

Curs 1

REZISTENTA SI STABILITATEA ELEMENTELOR STRUCTURILOR DIN OTEL

- Rezistența elementelor structurale din oțel
 - Calcul la nivelul secțiunii elementelor structurale (rezistența secțiunilor)
- Stabilitatea elementelor structurale din oțel
 - Rezistența secțiunii+efectul rigidității elementelor structurale (L,A,I,E) → (Rezistența elementelor structurale)
- Comportarea și calculul elementelor structurale din oțel în domeniul post-elastic (elasto-plastic)
- Solicitarea la oboseală a elementelor structurale din oțel.
- Probleme specifice comportării și calculului elementelor din oțel cu pereți subțiri formate la rece.

Bibliografie:

- Eurocode 3, Partile:
 - 1.1 (EN 1993-1-1) – Elemente generale
 - 1.3 (EN 1993-1-3) – Elemente din oțel cu pereți subțiri formate la rece
 - 1.5 (EN 1993-1-5) – Placi plane încărcate în planul lor
 - 1.8 (EN 1993-1-8) – Îmbinări
 - 1.9 (EN 1993-1-9) – Calculul la oboseală
- Construcții cu structură metalică (C.DALBAN) – EDP, București 1997
- Calculul structurilor metalice – Eurocode 3 : Exemple de calcul (D.Dubina, J. Rondal, I.Vayas) 1997
- Calculul și proiectarea construcțiilor din profile metalice din profile metalice cu pereți subțiri formate la rece(D.Dubina, V.Ungureanu) Vol.I, Colectia LINDAB, 2004.

REZISTENTA ELEMENTELOR STRUCTURALE DIN OTEL

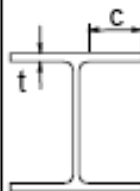
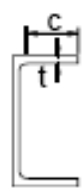
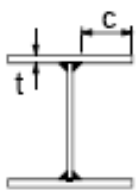
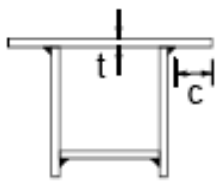
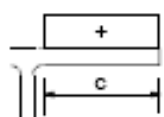
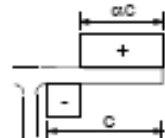
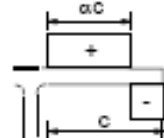
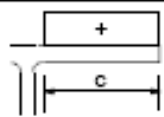
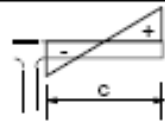
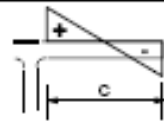
Bare	Compunere solidarizare	Grinzi si stalpi cu zabrele
Fire		Grinzi si stalpi cu inima plina
		Cadre
Placi		Arce
		Structuri din placi plane si curbe

***Calculul de rezistenta si stabilitate a structurilor din bare depinde de clasa
sectiunilor: 1,2,3,4***

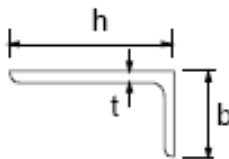
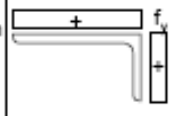
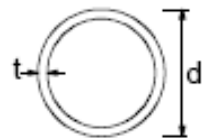
- Clasa 1 : “plastica”, cu capacitatea de rotire plastica pentru a forma articulatii plastice.
- Clasa 2 : “plastica”, fara capacitate de rotire plastica suficiente.
- Clasa 3 : “elastica”
- Clasa 4 : “elastica” cu sctiune redusa (efectiva sau eficace)

Valorile de calcul a rezistetelor depind de clasa sectiunilor.

