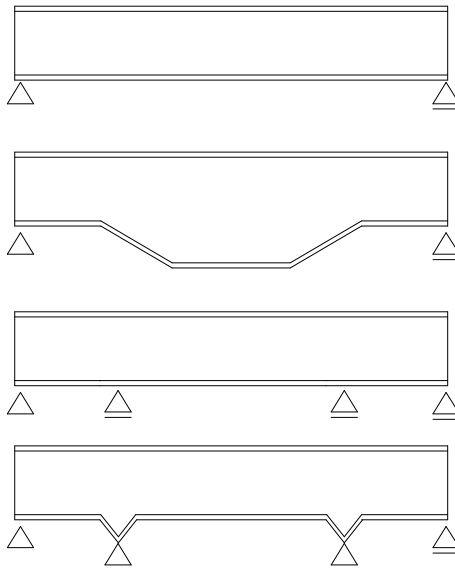


# Curs 10

## **CALCULUL DE REZISTENȚĂ ȘI STABILITATE AL GRINZILOR CU INIMA PLINĂ**

Etapele calculului în proiectarea unei grinzi cu inimă plină

1. Stabilirea sistemului static și a deschiderilor de calcul (grindă simplu rezemată, grindă continuă, etc.)
2. Stabilirea acțiunilor, a coeficienților acțiunilor pentru diferitele combinații de calcul, a coeficienților dinamici (ex. poduri rulante) etc.
3. Calculul solicitărilor maxime ( $M, V(T), N$ ). În cazul unei grinzi static nedeterminate, solicitările finale se obțin după configurarea geometriei grinzii.
4. Alcatuirea secțiunii transversale (diferă în funcție de aplicație – platformă, planșeu, structură de retenție, grindă de rulare, grindă sau tablă de pod etc).
5. Secțiunea grinzii și variația acesteia în lungul grinzii depind de:
  - a. Tipul aplicației
  - b. Condiții constructive specifice
  - c. Îndeplinirea condiției de săgeată (SLS)
  - d. Optimizarea consumului de oțel
6. Verificarea secțiunii (SLU – calculul de rezistență)
  - i. Tensiuni normale  $\sigma$  (din acțiuni statice și/sau dinamice, oboseală).
    - a. La determinarea acestora se ține seama de posibilitatea voalării (secțiuni de clasă 4) și de efectul “shear lag”
    - b. Se iau în considerare efectele locale ale acțiunilor concentrate asupra inimii.
  - ii. Tensiuni (forte) tangențiale de alunecare (la îmbinarea dintre inimă și talpă)
  - iii. Interacțiunea  $M+V, M+N, M+N+V$
7. Adaptarea grinzilor la variația solicitărilor



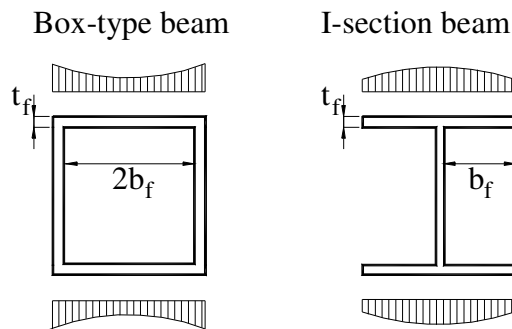
8. Verificarea rigiditatii grinzii (SLS - sageata)
9. Verificarea stabilitatii generale (SLU – flambaj prin incovoiere rasucire)
10. Verificarea stabilitatii locale a inimii si talpii
  - a. Voalare din compresiune ( $\sigma_{cr}$ )
  - b. Voalarea din forta taietoare ( $\tau_{cr}$ )

**Aceste verificari se fac tinand seama de posibilitatea dispunerii rigidizarilor, care pot limita sau inhiba total riscul de voalare.**

11. Calculul rigidizarilor curente si de reazem.
12. Verificarea imbinarii dintre inima si talpi
13. Stabilirea imbinarilor de continuitate si calculul si/sau verificarea acestora (la grinzi lungi)
14. Stabilirea solutiei de rezemare, calculul si/sau verificarea rezemarilor.

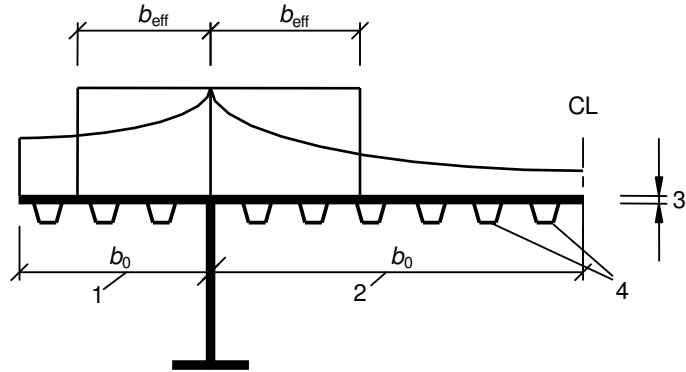
### Efectul “SHEAR-LAG”

- *variatiia tensiunilor normale in talpile grinzilor ca urmare a influentei fortei taietoare*



Distributia eforturilor unitare normale in talpa intinsa si comprimata la grinzi scurte datorita efectului ”shear lag”

- Fenomenul “shear lag” este mai pregnant la grinzile cu talpi late.
- Efectul “shear lag” se modeleaza pentru calcul prin considerarea unei latimi eficiente pe care diagrama  $\sigma$  este constanta.

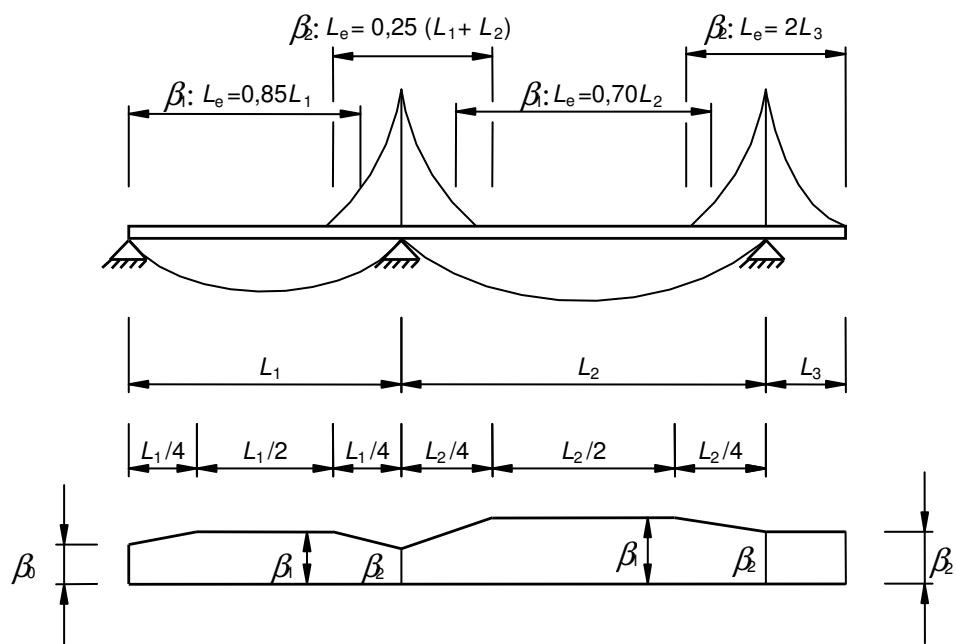


- 1 pentru o talpă în consolă
- 2 pentru o talpă internă
- 3 grosimea plăcii t
- 4 rigidizare cu  $A_{sl} = \sum A_{sfi}$

Notății pentru shear lag

$$b_{eff} = \beta \cdot b_0 \tag{1}$$

- Latimea eficace (efectiva) de „shear lag„, variaza in lungul grinzii

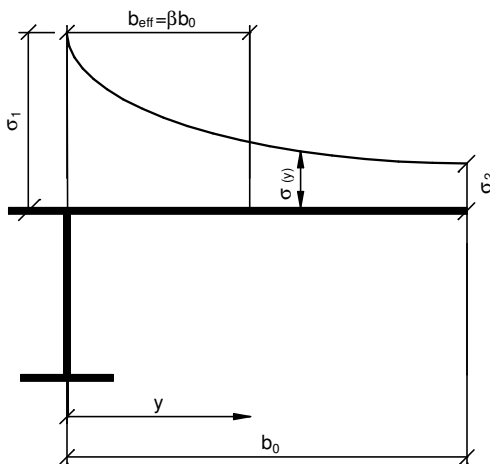


Lungimea efectivă  $L_e$  pentru o grindă continuă și repartitia lățimii eficace

**Factorul de lățime eficace  $\beta$**

$\kappa$	Verificare	Valoare - $\beta$
$\kappa \leq 0,02$		$\beta = 1,0$
$0,02 < \kappa \leq 0,70$	zonă de moment pozitiv	$\beta = \beta_1 = \frac{1}{1 + 6,4 \kappa^2}$

	zonă de moment negativ	$\beta = \beta_2 = \frac{1}{1 + 6,0 \left( \kappa - \frac{1}{2500 \kappa} \right) + 1,6 \kappa^2}$
> 0,70	zonă de moment pozitiv	$\beta = \beta_1 = \frac{1}{5,9 \kappa}$
	zonă de moment negativ	$\beta = \beta_2 = \frac{1}{8,6 \kappa}$
toate valorile lui $\kappa$	capăt liber	$\beta_0 = (0,55 + 0,025 / \kappa) \beta_1, \text{ dar } \beta_0 < \beta_1.$
toate valorile lui $\kappa$	consolă	$\beta = \beta_2 \text{ în dreptul consolei și la capătul liber}$
$\kappa = \alpha_0 b_0 / L_e \text{ cu } \alpha_0 = \sqrt{1 + \frac{A_{st} \ell}{b_0 t}}$ <p>în care <math>A_{st}</math> este aria tuturor rigidizărilor longitudinale din lățimea <math>b_0</math> și unde celelalte simboluri sunt cele definite în figura 3.1 și figura 3.2.</p>		

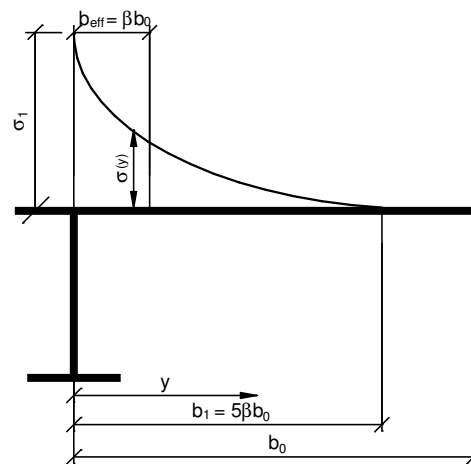


$$\beta > 0,20 :$$

$$\sigma_2 = 1,25 (\beta - 0,20) \sigma_1$$

$$\sigma(y) = \sigma_2 + (\sigma_1 - \sigma_2) (1 - y/b_0)^4$$

$\sigma_1$  este calculat cu lățimea eficace a tălpii  $b_{eff}$



$$\beta \leq 0,20 :$$

$$\sigma_2 = 0$$

$$\sigma(y) = \sigma_1 (1 - y/b_1)^4$$

Distribuția tensiunilor datorită efectului de shear lag

- Efectul shear lag se neglijeaza daca  $b_0 < L_e / 50$

# VERIFICAREA GRINZILOR CU INIMA PLINA (formularea clasica)

- Verificarile la sollicitarile din incovoiere (SLU, SLS), taiere (forfecare) si forta axiala si interactiunea lor se fac cu formule cunoscute pentru sectiuni de clasa 1,2,3 respectiv cu considerarea caracteristicilor geometrice eficace ( $A_{eff}, I_{eff}, W_{eff}$ ) pentru sectiuni de clasa 4.
  - Încovoiere – Navier ( $\sigma$ )
  - Taiere (forfecare) – Juravski ( $\tau$ )

## Ex. Grinda de Rulare

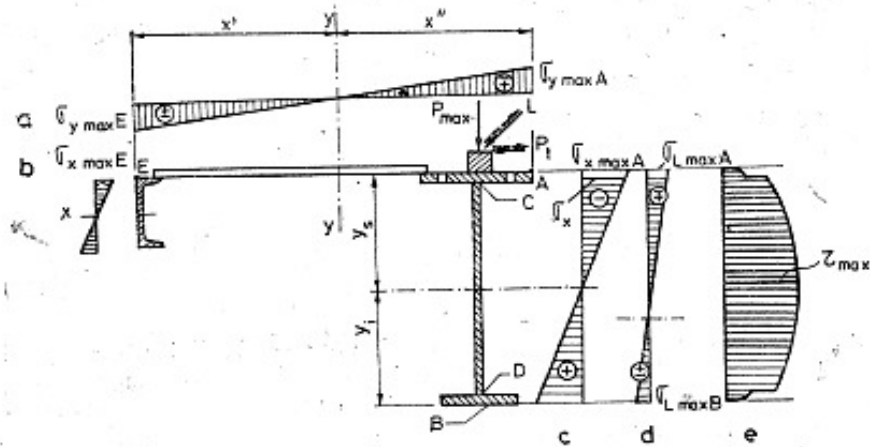


Fig. 3.9. Eforturi unitare în grinzile de rulare – frinare:  
 a – din frinarea cărucioarelor; b – din încărcarea verticală a grinzii auxiliare;  
 c – în grinda de rulare din încărcări verticale; d – din frinarea podurilor rulante;  
 e – eforturi unitare tangențiale în grinda de rulare din încărcări verticale.

