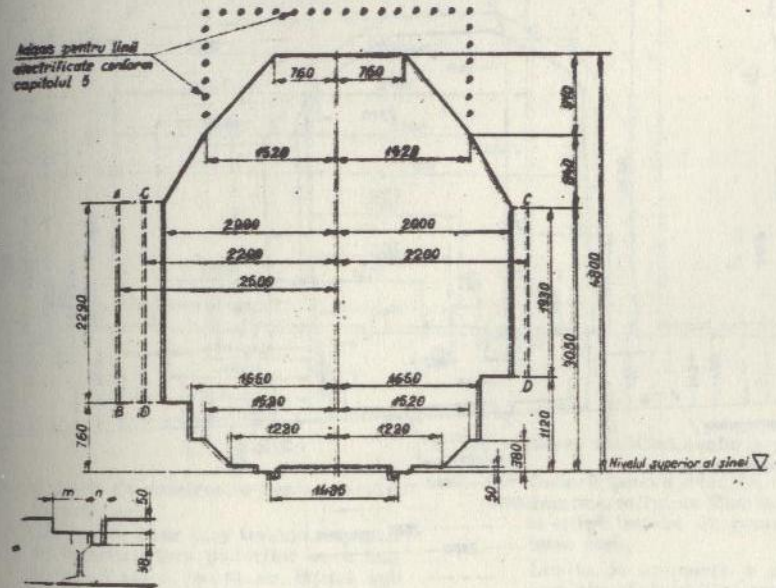
Cazul	Distanța de izolare	Condițiile în care se aplică
1	a = 340 mm	În cazul încărcărilor gabaritice pentru firul de contact (FC) susceptibil de abilități verticale însemnate, sub influența pantografului și acțiunii vântului.
2	a = 290 mm	În cazul încărcărilor negabaritice și în condițiile când FC nu prezintă oscilații însemnate pe verticală sub influența pantografului și acțiunii vântului.

Gabarit de liberă trecere C.F.R. pentru construcțiile existente*)

Valabil în aliniament și în curbe cu raze de 350 m și mai mari.
 (În curbe cu raze sub 350 m, lățimile gabaritalui se sporesc conform indicațiilor de la punctul 3.2.3.1 și din tabelul I).

a) Pentru linia curentă și pentru liniile de primire și expediție a trenurilor de călători în stații.

b) Pentru celelalte linii din stații.



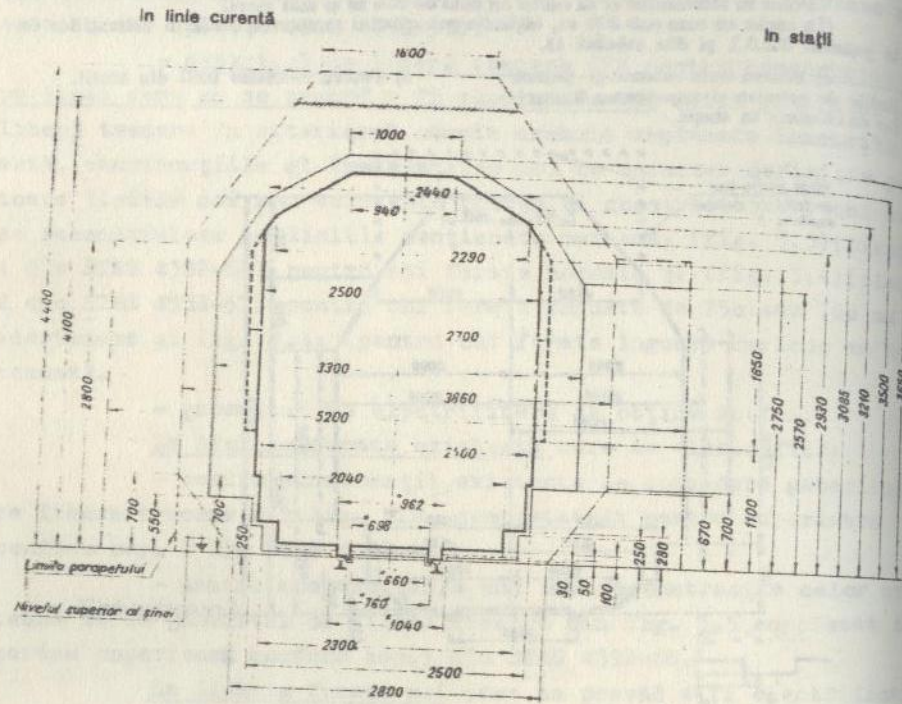
- m { > 150 mm pentru obiecte fixe, nelegate de șina de rulare;
- > 155 mm pentru obiecte legate rigid de șina de rulare.
- n { 67 mm + supralărgirea curbei, la treceri de nivel, linii în pavaje etc.;
- 45 mm + supralărgirea curbei la contrașine lângă firul interior în curbe;
- 44 mm la șanțul de rulare al inimilor simple;
- 41 mm $\begin{matrix} +2 \\ -3 \end{matrix}$ pentru contrașine care ghidează roata pe fața interioară;
- 45 mm pentru contrașine la traversările fixe.

Gabarit de liberă trecere minimal pentru lucrările de artă (poduri, tuneluri, pasaje superioare etc.).
 CD — spațiul liber la toate obiectele, instalațiile și construcțiile din stații și la semnalele plasate între două linii, paralele în linie curentă
 AB — spațiul liber la toate obiectele, instalațiile și construcțiile din linie curentă, afară de lucrările de artă.

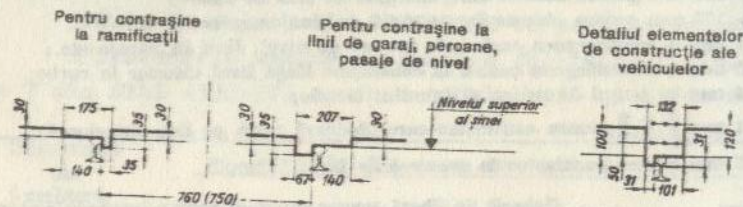
*) Prin construcții existente se înțeleg cele construite înainte de 01.07.1950.
 OBSERVAȚIE. — Semnalele amplasate cu aprobarea Ministerului Căilor Ferate la 2120 mm în loc de 2200 mm în funcție de vechitarea, descrierea, var. pelen, etc. în această situație până la reconstrucția stației respective.

Fig. 3.1.

Gabarite pentru linii cu ecartament 760 și 750 mm



Detaliul gabaritului de liberă trecere



Notă: Pentru ecartament de 750 mm, cotele notate cu asterisc se vor micșora cu 10 mm.

- Gabarit de încărcare și de material rulant.
- Spațiu care poate fi ocupat numai de corpul felinarelor semnal de coastă.
- Gabarit de liberă trecere.
- Gabarit de construcție pentru lucrări de artă noi.
- Pentru linii industriale și forestiere.
- Limita de apropiere pentru ziduri continue (ziduri de clădiri sau de împrejurări) paralele cu linia c. f.
- Limita inferioară pentru piese de vagon situate în afara osiilor extreme care rămân și în curbă în spațiul parcurs de bandaj.
- Idem pentru piese de vagon situate între osiile extreme.
- Limita inferioară pentru vagoane construite înaltele de 1950 și pentru locomotive, tendere, automotoare vechi și noi.

Fig. 3.2.

Gabarit de liberă trecere C.F.R. pentru construcții noi
Valabil în aliniament și curbe cu raze mai mari de 4 000 m.

a) În linie curentă.

b) În stații (între virfurile macazurilor) și pe porțiunea liniilor de tragere și garaje care depășește aceste macazuri (în afară stației).

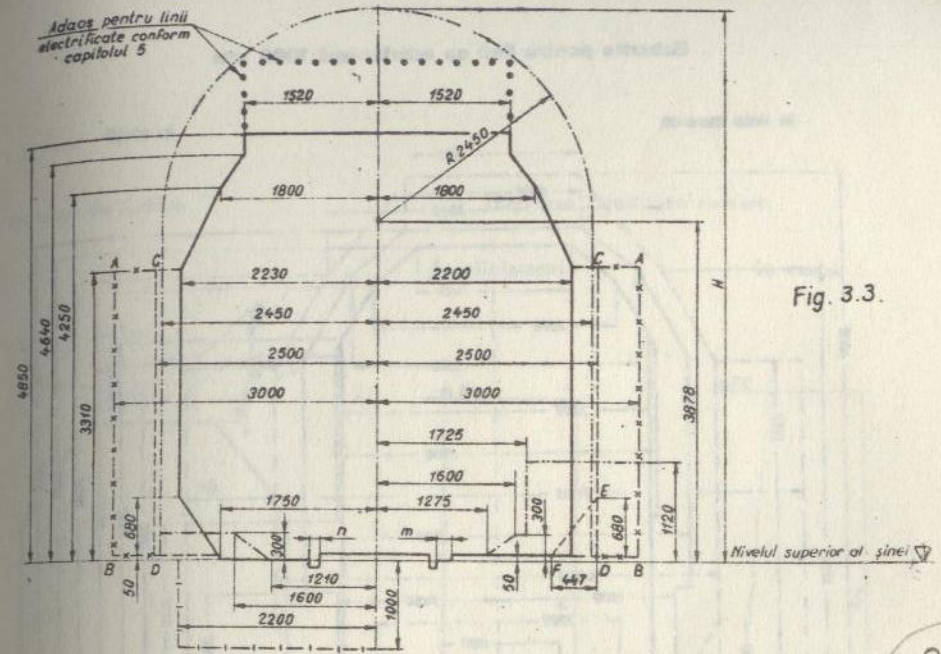


Fig. 3.3.

H are valoarea stabilită conform pct. 5.3. ???

- Gabarit de construcție pentru lucrări de artă noi.
- CD spațiu liber care trebuie respectat de infrastructura podurilor care traversează calea forată cu lățime sub 6 m, de parapetele podurilor, precum și de semnalele instalațiilor SCB (semnalizare, centralizare, bloc) și stâlpii rețelei de contact *).
- x-x-x AB spațiu liber care trebuie respectat de alte construcții și de ziduri paralele și infrastructurii de poduri care traversează calea ferată, cu lățimea de 6 m sau mai mare.
- Limita de apropiere a peroanelor în haltele din linia curentă.
- Spațiu liber care trebuie asigurat pentru acțiunea mașinii de ciuruit balastul, cu excepția lucrărilor de artă, trecerilor de nivel și instalațiilor SCB.
- Gabarit pentru tuneluri.
- Gabarit pentru semnale, coloane hidraulice, stâlpi de iluminat, precum și stâlpii rețelei de contact plasată între linii.
- Limita de apropiere a peroanelor, rampelor și cheurilor, aparatelor de manevră la macazuri și semnalelor pitice.
- CD spațiul liber care trebuie respectat de infrastructura podurilor care traversează liniile de soclurile masive de siguranță cu lățimea sub 6 m.
- CEF spațiu liber care trebuie respectat de suprastructura podurilor metalice cu calea jos în stații.
- x-x-x AB spațiu liber care trebuie respectat de alte construcții, precum și de ziduri paralele și de infrastructura podurilor care traversează liniile și de soclurile masive de siguranță cu lățimea de 6 m sau mai mare, stâlpii peroanelor sau stâlpii exteriori ai rețelei de contact (a se vedea și anexa).
- Gabarit pentru tuneluri.