Tabelul 5.2 (continuare) - Rapoarte lătime-grosime maxime pentru pereți comprimați

Tălpi în consolă									
									
		Secțiuni laminate				Secțiuni sudate			
Clasă	Perete supus la compresiune	Perete supus la încovoiere și compresiune							
		Extremitate comprimată		Extremitate întinsă					
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)									
1	$c/t \leq 9\epsilon$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{9\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$						
2	$c/t \leq 10\epsilon$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha}$	$c/t \leq \frac{10\epsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$						
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)									
3	$c/t \leq 14\epsilon$	$c/t \leq 21\epsilon\sqrt{k_\sigma}$				pentru k_σ a se vedea EN 1993-1-5			
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460			
	ϵ	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71			

Tabelul 5.2 (continuare) - Rapoarte lățime-grosime maxime pentru pereții comprimați

<p>A se consulta și tălpi în consolă (a Corniere se vedea foaia 2 din 3)</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: right;">Nu se aplică cornierelor în contact continuu cu alte elemente</p>						
Clasă	Secțiuni comprimate					
Distribuția tensiunilor în pereți (compresiune pozitivă)						
3	$h/t \leq 15\epsilon: \frac{b+h}{2t} \leq 11,5\epsilon$					
<p>Secțiuni tubulare</p> <div style="text-align: center;">  </div>						
Clasă	Secțiune supusă la încovoiere și/sau compresiune					
1	$d/t \leq 50\epsilon^2$					
2	$d/t \leq 70\epsilon^2$					
3	$d/t \leq 90\epsilon^2$ NOTĂ - pentru $d/t > 90\epsilon^2$ a se vedea EN 1993-1-6.					
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ϵ	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71
	ϵ^2	1,00	0,85	0,66	0,56	0,51

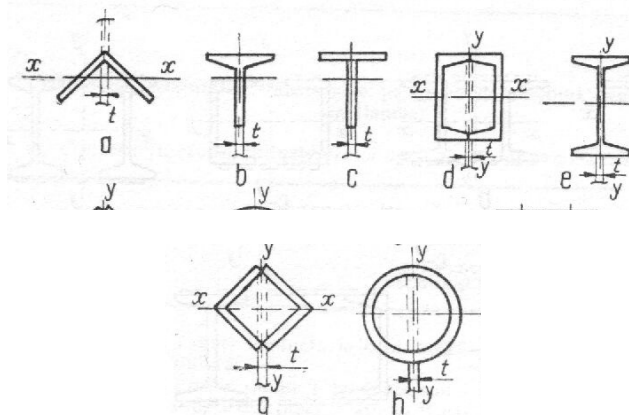
BARE SOLICITATE LA EFORTURI AXIALE

Calculul de rezistenta

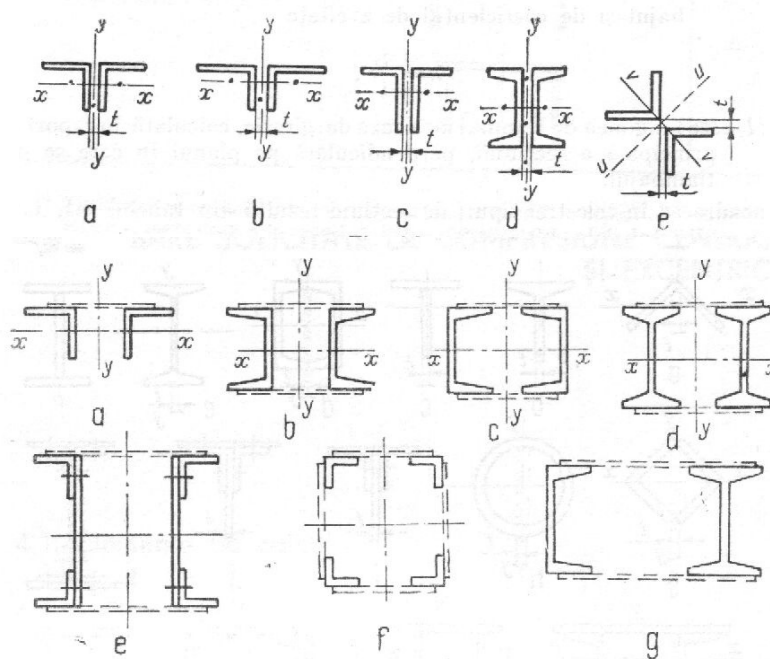
Solicitarea se aplica centric	
Intindere	→ grinzi cu zabrele (prinse articulat in noduri si cu forte aplicate in noduri) → structuri din bare articulate
Compresiune	