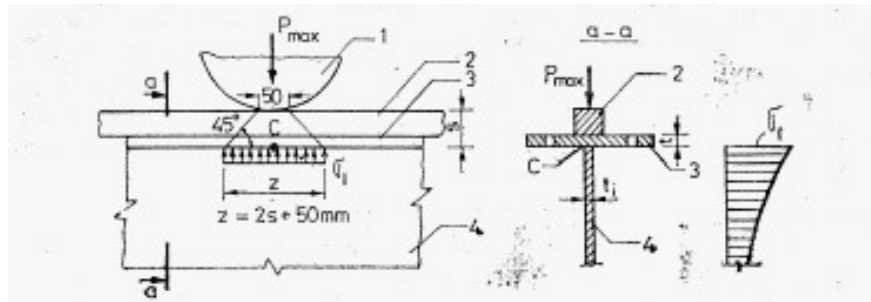


Fig. 3.10. Eforturi unitare locale la nivelul marginii superioare a inimii:  
 1 – roata podului; 2 – șina de rulare; 3 – talpa superioară a grinzii de rulare;  
 4 – inima grinzii de rulare.

- Verificari din incovoiere
  - Fibrele externe ale talpii inferioare (B)

$$(\sigma_{x,\max} + \sigma_{L,\max})_B \leq R = \left( \frac{f_y}{\gamma_{M_0}} \right) \quad (2)$$

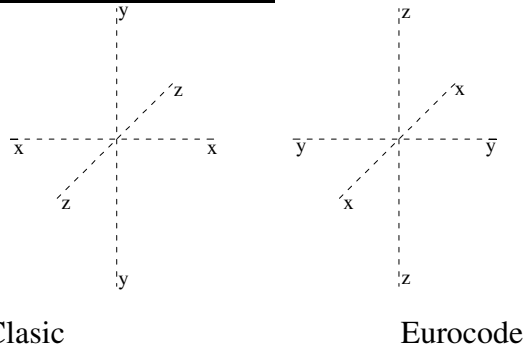
- In punctul (A), cel mai solicitat al talpii superioare

$$(\sigma_{x,\max} + \sigma_{L,\max})_A \leq R = \left( \frac{f_y}{\gamma_{M_0}} \right) \quad (3)$$

$$(\sigma_{\max} + \sigma_{y,\max})_A \leq 1.1R = \left( 1.1 \frac{f_y}{\gamma_{M_0}} \right) \quad (4)$$

Atentie !!!

1) Axele sunt schimbate fata de Eurocode



2)  $\gamma_{M_0}$  difera fata de Eurocode !!!!

$$\gamma_{M_0, \text{clasic}} \approx 1.14$$

Ex.  $R_{S235} = 210 N / mm^2 (t \leq 16mm)$

$$R_{S355} = 315 N / mm^2 (t \leq 16mm)$$

- Tensiuni tangențiale maxime (in axa neutra)

$$\tau_{\max} = \frac{T_{\max} S_{x,c}}{t I_x} \leq R_f \quad (5)$$

$$R_f = 0.6R \quad \text{Ex.:} \quad R_{f,S235} = 0.6R = 125 N / mm^2$$

$$R_{f,S355} = 0.6R = 190 N / mm^2$$

- Tensiunea locala (in fibrele C, la imbinarea inima-talpa)

$$\sigma_L = \frac{P_{\max}}{z I_i} \leq R \quad (6)$$

Atentie : "z" in formula (6) nu este axa !!!

- Interactiunea incovoiere-taiere, la nivelul imbinarii inima-talpa (tensiune echivalenta Von Mises, stare plana)

$$\sigma_{ech} = \sqrt{\sigma_x^2 + 3\tau^2} < R \quad (7)$$

- Interactiunea incovoiere+taiere+local la nivelul imbinarii inima-talpa (tensiune echivalenta Von Mises),

$$\sigma_{ech} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_L^2 - \sigma_x \sigma_L + 3\tau^2} < mR$$

$m = 1.25$  cand  $\sigma_x$  si  $\sigma_L$  au semn contrar

$m = 1.1$  cand  $\sigma_x$  si  $\sigma_L$  au acelasi semn sau atunci cand  $\sigma_L = 0$  (8)

- Sageti admisibile pentru verificarea SLS

**Săgeți admisibile  $f_a$**  Tabelul 2.20

Nr. crt.	Denumirea elementelor de construcție	$\frac{f_a}{l}$	Conform
0	1	2	3
	<i>A. Construcții civile, industriale și agricole</i>		STAS 10108/ /0-78
1	Grinzile căilor de rulare cu inimă plină sau cu zăbrele pentru : a) poduri rulante manuale b) poduri rulante electrice cu capacitatea de ridicare $Q \leq 500$ kN c) poduri rulante electrice cu capacitatea de ridicare $Q > 500$ kN	1/500 1/600 1/750	
2	Căile de rulare ale grinzilor rulante	1/500	
3	Căile de rulare pentru cărucioare rulante	1/400	
4	Grinzile platformelor clădirilor industriale : a) cind nu susțin linii ferate sau utilaje care produc vibrații : → grinzi principale — celelalte grinzi b) cind susțin căi ferate înguste c) cind susțin căi ferate cu ecartament normal	1/400 1/250 1/400 1/600	
5	Grinzile planșeelor dintre etaje : a) grinzi principale b) celelalte grinzi	1/350 1/250	
6	Grinzile acoperișului și planșeelor podurilor clădirilor : a) ferme, grinzi principale și grinzi care susțin cadre de luminător b) pane și căpriori	1/250 1/200	
7	Elementele șarpantei, pereților și luminătoarelor : a) bare verticale și rigle b) sprosurile ferestrelor (in plan vertical și orizontal) c) stâlpii pereților cind materialul de închidere este elastic (tablă, azbociment, materiale plastice)	1/200 1/180 1/200	
8	Panouri metalice de învelitoare : a) în zone fără aglomerări de zăpadă b) în zone cu aglomerări de zăpadă	1/150 1/100	
9	Tabla platelajului la platformele industriale	1/150— 1/200	
10	Estacade de conducte : a) la grinzi principale b) la grinzi secundare	1/350 1/300	

• Verificarea la voalare a inimilor

Tabelul 6.19

Construcții civile, industriale și agricole		GRINZI CU INIMĂ PLINĂ CU SECȚIUNE SIMETRICĂ Relații pentru calculul la stabilitate locală a inimilor (voalare)		Conform: STAS 10108/0-78			
Nr. crl.	Modul de încărcare	Schema de rigidizare	Relații de condiționare	Relații de verificare <sup>1)</sup>	Expresiile rezistențelor critice		
					$\sigma_{cr}$ daN/cm <sup>2</sup>	$\tau_{cr}$ daN/cm <sup>2</sup>	$\sigma_{ier}$ daN/cm <sup>2</sup>
1	Cu forțe concentrate fixe		$\sigma_i = 0$	$\sqrt{\left(\frac{\sigma}{\sigma_{cr}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2} \leq 1$ <sup>2)</sup>	$7000 \left(\frac{100 t_t}{h_0}\right)^2$	$\left(1250 + \frac{950}{\alpha^2}\right) \cdot \left(\frac{100 t_t}{d}\right)$	
2	Cu forțe concentrate mobile		$\sigma_i = 0$	$\sqrt{\left(\frac{\sigma}{\sigma_{cr}} + \frac{\sigma_i}{\sigma_{ier}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2} \leq 0,9$ <sup>2)</sup>	$k_0 \left(\frac{100 t_t}{h_0}\right)^2$ $k_0$ - se ia din din tabelul 6.21	$\alpha = \frac{\text{Latura mare a panoului}}{\text{Latura mică a panoului}}$ $d$ - latura mică	$k_1 \left(\frac{100 t_t}{a}\right)^2$ $k_1$ - se ia din tabelul 6.25
			$\frac{a}{h_0} \leq 0,8$				
			$\sigma_i \neq 0$				
			$\frac{a}{h_0} > 0,8$	$\sigma_i / \sigma < \eta$	$k_2 \left(\frac{100 t_t}{h_0}\right)^2$ $k_2$ - se ia din tabelul 6.24	$k_1 \left(\frac{100 t_t}{a/2}\right)^2$ $k_1$ - se ia din tabelul 6.25	Dacă $a > 2h_0$ se va lua $\alpha = 2h_0$
			$\sigma_i / \sigma > \eta$		$k_1 \left(\frac{100 t_t}{2h_0}\right)^2$ $k_1$ - se ia din tabelul 6.25		



3		Panoul I	$\sigma_i = 0$ $\sigma_i \neq 0$ $\frac{a}{h_1} \leq 2$	$\frac{\sigma}{\sigma_{cr}} + \frac{\sigma_i}{\sigma_{icr}} + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2 \leq 0,9$	$\frac{1000 h_0}{h_0 - h_1} \left(\frac{100 t_t}{h_1}\right)^2$ $\frac{(1 + \alpha_1^2)^2}{\alpha_1^2} \frac{250 h_0}{h_0 - h_1}$ $\cdot \left(\frac{100 t_t}{h_1}\right)^2$ $\alpha_1 = a/h_1$ <sup>5)</sup>	$\left(1250 + \frac{950}{\alpha_1^2}\right) \cdot$ $\cdot \left(\frac{100 t_t}{h_1}\right)^2$ $\alpha_1 = \frac{a}{h_1}$	$k_3 \frac{(1 + \alpha_1^2)^2}{\alpha_1^2} -$ $-\left(\frac{100 t_t}{a}\right)^2$ $\alpha_1 = a/h_1$ <sup>5)</sup> $k_3$ - se ia din tabelul 6.26
		Panoul I a	$\sigma_i \neq 0$ $a_1 < a$	$\frac{(1 + \alpha_2^2)^2}{\alpha_2^2} \frac{250 h_0}{h_0 - h_1}$ $\cdot \left(\frac{100 t_t}{h_1}\right)^2$ $\alpha_2 = a_1/h_1$ <sup>5)</sup>	$\left(1250 + \frac{950}{\alpha_2^2}\right) \cdot$ $\cdot \left(\frac{100 t_t}{h_1}\right)^2$ $\alpha_2 = a_1/h_1$ <sup>6)</sup>	$k_3 \frac{(1 + \alpha_2^2)^2}{\alpha_2^2} -$ $-\left(\frac{100 t_t}{a_1}\right)^2$ $\alpha_2 = a_1/h_1$ <sup>5)</sup> $k_3$ - se ia din tabelul 6.26	
		Panoul II	$\sqrt{\left[\frac{\sigma \left(1 - \frac{2h_1}{h_0}\right)}{\sigma_{cr}} + \frac{0,4\sigma_i}{\sigma_{icr}}\right]^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2} \leq 1$ <sup>2)</sup>	$\frac{1140}{\left(0,5 - \frac{h_1}{h_0}\right)^2} \cdot$ $\cdot \left(\frac{100 t_t}{h_0}\right)^2$	$\left(1250 + \frac{950}{\alpha_3^2}\right) \cdot$ $\cdot \left(\frac{100 t_t}{h_2}\right)^2$ $\alpha_3 = a/h_2$	$k_4 \left(\frac{100 t_t}{a}\right)^2$ $k_4$ - se ia din tabelul 6.27	
3a							