* Această dimensiune poate fi redusă în cazuri impuse de condițiile locale între 2500...2200 mm cu aprobarea anticipată a Conducerei Ministerului Căilor Ferate.

OBSERVAȚIE. -- Dimensiunile m și n sînt cele indicate în planșa 3. Pe liniile în curbe cu raze de 4 000 m sau mai mici, limitele gabaritului de mai sus se sporesc conform indicațiilor de la punctul 3.2.3.2 și tabelul 3.

Tabelul 3.II.

Cazul	Distanțe de izolare		Condițiile în care se aplică.
	b mm	c mm	
1.	320	320	Cînd distanța minimă de izolare durează un timp îndelungat (cazul cînd locomotiva cu pantograful ridicat staționează sub lucrarea de artă și împinge suspenzia în sus dacă pe linia respectivă există circulație importantă de locomotive cu abur sau cînd lucrarea de artă și linia de contact sînt situate în zona marină (mediu salin).
2.	270	270	Idem ca în cazul 1, însă nu există circulație importantă de locomotive cu abur sau cînd lucrarea de artă și linia de contact nu sînt situate în zona marină (mediu salin).
3.	270	220	Cînd distanța minimă de izolare durează un timp scurt (cazul cînd locomotiva cu pantograful ridicat trece sub lucrarea de artă), dacă pe linia respectivă există o circulație importantă de locomotive cu abur sau cînd lucrarea de artă și linia de contact sînt situate în zona marină (mediu salin).
4.	220	170	Idem ca în cazul 3, însă nu există o circulație importantă de locomotive cu abur sau cînd lucrarea de artă și linia de contact nu sînt situate în zona marină (mediu salin).

b/ Înălțimea de pozare a firului de contact se măsoară dela partea inferioară a acestuia pînă la nivelul superior al șinei, considerat în axa căii (fig. 3.5).

Înălțimea minimă a firului de contact este 5150 mm iar înălțimea maximă 6500 mm.

c/ Înălțimea liberă minimă sub o lucrare de artă sau construcție situată pe o cale ferată electrificată se măsoară în axa căii, dela nivelul superior al șinelor și pînă la partea cea mai de jos a lucrării de artă aflate deasupra căii (fig. 3.5 -).

d/ Înălțimea liberă minimă pentru pasaje superioare și paserile noi, sau reconstruite total, situate pe o linie ferată electrificată sau care urmează a fi electrificată se arată în ta-

Cazul	Condiții de amplasament și condiții constructive ale lucrării de artă	Schița	Cota H
I 1 I 2 I 3	PS amplasată în linie curentă în amonte și aval de PS nu există TN sau ac stație c.f. în o distanță mai mică de 400 m PS cu dimensiunea $d \leq 9$ m și care permite ancorarea CP (forță de ancorare pentru o suspensie 1500 kgf)		$H = b_{gr} + b + f + e = 5150 + 320 + 265 + 48 + 12$ ca. 5890 mm
II 1 II 2 II 3	Idem ca I 1 Idem ca I 2 PS avînd $d > 9$ m; nu permite ancorarea CP		$H = \text{idem } H_{I1} + f$ $H = 5800 + 500 = 6300$ mm
III 1 III 2 III 3	Idem ca I 1 Idem ca I 2 PS cu d cuprins între 9 și 15 m PS realizat constructiv cu casete sau nișe care permit instalarea unei pendule izolate: PS permite ancorarea CP		$H = \text{idem } H_{I1}$ $H = 5800$ mm

Fig. 3.6.

Cazul	Condiții de amplasament și condiții constructive ale lucrării de artă	Schița	Cota H
IV 1 IV 2	Față de amplasamentul L.A. există TN sau ac stație la o distanță mai mică de 400 m Idem ca I 3		$H = H_f + 350 \left(1 - \frac{x}{400} \right)$ — x — cuprins între 0 și 400 m
V 1 V 2	Idem ca IV 1 Idem ca II 3		$H = H_f + 350 \left(1 - \frac{x}{400} \right)$ — x — cuprins între 0 și 400 m
VI 1 VI 2	Idem ca IV 1 Idem ca III 3		$H = \text{Idem H/V}$ — x — cuprins între 0 și 400 m

OBSERVAȚII. — În prezentul tabel s-a notat:
 PS — pasaj superior sau pasarelă;
 TN — trecere de nivel peste calea forată sau peste macaz în stație c.f.;
 L.A. — lucrare de artă;
 CP — cablul purtător;
 FC — firul de contact;
 A — ac stație c.f.
 NS — nivelul superior al liniei în axul căii;
 d — distanța între cablul purtător și firul de contact.
 — înălțimea minimă liberă sub PS (cota H) s-a stabilit luând în considerare:
 — h_{pc} — înălțimea minimă a firului de contact (pet. 5.2);
 — δ — distanța de izolare pe verticală (lană de aer — δ), conform pet. 5.1.2 — tabelul 5;
 — f — jocul pe verticală a suspensiei (variația săgeții), datorită variației de temperatură sau depunerii de chicleură, maxime;
 — f_1 — săgeata negativă a suspensiei la temperatura minimă;
 — \varnothing — diametrul conductorului suspensiei.
 — înălțimile informative indicate în prezentul tabel sînt stabilite:
 — pentru tipul de arsusie de cablu purtător B.M.70 și fir de contact T.F.100;
 — față de nivelul superior al șinelor, definitiv (pet. 3.2.1a).

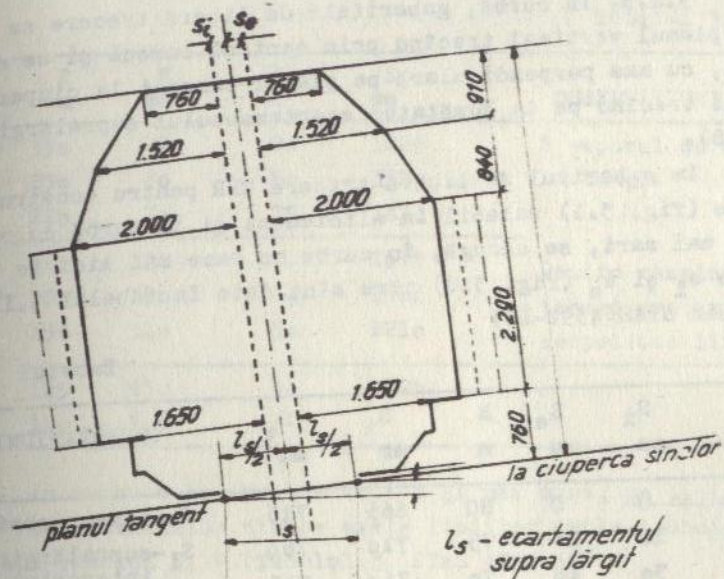


Fig. 3.8

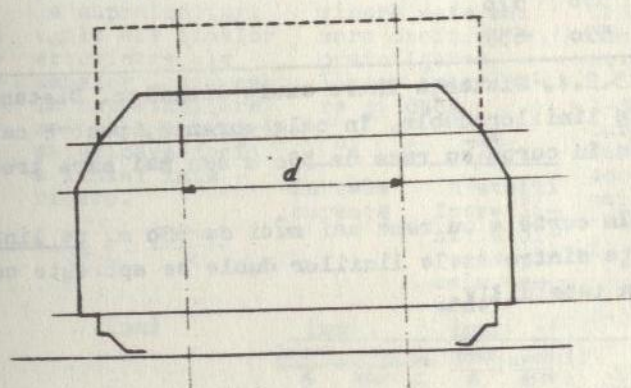


Fig. 3.9

belul din fig. 3.6 și 3.7 (Tabelul 6 din STAS 4392-68 pag. 9 și 10)

3.2.3. In curbă, gabaritele de liberă trecere se stabilesc în planul vertical trecând prin centrul curbei și se așează înclinat, cu axa perpendiculară pe planul tangent la ciuperca șinelor, și trecând pe la jumătatea ecartamentului supralărgit (fig. 3.8).

La gabaritul de liberă trecere CFR pentru construcții existente (fig. 3.1) valabil în aliniament și în curbă cu raza 350 m și mai mari, se adaugă, în curbe cu raze mai mici de 350 m sporurile s_1 și s_e (fig. 3.8) care sînt date în tabelul 3.III (tabelul 1 din STAS 4392-68)

Tabelul 3. III.

R m	S_i mm	S_e mm	R m	S_i mm	S_e mm	OBSERVAȚIUNI
350	0	0	80	665	715	R- raza curbei
250	10	10	75	710	760	S_i -supralărgirea spre interiorul curbei
225	30	40	70	760	815	
200	60	70	60	890	950	S_e -supralărgire spre exteriorul crubei (fig. 3.8)
180	90	100	50	1070	1140	
150	140	170	40	1300	1425	
125	300	330				
100	530	570				
90	590	635				

3.2.4. Distanța între axele liniilor. Distanța minimă între axele liniilor duble, în cale curentă, pentru calea în aliniament sau în curbe cu raze de 350 m sau mai mare trebuie să fie de 4,00 m.

În curbele cu raze mai mici de 350 m, pe liniile existente, distanța dintre axele liniilor duble se sporește cu valorile indicate în tabelul 3.IV.

Tabelul 3.IV.

R m	S mm	R m	S mm	OBSERVAȚIUNI
350	0	90	1225	S -sporul de distanță
250	20	80	1380	
225	70	75	1470	
200	130	70	1575	Pentru razele intermediare se interpolează liniar
180	190	60	1880	
150	310	50	2210	
125	630	40	2725	
100	1100			

În curbele cu raze de 4000 m și mai mici, pe liniile noi sporurile distanțelor dintre axele liniilor duble trebuie să fie cele din tabelul 3. V. (Tabelul 3, STAS 4392-68)

Tabelul 3. V.

Reza curbei R (m)	Supra- înăl- țarea teore- tică a șinei exte- rioa- re h (mm)	Sporul distanței între linii în cale curentă și în stații	Sporul se- mi lățimii gabaritelor de liberă trecere CFR pentru construcții noi, 1-SM și 1-SM, în curbele cu rază de 4000 m sau mai mică (mm)
		dacă nu există supraînălțarea sau la supraînălțări egale ale șinelor exterioare ale ambelor linii sau la supraînălțare mai mică a liniei interioare decât a liniei interioare.	dacă supraînălțarea liniei exterioare este mai mare decât supraînălțarea liniei interioare și dacă $h_1 \geq \frac{h_2}{2}$
		$S_i + S_e = \frac{72000}{R}$	
		(mm)	
		(mm)	(mm)
		$\frac{72000}{R} + \frac{3900}{1500} \cdot \frac{h}{2}$	$\frac{72000}{R} + \frac{3900}{1500} \cdot \frac{h}{2}$
1.	2.	3.	4.
4000	50	20	85
3500	55	20	95
3000	65	25	110
			5.
			6.
			7.