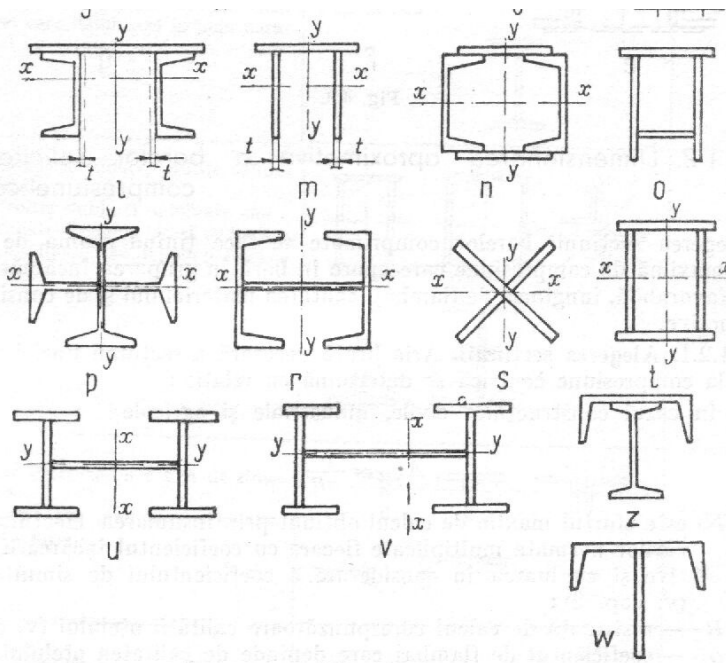
Sectiuni

- simple (lamineate sau sudate)