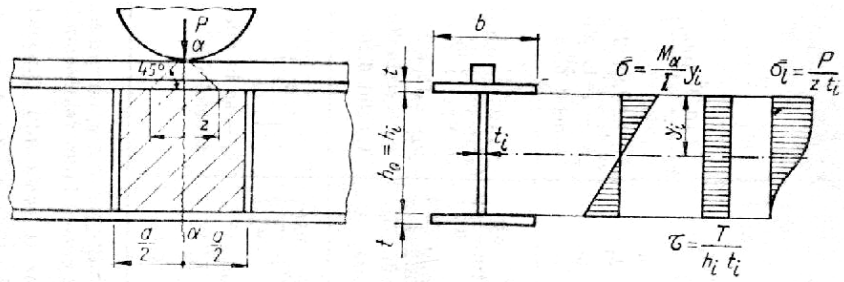
1) La panourile unde  $P$  se aplică la talpa întinsă, pentru nr. crt., 2, se fac două verificări cu  $\sigma$  și  $\tau$ , respectiv  $\sigma_i$  și  $\tau$ , iar pentru nr. crt. 3 și 3a la panoul II (din zona întinsă) se verifică cu  $\sigma$  și  $\tau$ , respectiv  $\sigma_i$  (în loc de  $0,4\sigma_i$ ) și  $\tau$ , iar la panoul I (din zona comprimată) cu  $\sigma$  și  $\tau$ . 2)  $\sigma = \frac{M}{I_a} y$ ;  $\sigma_i = \frac{P}{z t_i}$ ;  $\tau = \frac{T}{t_i h_i}$ ;  $\sigma$ ;  $\sigma_i$  și  $\tau$  se calculează ținând seama de coeficienții acțiunilor și coeficienții dinamici. 3)  $\eta$  este dat în tabelul 6.23; 4)  $k_1$  se determină în funcție de  $\frac{a}{2h_0}$  în loc de  $\frac{a}{h_0}$ ; 5) Dacă  $\alpha_1 > 2$ , respectiv  $\alpha_2 > 2$ , atunci se va lua  $\alpha_1 = 2$ , respectiv  $\alpha_2 = 2$ ; 6) Dacă  $a_1 < h_1$  se va lua  $\alpha_2 = h_1/a_1$  și în relația lui  $\tau_{cr}$  se înlocuiește  $h_1$  cu  $a_1$ .

Tabelul 6.20

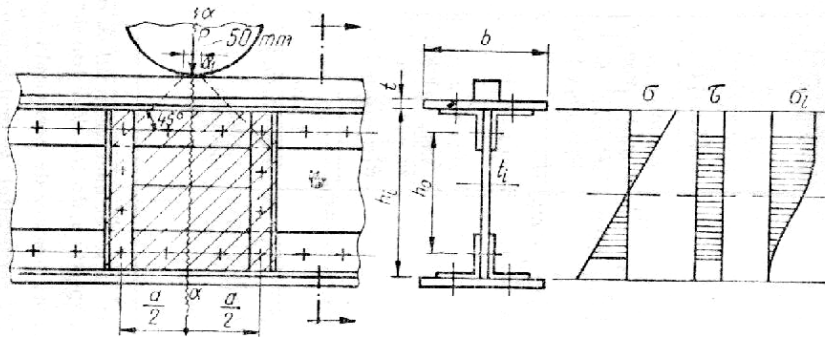
Construcții civile, industriale și agricole		GRINZI CU INIMĂ PLINĂ CU SECȚIUNE NESIMETRICĂ Relații pentru calculul la stabilitate locală a inimilor (voalare)		Conform : STAS 10108/0-78						
Modul de încărcare	Schema de rigidizare	Relații de condiționare	Relații de verificare <sup>1)</sup>	Expresile rezistențelor critice						
				$\sigma_{er}$ daN/cm <sup>2</sup>	$\tau_{er}$ daN/cm <sup>2</sup>	$\sigma_{ler}$ daN/cm <sup>2</sup>				
Cu forțe concentrate fixe		$\sigma_i = 0$	$V \left( \left( \frac{\sigma}{\sigma_{er}} \right)^2 + \left( \frac{\tau}{\tau_{er}} \right)^2 \right) \leq 1$ <sup>2)</sup>	$7000 \left( \frac{100 t_1}{h_0'} \right)^2$	$\left( 1250 + \frac{950}{\alpha^2} \right) \cdot \left( \frac{100 t_1}{d} \right)^2$					
Cu forțe concentrate mobile		$\sigma_i = 0$	$V \left( \left( \frac{\sigma}{\sigma_{er}} + \frac{\sigma_i}{\sigma_{ler}} \right)^2 + \left( \frac{\tau}{\tau_{er}} \right)^2 \right) \leq 0.9$ <sup>2)</sup>	$k_0 \left( \frac{100 t_1}{h_0'} \right)^2$ $k_0$ - se ia din tabelul 6.21	$\alpha = \frac{\text{Latura mare a panoului}}{\text{Latura mică a panoului}}$ $d$ - latura mică	$k_1 \left( \frac{100 t_1}{a} \right)^2$ $k_1$ - se ia din tabelul 6.25				
							$\frac{a}{h_0} \leq 0,8$	$\frac{a}{h_0} \leq 0,8$	$\alpha = \frac{a}{h_0}$	Dacă $a \geq 2h_0'$ , se va lua $\alpha = 2h_0'$ $k_1$ - se ia din tabelul 6.25
							$\frac{a}{h_0} > 0,8$	$\frac{a}{h_0} > 0,8$	$k_2 \left( \frac{100 t_1}{h_0'} \right)^2$ $k_2$ - se ia din tabelul 6.24	Deci: $\alpha = \frac{a}{h_0}$
		$\sigma_i \neq 0$		$k_0 \left( \frac{100 t_1}{h_0'} \right)^5$ $k_0$ - se ia din tabelul 6.21		<sup>3)</sup> $k_1 \left( \frac{100 t_1}{a/2} \right)^2$ $k_1$ - se ia din tabelul 6.25				

<p>3a</p> <p>Cu forțe concentrate mobile</p>		<p>Panoul I</p> <p><math>\frac{a}{h_1} \leq 0,8</math></p>	<p><math>\sigma_l = 0</math></p> <hr/> <p><math>\sigma_l \neq 0</math></p>	<p><math>\frac{\sigma}{\sigma_{cr}} + \frac{\sigma_l}{\sigma_{lcr}} + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2 \leq 0,9</math><sup>2)</sup></p>	<p><math>\frac{2\,000\,h_0}{2h_0 - \psi h_1} \left(\frac{100t_f}{h_1}\right)^2</math><sup>5)</sup></p> <hr/> <p><math>\frac{(1 + \alpha_1^2)^2}{\alpha_1^2}</math></p> <p><math>\cdot \frac{500h_0}{2h_0 - \psi h_1} \left(\frac{100t_f}{h_1}\right)^2</math></p> <p><math>\alpha_1 = a/h_1 \leq 2</math><sup>5)</sup></p>	<p><math>\left(1\,250 + \frac{950}{\alpha_1^2}\right) \cdot \left(\frac{100t_f}{h_1}\right)^2</math></p> <p><math>\alpha_1 = \frac{a}{h_1}</math></p>	<p><math>k_3 \frac{(1 + \alpha_1^2)^2}{\alpha_1^2} \left(\frac{100t_f}{a}\right)^2</math></p> <p><math>\alpha_1 = a/h_1 \leq 2</math></p> <p><math>k_3</math> — se ia din tabelul 6.26</p>
	<p>Panoul Ia</p> <p><math>\sigma_l \neq 0</math></p> <p><math>a_1 &lt; a</math></p>	<p><math>\frac{(1 + \alpha_2^2)^2}{\alpha_2^2}</math></p> <p><math>\cdot \frac{500h_0}{2h_0 - \psi h_1} \left(\frac{100t_f}{h_1}\right)^2</math></p> <p><math>\alpha_2 = a_1/h_1 \leq 2</math><sup>5)</sup></p>	<p><math>\left(1\,250 + \frac{950}{\alpha_2^2}\right) \cdot \left(\frac{100t_f}{h_1}\right)^2</math></p> <p><math>\alpha_2 = a_1/h_1</math><sup>6)</sup></p>	<p><math>k_3 \frac{(1 + \alpha_2^2)^2}{\alpha_2^2} \left(\frac{100t_f}{a_1}\right)^2</math></p> <p><math>\alpha_2 = a_1/h_1 \leq 2</math></p> <p><math>k_3</math> — se ia din tabelul 6.26</p>			
	<p>Panoul II</p>	<p><math>\sqrt{\left[\frac{\sigma \left(1 - 2\frac{h_1}{h_0}\right) + 0,4\sigma_l}{\sigma_{cr}} + \frac{\tau}{\tau_{cr}}\right]^2} \leq 1</math><sup>2)</sup></p> <p><math>\frac{1\,140}{(1/\psi - h_1/h_0)^2} \cdot \left(\frac{100t_f}{h_0}\right)^2</math><sup>5)</sup></p>	<p><math>\left(1\,250 + \frac{950}{\alpha_3^2}\right) \cdot \left(\frac{100t_f}{h_2}\right)^2</math></p> <p><math>\alpha_3 = a/h_2</math></p>	<p><math>k_4 \left(\frac{100t_f}{a}\right)^2</math></p> <p><math>k_4</math> — se ia din tabelul 6.27</p>			

1) La panourile unde P se aplică la talpa întinsă, pentru nr. crt. 2, se fac două verificări cu  $\sigma$  și  $\tau$ , respectiv  $\sigma_l$  și  $\tau$ , iar pentru nr. crt. 3 și 3a la panoul II (din zona întinsă) se verifică cu  $\sigma$  și  $\tau$ , respectiv  $\sigma_l$  (în loc de  $0,4\sigma_l$ ) și  $\tau$ , iar la panoul I (din zona comprimată) cu  $\sigma$  și  $\tau$ . 2)  $\sigma = \frac{M}{I_x} y$ ;  $\sigma_l = \frac{P}{zt_f}$ ;  $\tau = \frac{T}{t_f h_i}$  se calculează ținând seama de coeficienții acțiunilor și coeficienții dinamici. 3)  $k_1$  se determină din tabel în funcție de  $a/2h_0$  în loc de  $a/h_0$ . 4) Coeficientul  $k_2$  se determină din tabel în funcție de  $a/h_0'$  în loc de  $a/h_0$ . 5)  $\psi = (\sigma - \sigma')/\sigma$  (vezi diagrama de la nr. crt. 3a). 6) Dacă  $a_1 < h_1$  se va lua  $\alpha_2 = h_1/a_1$  și în relația lui  $\tau_{cr}$  se înlocuiește  $h_1$  cu  $a_1$ .