1.	2.	3.	4.	5.	6.
2000	100	35	170	105	20
1800	110	40	185	115	20
1500	135	50	225	140	25
1200	150	60	255	160	30
1000	150	75	270	175	35
800	150	90	285	190	45
700	150	105	300	205	50
600	150	120	315	220	60
500	150	145	340	245	75
400	150	180	375	280	90
350	150	205	400	310	105
300	150	240	435	340	120
250	150	290	485	390	145
200	150	360	555	460	180
180	145	400	590	500	200
150	110	480	625	555	240

Dacă $h_i < \frac{h_a}{2}$ - valorile din coloanele 4 și 5 trebuie stabilite prin calcul ținând seama de supraînălțările respective.

În cazul dublării unor linii simple existente ale căror traversamente și lucrări de artă au fost construite de la început pentru linie dublă, cu sporurile distanței dintre axele liniilor conform tabelului IV, se pot menține aceste distanțe, la dublarea liniilor respective pe infrastructura existentă.

Gabaritele de liberă trecere 1-SMO și 1-SM sînt trecute în anexa standardului STAS 4392-68 și se referă la gabaritele unor vagoane străine.

În aliniament, gabaritul de liberă trecere pentru cale dublă se obține din două jumătăți de gabarit de liberă trecere așezate cu axele la distanța d prescrisă, între axele liniilor duble (fig. 3.9).

În curbă cele două gabarite alcătuite conform fig. 3.8 se așează la distanța prescrisă sporită și ținând seama de cota

(nivelul) fiecăreia din cele două linii.

3.2.5. Pentru reglementarea spațiilor pe care vehiculele îl pot ocupa, fără să-l depășească, se prescriu gabariți de material rulant. Acest gabarit presupune vehiculele în poziție mediană în aliniament și palier, în stare de staționare. La căile ferate române sînt prescrise două gabariți pentru material rulant:

- gabarițul de încărcare CFR, pentru vagoane (fig. 3.10) (Plansa 1 din STAS 4392-68). Acest gabarit este valabil pentru vagoane și încărcăturile respective.

- gabarițul pentru locomotive, tendere și automotoare.

3.2.6. a/ Din prezentarea gabaritelor de cale ferată rezultă că la proiectarea podurilor noi se impune a se prevedea gabaritul de liberă trecere pentru construcții noi fig. 3.3 cu lățimea de 2×2230 mm și cu înălțimea pentru electrificare ce rezultă din fig. 3.6 și 3.7. În ceea ce privește lățimea, se observă că gabaritul CFR de încărcare are lățimea de 3150 mm (fig. 3.10). Deci spațiul de siguranță este de:

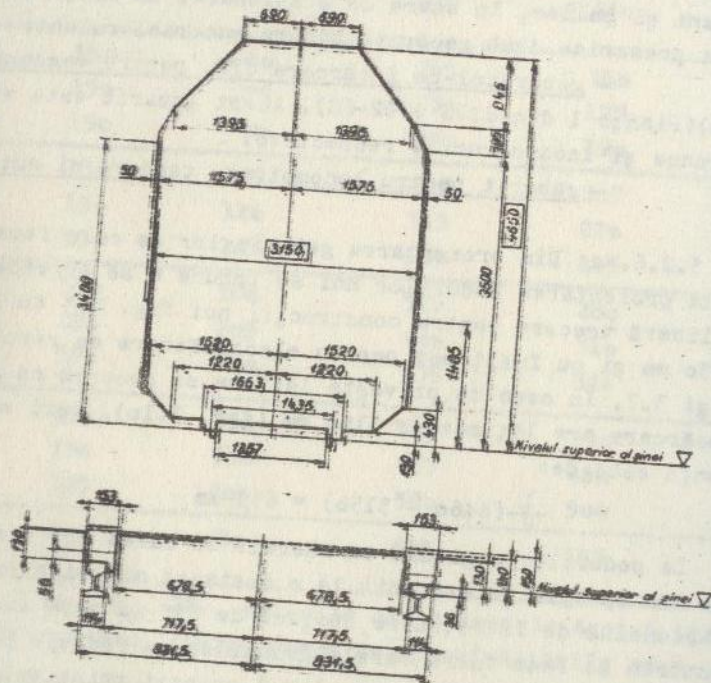
$$\frac{1}{2} \cdot (4460 - 3150) = 655 \text{ mm}$$

La podurile cu grinzi cu zăbrele cu calea jos barele grinzii nu se vor apropia de axa căii la o distanță mai mică de 2230 mm. Pentru personalul de întreținere, spațiul de 655 mm este insuficient și adăpostirea se face între barele grinzilor cu zăbrele parapetul trotuarului montîndu-se către exteriorul grinzii principale și la o distanță de minimum 2500 mm de axa liniei.

b/ La podurile cu grinzi cu inimă plină cu calea jos este necesar a se asigura distanța de 2500 mm de axa feței interioare a inimii, dacă un om poate sta comod sub talpa superioară a grinzii. ~~Pe partea contrară talpa superioară a grinzii.~~ În caz contrar talpa superioară a grinzii trebuie să aibă mușea interioară la distanța minimă de 2500 mm față de axa inimii. Dacă podul cu grinzi cu inimă plină este de deschidere mică și talpa superioară a grinzii se poate escalada comod, se prevede trotuarul exterior, (la partea exterioară a grinzilor principale, rămînd ca elementele podului să respecte gabaritul de liberă trecere.

c/ La podurile cu calea sus parapetal trebuie să respecte distanța minimă de 2500 mm pînă la axa liniei.

Gabarit de încărcare C.F.R. pentru vagoane



Limita gabaritului de încărcare C.F.R. pentru vagoane.

Limita inferioară pentru piesele situate în afara osiilor extreme care și în curbe rămân în spațiul parcurs de bandajaj.

Limita inferioară pentru piesele situate între osiile extreme, care și în curbe rămân în spațiul parcurs de bandajaj.

Limita inferioară sub care nu trebuie să coboare piesele aparatului de legare, acuplările de frână și de încălzire sau, alte acuplări, înșurubate sau, așchiate.

Limita gabaritului pentru falinările mobile laterale.

Fig. 3.10.

La podurile în curbă trebuie avută în vedere supralărgirea gabaritului de liberă trecere sporind în mod corespunzător și distanța de 2500 mm a parapetului. La podurile în curbă se va avea în vedere și poziția înclinată a gabaritului dând sporul convenit și distanța parapetului.

d/ Dimensiunile și poziția gabaritelor de liberă trecere trebuie respectate pe toată perioada de exploatare a construcțiilor. În consecință la stabilirea poziției gabaritelor trebuie să se țină seama că gabaritul poate cobori din cauza uzurii sau tasării unor elemente și poate căpăta pe viitor o poziție mai ridicată din cauza înlocuirii unor elemente ale suprastructurii căii cu alte elemente mai înalte (de ex. introducerea unor șine de tip mai greu, creșterea înălțimii traverselor, sporirea stratului de balast. De aceea se vor avea în vedere după caz:

1. Elementele cu dimensiuni maxime ale suprastructurii: șina cu înălțime de 200 mm, traversa de lemn specială pentru poduri cu înălțimea de 260 mm, traversa de beton armat cu înălțimea de 200 mm și patul de balast sub traverse de 350 mm.

2. Elementele cu dimensiuni minime: șina de 110 mm, traversa specială de poduri 200 mm și patul de balast sub traversă de 200 mm.

3.3. Spații de liberă trecere pe podurile de șosea.

Spațiile de liberă trecere la podurile de șosea sînt reglementate prin STAS 2924-72. Lățimea spațiului liber depinde de lățimea părții carosabile stabilită în funcție de numărul, lățimea și destinația benzilor de circulație (benzi pentru vehicule rutiere, piste pentru bicicliști, trottoare).

Standardul prevede:

- gabarite pentru poduri de șosea în cale curentă, cu o bandă de circulație;
- gabarite pentru poduri de șosea în cale curentă avînd două sau mai multe benzi de circulație;
- gabarite pentru poduri și podețe în interiorul localităților urbane;
- gabarite pentru paserele;
- gabarite pentru poduri cu circulație a vehiculelor rutiere și a tramvaielor;
- gabarite pentru poduri de șosea cu piste pentru bici-

clisii.

Podurile și podețele cu o singură bandă de circulație se admit numai pe drumurile și străzile de clasa tehnică IV, cu aprobarea forului tutelar al administrației drumurilor sau străzilor respective.

Vom extrage din standard cazurile frecvente

3.3.1. Gabarite pentru poduri de șosea în cale curentă cu două sau mai multe benzi de circulație.

În fig. 3.11 și 3.12 se dau gabaritele pentru poduri pentru podețe înecate și pentru podețe sub cale.

În fig. 3.13 se dă gabaritul pentru un pod cu calea sus.

În fig. 3.14 se dau gabaritele pentru un pod cu calea jos cu trottoare exterioare; în partea stângă a desenului este reprezentat gabaritul pentru un pod deschis iar în partea dreaptă pentru un pod închis, cu contravînturi longitudinale superioare.

În fig. 3.15 sînt reprezentate gabaritele unui pod de șosea cu calea jos cu trottoare interioare, în partea stîngă pentru un pod deschis iar în partea dreaptă pentru un pod cu contravînturi longitudinale superioare.

În desenele menționate s-au notat cu b lățimea unei benzi de circulație, cu s_1 supralărgirea părții carosabile pentru efectul de bordură, cu C lățimea părții carosabile, cu S lățimea trotuarului de siguranță, cu T lățimea trotoarelor, cu A lățimea acostamentelor, cu G_i lățimea gabaritului la partea inferioară, cu G_s lățimea gabaritului la partea superioară și cu H înălțimea gabaritului.

Efectul de bordură constă în tendința conducătorului de vehicul auto de a reduce viteza pentru a-și asigura siguranța de înscrisiere între bordură și vehiculele care vin în sens contrar mersului său. Cu supralărgirea prevăzută, acest efect dispăre. În standardul 2924-73 această supralărgire se numește lățime adițională datorită efectului de îngustare optică.

În tabelul 3. VI. se dau valorile numerice ale dimensiunilor notate literal în desenele respective, mai sus menționate. Aceste valori numerice depind de tipul podului de viteza de proiectare V și de clasa tehnică a drumului.