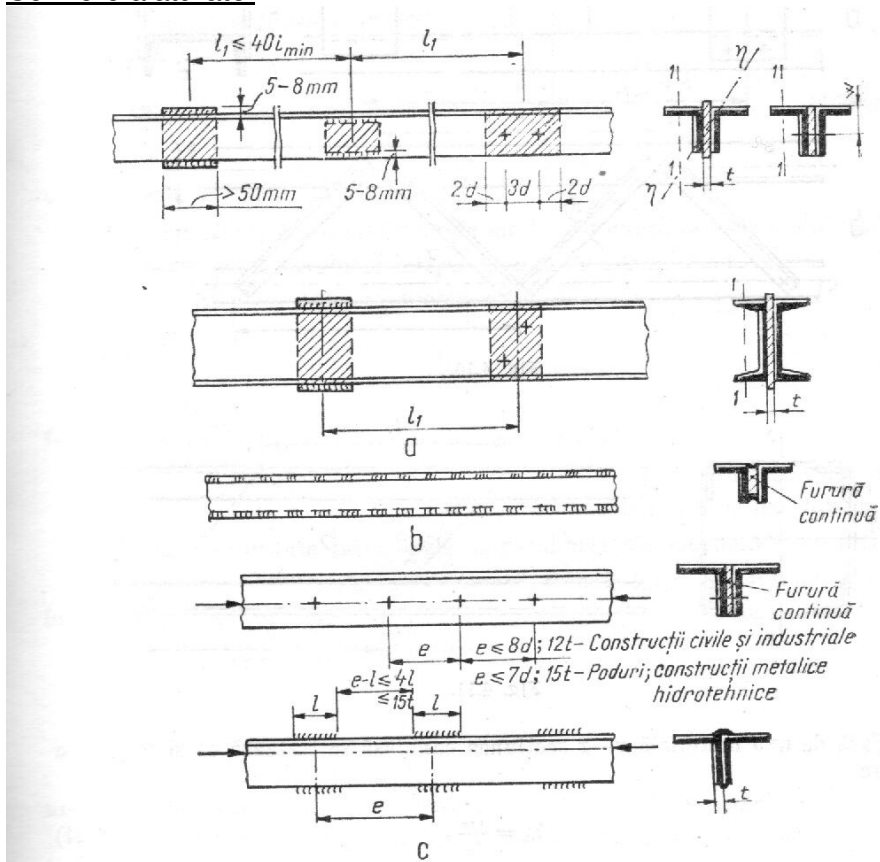
- compuse





SOLIDARIZAREA BARELOR CU SECTIUNE COMPUSA DIN ELEMENTE APROPIATE

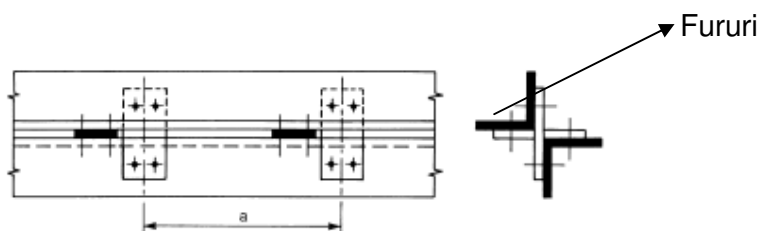
Corniere alaturate:



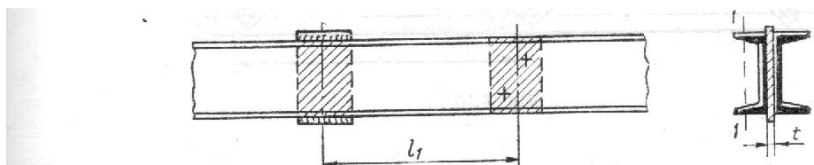
Distanțe între solidarizări:

- $l_1 \leq 40 - 50i_1$ – compresiune
- $l_1 \leq 80i_1$ – întindere

Corniere în "fluture"

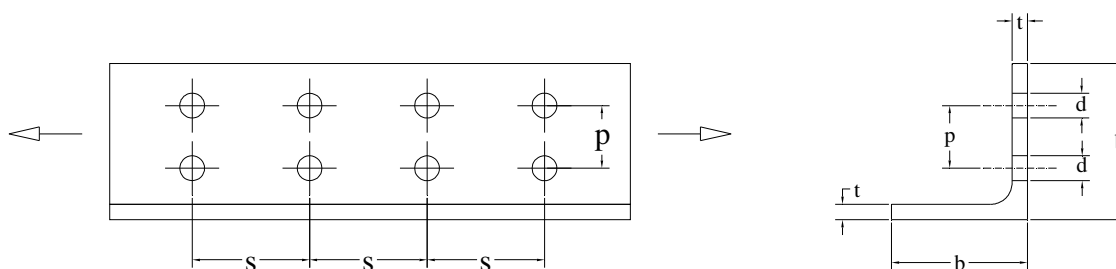


Profile U alaturate



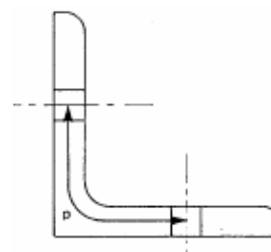
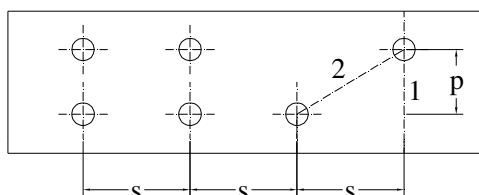
SECTIUNEA NETA

Sectiunea neta se obtine scotand din sectiunea bruta slabirile produse de gaurile suruburilor sau alte goluri. **Probleme apar la barele intinse.**



$$A_{net} = A_{br} - 2(d \cdot t)$$

$2(d \cdot t) = \text{slabirea}$



$$A_{net,1} = A_{br,1} (d \cdot t)$$

$$A_{net,2} = A_{br,2} 2(d \cdot t)$$

$$A_{net,2} = [2(b - p/2) + \sqrt{p^2 + s^2}]t - 2dt$$

Calculul se va face pentru aria neta minima.

BARE INTINSE

Verificare

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1.0 \quad (1)$$

N_{Ed} : Valoarea de calcul a efortului (forteii) de intindere din actiuni.

$N_{t,Rd}$: Forta capabila (rezistenta de calcul) a barei solicitata la intindere (tractiune), care in cazul in care exista slabiri se calculeaza cu sectiunea neta.