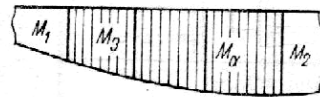
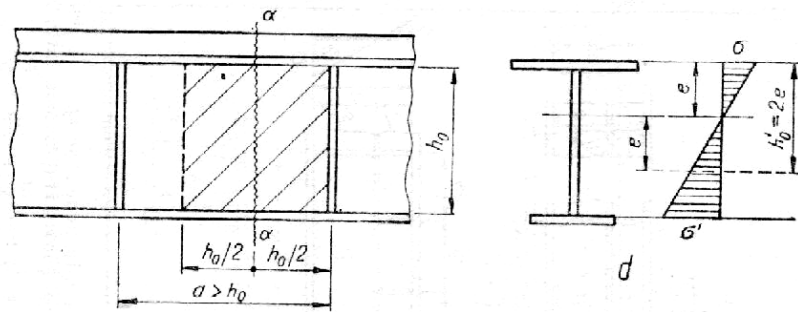


a • Grinzi sudate  $a \approx h_0$



$$M_\alpha = \frac{M_1 + M_2}{2}$$

b • Grinzi nituite  $a \approx h_0$



$$M_\alpha = \frac{M_1 + M_2}{2}$$

c • Grinzi la care  $a > h_0$

Fig. 6.5.

Tabelul 6.21

Construcții civile, industriale și agricole	Coeficientul $k_0$							Conform : STAS 10108/0-78
Grinzi	Valoarea coeficientului $k_0$ pentru $\gamma = c \frac{b}{h_0} \left( \frac{t}{t_t} \right)^3$ egal cu : <sup>1)</sup>							
	$\leq 0,8$	1,0	2,0	4,0	6,0	10	$\geq 30$	
Sudate	6 300	6 620	7 000	7 270	7 320	7 370	7 460	
Nituite	7 000							

<sup>1)</sup>  $c$  – se determină din tabelul 6.22.

Tabelul 6.22

Construcții civile, industriale și agricole	Coeficientul $c$		Conform : STAS 10108/0-78
Tipul grinzilor	Legătura tălpii comprimate cu alte elemente	$c$	
Grinzi pentru căile de rulare	Șina de rulare nu este sudată	2	
	Șina de rulare este sudată	$\infty$	
	Forța aplicată la talpa întinsă	0,8	
Alte grinzi	În cazul rezemării pe talpa comprimată a unei plăci rigide	$\infty$	
	În alte cazuri	0,8	

Tabelul 6.2.

Construcții civile, industriale și agricole	Coeficientul $\eta = \sigma_t / \sigma$ pentru grinzi cu secțiune simetrică								Conform : STAS 10108/0-78
Grinzi	$\gamma = c \frac{b}{h_0} \left( \frac{t}{t_t} \right)$	Valorile limită ale coeficientului $\eta = \sigma_t / \sigma$ pentru $a/h_0$ egal cu :							
		0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	$\geq 2$
Sudate	$\leq 1,0$	0	0,146	0,183	0,267	0,359	0,445	0,540	0,618
	2	0	0,109	0,169	0,277	0,406	0,543	0,652	0,789
	4	0	0,072	0,129	0,281	0,479	0,711	0,930	1,132
	5	0	0,066	0,127	0,288	0,536	0,874	1,192	1,468
	10	0	0,059	0,122	0,296	0,574	1,002	1,539	2,154
	$\geq 30$	0	0,047	0,112	0,300	0,633	1,283	2,249	3,939
Nituite	–	0	0,121	0,184	0,378	0,643	1,131	1,614	2,347

VALORILE COEFICIENTULUI $k_1$								Tabelul 5.5	
$\delta^v$	Valorile coeficientului $k_1$ pentru grinzi sudate pentru raportul $a/h_0$ egal cu:								
	$\leq 0,5$	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	$\geq 2,0$
$\leq 1$	2420	2610	3100	3780	4650	5690	6860	8170	9570
2	2520	2740	3380	4280	5390	6750	8230	9770	11.700
4	2590	2800	3480	4530	5910	7620	9500	11.530	13.670
6	2600	2840	3520	4640	6110	8040	10.230	12.480	14.800
10	2610	2860	3550	4720	6300	8340	10.710	13.300	16.080
$\geq 30$	2620	2870	3580	4810	6500	8750	11.300	14.330	17.570

Pentru grinzi nituite  $k_1$  se ia pentru  $\delta^v = 10$

VALOAREA COEFICIENTULUI $k_2$						TABELUL 5.6			
$\frac{a}{h_0}$	$\leq 0,8$	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	$\geq 2,0$	
$k_2$	6300	7780	8230	9500	11.100	13.020	15.250	17.790	

Tabelul 6.26

Construcții civile, industriale și agricole	Coeficientul $k_3$			Conform : STAS 10108/0-78
Pentru raportul $\alpha_1 = a/h_1$ egal cu <sup>1)</sup>	1,0	1,5	$\geq 2,0$	
Valoarea coeficientului $k_3$ este	360	420	450	

<sup>1)</sup> Sau  $\alpha_2 = a_1/h_1$

Tabelul 6.27

Construcții civile, industriale și agricole	Coeficientul $k_4$									Conform : STAS 10108/0-78
Pentru $\frac{a}{h_0 - h_1}$	$\leq 0,5$	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	$\geq 2,0$	
Rezultă $k_4$	2 420	2 610	3 100	3 780	4 650	5 690	6 860	8 170	9 570	

# VERIFICAREA GRINZILOR CU INIMA PLINA (EN1993-1-5)

## Anexa A (informativă)

### Calcul tensiunilor critice pentru plăcile rigidizate

#### A.1 Placă ortotropică echivalentă

(1) Plăcile cu cel puțin trei rigidizări longitudinale pot fi tratate ca plăci ortotropice echivalente.

(2) Tensiunea critică de voalare elastică a plăcii ortotropice echivalente poate fi evaluată ca:

$$\sigma_{cr,p} = k_{\sigma,p} \sigma_E \quad (\text{A.1})$$

în care 
$$\sigma_E = \frac{\pi^2 E t^2}{12(1-\nu^2)b^2} = 190000 \left(\frac{t}{b}\right)^2 \quad \text{în [MPa]}$$

$k_{\sigma,p}$  este coeficientul de voalare conform teoriei plăcilor ortotropice cu rigidizări pe placă

$b$  este definit în figura A.1;

$t$  este grosimea plăcii.

NOTA 1 - Coeficientul de voalare  $k_{\sigma,p}$  se obține pornind de la abacele pentru rigidizări, sau prin intermediul simulărilor numerice; în mod alternativ pot fi folosite abace pentru rigidizările discrete cu rezerva de a putea ignora voalarea locală a panourilor secundare.

NOTA 2 -  $\sigma_{cr,p}$  este tensiunea critică elastică de voalare la marginea panoului, unde este exercitată tensiunea maximă de compresiune, a se vedea figura A.1.

NOTA 3 - În cazul unei inimi, lățimea  $b$  din ecuațiile (A.1) și (A.2) se înlocuiește cu  $h_w$ .

NOTA 4 - Pentru plăcile rigidizate cu cel puțin trei rigidizări longitudinale egal distanțate, coeficientul de voalare al plăcii  $k_{\sigma,p}$  (voalarea globală a panoului rigidizat) poate fi aproximat cu:

$$k_{\sigma,p} = \frac{2\left((1+\alpha^2)^2 + \gamma - 1\right)}{\alpha^2(\psi+1)(1+\delta)} \quad \text{if } \alpha \leq \sqrt[4]{\gamma} \quad (\text{A.2})$$
$$k_{\sigma,p} = \frac{4(1+\sqrt{\gamma})}{(\psi+1)(1+\delta)} \quad \text{if } \alpha > \sqrt[4]{\gamma}$$

cu: 
$$\psi = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} \geq 0,5$$

$$\gamma = \frac{I_{sl}}{I_p}$$

$$\delta = \frac{\Sigma A_{sl}}{A_p}$$

$$\alpha = \frac{a}{b} \geq 0,5$$

în care:  $I_{sl}$  este momentul de inerție al întregii plăci rigidizate;

$I_p$  este momentul de inerție la încovoiere al plăcii  $= \frac{bt^3}{12(1-\nu^2)} = \frac{bt^3}{10,92}$ ;

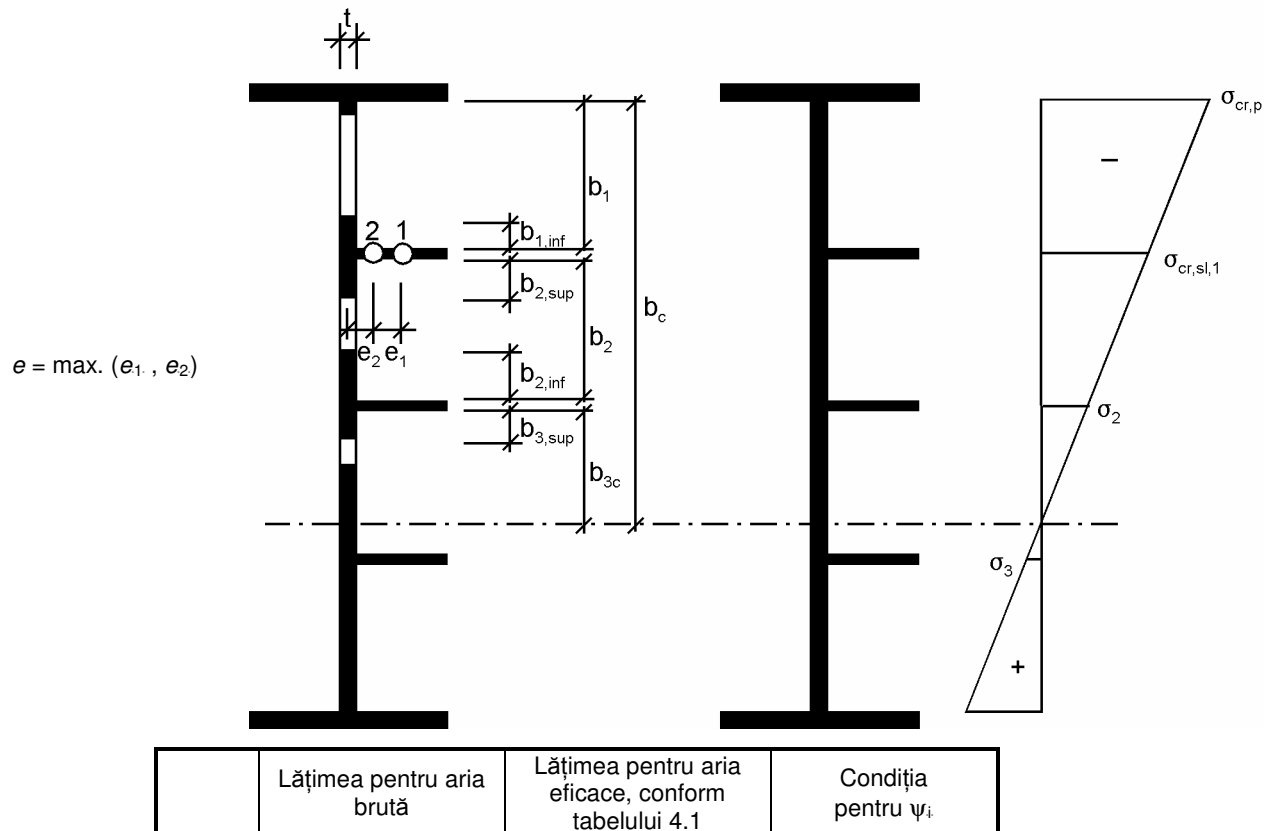
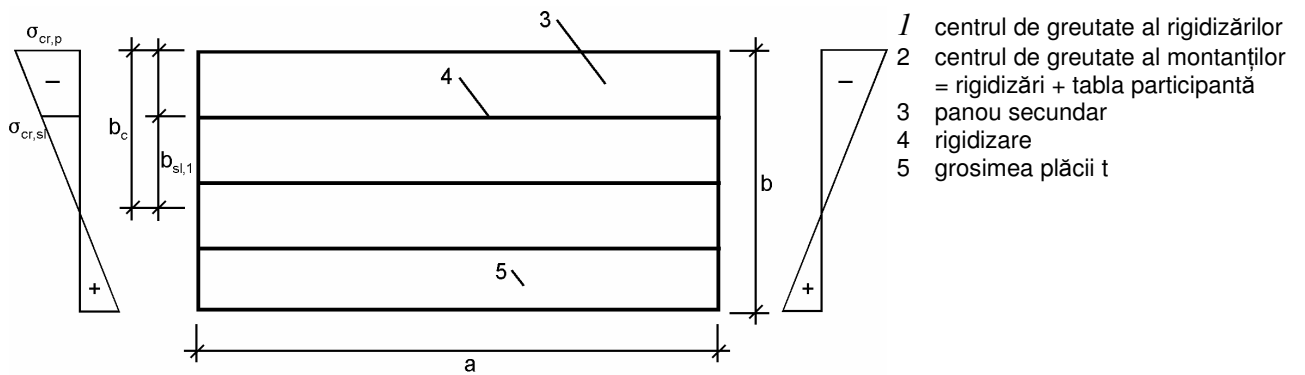
$\Sigma A_{sl}$  este suma ariilor brute a rigidizărilor longitudinale individuale;

$A_p$  este aria brută a plăcii  $= bt$ ;

$\sigma_1$  este tensiunea de margine maximă;

$\sigma_2$  este tensiunea de margine minimă;

$a$ ,  $b$  și  $t$  sunt definite în figura A.1.