Trottoarele de siguranță au rolul de a împiedeca apropierea vehiculelor de grinzile principale și deci de a proteja aceste ele-

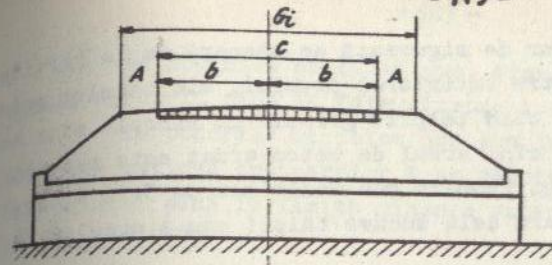


Fig. 3.11

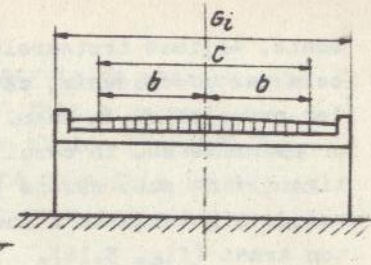


Fig. 3.12

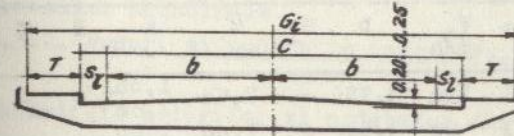


Fig. 3.13

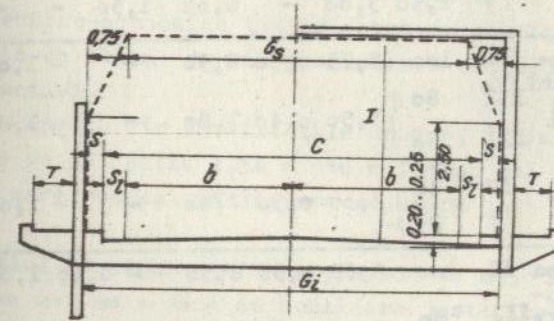


Fig. 3.14

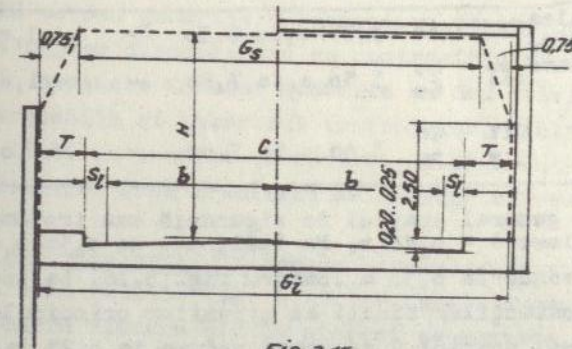


Fig. 3.15

mente. Lățimea trottoarelor de siguranță se măsoară de la părțile cele mai proeminente, către interiorul podului, ale barelor grinzilor principale. In cazul cind tălpile grinzii cu zăbrele sînt mai proeminente sau in cazul cind arcul de beton armat este mai lat decît tiranții de suspensiune și coboară sub înălțimea de 3,50 m, trottoarul de siguranță se măsoară de la mușea tălpii sau a arcului de beton armat (fig. 3.16).

Tabelul 3.VI.

Felul podului sau podețului	C.T	V km/h	b	S ₁	C	A	S	T	G ₁	G ₂	B
Podețe înecate și podețe fără trottoare.	II	100	3,75	-	7,50	1,00	-	-	9,50	-	-
	III	80	3,50	-	7,00	2,50	-	-	12,50	-	-
						1,00	-	-	9,00	-	-
						2,00	-	-	11,00	-	-
	IV	40	3,00	-	6,00	1,00	-	-	8,00	-	-
	V	2,50	3,00	-	6,00	1,50	-	-	9,00	-	-
Podețe cu trottoare și poduri cu calea sus-	II	100	3,75	0,50	8,50	-	-	1,00	10,50	-	-
	III	80	3,50	0,40	7,80	-	-	1,00	9,80	-	-
	III	60									
	IV	40									
		V	25	3,00	0,50	7,00	-	-	1,00	9,00	-
Poduri cu calea jos sau la mijloc cu trottoare exterioare	II	100	3,75	0,50	8,50	-	0,40	1,00	9,30	7,80	5,00
	III	80	3,50	0,40	7,80	-	0,40	1,00	8,60	7,10	5,00
	III	60									
	IV	40									
		V	25	3,00	0,50	7,00	-	0,40	1,00	7,80	6,30
Poduri cu calea jos sau la mijloc și trottoare interioare.	II	100	3,75	0,50	8,50	-	-	1,00	10,50	9,00	5,00
	III	80	3,50	0,40	7,80	-	-	1,00	9,80	6,30	5,00
	III	60									
	IV	40									
		V	25	3,00	0,50	7,00	-	-	1,00	9,00	7,50

In general spațiul de siguranță sau trottoarul de siguranță se ia cu lățimea S = 0,40 m. Pe înălțimea de 0,50 m deasupra bordurii S se poate reduce la 0,30 m conform fig. 3.16. La podurile metalice, in dreptul montanților finali ai grinzilor principale, și la arcele de beton armat, spațiul S se poate reduce la 0,25 m. pe baza avizului organului tutelar al administrației drumului respectiv.

La podurile cu calea sus, trottoarele se măsoară de la marginea bordurii pînă la fața dinspre interior a parapetului.

La podurile cu calea jos sau la mijloc cu trottoarele exterioare lățimea trottoarelor T se măsoară de la fața interioară a parapetului pînă la limita dinspre exterior a grinzilor principale (fig. 3.14).

La podurile cu calea jos sau la mijloc cu trottoare interioare T se măsoară de la marginea bordurii pînă la limita dinspre interior a grinzilor principale.

3.3.2. Poduri și podețe in interiorul localităților urbane.

Gabaritele podurilor și podețelor din interiorul localităților urbane se stabilesc de beneficiar cu avizul organului tutelar.

Numărul și lățimea benzilor de circulație se stabilesc prin calcule tehnico-economice ținînd seama de condițiile de ordin arhitectonic, de planul de sistematizare a orașului și de traficul de perspectivă.

La podurile din localitățile urbane, lățimea trottoarelor se prescrie de cel puțin 1,50 m sau o lățime mai mare, multiplu de 0,75 m, care reprezintă lățimea necesară unui șir de pietoni.

Spațiul de siguranță S se prevede de 0,50 m, dar poate avea și o lățime mai mare dacă se consideră justificat.

Standardul menționat prevede gabarite și pentru podurile de gosea care susțin și circulația tramvaielor, dînd cazurile obișnuite de poziția a liniilor: in axul podului și lateral. In fig. 3.17 și 3.18 se dau gabaritele respective pentru podurile cu calea jos sau la mijloc deschise sau cu contravînturiri longitudinale superioare. In desenele acestor gabarite se dau cotele spațiilor dintre partea carosabilă și gabaritul trottoarelor, dintre gabaritele celor două linii de tramvai și spațiul de siguranță. Lățimea gabaritului tramvaielor este precizată de întreprinderea respectivă de transport.

3.4. Gabarite pentru paserile Desenele gabaritelor pentru paserile sînt date in fig. 3.19 iar cotele gabaritelor in tabelul 3.VII. Pentru fiecare șir de pietoni se prevede o lățime de 0,75 m.

Tabelul 3. VII.

Tipul de paserelă	Nr. de giruri	Dimensiunile gabariturii			
		B	b	H	h
Paserele cu calea sus Figl 3.19 a	2	1,50	-		
	3	2,25	-		
	4	3,00	-	-	-
	5	3,75	-		
	6	4,50	-		
Paserele cu calea jos Fig. 3.19 b	2	1,50	1,50		
	3	2,25	1,75		
	4	3,00	2,00	3,00	2,00
	5	3,75	2,75		
	6	4,50	3,50		

4. Spații de liberă trecere sub pod.

4.1. Prin spațiu de liberă trecere sub pod înțelegem spațiul de sub pod creat de structura de rezistență (elementele principale de rezistență ale podului). Acest spațiu definit de conturul format de suprastructură, paramentele pilelor și culeelor și solul de sub pod, sau alte obiecte fixe de sub pod, constituie unul din elementele fundamentale ale definiției podului precum și scopul sau rolul funcțional al podului.

Adoptăm termenul de liberă trecere întrucât spațiul creat sub pod pe care îl avem în vedere, este acel spațiu care asigură trecerea efectivă, negicanată a apelor, a plutitorilor, a vehiculelor și navelor sau a altor obiecte, după rolul funcțional al podului. Acesta este motivul pentru care lumina podului trebuie măsurată normal pe direcția paramentelelor culeelor și pilelor învecinate.

Pentru podurile care servesc la traversarea apelor curgătoare se folosea în trecut, în mod impropriu, pentru spațiul de liberă trecere sub pod, termenul de debușeu. Conținutul acestui termen a fost precizat de standardul de terminologie a podurilor STAS 5626-71. După acest standard, prin debușeu se înțelege capacitatea de scurgere a apelor pe sub pod, astfel încât să asigure și trecerea flotațiilor, a ghețurilor, a navelor, etc.

Intrucât spațiul de liberă trecere sub pod are influență directă asupra lungimei podului, și deci asupra costului, a consumului de materiale și a volumului de manoperă sau a cheltuielilor de utilaj, este necesar ca acest spațiu să fie determinat în mod științific și cît mai just. Nu putem pretinde determinarea cu precizie matematică a spațiului de liberă trecere sub pod deoarece:

- în afară de podurile pasaje denivelate și podurile de încrucigare, celelalte poduri necesită parametri de calcul care nu se pot determina exact din cauza specificului acestora cum ar fi de ex: debitul de calcul.

- parametrii de calcul sînt supuși uneori unor condiții care nu au la bază determinări obiective matematice, ca de ex. procentul de asigurare cu care se determină debitul de calcul, prescris în normele de calcul.

- la multe poduri nu există elementul de calcul tehnic sau economic care să conducă la determinarea mărimii spațiului de liberă trecere sub pod, așa după cum este cazul la viaductele de coastă, la podețele sau podurile care servesc la egalizarea nivelului apelor etc.

4.2. Spațiul de liberă trecere sub pod la podurile care susțin o cale de transport peste o altă cale de transport. Spațiul liber de sub pod a fost creat pentru a traversa peste o cale ferată peste o șosea sau peste un canal navigabil.

4.2.1. Poduri care susțin o cale de transport peste o cale ferată.

In ceea ce privește podurile care servesc la trecerea unei căi de transport, peste o cale ferată, trebuie să se respecte gabaritul de liberă trecere CFR pentru construcții noi. In consecință pilele și culeele podului trebuie să nu depășească linia CD a gabaritului mai sus menționat care se află la distanța de 2.50 m de axul liniei (fig. 3.3). Această cotă este valabilă cu condiția ca pila sau culeea să fie mai scurte de 6 m măsurate paralel cu linia ferată de sub pod (fig. 4.1). In cazul când pilele sau culeele podului au lungimea de 6,00 m sau mai mare, acestea trebuie să respecte linia AB a gabaritului mai sus menționat, linie care se află la 3,00 m distanță de axa liniei ferate de sub pod (fig. 4.1-c).

In ceea ce privește înălțimea liberă sub pod la determinarea conturului spațiului liber de sub pod trebuie să se țină seama de prevederile în legătură cu gabaritul de liberă trecere CFR expuse la cap. 3. Se atrage atenția, în special asupra indicației luării în considerare a valorilor maxime pentru dimensiunile suprastructurii căii ferate de sub pod așa cum se specifică la cap. 3, la pct. 3.2.0 d.1.

Ca regulă generală se ia în considerare gabaritul pentru electrificare, datele necesare fiind furnizate de beneficiarul liniei. In cazuri excepționale, cu avizul beneficiarului, poate să se prezinte și cazuri când linia de sub pod să fie proiectată pentru cale ferată neelectrificată.

Spațiul de sub pod poate fi destinat traversării unei singure linii, a două linii (în cazul liniilor de cale ferată dublă) sau traversării a două sau mai multor linii (în cazul când traversarea se face în vecinătatea unei stații sau peste o stație). Indi-

ferent de situația existentă a liniilor, la întocmirea proiectului este necesar a se preciza datele de proiectare:

- numărul și poziția liniilor;
- spațiile libere suplimentare pentru adăugarea de linii noi, dacă este cazul, precum și pozițiile acestor linii.
- poziția definitivă sau posibilitatea de modificare a poziției liniilor, după un plan de sistematizare a stației.
- necesitatea prevederii de spații speciale pentru diferite probleme ale tehnologiei de exploatare, pentru semnalizare sau operațiuni de întreținere.