Pentru sectiuni cu slabiri :

$$N_{t,Rd} = \min(N_{pl,Rd}, N_{u,Rd}) \quad (2)$$

(in sectiunea bruta) $N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M_0}}$ (3); $\gamma_{M_0} = 1.0$

(in dreptul gaurilor de fixare) $N_{u,Rd} = \frac{0.9 \cdot A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M_2}}$ (4); $\gamma_{M_2} = 1.25$

Pentru imbinari de categoria "C" (EN 1993-1.8) – rezistente la alunecare la stare limita ultima:

$$N_{u,Rd} = N_{net,Rd} = \frac{A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M_0}} \quad (5)$$

Dimensionare:

$$N_{Ed} \leq N_{t,Rd} = \frac{1}{\gamma_{M_0}} \cdot f_y \cdot A \quad (6)$$

sau

$$N_{Ed} \leq N_{t,Rd} = \frac{1}{\gamma_{M_2}} \cdot f_u \cdot A_{net} \quad (7)$$

din (6), spre exemplu =>

$$A_{nec} \geq \frac{\gamma_{M_0}}{f_y} \cdot N_{Ed} \quad (8)$$

sau din (7):

$$A_{net,nec} \geq \frac{\gamma_{M_2}}{f_u} \cdot N_{Ed} \quad (9)$$

In principiu dimensionarea se face cu (8) si apoi daca este cazul se face verificarea in sectiune neta.

BARE COMPRESATE (verificare de rezistenta)

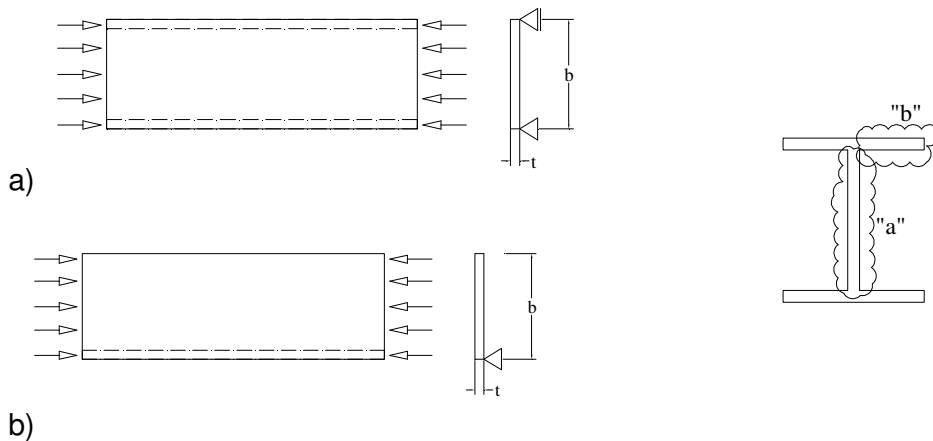
Verificare:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1.0 \quad (10)$$

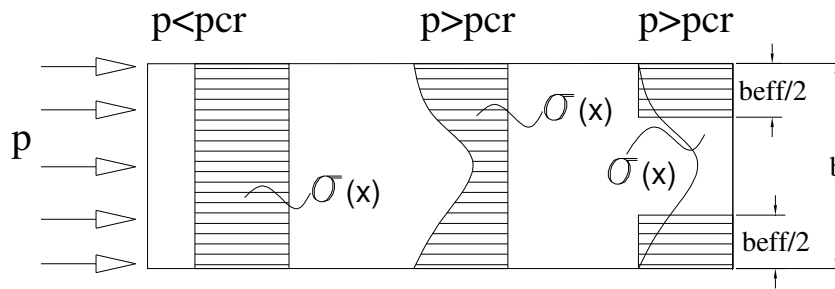
$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M_0}}, \text{ ptr. sectiuni de clasa 1, 2 si 3.} \quad (11)$$

$$N_{c,Rd} = \frac{A_{eff} \cdot f_y}{\gamma_{M_0}}, \text{ ptr. sectiuni de clasa 4} \quad (12)$$

unde A_{eff} este aria sectiunii "efective" sau eficace calculata cu "latimea eficace."