$b_{1,\text{inf}}$	$\frac{3-\psi_1}{5-\psi_1} b_1$	$\frac{3-\psi_1}{5-\psi_1} b_{1,\text{eff}}$	$\psi_1 = \frac{\sigma_{cr,sl,1}}{\sigma_{cr,p}} > 0$
$b_{2,\text{sup}}$	$\frac{2}{5-\psi_2} b_2$	$\frac{2}{5-\psi_2} b_{2,\text{eff}}$	$\psi_2 = \frac{\sigma_2}{\sigma_{cr,sl,1}} > 0$
$b_{2,\text{inf}}$	$\frac{3-\psi_2}{5-\psi_2} b_2$	$\frac{3-\psi_2}{5-\psi_2} b_{2,\text{eff}}$	$\psi_2 > 0$
$b_{3,\text{sup}}$	$0,4 b_{3c}$	$0,4 b_{3c,\text{eff}}$	$\psi_3 = \frac{\sigma_3}{\sigma_2} < 0$

Figura A.1 - Notații pentru plăcile rigidizate longitudinal

## A.2 Tensiunea critică de voalare pentru plăcile cu una sau două rigidizări în zona comprimată

### A.2.1 Metoda generală

(1) Dacă placa rigidizată nu are decât o singură rigidizare în zona comprimată, procedura definită în A.1 poate fi simplificată considerând o bară izolată fictivă pe mediu elastic, reprezentând efectul de placă pe direcția perpendiculară acestei bare. Tensiunea critică elastică a barei poate fi obținută din A.2.2.

(2) Pentru calculul  $A_{sl,1}$  și  $I_{sl,1}$ , aria secțiunii transversale brute a barei este luată egală cu aria brută a rigidizării, și a părților adiacente din placă descrise după cum urmează. Dacă panoul secundar este total în compresiune, se consideră o porțiune de  $(3-\psi)/(5-\psi)$  din lățimea acestuia  $b_1$ , de partea marginii panoului și o porțiune de  $2/(5-\psi)$  la marginea cu tensiunea cea mai mare. Dacă efortul își schimbă semnul în panoul secundar, de la tensiune la compresiune, este considerată o porțiune egală cu 0,4 din lățimea  $b_c$  a porțiunii comprimate a panoului secundar, a se vedea figura A.2 și de asemenea tabelul 4.1.  $\psi$  este raportul de tensiuni relativ panoului secundar considerat.

(3) Aria eficace a secțiunii transversale  $A_{sl,\text{eff}}$  a barei este considerată egală cu aria secțiunii transversale eficace a rigidizării și ariile eficace ale porțiunii adiacente ale plăcii, a se vedea figura A.1. Zveltețile elementelor de placă incluse în bară pot fi determinate în conformitate cu 4.4(4),  $\sigma_{\text{com,Ed}}$  fiind calculat pentru secțiunea transversală brută a plăcii.

(4) Dacă  $\rho_c f_y / \gamma_{M1}$ , cu  $\rho_c$  determinat conform 4.5.4(1), este superior tensiunii medii exercitate asupra barei  $\sigma_{\text{com,Ed}}$ , nu se efectuează nici o reducere suplimentară în aria eficace a barei. În caz contrar, aria eficace din (4.6) este modificată după cum urmează:

$$A_{c,\text{eff,loc}} = \frac{\rho_c f_y A_{sl,1}}{\sigma_{\text{com,Ed}} \gamma_{M1}} \quad (\text{A.3})$$

(5) Reducerea menționată în A.2.1(4) este aplicată doar ariei barei. Nu este necesară aplicarea unor reduceri suplimentare în alte părți comprimate ale barei, cu excepția celor referitoare la verificarea la voalare a panourilor secundare.

(6) Ca o alternativă la folosirea ariei eficace<sup>p</sup> conform A.2.1(4), rezistența barei poate fi determinată din A.2.1(5) până la (7) și verificată pentru asigurarea faptului ca aceasta să nu depășească tensiunea medie  $\sigma_{com,Ed}$ .

NOTĂ - Metoda expusă în (6) poate fi folosită în cazul rigidizărilor multiple în care efectul de împiedicare al plăcii este neglijabil, adică bara fictivă este considerată liberă la flambaj în afara planului inimii.

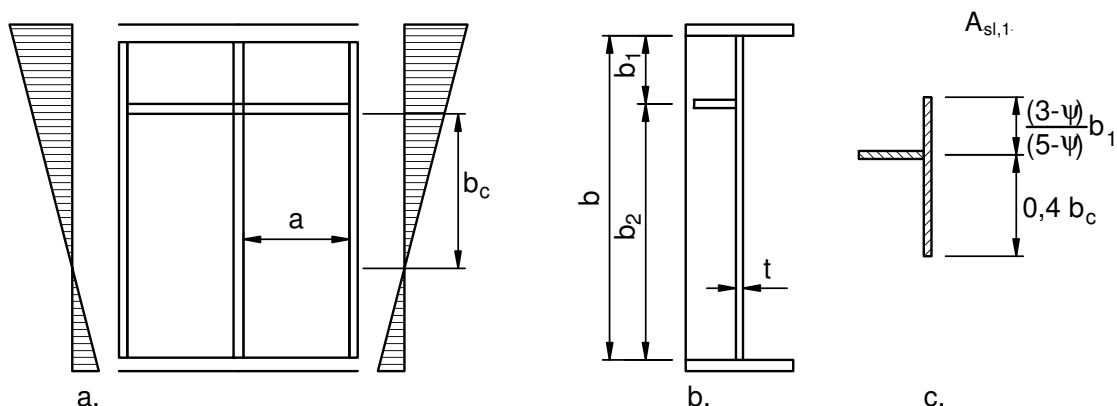
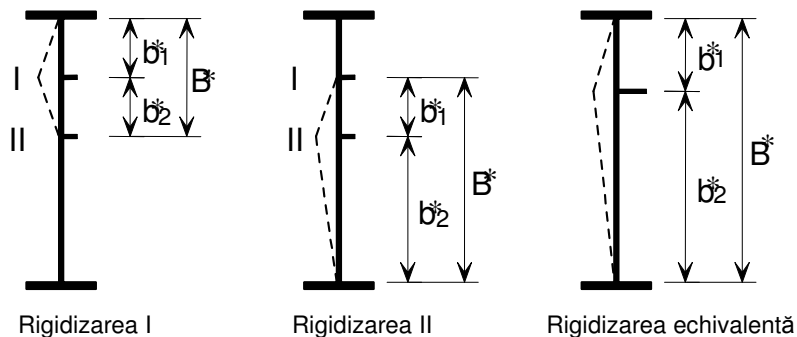


Figura A.2 - Notății pentru o placă de inimă cu o singură rigidizare în zona comprimată

(7) Dacă placa rigidizată are două rigidizări longitudinale în zona comprimată, metoda rigidizării unice descrisă în A.2.1(1) poate fi aplicată, a se vedea figura A3. Se presupune întâi că una din rigidizări flambează iar cealaltă acționează ca un reazem rigid. Flambarea simultană a ambelor rigidizări este luată în considerare prin substituirea celor două rigidizări cu una singură, astfel încât:

- aria transversală și momentul de inerție  $I_{sl}$  al acesteia sunt respectiv sumele aceluiași caracteristici ale rigidizărilor individuale;
- poziționarea acesteia corespunde rezultantei forțelor aplicate pe rigidizările individuale.

Pentru fiecare din aceste situații prezentate în figura A.3 este calculată o valoare relevantă a  $\sigma_{cr,p}$ , a se vedea A.2.2(1), cu  $b_1 = b_1^*$ ,  $b_2 = b_2^*$  iar  $B^* = b_1^* + b_2^*$ , a se vedea figura A.3.



Aria secțiunii transversale	$A_{sl,I}$	$A_{sl,II}$	$A_{sl,I} + A_{sl,II}$
Momentul de inerție	$I_{sl,I}$	$I_{sl,II}$	$I_{sl,I} + I_{sl,II}$

Figura A.3 - Notații pentru placa cu două rigidizări în zona comprimată

### A.2.2 Modelul simplificat folosind o bară comprimată rezemată pe placă

(1) În cazul unei plăci rigidizate cu o rigidizare longitudinală poziționată în zona comprimată, tensiunea critică elastică de voalare poate fi calculată după cum urmează, ignorând rigidizările din zona întinsă.

$$\sigma_{cr,s\ell} = \frac{1,05 E}{A_{s\ell,1}} \frac{\sqrt{I_{s\ell,1} t^3 b}}{b_1 b_2} \quad \text{dacă } a \geq a_c$$

$$\sigma_{cr,s\ell} = \frac{\pi^2 E I_{s\ell,1}}{A_{s\ell,1} a^2} + \frac{E t^3 b a^2}{4 \pi^2 (1 - \nu^2) A_{s\ell,1} b_1^2 b_2^2} \quad \text{dacă } a \leq a_c$$
(A.4)

cu 
$$a_c = 4,33 \sqrt[4]{\frac{I_{s\ell,1} b_1^2 b_2^2}{t^3 b}}$$

în care  $A_{s\ell,1}$  este aria brută a montantului, definită în A.2.1(2)

$I_{s\ell,1}$  este momentul de inerție al secțiunii brute al montantului, definit în A.2.1(2), față de o axă care trece prin centrul de greutate al acestuia și paralel cu planului plăcii  
 $b_1, b_2$  sunt distanțele de la marginile longitudinale la rigidizare ( $b_1 + b_2 = b$ ).

NOTĂ - Pentru determinarea  $\sigma_{cr,c}$  a se vedea nota de la 4.5.3(3).

(2) În cazul unei plăci rigidizate cu două rigidizări situate în zona comprimată, tensiunea critică elastică de voalare a plăcii este considerată ca cea mai mică valoare a tensiunilor calculate folosind ecuația (A.4) pentru cele trei cazuri  $b_1 = b_1^*$ ,  $b_2 = b_2^*$  și  $b = B^*$ . Rigidizările situate în zona întinsă se ignoră.

### A.3 Coeficienții de voalare prin forfecare

(1) Pentru plăcile cu rigidizări transversale rigide și fără rigidizări transversale sau cu mai mult de două rigidizări transversale, coeficientul de voalare la flambaj  $k_\tau$  poate fi calculat după cum urmează:

$$\begin{aligned} k_\tau &= 5,34 + 4,00 (h_w / a)^2 + k_{\tau s\ell} \quad \text{dacă } a / h_w \geq 1 \\ k_\tau &= 4,00 + 5,34 (h_w / a)^2 + k_{\tau s\ell} \quad \text{dacă } a / h_w < 1 \end{aligned} \quad (\text{A.5})$$

în care  $k_{\tau s\ell} = 9 \left( \frac{h_w}{a} \right)^2 \sqrt[4]{\left( \frac{I_{s\ell}}{t^3 h_w} \right)^3}$  dar nu mai mic de  $\frac{2,1}{t} \sqrt[3]{\frac{I_{s\ell}}{h_w}}$

$a$  este distanța dintre rigidizările transversale (a se vedea figura 5.3);

$I_{s\ell}$  este momentul de inerție al rigidizării longitudinale față de axa z-z, a se vedea figura 5.3 (b). Pentru inimi cu două sau mai multe rigidizări longitudinale, nu este necesar să fie egal distanțate,  $I_{s\ell}$  este suma momentelor de inerție a rigidizărilor individuale.

NOTĂ - În ecuația (A.5) nu este luată în calcul nici o rigidizare transversală nerigidă.

(2) Ecuația (A.5) se aplică de asemenea plăcilor cu o singură sau cu două rigidizări

longitudinale, dacă coeficientul său de formă  $\alpha = \frac{a}{h_w}$  satisface  $\alpha \geq 3$ . Pentru plăcile cu una sau

două rigidizări longitudinale și un coeficient de formă  $\alpha < 3$ , coeficientul de voalare prin forfecare se determină cu:

$$k_\tau = 4,1 + \frac{6,3 + 0,18 \frac{I_{s\ell}}{t^3 h_w}}{\alpha^2} + 2,2 \sqrt[3]{\frac{I_{s\ell}}{t^3 h_w}} \quad (\text{A.6})$$

**Anexa B**  
(informativă)

**Elemente neuniforme**

**B.1 Generalități**

(1) Pentru elementele din placi care nu respecta condițiile de regularitate din 4.1(1), verificarea la voalare poate fi făcută cu metoda descrisă la secțiunea 10. Regulile indicate se aplică inimilor elementelor cu tălpi neparalele, cum sunt grinzile cu vute sau inimilor cu deschideri regulate sau neregulate și rigidizări neortogonale.

(2)  $\alpha_{ult}$  și  $\alpha_{crit}$  pot fi calculate prin metode cu elemente finite, a se vedea anexa C.

(3) Factorii de reducere  $\rho_x$ ,  $\rho_z$  și  $\chi_w$  pot fi obținuți pornind de la  $\bar{\lambda}_p$ , prin intermediul curbei de flambaj corespunzătoare, a se vedea secțiunile 4 și 5.

NOTĂ - Factorul de reducere  $\rho$  poate fi determinat după cum urmează:

$$\rho = \frac{1}{\phi_p + \sqrt{\phi_p^2 - \bar{\lambda}_p}} \quad (B.1)$$

$$\text{în care } \phi_p = \frac{1}{2} \left( 1 + \alpha_p (\bar{\lambda}_p - \bar{\lambda}_{p0}) + \bar{\lambda}_p \right)$$

$$\text{și } \bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{\alpha_{ult,k}}{\alpha_{cr}}}$$

Această procedură se aplică pentru  $\rho_x$ ,  $\rho_z$  și  $\chi_w$ . Valorile pentru  $\bar{\lambda}_{p0}$  și  $\alpha_p$  sunt indicate în tabelul B.1. Aceste valori au fost calibrate față de curbele de flambaj descrise în secțiunile 4 și 5. Acestea sunt în relație directă cu imperfecțiunile geometrice echivalente prin intermediul formulei următoare:

$$e_0 = \alpha_p (\bar{\lambda}_p - \bar{\lambda}_{p0}) \frac{t}{6} \frac{\gamma_{M1}}{1 - \rho \bar{\lambda}_p} \quad (B.2)$$

**Tabelul B.1 - Valorile  $\bar{\lambda}_{p0}$  și  $\alpha_p$**

Produs	modul predominant de instabilitate	$\alpha_p$	$\bar{\lambda}_{p0}$
laminat la cald	tensiunea normală pentru $\psi \geq 0$	0,13	0,70
	tensiunea normală pentru $\psi < 0$		0,80
	forfecare tensiune transversală		
sudate sau îndoite la rece	tensiunea normală pentru $\psi \geq 0$	0,34	0,70
	tensiunea normală pentru $\psi < 0$		0,80
	forfecare tensiune transversală		

## B.2 Interacțiunea dintre voalare și flambajul prin torsiune laterală

(1) Metoda descrisă în B.1 poate fi extinsă pentru verificarea combinată a elementelor la voalare și flambaj prin torsiune laterală prin calcularea  $\alpha_{ult}$  și  $\alpha_{crit}$  după cum urmează:

$\alpha_{ult}$  este coeficientul minim de amplificare pentru care încărcările de calcul ating valorile caracteristice ale rezistenței în secțiunea transversală critică, ignorând orice efecte de voalare a plăcilor și de flambaj lateral prin răsucire.

$\alpha_{cr}$  este coeficientul minim de amplificare pentru care încărcările de calcul ating rezistența elastică critică a elementului, incluzând voalarea plăcilor și flambajul lateral prin răsucire.

(2) Atunci când  $\alpha_{cr}$  ia în considerare modurile de flambaj lateral prin răsucire, factorul de reducere  $\rho$  folosit este egal cu valoarea minimă a coeficienților de reducere, în conformitate cu B.1(3) și a coeficientului  $\chi_{LT}$  de flambaj prin răsucire, evaluat în conformitate cu 6.3.3 din EN 1993-1-1.

## **ACTIUNI DIN PODURI RULANTE PENTRU CALCULUL GRINZILOR CAILOR DE RULARE**

- Actiunile datorate podurilor rulante depind de greutatea podului si a caruciorului (deschidere, capacitatea de ridicare), suspensie si sistem de franare. Actiunile se furnizeaza in general de catre fabricant sau sunt continute in specificatiile tehnice pentru produsele de serie.

--	--

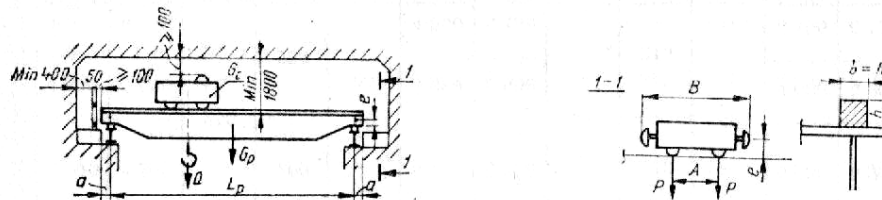
Construcții civile, industriale și agricole	<b>PODURI RULANTE DE UZ GENERAL</b> B. Apăsarea roților, mase, viteze de deplasare a podurilor —Extras—	Conform : STAS 800-68
---	---	--------------------------

Q (kN)	L <sub>p</sub> (m)	Apăsarea maximă a roților (kN), masa căruciorului și a podului inclusiv căruciorul (t) și viteza de deplasare a podului (m/min) pentru :											
		Regim ușor				Regim mediu				Regim greu			
		P <sub>max</sub>	G <sub>c</sub>	G <sub>c</sub> +G <sub>p</sub>	v <sub>p</sub>	P <sub>max</sub>	G <sub>c</sub>	G <sub>c</sub> +G <sub>p</sub>	v <sub>p</sub>	P <sub>max</sub>	G <sub>c</sub>	G <sub>c</sub> +G <sub>p</sub>	v <sub>p</sub>
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Poduri rulante cu un cîrlig

50	9,0—11,5	58,0	1,8	108,0	63	60,0	1,9	114,0	80	64,0	2,0	11,7	100
	11,75—14,5	61,0		125,0		63,0		132,0		68,0		14,0	
	14,75—17,5	68,0		155,0		70,0		162,0		75,0		17,0	
	17,75—20,5	73,0		168,0		75,0		180,0		80,0		19,0	
	20,75—23,5	80,0		190,0		85,0		210,0		90,0		22,0	

Construcții civile, industriale și agricole	<b>PODURI RULANTE DE UZ GENERAL</b> A. Dimensiuni și gabarite —Extras—	Conform STAS 800-68
---	--	---------------------



Q (kN)	L <sub>p</sub> (m)	Dimensiuni principale (în mm) în funcție de regimul de lucru al mecanismelor														
		Regim ușor					Regim mediu					Regim greu				
		A	B	a	e	b	A	B	a	e	b	A	B	a	e	b
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Poduri rulante cu un cîrlig

	9,0—11,5	3 200	4 450				3 200	4 550				3 200	4 550			
	11,75—14,5															



Construcții civile, industriale și agricole		Relații de calcul pentru forțele orizontale aduse roților podurilor rulante la fața superioară a șinelor de rulare		Conform STAS 10101/2A2-75	
Nr. crt.	Forța orizontală provenită din	Suspensia încărcării	Simbolul forței	Formula de calcul a forței	Observații
1	Frinarea sau demararea podului (longitudinal)	Flexibilă sau rigidă	$P_l^n$	$P_l^n = \frac{1}{10} \sum_1^n P_{fr}$	Vezi a, b
2	Frinarea sau demararea căruciorului (transversal)	Flexibilă	$P_l^n$	$P_l^n = \frac{1}{20 n_r} (Q + G_c)$	Vezi a, c, d
		Rigidă		$P_l^n = \frac{1}{10 n_r} (Q + G_c) ;$	
3	Lovirea podului în opritor (longitudinal)	Flexibilă	$P_T^n$	$P_T^n = \frac{m_r v_p^2}{f_r}$ sau $P_T^n = v_p \sqrt{m_r K_T}$	Vezi e, g, h, i, i, g, h, i,
		Rigidă		$P_T^n = \frac{m_r v_p^2}{f_T}$ sau $P_T^n = v_p \sqrt{m_r K_T}$	
4	Deplasarea oblică a podului sau neperatclismul șinelor (transversal)	Flexibilă sau rigidă	$P_S^n$	$P_S^n = \frac{1}{5} P_{max}$	Numai pentru calculul prinderii șinei

**Important !!!**

1) Actiunile produse de podurile rulante sunt actiuni mobile si trebuie stabilita pozitia cea mai dezavantajosa a convoiului.

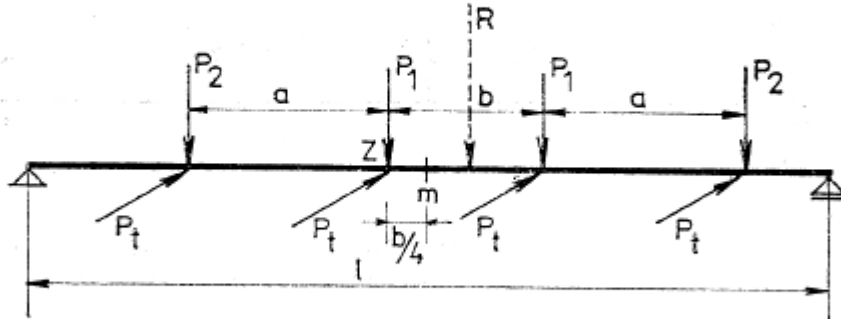


Fig. 5.3. — Așezarea convoiului de patru forțe pe grinda simplu rezemată în poziția de moment maxim maximorum.

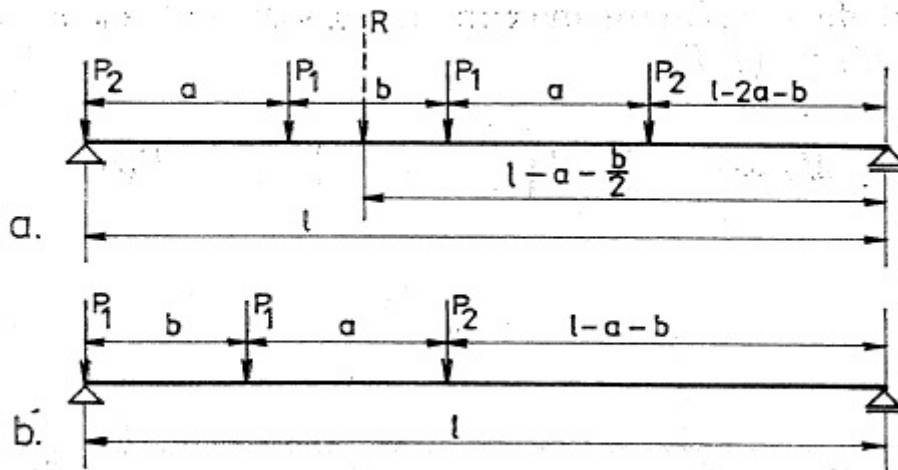


Fig. 5.5. — Poziția convoiului pentru forța tăietoare maximă  
a — Convoi format din patru forțe : b — Convoi din trei forțe.