Pe baza acestor date se determină:

- lumina totală a podului;
- necesitatea de a adopta o soluție cu o singură deschidere sau cu mai multe deschideri (și după cum nu există siguranța poziției definitive ale liniilor sau există siguranța poziției acestora).

Dacă adăugarea liniilor noi este de perspectivă largă este indicat un calcul de economie între soluția cu spațiu liber de perspectivă sau dimensionarea strictă, în special dacă numărul de linii de adăugat este important. In calculul de economie trebuie ca suma economisită la execuție să acopere după n ani cheltuielile suplimentare se vor apare la execuția prelungirii podului (lucrul sub circulație și stfinjenirea exploatării) n fiind numărul de ani după care se va face dezvoltarea stației și prelungirea podului.

Dacă linia, sau liniile de sub pod sînt în curbă este necesar să se țină seama de poziția și cotele gabaritelor atât pentru determinarea luminii cît și pentru determinarea înălțimii libere sub pod. De asemenea trebuie să se aibe în vedere și înclinarea suprastructurii podului datorită declivității liniei sau șoselei susținute de pod.

4.2.2. Poduri care servesc la trecerea unei căi de transport peste o șosea. La podurile care trec peste o șosea este necesar ca spațiul de liberă trecere sub pod să respecte gabaritul șoselei. Dacă șoseaua de sub pod este în curbă, sau dacă calea de transport susținută de pod este în declivitate, se ține seama de aceste circumstanțe așezînd gabaritul de șosea în consecință.

La întocmirea proiectului este necesar să se precizeze următoarele date de proiectare:

- Poziția podului în cale curentă sau într-o localitate.
- Numărul de benzi ale șoselei.
- Viteza de proiectare a șoselei.
- Clasa tehnică a șoselei.
- Elementele care definesc forma și poziția tronsonului șoselei în plan și în profil în lung.
- Necesitatea de a prevedea rigole sau trottoare pe marginea șoselei și dimensiunile acestora.

4.2.3. Poduri care servesc la trecerea unei căi de transport peste o autostradă. La întocmirea proiectului podului trebuie să se stabilească următoarele date de proiectare:

- numărul și lățimea benzilor de circulație;
- lățimea zonei verzi;
- spațiile necesare parapetelor de ghidare;
- forma în plan a traseului și cotele respective;
- Caracteristicile traseului căii de transport susținute de pod;
- posibilitatea de a așeza o pilă în zona spațiului verde;
- caracteristicile traseului autostrăzii în zona podului;
- caracteristicile căii de pe pod.

4.2.4. Poduri care servesc la trecerea unei căi de transport peste un canal navigabil

La proiectarea podurilor care servesc la traversarea unui canal navigabil este necesară cunoașterea următoarelor date:

- "dreptunghiul" de navigație - adică gabaritul necesar trecerii vaselor;
- profilul transversal al canalului;
- unghiul sub care se traversează canalul;
- date asupra exploatării și întreținerii canalului navigabil.

Spațiul de liberă trecere sub pod trebuie să cuprindă:

- dreptunghiul de navigație,
- taluzele necesare pînă la marginea dreptunghiului de navigație;
- banchetele de circulație de pe marginea canalului ce servesc la întreținerea canalului eventual la unele intervenții, în situații speciale ale exploatării (fig.4.2)

În cazul cînd beneficiarul lucrării consideră că exploatarea și întreținerea canalului se poate face și cu fracționarea spațiului de liberă trecere, atunci se pot introduce pile pe marginea canalului rămînd să se respecte numai dreptunghiul de navigație bine înțeles și spațiul de sub nivelul apei necesar pescajului vaselor ce circulă pe canal (fig. 4.3) În acest sens, este necesar ca retragerile blocurilor de fundație să aibe un joc g față de linia verticală a dreptunghiului de navigație.

4.3. Spațiul de liberă trecere sub pod la podurile peste ape curgătoare

4.3.1. Spațiul de liberă trecere sub pod, la podurile peste ape curgătoare, trebuie să asigure trecerea apelor la viiturile mari, precum și trecerea ghețurilor și a altor plutitori (bușteni, diferite obiecte etc).

Determinarea spațiului de liberă trecere la aceste poduri se face pe baza calculului hidraulic care are de scop stabilirea debitului de calcul precum și a altor elemente importante care concură la determinarea luminii totale și a cotei apelor la debitul de calcul.

Lumina totală și cota nivelului apelor corespunzătoare debitului de calcul permit determinarea precisă a spațiului de liberă trecere sub pod atît ca dimensiuni cît și ca poziție legată de cotele absolute ale secțiunii transversale a râului, și ale regiunii

Dacă la spațiul necesar scurgerii apelor se adaugă înălțimea liberă sub pod necesară pentru trecerea flotațiilor se obține spațiul de liberă trecere necesar sub podul respectiv. Nici un punct al suprastructurii nu trebuie să coboare sub linia superioară a acestui spațiu.

În ceea ce privește debitul de calcul, este necesar a observa că determinarea dimensiunilor spațiului de liberă trecere sub pod trebuie făcută pe baza unui debit de calcul care să permită o siguranță corespunzătoare stabilității construcției dar care să asigure și o execuție economică. Determinarea unei lumini exagerate pe baza debitului istoric cu frecvență extrem de mică ar duce la poduri care nu ar îndeplini condițiile de funcționalitate.

a/ Lumina totală a podului trebuie să fie suficient de mare pentruca:

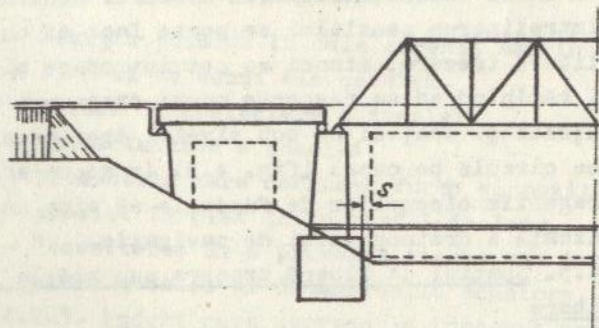


Fig. 4.3

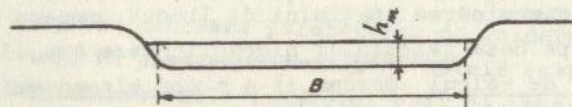


Fig. 4.4

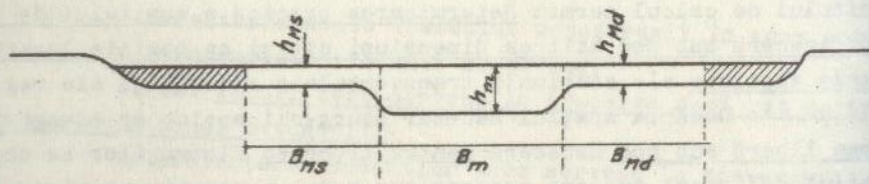


Fig. 4.5

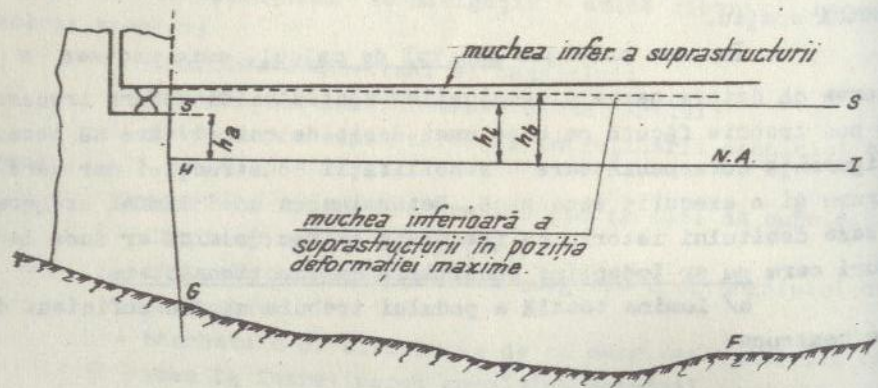


Fig. 4.6

1. La debitul de calcul să nu se producă afuieri ale infrastructurii podului.
 2. La debitul de calcul să nu se producă inundații în amonte.
 3. La debitul de calcul să nu se producă spălarea terasamentelor în spatele culștelor.
- b/ Lumina totală a podului să nu fie prea mare, întrucît:
- 1/ Podul nu corespunde din punct de vedere funcțional deoarece albia se obstruează cu depunerile materialului aluvionar care nu poate fi antrenat în anii cînd debitul anual este mult mai mic decît debitul de calcul. Avînd în vedere că acești ani sînt foarte numeroși și că se succed în mod continuu, albia se acoperă de vegetație și creiază meandre și antrenarea aluviunilor devine imposibilă, chiar la viiturile mari.

2/ Construcția devine costisitoare surplusul de cost provenind din lungimea nejustificată a podului și eventual din pagubele ce s-ar produce în cazul unor afuieri sau inundații în amonte, cauzate de obstruarea albiei în condițiile arătate la punctul precedent.

4.3.2. Calculul hidraulic al podurilor.

Calculul hidraulic al podurilor cuprinde:

1. Determinarea debitului de calcul și al elementelor hidraulice în regim natural de scurgere în secțiunea transversală în care se construiește podul.
2. Determinarea elementelor hidraulice în regim strîngulat.
3. Determinarea elementelor geometrice cu caracter hidraulic ale podului și anume: lumina totală și înălțimea de liberă trecere sub pod.

Primele două faze ale calculului hidraulic se întocmesc de instituții sau unități hidrotehnice organizate, care dețin date statistice pe bază de observațiuni făcute asupra rîului respectiv și care sînt dotate cu mijloacele necesare de investigație și de calcul.

a/ Poduri peste ape care au numai albie minoră. Instituția de specialitate hidrotehnică furnizează: debitul de calcul Q , viteza medie v_m la debitul de calcul, nivelul apelor la debitul de calcul și înălțimea medie h_m . Rezultă secțiunea de scurgere ω

$$\omega = \frac{Q_c}{\mu v_m} \quad (4.1)$$

in care μ este coeficientul de contracție. Lumina totală B:

$$B = \frac{\omega}{h_m} \quad (4.2)$$

Lungimea podului între paramentele anterioare ale culeelor L este:

$$L = B + nb \quad (4.3)$$

in care n este numărul de pile, b lățimea unei pile. Lungimea totală a podului se obține adăugînd la fiecare capăt distanțele d_e și d_e' dela paramentul anterior al fiecărei culee pînă la punctul cel mai depărtat al culeei spre terasamente (ca de ex. extremitățile zidurilor de gardă:

$$L_t = L + d_e + d_e'$$

b/ Poduri peste ape cu albie minoră și majoră.

Scurgerea apelor la viituri, în regim natural, se face în condiții mult diferite în albia minoră, în care vitezele sînt mari, și în albia majoră, în care vitezele sînt mici (uneori de zece ori mai mici și chiar mai puțin). La construcția podului se caută a spori vitezele apei, în special în albia majoră, pentru a evita inconvenientele unui pod nejustificat de lung cu lumina exagerată. Pentru a spori vitezele este absolut necesar ca podul să se întindă numai pe o porțiune a albiei majore (fig. 4.5). Unitatea de specialitatea hidrotehnică trebuie să furnizeze următoarele date de proiectare:

- debitul de calcul Q
- viteza v_M în albia majoră și v_m în albia minoră, în regim natural.
- înălțimile h_{Ms} și h_{Md} ale apei în albia majoră în stînga și în dreapta la debitul de calcul.
- h_m înălțimea apei în albia minoră la debitul de calcul.

Debitul din albia minoră în regim natural, se sporește cu un coeficient de sporire a debitului β_m , deasemenea stabilit prin calculele hidraulice de unitatea de specialitate.

Dacă albia majoră este simetrică în raport cu albia minoră, secțiunea de scurgere în albia majoră este:

$$M = \frac{Q - \beta_m Q_m}{v_M + (\beta_m - 1) v_m} \quad (4.5)$$

Lățimea albiei minore este cunoscută: B_m . Dacă se notează cu B_M lățimea albiei majore lumina totală este:

$$B = B_M + B_m = \frac{M}{h_M} + B_m \quad (4.6)$$

Dacă albia majoră este nesimetrică, în raport cu albia minoră, secțiunea de scurgere $\omega_{MS} + \omega_{Md}$ se calculează alegînd una din cele două secțiuni de scurgere. Dacă se ia ω_{Md} aria secțiunii de scurgere a albiei majore din dreapta se deduce aria secțiunii albiei majore din stînga cu formula:

$$\omega_{MS} = \frac{Q - \beta_m Q_m}{v_{MS} + (\beta_m - 1) v_m} - \omega_{Md} \frac{(\beta_m - 1) v_m + v_{Md}}{v_{MS} + (\beta_m - 1) v_m} \quad (4.7)$$

Alegerea secțiunii ω_{Md} trebuie astfel făcută încît vitezele în albia majoră să nu difere prea mult între ele (să nu se creeze o tendință a curentului de a deplasa albia minoră spre partea în care viteza în albia majoră ar fi prea mare. Pentru verificare a se vedea formulele (9.20) și (9.21) dela pct. 9.7 din anexă. Lățimile din stînga și din dreapta B_{Ms} și B_{Md} ale albiei majore sub pod sînt:

$$B_{Ms} = \frac{\omega_{MS}}{h_{Ms}} ; \quad B_{Md} = \frac{\omega_{Md}}{h_{Md}} \quad (4.8)$$

și lumina totală:

$$B = B_p + B_{Ms} + B_{Md} \quad (4.9)$$

Lungimea podului între fețele anterioare ale culeelor se obține cu formula (4.3).

4.3.3. Conturul spațiului de liberă trecere sub pod, necesar, se obține adăugînd la conturul secțiunii de scurgere a apelor la nivelul de calcul, N.A., (adică la conturul F,G,M,I) dreptunghiul de înălțime h_1 care satisface înălțimea de liberă trecere necesară. Se obține astfel o linie orizontală S-S sub care nu trebuie să se coboare nici-un element al suprastructurii podului (fig.4.6) Diferența de nivel h_b între muchea inferioară a tablierului și nivelul apelor NA trebuie să fie mai mare ca h_1 , chiar în starea de-

formată a tablierului. Trebuie să se țină seama și de înclinarea tablierului în sens longitudinal al căii, dacă linia este în curbă sau dacă suprastructura podului are înălțimea variabilă.

Debitul de calcul cu care se calculează lumina totală, nivelul apelor maxime, trebuie să corespundă unei asigurări de calcul care este dată de STAS 4068-62 în funcție de clasa de importanță a construcției ce este stabilită în STAS 4273-61. Pentru podurile obișnuite de cale ferată și goseă se consideră asigurarea de 1%.

Înălțimea liberă sub pod se verifică cu ajutorul debitului de verificare care se consideră în condiții speciale de scurgere a apei, pentru viteze mai mari decât cele calculate pe baza debitului de calcul.

În trecut, din cauza cotei reduse a căii pe podurile de pe rețeaua noastră CFR, s-a considerat că înălțimea de liberă trecere sub pod (conform definiției STAS 5626-71) trebuie să fie de cel puțin 1,00 m. Dacă luăm în considerare rîurile care aduc ghețuri importante, formînd zăpoare, ajungem la concluzia că valoarea h_1 de mai sus este insuficientă și că ar fi necesare înălțimi libere sub pod de cîțiva metri.

Practic, la stabilirea cotei de montaj a suprastructurii pe grinzi drepte, este necesar a ține seama și de înălțimea h_a a cuzinetelor (a aparatelor de reazim) deasupra nivelului apelor la debitul de calcul luînd $h_a \geq 50$ cm (fig. 4.6).

4.3.4. Asigurarea contra inundațiilor din amonte de pod.

După construcția podului, la viituri, se produce o strângere a scurgerii apelor, avînd ca efect înălțarea nivelului apelor în dreptul podului și creșterea nivelului apelor în amonte prin remul care se crează. Pe o diagramă (fig. 4.7) se desenează filul în lung al apelor în regim natural, la debitul de calcul, profilul în lung al celor două maluri și profilul în lung al remului produs de construcția podului. Dacă curba remului se află mai jos decât profilul în lung al malurilor, lumina totală cu care s-a calculat remul este corespunzătoare. În caz contrar există două soluții:

- se sporește lumina, pînă cînd remul scade și nu se mai produc inundații;
- se construiesc diguri longitudinale pe porțiunile în care apele ar putea ieși din albia majoră (sau din albia amenajată hidro-

tehnice dacă este cazul).

Prima soluție trebuie adoptată cu mare prudență pentru a nu se cădea în situația soluțiilor de poduri cu lumina totală mare și cu urmările inadmisibile arătate.

4.3.5. Calculul afuierilor. Condițiile în care se face calculul hidraulic după ultimele cercetări și conform normelor actuale pentru determinarea luminii totale presupune și o asigurare a podului contra afuierilor generale, întrucît în calcule sînt luate în considerare afuierile inevitabile care însoțesc fenomenul de scurgere a apelor mai ales în regim strangulat (A se vedea Anexa Cap. IX: Elemente de calcul hidraulic al podurilor),

Adîncimea de afuierie în zona unei pile după producerea afuierilor generale și locale se deduce nu formula:

$$H = h'_{\max} + h_{af} \quad (4.10)$$

în care h'_{\max} este afuieria generală iar h_{af} este afuieria locală (conform pct. 9.9 și 9.10 din anexă). În marea majoritate a cazurilor h'_{\max} nu are valori importante, în special cînd adîncimea apei nu este mare. În schimb adîncimea de afuierie locală poate periclita stabilitatea pilelor.

Cota h'_{\max} poate să reprezinte adîncimea fundului după afuieria generală din albia minoră $h'_{m \max}$ (formula 3.35) sau adîncimea fundului albiei $h'_{M \max}$ după afuieria generală în albia majoră după cum pila se află în albia minoră sau majoră.

În ceea ce privește valorile mici ale afuierilor generale acestea nu au importanță cînd lumina podului (sau spațiul de liberă trecere sub pod) este corespunzătoare.

Pentru calculul afuierilor locale în dreptul pilelor au fost date diferite formule dintre care unele sînt considerate corespunzătoare ca de ex: formula (9.38) dată de Latfisenkov (cap.9 din anexă).

După cercetările Institutului de Studii și Cercetări Hidrotehnice" (5) stabilirea finală a valorii adîncimii maxime a afuierilor locale trebuie făcută ținînd seama de rezultatele măsurătorilor efectuate la podurile pe același rîu sau pe rîuri cu caracteristici asemănătoare. Această precauție este justificată prin faptul că formulele nu pot cuprinde fenomenul complex natural.

Formula lui Boldacov (9.37) folosită în normativul vechi pentru calculul hidraulic al podurilor dă valori mult mai mici ale afuiierilor locale, decât formula lui Latîşenkov.

După "Normativul departamental privind proiectarea hidraulică a podurilor" P.D. 95-71 adîncimea afuiierilor locale se calculează cu formula:

$$h_{af} = 2.42 h_f \cdot h_\alpha \cdot b \left(\frac{2v}{v_{cr}} - 1 \right) \left(\frac{v_{cr}^2}{gb} \right)^{1/3} \quad (4.11)$$

cînd $v < v_{cr}$

$$h_{af} = 2.42 h_f \cdot h_\alpha \cdot b \left(\frac{v_{cr}^2}{gb} \right)^{1/3} \quad (4.12)$$

cînd $v > v_{cr}$. În aceste formule b este lăţimea pilei, v viteza cîrentului în amonte de pilă v_{cr} viteza critică de antrenare a aluviunilor de pe petul albiei la adîncimea afuiierilor generale.

- k_f coeficient care depinde de forma pilei în secţiunea orizontală conform tabelului 4.1.

Tabelul 4.1.

Nr. crt.	Forma pilei în secţiune orizontală	k_f
1	Pilă circulară sau coloană	1,00
2	Pilă cu avantbec şi arierbec semicircular	1,00
3	Pilă cu avantbec ogival şi fără arierbec	0,85
4	Pilă dreptunghiulară, fără avantbec şi fără arierbec.	1,25

- k_α coeficient care ţine seama de unghiul α de atac al cîrentului în raport cu axa pilei (fig. 9.7).

Examinînd afuiierile produse la unele poduri, care au suferit avarii din această cauză, s-au găsit diferenţe mari între afuiierile măsurate şi afuiierile calculate după formulele (9.37) Boldacov), (9.38) (Latîşenkov) şi (4.11), (4.12) (Normele P.D. 95-71).

În tabelul 4.11 sînt arătate cîteva exemple de afuiieri la podurile menţionate:

Tabelul 4. II.

Nr. crt.	PODUL	Afuiierea m
1.	Milcov - Linia Buzău - Mărăşeşti	4,00
2.	Siret - Linia Făurei - Tecuci	7,50
3.	Cioiana - Pod de şosea Peşteana	4,00
4.	Sercaia - Linia Braşov-Făgăraş	4,00
5.	Siret - la Barboşi	11,00
6.	Strîmba - Linia Iaşi - Frontieră	13,00
7.	Revărsarea Argeului-Bucureşti-Piteşti	6,00
8.	Costina la Fusea. Linia Bucureşti - Piteşti	7,00

Calculînd afuiierile cu formulele (9.37), (9.38), (4.11) şi (4.12) se obţin adîncimi de afuiere de ordinul 0,80 ... 3,00 chiar pentru cele mai mari afuiieri din tabelul 4.11. Această discordanţă se explică prin faptul constatată, că afuiierile locale catastrofale s-au produs totdeauna din anumite cauze locale şi nu s-au produs în condiţiile presupuse la stabilirea formulelor (adică în condiţiile de scurgere normală).

Afuiierile pilelor sau culeelor de poduri s-au produs totdeauna, aşa cum arată toate cazurile cercetate, în condiţii de scurgeri anormale: concentrări de curenţi, obstacole în rîu, lumină insuficientă a podului, curenţi laterali, obstacole sub fundul rîului.

Concentrările de curenţi se caracterizează prin dirijarea unor şuvoaie ale cîrentului către anumite regiuni restrînse ale podului. Acest fenomen se poate produce chiar la debite mult inferioare debitului de calcul cum a fost cazul afuierii aripei dinspre amonte la culeea Tecuci, a podului peste Siret la Surăia. Afuierea s-a produs la un debit de cca. 1/10 din debitul de calcul şi a atins adîncimea de 7,50 răsturnînd aripa care era fundată pe piloţi. Concentrarea de cîrent s-a produs din ricoşarea apelor în răgăliile ce se formează în amonte de pod, rîul curgînd numai prin ultimele două deschideri din cele 11 ale podului, pe o lăţime de cca. 50 m (fig. 4.8). Un alt exemplu de concentrare de curenţi s-a produs la

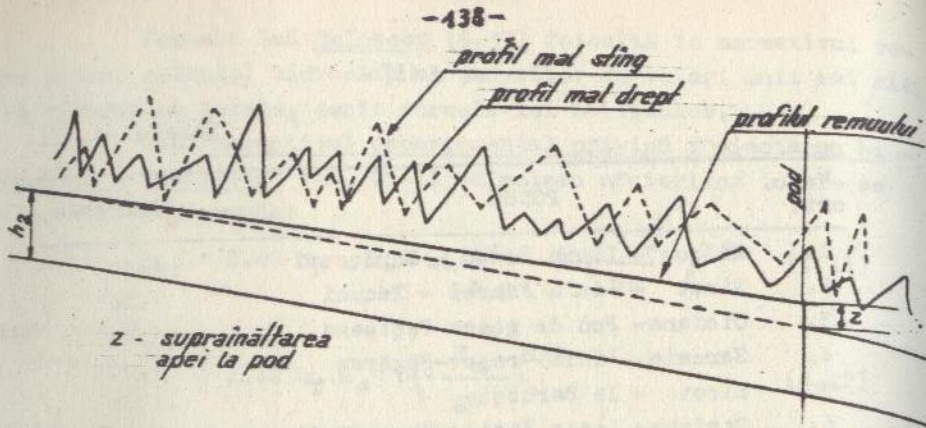


Fig. 4.7

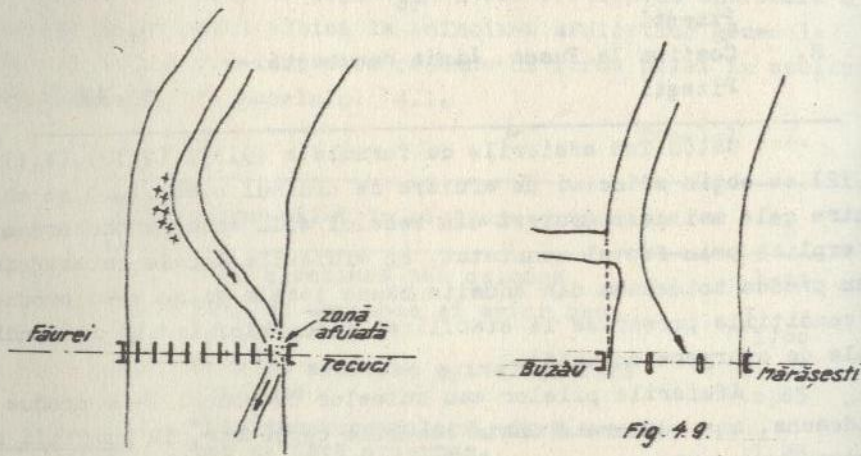


Fig. 4.8

Fig. 4.9

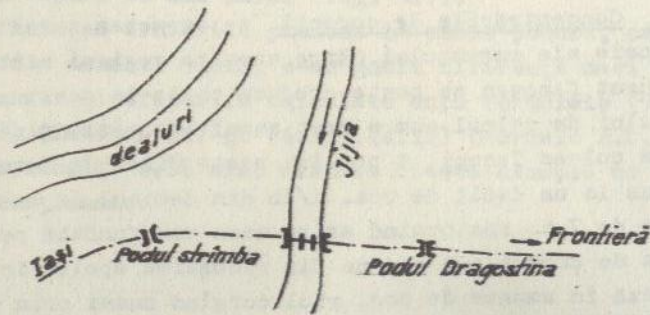


Fig. 4.10

la podul Milcov de pe linia Buzău-Mărășești, la care apele au ricoșat în malul drept în amonte și s-au concentrat către pila II a podului producînd o afuieră de 4,00 m pila suferind o tasare de cca. 0,50 ... 0,80 m. (fig. 4.3)

Obstacole în rîu se pot produce în mod accidental, prin îngrămădirea unor plutitori sub pod. Așa s-a întîmplat la podul peste Siret la Parboși în toamna anului 1944 cînd din cauza pluteilor îngrămădite sub pod viteza apei a crescut mult pe fundul rîului și a produs afuieră pe o adîncime de 11,00 m producînd răsturnarea paleelor podului provizoriu.

Lumina insuficientă a unui pod produce același efect ca un baraj adică ridicarea apelor în amonte și o cădere către aval. O astfel de afuieră s-a produs la podul Strîmba de pe linia Iași-Frontieră, unde adîncimea de afuieră a atins 13 m sub fund. Diferența de nivel a apelor din amonte și aval a fost de 1,40 m. Culeele podului fondate pe piloți de 11 m lungime au fost răsturnate (fig. 4.10). Apele Jijiei au fost barate de terasamentele căii ferate și inundația din amonte s-a întins pe o lungime de 6 km a liniei. Efectul a fost distrugerea podului de revărsare Strîmba.

Curenții laterali produc curgerea neuniformă a rîului, dirijarea oblică a curentului principal în raport cu pilele și turbioane (anafare).

Afuieră a unei pile la podul peste Cioiana la Peșteana a avut loc sub influența unui curent lateral care s-a ivit în timpul viiturii cînd apele mari au rupt dig de pe malul stîng (fig. 4.11) Noul braț creat a atacat lateral cursul principal, în amonte, în vecinătatea podului. Virtejurile produse au cauzat o afuieră locală de 4,00 m adîncime în vecinătatea pilei care s-a răsturnat, avînd o adîncime de 3,50 m sub fundul rîului.

Obstacole de sub fundul rîului, din spațiul în care au loc ~~afuierile renovaie pot produce~~ o curgere neregulată cu anafare și cu creșterea vitezei la nivelul fundului albiei. Prin aceste modificări ai curenților regulați se pot produce afuieri, așa cum a fost cazul la podul Șercaia de pe linia Brașov-Făgăraș. La acest pod reconstrucția podului a fost făcută pe pile noi, intercalate între pilele vechi ale podului care nu au fost demolate decît pînă la nivelul fundului albiei, în timpul viiturilor, între blocurile vechi de fundație și pilele noi viteza apei a crescut iar scurgerea a devenit turbulentă provocînd afuieri

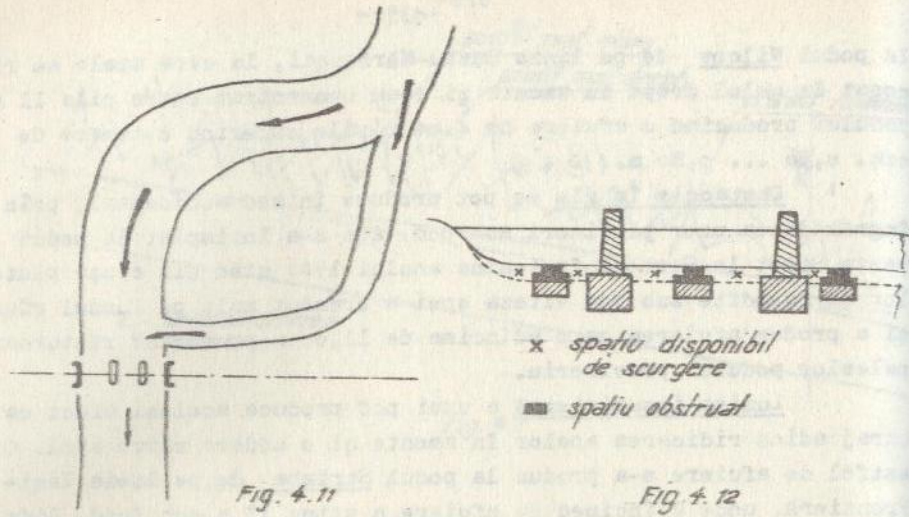


Fig. 4.11

Fig. 4.12

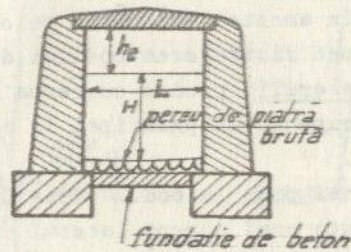


Fig. 4.13

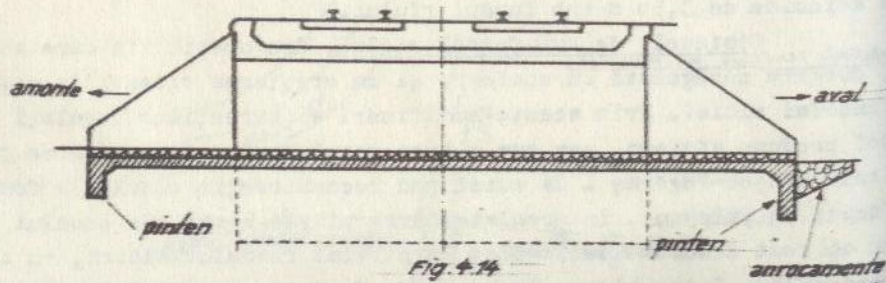


Fig. 4.14

locale pînă la 3,50 - 4,00 m. Aceste afuieri au avut ca efect înclinarea unei pile care a fost subspătată la una din extremități care s-a tasat cu cca. 0,60 m în raport cu cealaltă extremitate (fig. 4.12).

Din considerentele de mai sus, și din exemplele date, rezultă că formulele stabilite pentru calculul adîncimei de afuiere locală nu sînt valabile pentru calculul afuierilor care pot periclita infrastructura podurilor. Aceste formule sînt:

- numai orientative;
- și valabile numai pentru afuierile locale minime care se produc în mod ideal, în ipoteza curenților cu viteză uniformă și avînd direcția paralelă cu malurile și cu axa longitudinală a pilelor.

4.3.6. Adîncimea de fundare. Toate considerentele expunerilor și regulilor date mai jos sînt tratate exclusiv din punctul de vedere al afuierilor și al acțiunii apelor.

Între spațiul de liberă trecere sub pod și adîncimea de fundare există o strînsă legătură prin:

- condiția de stabilitate a infrastructurii podului conform pct. 4.3.1. - 1^o.
- relațiile dintre elementele hidraulice care exprimă legătura dintre aria de scurgere și adîncimea afuierilor maxime: formulele (4.5), (4.6), (4.7), (9.24), (9.35), (9.36). Cu cît albia majoră se reduce mai mult cu atît β_m devine mai mare și adîncirea fundului albiei h'_m în albia minoră crește. În același timp, crește și adîncimea albiei majore h''_m prin creșterea vitezei în albia majoră din cauza stragulării acesteia prin terasamente (formula (9.36)).

Adîncirile fundului h''_{max} din afuierile generale (h''_m sau h''_M) sporesc afuierile totale conform formulei (4.10) și deci adîncimea de afuiere amenință să se apropie de talpa fundației pilei așa cum se vede în fig. 9.5 în care s-a notat $h' = h''_m \times$ și cu \underline{S} diferența de nivel dintre adîncimea de fundație și adîncimea afuierii totale.

La pct. 4.3.5. s-au arătat dificultățile de stabilire a afuierilor locale distructive ale infrastructurii podurilor, precum și concluziile cercetărilor Institutului de studii și cercetări hidrotehnice (5) de a recurge la măsurători la poduri pe același

riu înainte de stabilirea afuierilor locale.

Trebuie remarcat însă, că și în ceea ce privește calculul afuierilor generale există un grad de aproximație având în vedere neuniformitatea rugozității și naturii terenului precum și eventualele vegetații neuniform distribuite pe lățimea rului. Totuși trebuie remarcat că în cazul afuierilor generale formulele se referă la fenomenul real care este urmărit și nu la un fenomen care nu intervine în afuierile distructive cum este cazul formulelor afuierilor locale.

In concluzie, calculul matematic al adâncimii de fundare nu este posibil. Se poate totuși stabili o metodologie care să țină seama de observațiile asupra lucrărilor executate, de teoria afuierilor și de experiența căpătată în unitățile de proiectare organizate și deținătoare de informații pe o lungă perioadă de timp asupra podurilor de pe rețeaua căii de transport respective. Pe baza concluziilor trase din experiența tehnică a unității proiectante a podurilor de cale ferată, pe o perioadă de cca. 80 ani, se pot deduce unele reguli asupra stabilirii de fundare, din punctul de vedere hidraulic:

1°. Fundațiile pe terenuri stâncoase, rezistente la eroziune sub acțiunea apei sau a materialului solid antrenat nu necesită prescrierea unei adâncimi mai mari decât limita de îngheț. Totuși la poduri este indicată o încastrare de cca. 1,00 m în stânca de fundație cu condiția ca talpa de fundație să se găsească sub cota de 1,50 m sub nivelul terenului natural sau a etiajului, dacă nivelul terenului este mai jos.

2°. Dacă terenul este afuiabil (material fără coeziune) sau erodabil (material coeziv) adâncimea de fundare trebuie să se prevadă la cel puțin 3,50 .. 4,00 m sub nivelul cel mai de jos al fundului albiei cu condiția ca materialul aluvionar să aibe particulele mari (pietriș sau pietriș cu nisip).

3°. Dacă materialul este fără coeziune și cu totul fin, fundația directă trebuie dusă pînă la stratul neafuiabil sau se recurge la fundații pe piloți, sau pe piloți de diametru mare (coloane). Aceste fundații se studiază dela caz la caz.

4°. Un calcul de afuierie după procedeele arătate în acest capitol și în anexă, la cap. 9, poate fi luat în considerare, informativ, dacă nu intervine neregularități de curgere ca cele sem-

nalate sau similare. Pentru stabilirea adâncimii de fundare se poate adăuga o adâncime s sub cota afuierilor totale (fig. 9.8) calculate după procedeul din normativul P.D. 95-71. Este recomandabil ca s să fie luat minim 2-2,50 m.

Se recomandă ca această adâncime să fie sporită, dacă este cazul, în funcție de condițiile locale.

5°. La culee, afuierile aduc în plus problema stabilității, chiar dacă nu periclitizează culeea prin subspălare.

Elementele date în acest paragraf sînt orientative și fiecare caz de stabilire a adâncimii de fundare, din punct de vedere hidraulic, trebuie să facă obiectul unui studiu anume, ținînd seama de condițiile locale, de informațiile ce se obțin dela poduri de pe același riu în condiții similare, și folosind experiența căpătată în unitatea respectivă de proiectare.

4.4. Spațiul de liberă trecere la podețe. Podețele de gosea (cu deschideri sau suma deschiderilor pînă la 10 m) și podețele de cale ferată, (cu aceleași caracteristici pînă la 5 m) servesc la trecerea unor ape curgătoare de mică importanță asupra cărora diferite informații sînt puțin cunoscute. Aproape toate aceste ape prezintă curgeri intermitente și de cele mai multe ori și de pe bazin cu mică suprafață. Debitele mari se produc la viiturile ploilor de primăvară și anume la ploile torențiale de scurtă durată.

4.4.1. Calculul hidraulic al podețelor.

Calculul hidraulic al podețelor constă din:

- a/ Calculul debitului cu o anumită asigurare.
- b/ Determinarea ariei de scurgere prin podeț.
- c/ Determinarea înălțimii H a apei în podeț (fig. 4.13).
- d/ Determinarea vitezelor apei în amonte și în aval de podeț, în scopul verificării posibilităților de rezistență la afuieri sau la alte degradări ale albiei sau apărărilor de mal ce se construiesc.

Calcululele acestor elemente se fac conform metodelor hidraulice cunoscute care sînt expuse detaliat în normativul P.D. 96-71 al Ministerului Transporturilor: "Normativ departamental pentru calculul hidraulic al podețelor.

În ceea ce privește calculul afuierilor în zona culeelor sau a pilelor, acest calcul este necesar numai pentru podețele cu lungimile sau deschiderile între 5 și 10 m. Podețele mici cu lumina mai mică de 5 m trebuie prevăzute cu pereuri de fund de 20-25 cm

grosime fundate pe un strat de beton de 25-30 cm grosime. Pereul trebuie să se întindă pe toată lungimea podețului (în sens transversal căii) și pe porțiunile dintre aripi sau sferturi de con. Fundația pereului trebuie prevăzută cu pîteni de beton suficient de adînci atît în amonte cît și în aval (fig. 4.14).

Lumina L și înălțimea apei H (fig. 4.13) se determină prin calculul hidraulic înălțimea de liberă trecere sub podeț h_f se ia de obicei minimum 0,50 m pentru a permite trecerea flotațiilor.

Înălțimea liberă a spațiului de sub pod $H_t = H + h_f$ trebuie să fie suficient de mare pentru a permite lucrările de întreținere: curățirea podețului de depunerile aduse de ape, eventuale reparații etc. În acest scop se consideră că o înălțime totală $H_t = 1,70$ m este necesară. Sînt cazuri în care, din cauza cotei joase a liniei sau a goselei înălțimea menționată nu este posibil a fi realizată. Practic s-au admis și înălțimi mici pînă la 1,20 m. Pentru înălțimea H_t mai mici este recomandabil ca podețele să fie prevăzute cu guri de vizitare care să treacă prin suprastructură, mai ales atunci cînd lungimea podețului este mare (cazul podețelor din stații cu multe linii).

4.4.2. Determinarea luminii podețelor pe baza formulelor empirice. În unele țări pe baza datelor statistice s-au putut stabili formule care dau lumina podețelor în funcție de suprafața bazinului. Astfel de formule au fost date în Franța de Séjourné.

În Germania, Gamann a dat pentru podețele tubulare un tabel din care se deduce diametrul tubului în funcție de suprafața bazinului de recepție și în funcție de panta râului.

4.5. Lucrări hidrotehnice de apărări auxiliare podurilor

Aproape întotdeauna la construcția podurilor noi și uneori și în decursul exploatării podurilor sînt necesare lucrări hidrotehnice de apărări dintre care cităm:

Lucrări de dirijarea apei, sub podurile noi, la care o parte a albiei majore a fost închisă de terasamente.

Lucrări de apărări de maluri pentru consolidarea malurilor expuse de neregularități de curgerea apelor.

Lucrări de corectări ale cursului apei, în vecinătatea podului care sînt mici regularizări locale.

Lucrări de apărări contra afuiierilor pentru protecția pilelor și culeelor de poduri.

Aceste construcții ies din cadrul specialității de poduri. Concepția, alcătuirea, dimensionarea și execuția acestor lucrări sînt de specialitatea hidrotehnică, însă revizia și întreținerea lor cade în sarcina inginerilor de poduri, drumuri sau căi ferate. Adeseori execuția acestor lucrări se face de unitatea care construiește sau întreține podul.

Din observații îndelungate asupra lucrărilor de apărări de pe rețeaua CFR, se pot face unele constatări care pot sugera soluții economice și în același timp eficiente:

- Soluțiile din categoria lucrărilor provizorii au dat totdeauna rezultate foarte bune (folosind pari de lemn, fascine de muiele etc).

- La proiectare trebuie să se aleagă, pe cît posibil, soluțiile care să antreneze tendințele naturale ale cursului râului, în desăvîrșirea lucrărilor de execuție.

- Canalele locale de corecție nu se deschid pe toată secțiunea transversală. Rîul își formează singur secțiunea de scurgere în mod natural.

- Pereurile trebuie bine fundate dacă este cazul chiar pe piloți scurți de diametru mic.

- Protecția contra afuiierilor cu saltele de fascine așezate pe fund în jurul pilelor sau culeelor sînt foarte eficiente și durabile indefinit dacă sînt așezate sub etiaj.

- Pragurile de fund de beton prevăzute în aval de pod prevăzute cu pîteni (ecrane verticale) sau cu saltele de apă sînt soluția salutară contra afuiierilor.

- Indiferent de caracterul provizoriu sau definitiv, lucrările hidrotehnice trebuie observate continuu și întreținute

4.6. Calculul indirect al debitelor

Este de amintit că stabilirea debitelor de calcul este o operațiune dificilă și de mare importanță și că debitele sînt influențate de mulți factori care pot introduce abateri însemnate în calcule. Din aceste motive o verificare a debitelor și prin metode indirecte nu este lipsită de interes.

Pentru metodele de calcul indirect al debitelor men -

ționăm: metoda lui Bogdanfy Debitul Q este dat de formula :

$$Q = \alpha S$$

în care S este suprafața bazinului în km^2 iar α cantitatea viiturii în m^3 care se scurge la pod de pe 1 km^2 de bazin. Coeficientul α este dat într-un tabel, în funcție de relieful bazinului, permeabilitatea solului, și suprafața bazinului. Acest coeficient a fost stabilit pentru râurile din Ardeal.

Metoda lui Hofbauer aplicabilă pentru bazine cu suprafața de la 10 până la 20.000 km^2 dă formula:

$$Q = \beta \sqrt{S}$$

în care S este suprafața bazinului în km^2 iar β un coeficient care depinde de relieful bazinului.

Astfel, pentru șes $\beta = 15 \dots 21$, pentru regiuni deluroase $\beta = 21 \dots 30$, la munte $\beta = 30 \dots 42$. Pentru unele râuri din RSR s-au stabilit în trecut, de fosta Direcțiune a apelor coeficientul β .

Metoda Iskowski folosește formula:

$$Q = C_n m h S$$

în care C_n este un coeficient care depinde de natura solului și de accidentația regiunii și de categoria regiunii.

Categoria regiunii este caracterizată prin permeabilitatea solului, prin vegetația și suprafața bazinului.

m este un coeficient care depinde de suprafața bazinului exprimată în km^2 .

h înălțimea precipitațiilor anuale.

Acești coeficienți sînt dați în tabele.

Deși metodele de calcul indirect al debitelor furnizează date aproximative totuși în unele cazuri pot aduce informații sau chiar rezultate corespunzătoare.