SECTIUNEA EFECTIVA SAU EFICACE LA BARE COMPRIMATE



$$\sigma < \sigma_{cr} \quad \dots \quad \sigma_{cr} < \sigma_{\max} < f_y \quad \dots \quad \sigma_{cr} < \sigma_{\max} = f_y$$

$$P = p \cdot b = t \int_0^b \sigma(x) dx \cong (t \cdot b_{\text{eff}}) \cdot f_y \quad (12)$$

$$A_{\text{eff}} \cong (t \cdot b_{\text{eff}})$$

$$b_{\text{eff}} = \rho \cdot b \quad (13)$$

$$\rho = \frac{\bar{\lambda}_p - 0.22}{\lambda_p^2} \quad (14)$$

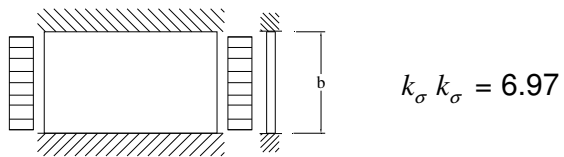
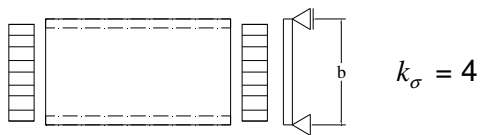
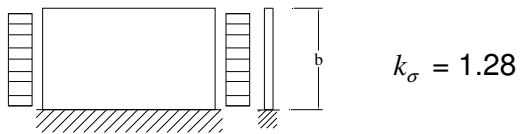
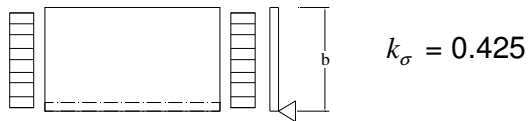
$$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{f_y}{\sigma_{cr}}} = \frac{b/t}{28.4 \varepsilon \sqrt{k_\sigma}} \quad (15)$$

$$\sigma_{cr} = \frac{k_\sigma \cdot \pi^2 \cdot E}{12(1 - \nu^2)} \left(\frac{t}{b} \right)^2$$

k_σ : coeficientul de valoare

$\bar{\lambda}_p$: zveltetea relative sau “:reduca” a placii.

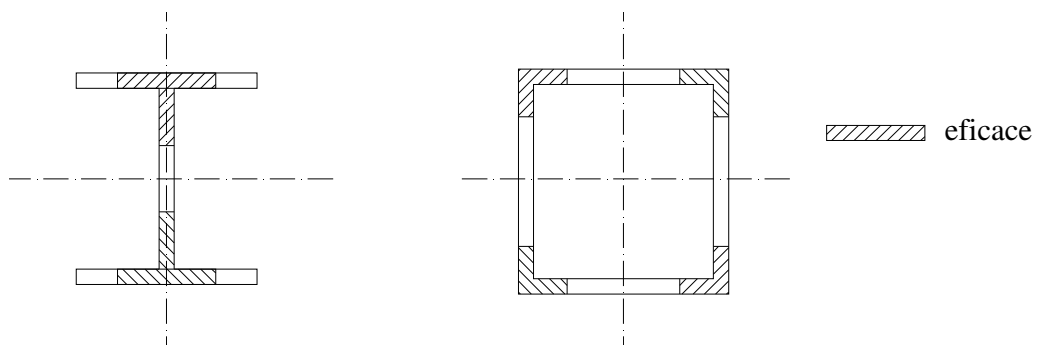
LATIMEA EFECTIVA: Coeficientul de valoare



Observatie:

In cazul variatiei liniare (gradient) $\sigma_{(x)}$ pe sectiune, valorile k_{σ} , respectiv ρ se modifica.

Sectiuni efective (compresiune centrata)



La sectiunile monosimetrice, pozitia centrului de greutate al sectiunii efective poate fi diferit de cel al sectiunii brute.