2) Pe calea de rulare pot actiona mai multe poduri

## DETALII CONSTRUCTIVE PENTRU GRINZI DE RULARE (exemple orientative)

### Sectiuni Transversale cu grinda de rulare + grinda de franare

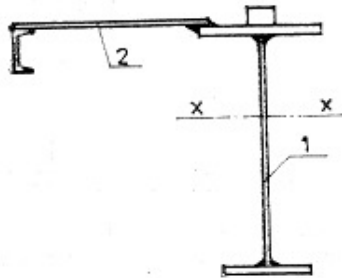


Fig. 3.6. — Soluție de alcătuire a grinzii de rulare pentru poduri rulante de capacitate mijlocie.

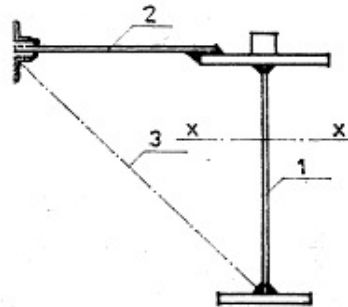


Fig. 3.7. — Secțiune curentă prin grinda căii de rulare cu contrafișe: 1 — Grindă de rulare; 2 — Grindă de frinare; 3 — Contrafișe.

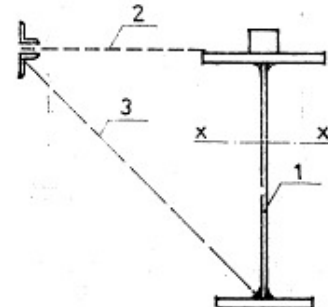


Fig. 3.8. — Secțiune curentă prin grinda căii de rulare cu grindă înclinată: 1 — Grinda de rulare; 2 — Grinda de frinare; 3 — Grindă înclinată cu zăbrele.

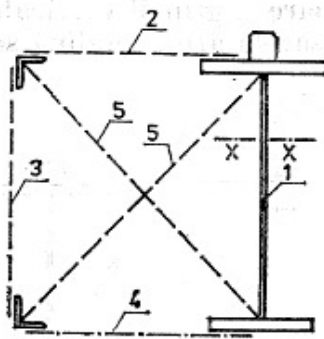


Fig. 3.9. — Secțiune curentă printr-o grindă a căii de rulare pentru poduri rulante de capacitate mare: 1 — Grindă de rulare cu inimă plină; 2 — Grindă de frinare; 3 — Grindă verticală secundară cu zăbrele; 4 — Bare de legătură la nivelul tălpii inferioare; 5 — Legături transversale.

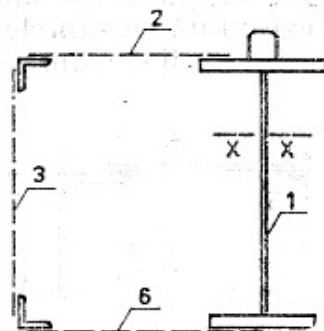


Fig. 3.10. — Secțiune curentă printr-o grindă a căii de rulare pentru poduri rulante de capacitate mare: 1 — Grindă de rulare cu inimă plină; 2 — Grindă de frinare; 3 — Grindă verticală secundară cu zăbrele; 6 — Contravintuire orizontală la nivelul tălpii inferioare.

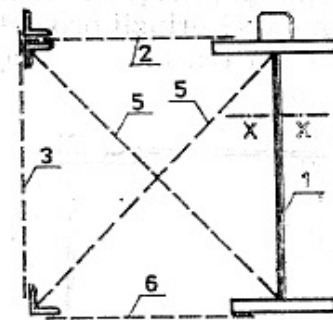


Fig. 3.11. — Secțiune curentă printr-o grindă a căii de rulare pentru poduri rulante de capacitate mare: 1 — Grindă de rulare cu inimă plină; 2 — Grindă de frinare; 3 — Grindă verticală secundară cu zăbrele; 5 — Contravintuire transversală; 6 — Contravintuire orizontală.

## Rigidizari

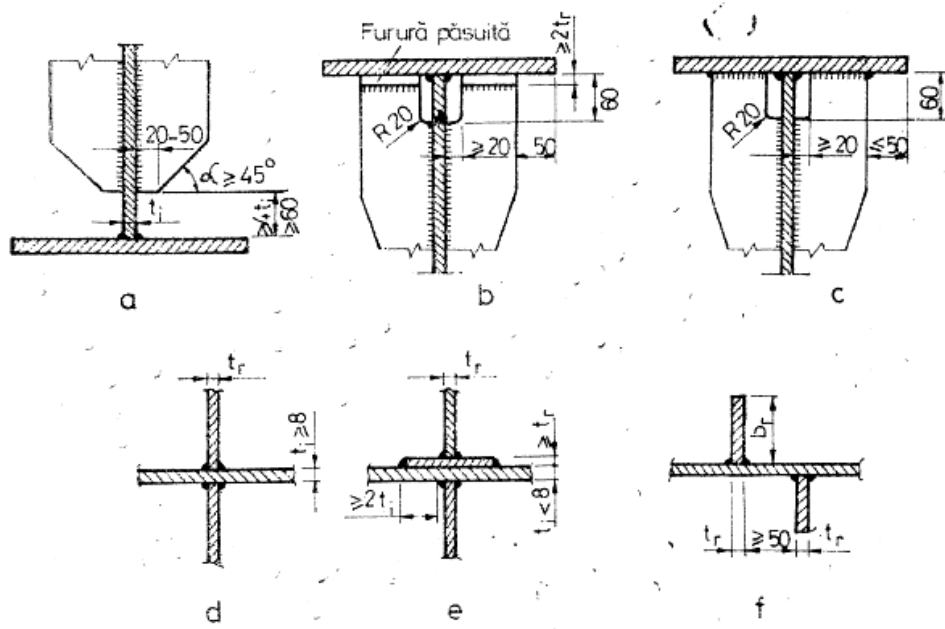


Fig. 3.20. Detalii de prindere a rigidizărilor.

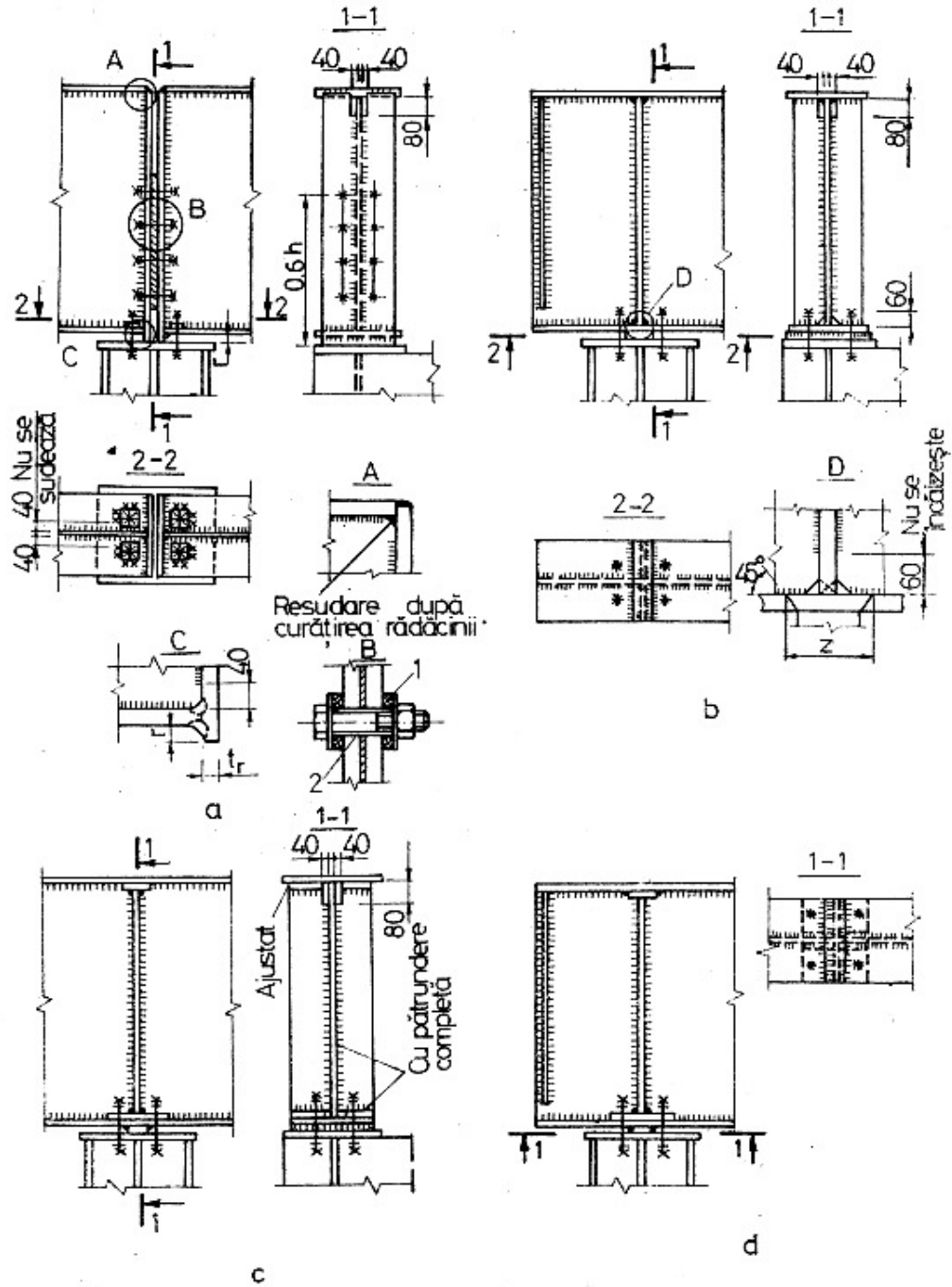


Fig. 3.22 Rigidizări de reazem:

*a* — la grinda simplu rezemată pe stîlpul curent; *b* — idem, pe stîlpul de capăt;  
*c* — reazemul curent al grinzii continue; *d* — reazemul de lingă fronton sau rost de dilatație; 1 — amortizor din cauciuc; 2 — distanțier tubular.

## Rezemari

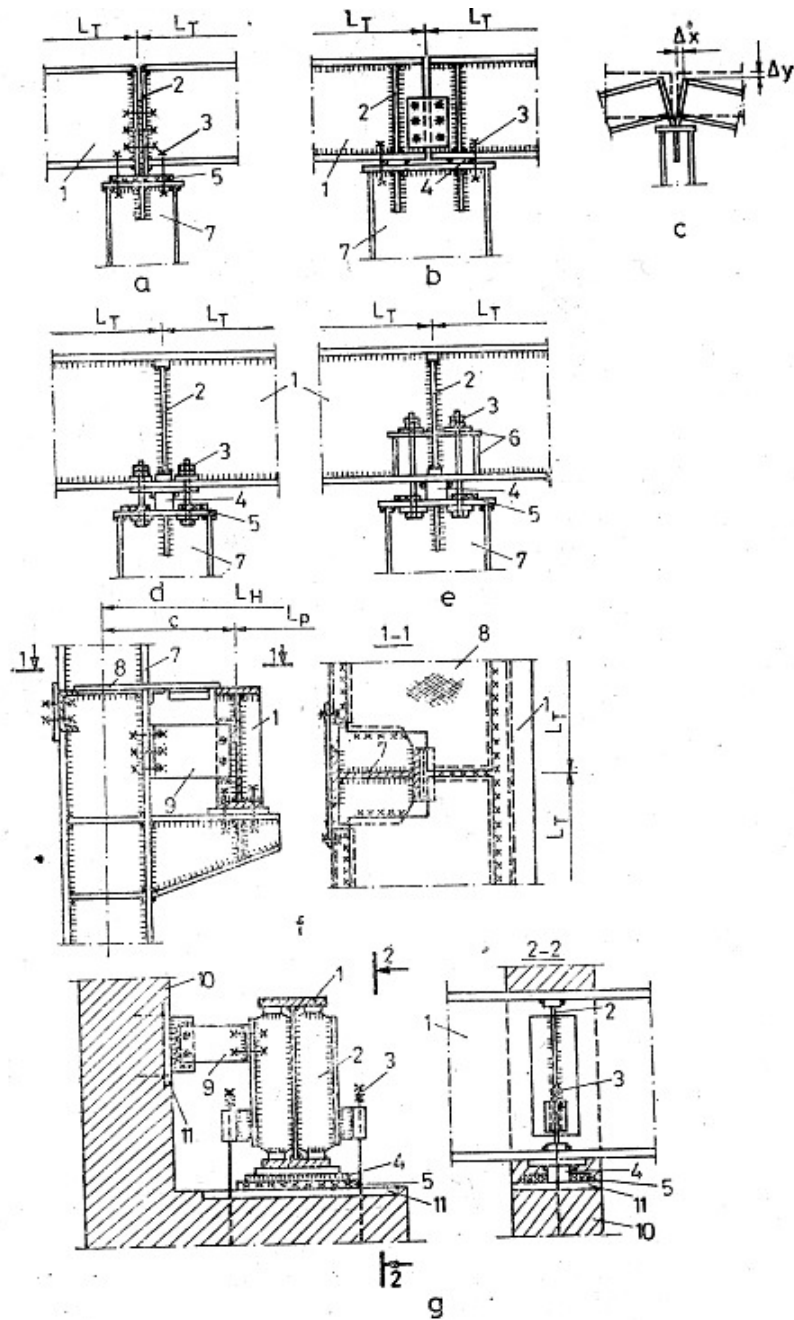
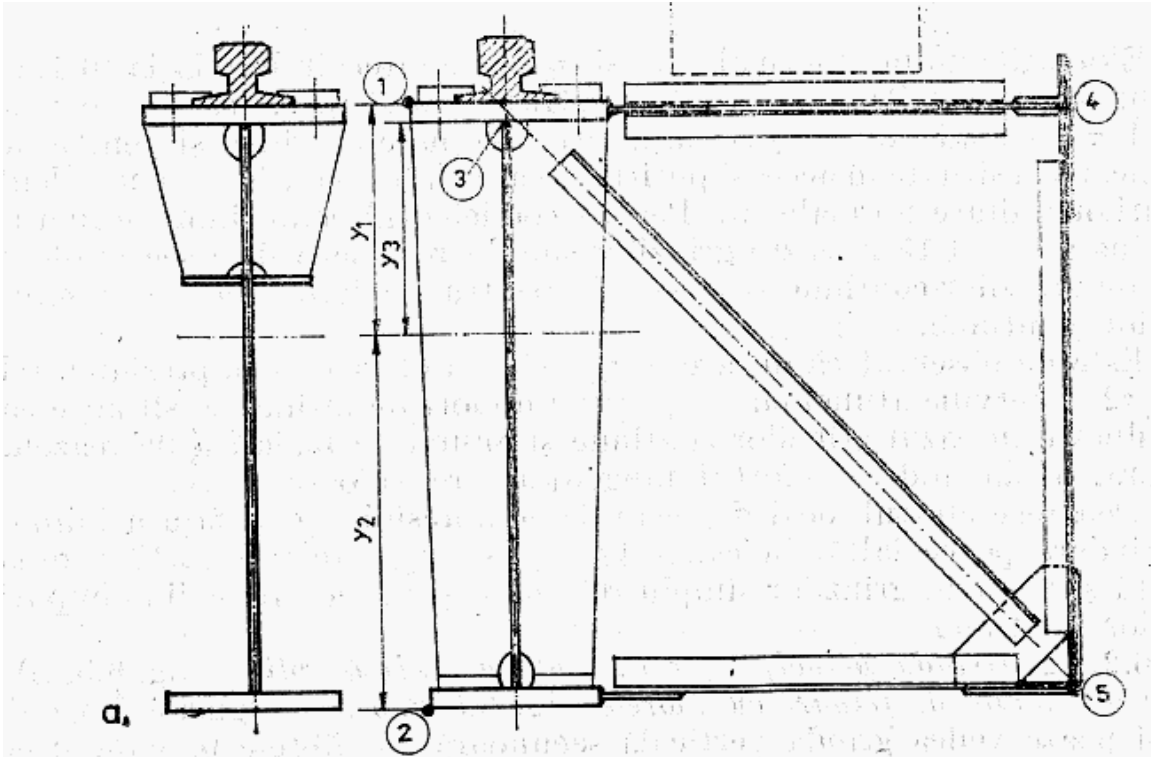


Fig. 3.13. Prinderea grinzii de rulare de stîlp:

*a, b, c* — grindă simplu rezemată; *d-g* — grindă continuă; 1 — grindă de rulare; 2 — rigidizare de reazem; 3 — șurub de ancorare; 4 — plăcuță de centrare; 5 — tachet; 6 — scaun; 7 — stîlp metalic; 8 — tablă striată; 9 — rigidizare pentru transmiterea forțelor orizontale transversale; 10 — stîlp din beton armat; 11 — piese metalice înglobate în stîlp.

**Prinderea sinei la talpa superioara a grinzii**



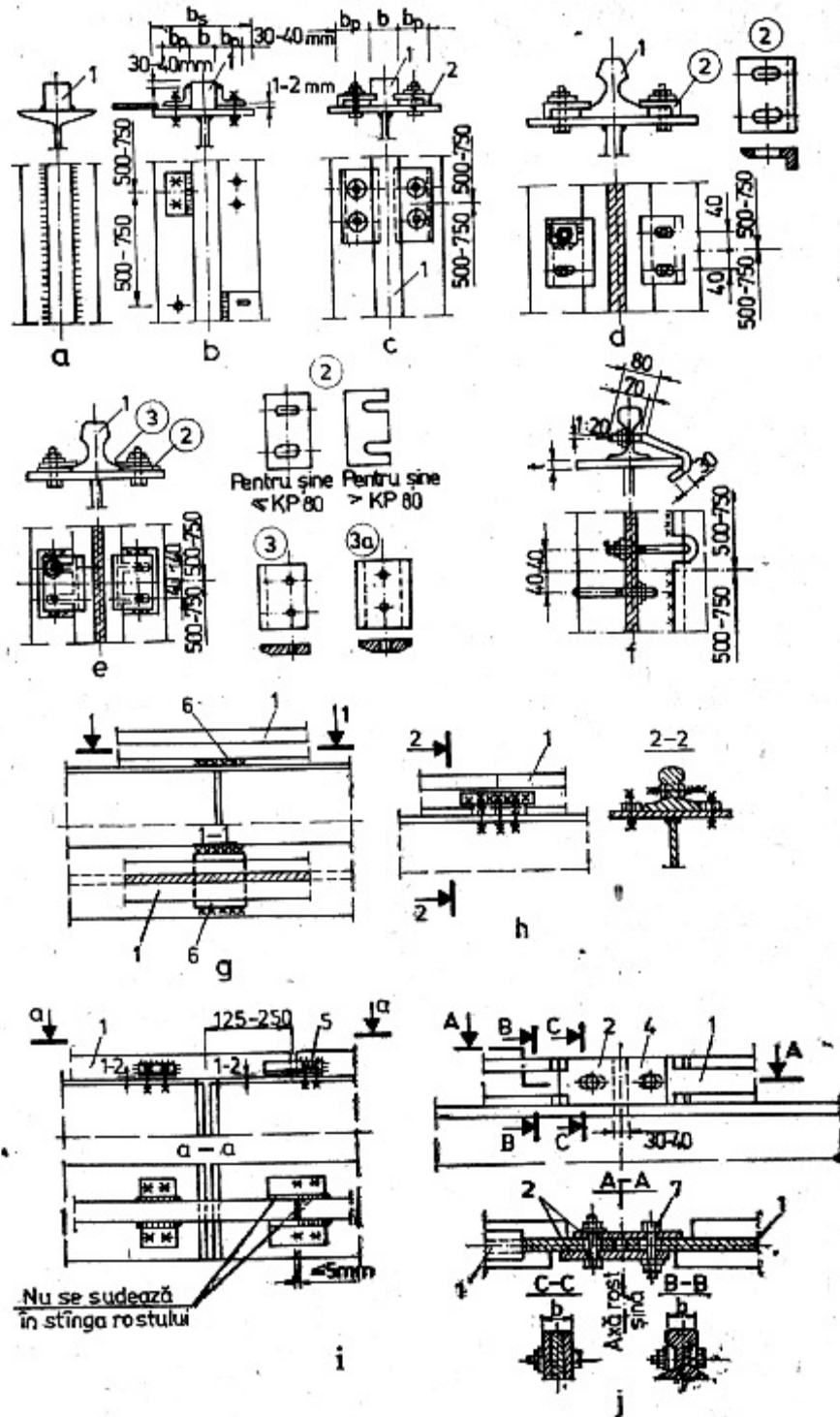


Fig 3.12. Prinderea șinei de grinda de rulare:

*a* – prindere sudată; *b* – cu corniere; *c, d* – cu clești; *e* – cu plăcuțe; *f* – cu cîrlige; *g* – sudarea tacheților sub șină pentru preluarea forțelor din frinarea podului; *h* – innădirea șinei tip KP; *i* – prinderea șinei deasupra reazemelor grinzilor simplu rezemate; *j* – rostul de dilatație al șinei; 1 – șină; 2, 3 – piese de prindere; 4 – găuri ovalizate în inima șinei; 5 – piese de ghidare; 6 – tacheț; 7 – șurub cu șaiță resort.



## Opritorul caii de rulare

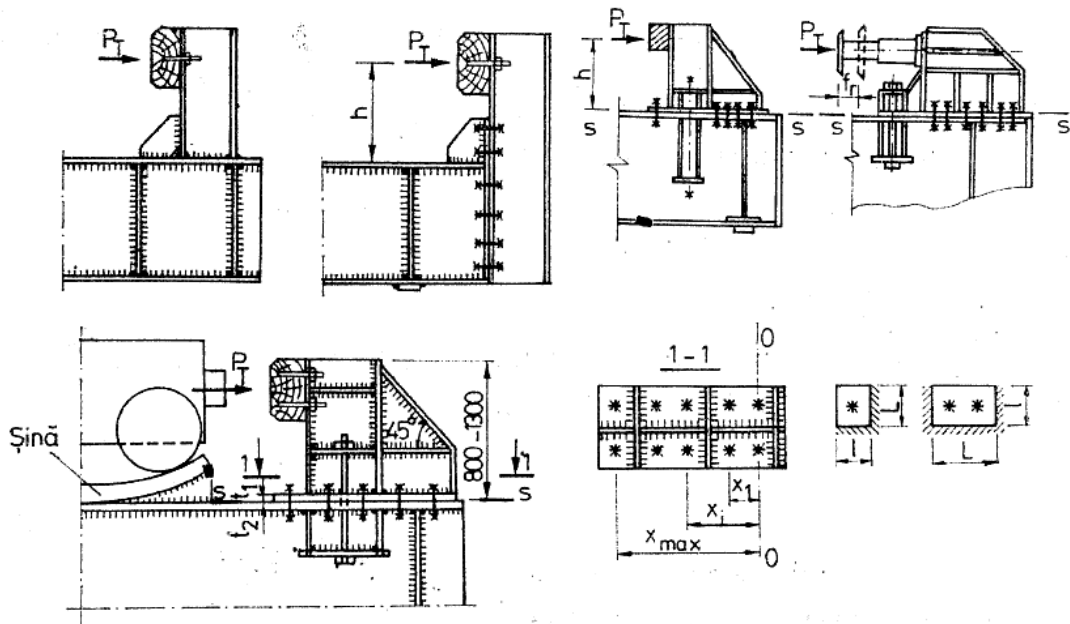


Fig. 3.30. Alcătuirea opritorului căii de rulare.