BARE COMPRIMATE

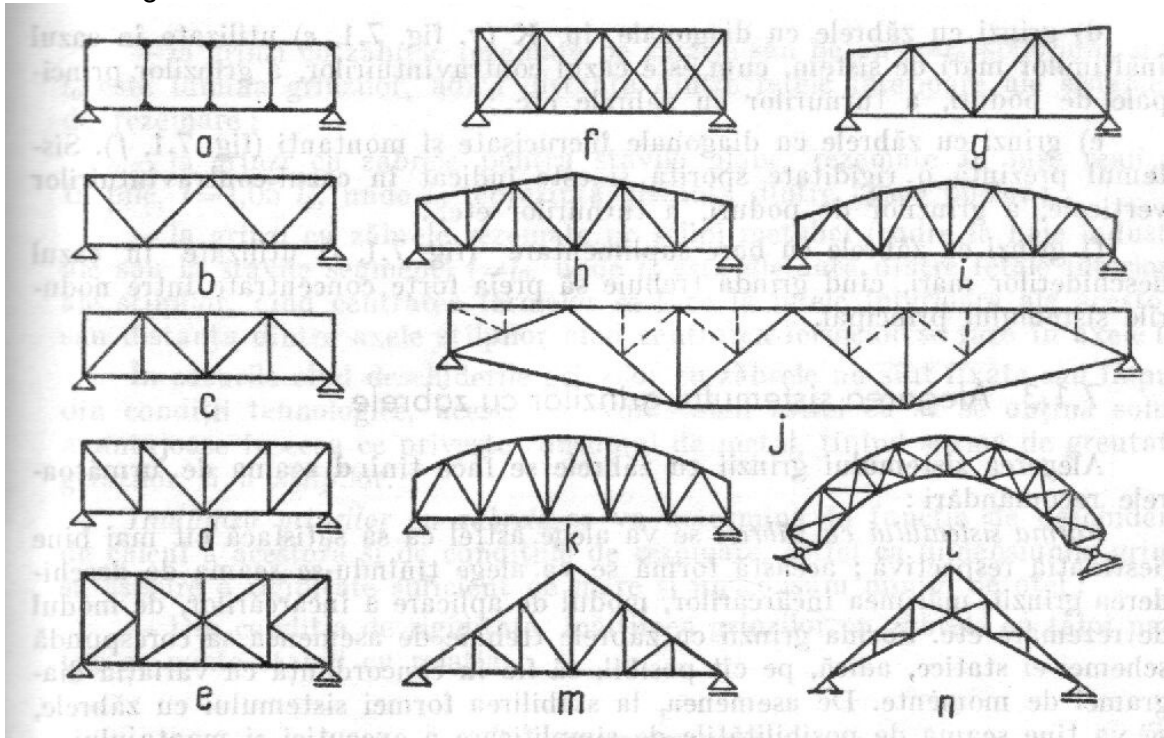
Dimensionare:

ex. dim (11)

$$A_{nec} \geq \frac{\gamma_{M_0} \cdot N_{Ed}}{f_y}$$

GRINZI CU ZABRELE

Alcatuirea grinzilor cu zabrele:



Recomandari pentru alcatuire:

Grinzi cu zăbrele. Înălțimi recomandate

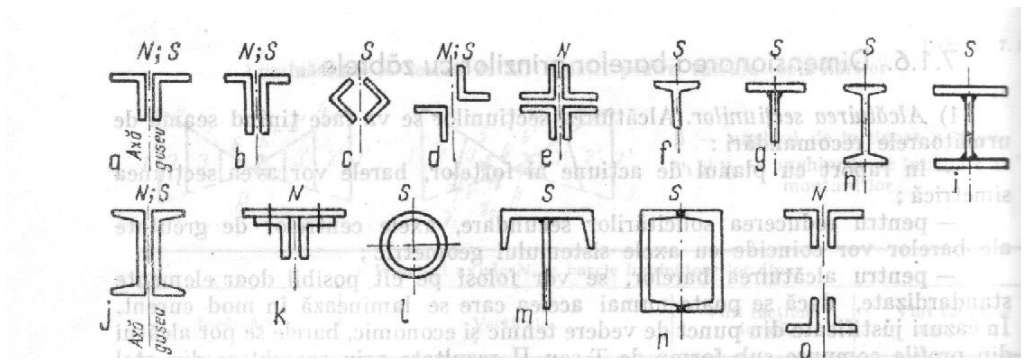
Destinația construcției	Elementul	Forma grinzii cu zăbrele	Raport înd leat h/l	Destinația construcției	Elementul	Forma grinzii cu zăbrele	Raport îndicat h/l		
Construcții industriale	Ferme		$\frac{1}{6} - \frac{1}{10}$	Poduri de șosea	Grinzi principale		$\frac{1}{7} - \frac{1}{10}$ $h_r = \frac{1}{13} - \frac{1}{17}$		
			$\frac{1}{7} - \frac{1}{9}$				$\frac{1}{5,5} - \frac{1}{8}$		
			$\frac{1}{2} - \frac{1}{4}$				$\frac{1}{6} - \frac{1}{8}$		
	Grinzi de rulare		$\frac{1}{4} - \frac{1}{5}$				$\frac{1}{7} - \frac{1}{10}$		
			$\frac{1}{7} - \frac{1}{10}$				$\frac{1}{5,5} - \frac{1}{8}$		
	Grinzi din oțel rotund		$\frac{1}{12} - \frac{1}{18}$				$\frac{1}{8} - \frac{1}{12}$		
			$\frac{1}{12} - \frac{1}{18}$				$\frac{1}{7} - \frac{1}{9}$		
	Pod rulant	Grinda principală				$\frac{1}{12} - \frac{1}{14}$		$\frac{1}{8} - \frac{1}{12}$ $h_r = (1,2...1,5) h$	
	Stavilă plană	Grinda principală				$\frac{1}{7} - \frac{1}{8}$	Contravinturi longitudinale	Cale sus	$\frac{1}{17} - \frac{1}{20}$
	Poduri de șosea	Grinzi principale				$\frac{1}{7} - \frac{1}{10}$		Cale jos	$\geq \frac{1}{20}$
			$\frac{1}{7} - \frac{1}{10}$	Poduri cale ferată	Grinzi principale		$\frac{1}{6} - \frac{1}{10}$		

h_r = înalțimea la reazem

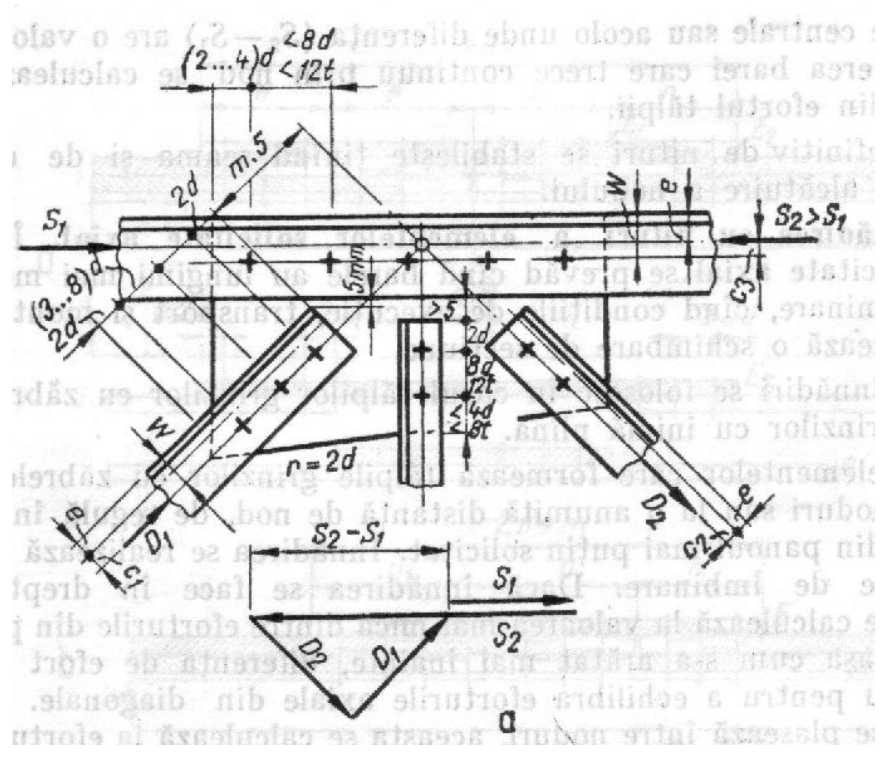
$h_r = (1/15 \dots 1/17)l$ pentru prindere articulată.

$h_r = (1/13 \dots 1/17)l$ pentru prindere rigidă.

Elemente componente ale secțiunilor:



Nod cu suruburi :



Nod sudat:

