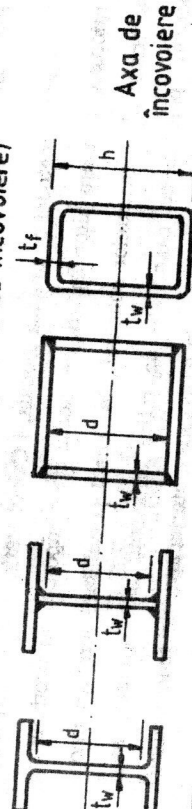
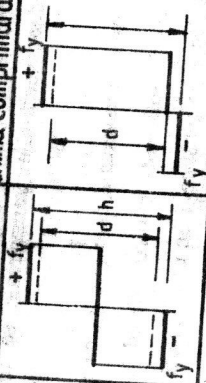
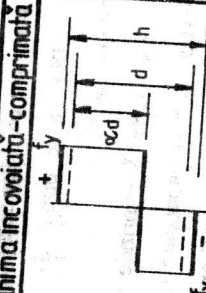
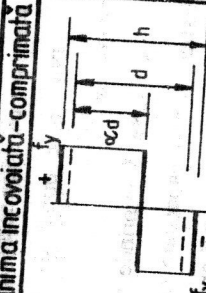
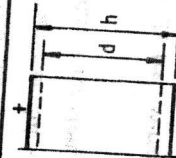
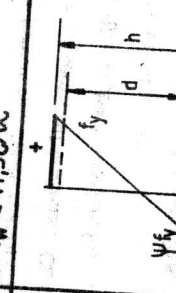
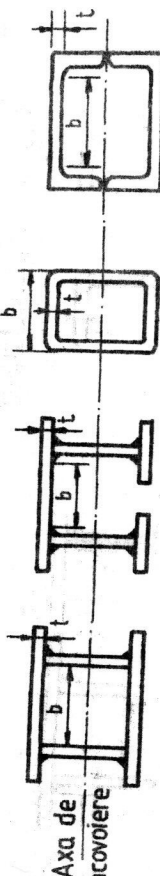
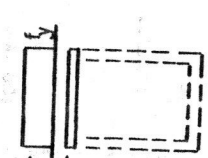
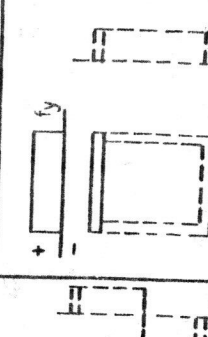
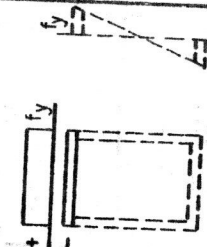
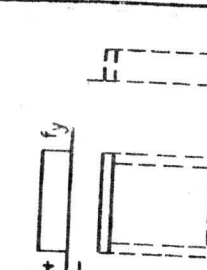


COMPRIMAȚI			Tabelul 1.1	
a) Inimi (pereți inferioeri perpendiculare pe axa de încovoiere)				
				
Clasa	Inimă încovoiață	Inimă comprimată	Inimă încovoiață-comprimată	
Distribuția tensiunilor pe pereții inferioeri (compresiune pozitivă)				
1	$d/t_w \leq 72\epsilon$	$d/t_w \leq 33\epsilon$	$d/t_w \leq 396\epsilon/(13\alpha - 1)$ Dacă $\alpha > 0,5$ Dacă $\alpha < 0,5$ $d/t_w \leq 36\epsilon/\alpha$	
2	$d/t_w \leq 83\epsilon$	$d/t_w \leq 38\epsilon$	$d/t_w \leq 456\epsilon/(13\alpha - 1)$ Dacă $\alpha > 0,5$ Dacă $\alpha < 0,5$ $d/t_w \leq 41,5\epsilon/\alpha$	
Distribuția tensiunilor pe pereții inferioeri (compresiune pozitivă)				
3	$d/t_w \leq 124\epsilon$	$d/t_w \leq 42\epsilon$	$d/t_w \leq 62\epsilon/(1 - \psi)\sqrt{(-\psi)}$ Dacă $\psi > -1$ Dacă $\psi \leq -1$	
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$		f_y	235	355
ϵ		ϵ	1	0,92
				0,81

* în mm

RAPORT MAXIM LATIME - GROSIME PENTRU PEREȚI COMPRIMAȚI			Tabelul 1.2	
b) Pereți interiori ai tălpilor (pereți interiori paraleli cu axa de încovoiere)				
				
Clasa	Tipul	Secțiune încovoiață	Secțiune comprimată	
Distribuția tensiunilor pe pereții inferioeri (compresiune pozitivă)				
1	Secțiuni chesonate laminate Alte secțiuni	$(b - 3t_f)/t_f \leq 33\epsilon$ $b/t_f \leq 33\epsilon$	$(b - 3t_f)/t_f \leq 42\epsilon$ $b/t_f \leq 42\epsilon$	
2	Secțiuni chesonate laminate Alte secțiuni	$(b - 3t_f)/t_f \leq 38\epsilon$ $b/t_f \leq 38\epsilon$	$(b - 3t_f)/t_f \leq 42\epsilon$ $b/t_f \leq 42\epsilon$	
Distribuția tensiunilor pe pereții inferioeri (compresiune pozitivă)				
3	Secțiuni chesonate laminate Alte secțiuni	$(b - 3t_f)/t_f \leq 42\epsilon$ $b/t_f \leq 42\epsilon$	$(b - 3t_f)/t_f \leq 42\epsilon$ $b/t_f \leq 42\epsilon$	
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$		f_y	235	355
ϵ		ϵ	1	0,92
				0,81

Incadrarea unei secțiuni transversale în una din cele 4 clase depinde de dimensiunile fiecăruia dintre peretii comprimați ai secțiunii, perete comprimat considerându-se atât cel total cât și cel parțial comprimat (efortul unitar de compresie se datorează unui efort axial sau unui moment încovoietor).

Clasa unei secțiuni transversale este determinată, în general, de clasa cea mai înaltă (mai defavorabilă) a peretilor ei comprimați.

Zonele de apariție a unor secțiuni voalate, ineficace în preluarea eforturilor, pentru diferite forme de secțiuni transversale sub diferite solicitări sunt prezentate în fig. 1.1. și 1.2.

Modul de calcul al latimilor eficace este prezentat în tabelele 1.5 și 1.6.

Coefficientul de reducere " φ " poate fi aproximat cu ajutorul formulelor

$$\text{daca } \bar{\lambda}_p \leq 0.673; \quad \varphi = 1$$

$$\text{daca } \bar{\lambda}_p > 0.673; \quad \varphi = (\bar{\lambda}_p - 0.22) / \bar{\lambda}_p^2$$

unde $\bar{\lambda}_p$ este zveltetea peretelui calculată cu formula:

$$\bar{\lambda}_p = (f_y / \sigma_x)^{1/2} = \frac{b/t}{28.4 \sqrt{k\sigma}}$$

t = grosimea peretelui

σ_x = tensiunea critică de voalare

k_σ = coeficient de voalare (tabelul 1.5 și 1.6)

$\bar{b}$ = lărgimea de perete definită după cum urmează

$\bar{b} = d$ pentru inima profilelor

$\bar{b} = d$ pentru pereti interni ai talpilor (în afara de secțiunile chesonate laminare)

$\bar{b} = c$ pentru peretii talpilor în consola

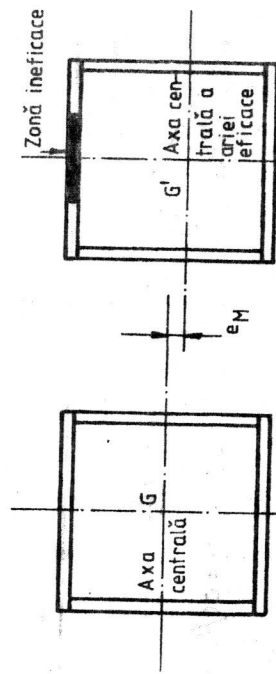
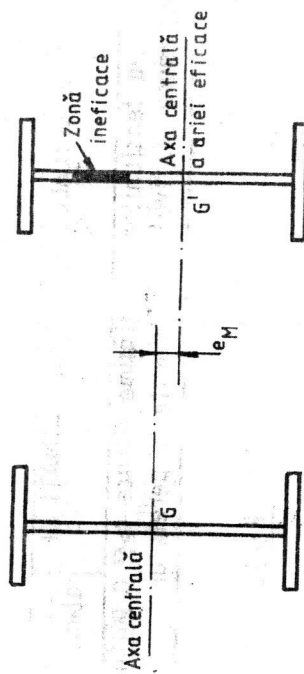
$\bar{b} = (b + h) / 2$ pentru corniere cu aripi egale

$\bar{b} = h$ sau $(b + h) / 2$ pentru corniere cu aripi inegale

Pentru determinarea lărimii eficace a peretilor talpilor, raportul tensiunilor ψ care intervine în tabelele 1.5 și 1.6 poate fi bazat pe caracteristicile brute ale secțiunii.

Pentru determinarea lărimii eficace a inimilor, raportul se determină considerând pentru talpa sau talpile comprimate aria eficace iar pentru inima brută.

În calculul caracteristicilor secțiunilor eficace se va ține cont de

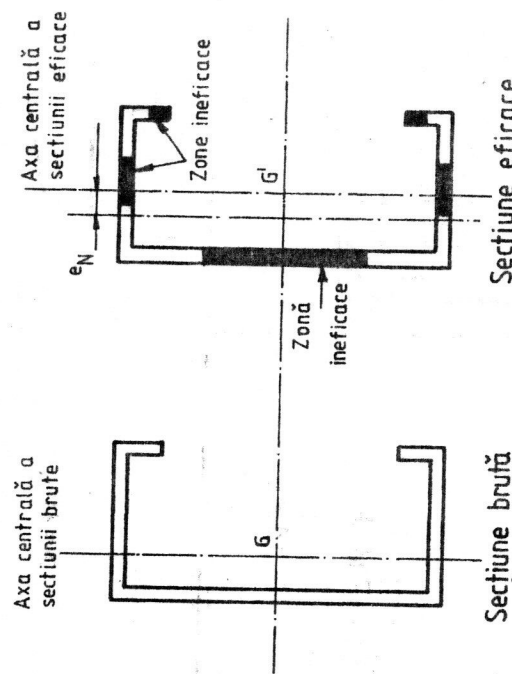


Secțiune brută

Secțiune eficace

Secțiune de clasa 4 - moment încovoietor

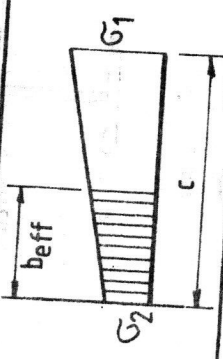
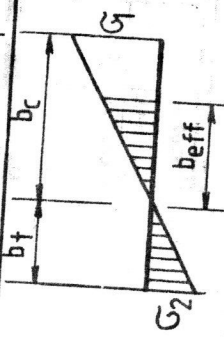
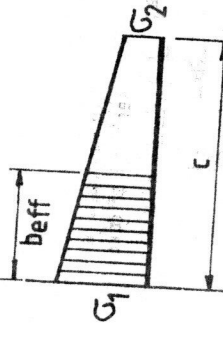
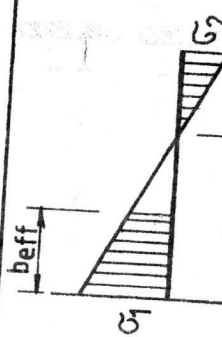
FIG. 1.1

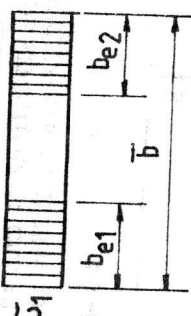
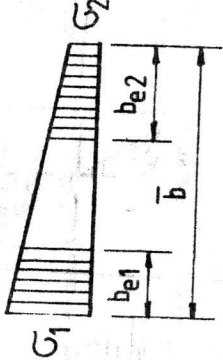
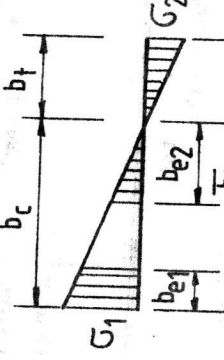


Secțiune brută

Secțiune eficace

Secțiune de clasa 4 - efort axial

CALCULUL LĂȚIMII EFICACE . PEREȚI COMPRIȚAȚI ÎN CONSOLĂ					Tabelul 1.5 *
Distribuția tensiunilor (compresiune pozitivă)		Lățime eficace b_{eff} a părții comprimate a peretelui			
		$1 > \psi \geq 0:$ $b_{eff} = \rho c$			
		$\psi < 0:$ $b_{eff} = \rho b_c = \rho c / (1 - \psi)$			
		$\psi = G_2 / G_1$	+1	0	-1
Coeficient de voalare k_G		0,43	0,57	0,85	
		$1 > \psi \geq 0:$ $b_{eff} = \rho c$			
		$1 > \psi \geq 0:$ $b_{eff} = \rho c$			
		$\psi < 0:$ $b_{eff} = \rho b_c = \rho c / (1 - \psi)$			
		$\psi < 0:$ $b_{eff} = \rho b_c = \rho c / (1 - \psi)$			
		$\psi = G_2 / G_1$	+1	$1 > \psi > 0$	0
Coeficient de voalare k_G		0,43	$\frac{0,578}{\psi + 0,34}$	1,70	
				$0 > \psi > -1$	-1
					23,8

CALCULUL LĂȚIMII EFICACE . PEREȚI INTERIORI COMPRIȚAȚI					Tabelul 1.6 *
Distribuția tensiunilor (compresiune pozitivă)		Lățime eficace b_{eff} a părții comprimate a peretelui			
		$\psi = +1:$ $b_{eff} = \rho \bar{b}$ $b_{e1} = 0,5 b_{eff}$ $b_{e2} = 0,5 b_{eff}$			
		$0 \leq \psi < 1:$ $b_{eff} = \rho \bar{b}$ $b_{e1} = \frac{2 b_{eff}}{5 - \psi}$ $b_{e2} = b_{eff} - b_{e1}$			
		$\psi < 0:$ $b_{eff} = \rho b_c = \rho \bar{b} / (1 - \psi)$ $b_{e1} = 0,4 b_{eff}$ $b_{e2} = 0,6 b_{eff}$			
		$\psi = G_2 / G_1$	+1	$1 > \psi > 0$	0
Coeficient de voalare k_G		4,0	$\frac{8,2}{1,05 - \psi}$	7,81	
				$0 > \psi > -1$	-1
					23,9
					$5,98(1 - \psi)^2$
		Alternativ pentru: $1 \geq \psi \geq -1:$ $k_G = \frac{16}{[(1 + \psi)^2 + 0,112(1 - \psi)^2] 0,5 + (1 + \psi)}$			

* în EC3 Tab.5.3.2

3. CALCULUL ELEMENTELOR SOLICITATE LA COMPRESIUNE

Conform normelor "EC3", in cazul elementelor solicitate la compresie este necesar sa se efectueze doua verificari si anume:

- Verificarea rezistentei sectiunilor solicitate la efort axial de compresie;
- Verificarea rezistentei elementului comprimat denumita si verificarea la flambaj;

5.4.4

3.1. VERIFICAREA REZISTENTEI SECTIUNILOR SOLICITATE LA EFORT AXIAL DE COMPRESIUNE

Verificarea sectiunilor se face cu relatia

$$N_{Sd} \leq N_{C,Rd}$$

unde:

N_{Sd} este efortul de calcul de compresie

$N_{C,Rd}$ este rezistenta de calcul la compresie a sectiunii transversale determinata dupa cum urmeaza:

Pentru sectiunile de clasa 1, 2 sau 3

$$N_{C,Rd} = A f_y / \gamma_{M0}$$

Pentru sectiunile de clasa 4, asimetrice, la verificarea sectiunii trebuie tinut cont de momentul suplimentar, ΔM , aparut datorita decalarii centrului de greutate al sectiunii efective fata de cel al sectiunii brute (vezi fig. 1.2).

In cazul elementelor comprimate nu se face o verificare cu sectiunea slabita decat in cazul unor gauri ovale sau marite. Este necesara verificarea la flambaj a elementului comprimat.

5.5.1

3.2. VERIFICAREA REZISTENTEI ELEMENTULUI COMPRIMAT DENUMITA SI VERIFICAREA LA FLAMBAJ

Rezistenta de calcul la flambaj a unui element comprimat se determina cu formula:

$$N_{b,Rd} = \beta_A \beta_A f_y / \gamma_{M1}$$

unde:

$\beta_A = 1$ pentru sectiuni de clasa 1, 2 sau 3

$\beta_A = A_{eff}/A$ pentru sectiuni de clasa 4

χ este un coeficient de flambaj

Flambajul barelor se poate produce prin incovoiere, rasucire sau incovoiere - rasucire. In cazurile curent intalnite in constructiile metalice, flambajul se produce prin incovoiere.

In cazul elementelor cu sectiune constanta, solicitate la un efort axial constant, valoarea coeficientului de flambaj pentru un coeficient de zveltete redus " λ " se poate determina cu formula.

$$\chi = \frac{1}{\phi + [\phi^2 - \lambda]^2}$$

cu conditia $\chi \leq 1$

unde:

$$\phi = 0.5 [1 + \alpha (\lambda - 0.2) + \lambda^2]$$

α este un factor de imperfectiune, ales in functie de curba de flambaj folosita (tab. 3.1).

FACTORI DE IMPERFECTIUNE (FLAMBAJ) " α "				Tab.3.1
Curba de flambaj	a	b	c	d
Factor de imperfectiune	0.21	0.34	0.49	0.76

Incadrarea diferentelor sectiunii in curbele de flambaj este prezentata in fig. 3.1.

$$\bar{\lambda} = [\beta_A A f_y / N_{Ed}]^{1/2} = (\lambda / \lambda_1) [\beta_A]^{1/2}$$

λ este coeficientul de zveltețe pentru modul de flambaj considerat

$$\lambda_1 = \pi [E f_y]^{1/2} = 93.9 \varepsilon$$

$$\varepsilon = [235 / f_y]^{1/2}$$

Valorile coeficientului de flambaj χ in functie de coeficientul de zveltețe redus λ sunt prezentate in tabelul 3.2.

In cazul elementelor cu sectiune variabila precum si ca alta alternativa de calcul, pentru elementele cu sectiune constanta calculate la flambaj, se poate utiliza un calcul de ordinul II al elementului

In acest caz elementul comprimat se considera solicitat la un efort axial N_{Sd} care actioneaza pe forma deformata in arc a elementului cu sargeata maxima e_0 (tab.3.3).

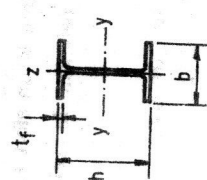
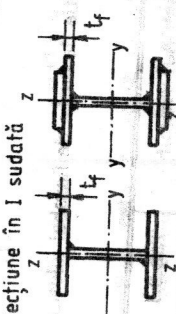
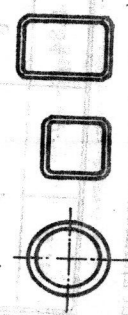
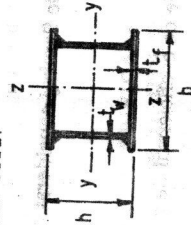
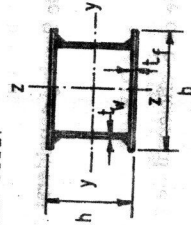
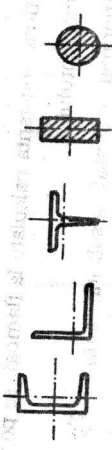
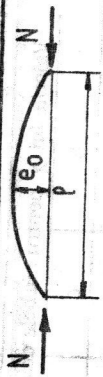
SECȚIUNE	LIMITE	AXA DE FLAMBAJ	CURBA DE FLAMBAJ
Secțiune în I laminată 	$h/b > 1,2$ $t_f \leq 40 \text{ mm}$	y-y z-z	a b
	$40 \text{ mm} < t_f \leq 100 \text{ mm}$	y-y z-z	b c
Secțiune în I sudată 	$h/b \leq 1,2$ $t_f \leq 100 \text{ mm}$	y-y z-z	b c
	$t_f > 100 \text{ mm}$	y-y z-z	d d
Secțiune chesonată 	$t_f \leq 40 \text{ mm}$	y-y z-z	b c
	$t_f > 40 \text{ mm}$	y-y z-z	c d
Cheson sudat 	lamine la cald	Oricare	a
	lamine la rece utilizînd f_{yb}	Oricare	b
Cheson sudat 	lamine la rece utilizînd f_{ya}	Oricare	c
	în general (cu excepția celor de mai jos)	Oricare	b
Secțiuni în C, L, T și secțiuni pline 	$b/t_f < 30$	y-y z-z	c c
	$h/t_w < 30$	Oricare	c

FIG. 3.1

Valori de calcul a imperfecțiunilor inițiale echivalente în arc e_0				Tabelul 3.3	
				$\frac{P}{600} \leq e_0 \leq \frac{P}{100}$	
Secțiune transversală		Metoda de analiză globală			
VERIFICAREA DE REZISTENȚĂ	TIP DE SECȚIUNE SI AXE	ELASTICĂ SAU RIGID PLASTICĂ SAU ELASTICĂ - PERFECT PLASTICĂ	ELASTO - PLASTICĂ (ZONE PLASTICIZATE)		
ELASTICĂ	oarecare	$\alpha(\bar{\lambda} - 0,2)k_y W_{el} / A$	—		
PLASTICĂ LINEARĂ	oarecare	$\alpha(\bar{\lambda} - 0,2)k_y W_{pl} / A$	—		
PLASTICĂ	SECȚIUNI I y - y	$\alpha 1,33(\bar{\lambda} - 0,2)k_y W_{pl} / A$	$\alpha(\bar{\lambda} - 0,2)k_y W_{pl} / A$		
	SECȚIUNI I z - z	$2,0 k_y e_{eff} / \varepsilon$	$k_y e_{eff} / \varepsilon$		
	SECȚIUNI ÎNCHISE DREPTUNGHIULARE	$1,33\alpha(\bar{\lambda} - 0,2)k_y W_{pl} / A$	$\alpha(\bar{\lambda} - 0,2)k_y W_{pl} / A$		
	SECȚIUNI ÎNCHISE CIRCULARE	$1,5 k_y e_{eff} / \varepsilon$	$k_y e_{eff} / \varepsilon$		
$k_y = (1 - k_\delta) + 2 k_\delta \bar{\lambda}$ cu $k_y \geq 1$					
CURBE DE FLAMBAJ	α	e_{eff}	k_δ		
			$\bar{\gamma}_{M1} = 1,05$	$\bar{\gamma}_{M1} = 1,10$	$\bar{\gamma}_{M1} = 1,15$
a	0,21	1 / 600	0,12	0,23	0,33
b	0,34	1 / 380	0,08	0,15	0,22
c	0,49	1 / 270	0,06	0,11	0,16
d	0,76	1 / 180	0,04	0,08	0,11
					0,14
OBS. pentru elemente cu secțiune verticală se vor utiliza mărimile W_{el} / A și					

OBS. pentru elemente cu secțiune verticală se vor utiliza mărimile W_{el}/A și

COEFICIENTUL DE FLAMBAJ χ					Tabelul * 3.2
Valorile lui χ pentru curbele de flambaj					
λ	a	b	c	d	
0.2	1.000	1.000	1.000	1.000	
0.3	0.9775	0.9841	0.9491	0.9235	
0.4	0.9528	0.9261	0.8973	0.8504	
0.5	0.9243	0.8842	0.8430	0.7793	
0.6	0.8900	0.8371	0.7854	0.7100	
0.7	0.8477	0.7837	0.7247	0.6431	
0.8	0.7957	0.7245	0.6622	0.5797	
0.9	0.7339	0.6612	0.5998	0.5208	
1.0	0.6656	0.5970	0.5399	0.4671	
1.1	0.5960	0.5352	0.4842	0.4189	
1.2	0.5300	0.4781	0.4338	0.3762	
1.3	0.4703	0.4269	0.3888	0.3385	
1.4	0.4179	0.3817	0.3492	0.3055	
1.5	0.3724	0.3422	0.3145	0.2766	
1.6	0.3332	0.3079	0.2842	0.2512	
1.7	0.2994	0.2781	0.2577	0.2289	
1.8	0.2702	0.2521	0.2345	0.2093	
1.9	0.2449	0.2294	0.2141	0.1920	
2.0	0.2229	0.2095	0.1962	0.1766	
2.1	0.2036	0.1920	0.1803	0.1630	
2.2	0.1867	0.1765	0.1662	0.1508	
2.3	0.1717	0.1628	0.1537	0.1399	
2.4	0.1585	0.1506	0.1425	0.1302	
2.5	0.1467	0.1397	0.1325	0.1214	
2.6	0.1362	0.1299	0.1234	0.1134	
2.7	0.1267	0.1211	0.1153	0.1062	
2.8	0.1182	0.1132	0.1079	0.0997	
2.9	0.1105	0.1060	0.1012	0.0937	

3.0	0.1036	0.0994	0.0951	0.0882
-----	--------	--------	--------	--------

Tabelul 5.5.2. in EC 3.

Efectul deformației inițiale a elementului comprimat poate fi luat în considerare printr-o forță echivalentă uniform distribuită în lungul barei. Se verifică rezistența secțiunii transversale a elementului la compresiune N_{sd} și momentul încovoiător produs de forță echivalentă. În acest caz în calcul în locul coeficientului γ_{m0} se ia γ_{m1} .

În cazul flambajului prin încovoire, coeficientul de zveltete va fi:

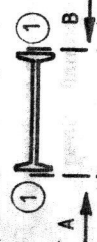
$$\lambda = \frac{l}{i}$$

unde i este raza de giratie față de axa luată în considerare, determinată pe baza secțiunii transversale brute.

Lungimea de flambaj l se determină în funcție de modul de rezemare al elementului la cele două capete ale lui.

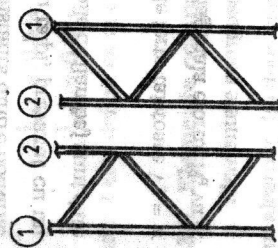
3.3. ELEMENTE COMPUSE COMPRIMATE

Elementele compuse comprimate sunt alcătuite din două talpi legate între ele cu placute sau zabrelute. La calculul acestor elemente se ia în considerare o imperfecțiune geometrică echivalentă, în forma de arc, având sâgăta inițială $e_0 \geq 1/500$. Existența acestei imperfecțiuni trebuie luată în considerare în calculul talpilor, a îmbinărilor precum și a elementelor de legătură a talpilor.



3.3.1. Elemente compuse asamblate cu zabrelute

Elementele compuse asamblate cu zabrelute sunt alcătuite din două talpi paralele, cu secțiune constantă. Talpile pot fi elemente cu secțiune unitară sau pot constitui fiecare o grindă cu zabrelute. Dispunerea zabrelutelor care unesc talpile se recomandă a se realiza ca în fig. 3.2, pentru ca ansamblul să fie cât mai rigid la torsiune. În dreptul capetelor elementului precum și în locurile în care se face o îmbinare cu alte elemente, cele două talpi



$\bar{\lambda}$	COEFFICIENTII $\varphi = (\bar{\lambda}^2/\pi)^{1/2}$			
	a	b	c	d
0,2	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
0,3	0,3034	0,3055	0,3079	0,3122
0,4	0,4098	0,4156	0,4223	0,4337
0,5	0,5201	0,5317	0,5445	0,5664
0,6	0,6360	0,6558	0,6770	0,7121
0,7	0,7603	0,7907	0,8222	0,8729
0,8	0,8968	0,9399	0,9831	1,0507
0,9	1,0506	1,1068	1,1621	1,2471
1,0	1,2257	1,2942	1,3610	1,4632
1,1	1,4248	1,5036	1,5808	1,6996
1,2	1,6483	1,7355	1,8219	1,9565
1,3	1,8956	1,9897	2,0848	2,2344
1,4	2,1657	2,2660	2,3691	2,5329
1,5	2,4580	2,5642	2,6747	2,8521
1,6	2,7718	2,8835	3,0013	3,1923
1,7	3,1069	3,2236	3,3488	3,5532
1,8	3,4628	3,5849	3,7171	3,9345
1,9	3,8394	3,9669	4,1062	4,3361
2,0	4,2362	4,3696	4,5152	4,7592
2,1	4,6540	4,7926	4,9456	5,2015
2,2	5,0916	5,2366	5,3963	5,6653
2,3	5,5506	5,7003	5,8666	6,1492
2,4	6,0283	6,1844	6,3577	6,6513
2,5	6,5271	6,6887	6,8680	7,1751
2,6	7,0451	7,4714	7,4014	7,7209
2,7	7,5853	7,7587	7,9515	8,2852
2,8	8,1442	8,3221	8,5241	8,8677
2,9	8,7240	8,9073	9,1161	9,4739
3,0	9,3205	9,5154	9,7282	10,1015

pentru o arie intinsa formata atat din talpile intinse cat si din zona intinsa a inimii.

Golurile din zona comprimata a inimii si talpii nu se iau in considerare decat in cazul unor goluri alungite sau goluri mari.

4.3. VERIFICAREA PIERDERII STABILITATII GENERALE (DEVERSARE)

Verificarea la deversare a grinzilor incovoiate se face daca:

$$\bar{\lambda}_{L,T} > 0.4$$

Se pune conditia ca:

$$M_{Sd} \leq M_{b,Rd}$$

unde $M_{b,Rd}$ este rezistenta de calcul la deversare a elementului incovoiat.

$$\beta_w = 1 \quad M_{b,Rd} = \chi_{L,T} \beta_w W_{pl,y} f_y / \gamma_{M1}$$

$$\beta_w = W_{el,y} / W_{pl,y} \quad \text{pentru sectiunile de clasa 1 sau 2}$$

$$\beta_w = W_{el,y} / W_{pl,y} \quad \text{pentru sectiunile de clasa 3}$$

$$\chi_{L,T} = \text{coeficient de reducere la deversare. Valorile lui se pot obtine in functie de coeficientul de zveltete redus } \bar{\lambda}_{L,T}, \text{ cu ajutorul curbelor de flambaj in care: } \bar{\lambda}$$

= $\bar{\lambda}_{L,T}$ si $\chi = \chi_{L,T}$ folosind:

- pentru profilele laminate curba "a" ($\alpha = 0.21$)
- pentru sectiunile sudate curba "c" ($\alpha = 0.49$)

Coeficientul de zveltete la deversare redus " $\bar{\lambda}_{L,T}$ " se obtine:

$$\bar{\lambda}_{L,T} = (\beta_w W_{pl,y} f_y / M_{cr})^{1/2} = (\lambda_{L,T} / \lambda_1) (\beta_w)^{1/2}$$

$$\lambda_1 = \pi (E f_y)^{1/2} = 93.9 \varepsilon$$

$$\varepsilon = \sqrt{235 / f_y}$$

M_{cr} = momentul critic elastic la deversare.

Pentru cazurile uzuale de sectiuni transversale, calculul coeficientului

$\lambda_{L,T}$ este prezentat in anexa Fa EC 3.

5.5.2.7

5.5.2 (3)

5. CALCULUL ELEMENTELOR SOLICITATE LA TAIERE (FORFECARE)

5.1. PREZENTARE GENERALA

Conform normelor EC 3 calculul elementelor la taiere implica urmatoarele verificari:

- verificarea rezistentei sectiunii transversale la taiere
- a) verificarea rezistentei sectiunilor brute
- b) verificarea rezistentei sectiunilor slabite
- verificarea la voalare prin forfecare

5.4.6

6.5.2.2

5.6

5.2. VERIFICAREA REZISTENTEI SECTIUNII TRANSVERSALE

- a) Verificarea sectiunilor solicitate la taiere se face cu relatia:

$$V_{Sd} \leq V_{pl,Rd}$$

unde:

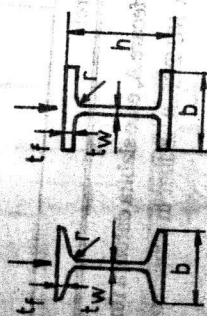
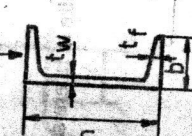
V_{Sd} este forta taietoare de calcul, determinata in urma calculului static al structurii

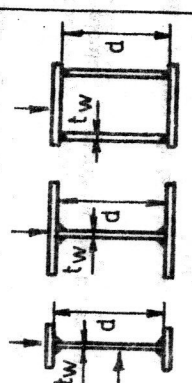
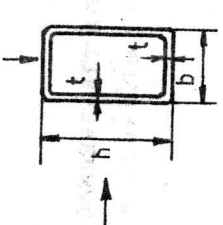
$V_{pl,Rd}$ este rezistenta de calcul plastica, la forfecare, a sectiunii

$$V_{pl,Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$$

A_v = aria de forfecare determinata conform tab. 5.1.

5.4.6 (2)

ARIA SECTIUNILOR DE FORFECARE		TAB.5.1
Sectiune	A_v	
	$A_v = 2 b t_f + (t_w + 2r) t_f = 1.04 h t_w$	
	$A_v = A - 2 b t_f + (t_w + r) t_f = 1.04 h t_w$	

	efort paralel cu inima: $A_v = \sum d t_w$ efort paralel cu talpile $A_v = A - \sum d t_w$
	efort paralel cu inaltimea $A_v = Ah/(b+h) = 2 th$ efort paralel cu latimea b $A_v = Ab/(b+h) = 2tb$
	$A_v = 2At/\pi$
	$A_v = A$
$A = \text{aria sectiunii transversale a barei}$	

5.4.6 (8)

In cazul in care sectiunea de forfecare A_v este slabita datorita unor goluri, efectul lor asupra rezistentei sectiunii NU TREBUIE luat in considerare DACA este indeplinita conditia:

$$A_{v,net} / A_v \geq f_y / f_u$$

In caz contrar calculul se face luand o sectiune de forfecare egala cu $A_v = A_{v,net} f_u / f_y$

6.5.2.2

b) Verificarea rezistentei sectiunilor slabite la taiere se face cu relatia: (fig. 5.1)

$$V_{sd} \leq V_{u,Rd} = \frac{0.6 \cdot f_u \cdot A_{v,eff}}{\gamma_{M2}}$$

unde: $A_{v,eff}$ = aria efectiva solicitata la forfecare. Ea este calculata dupa cum urmeaza:

$$A_{v,eff} = t \cdot L_{v,eff}$$

unde: $L_{v,eff} = L_v + L_1 + L_2$ cu conditia $L_{v,eff} \leq L_3$

$$L_1 = a_1 \text{ dar } L_1 \leq 5 d_0$$

$$L_2 = (a_2 \cdot k \cdot d_{op}) (f_u / f_y)$$

$$L_3 = L_v + a_1 + a_3 \text{ dar } L_3 \leq (L_v + a_1 + a_3 \cdot n \cdot d_{op}) (f_u / f_y)$$

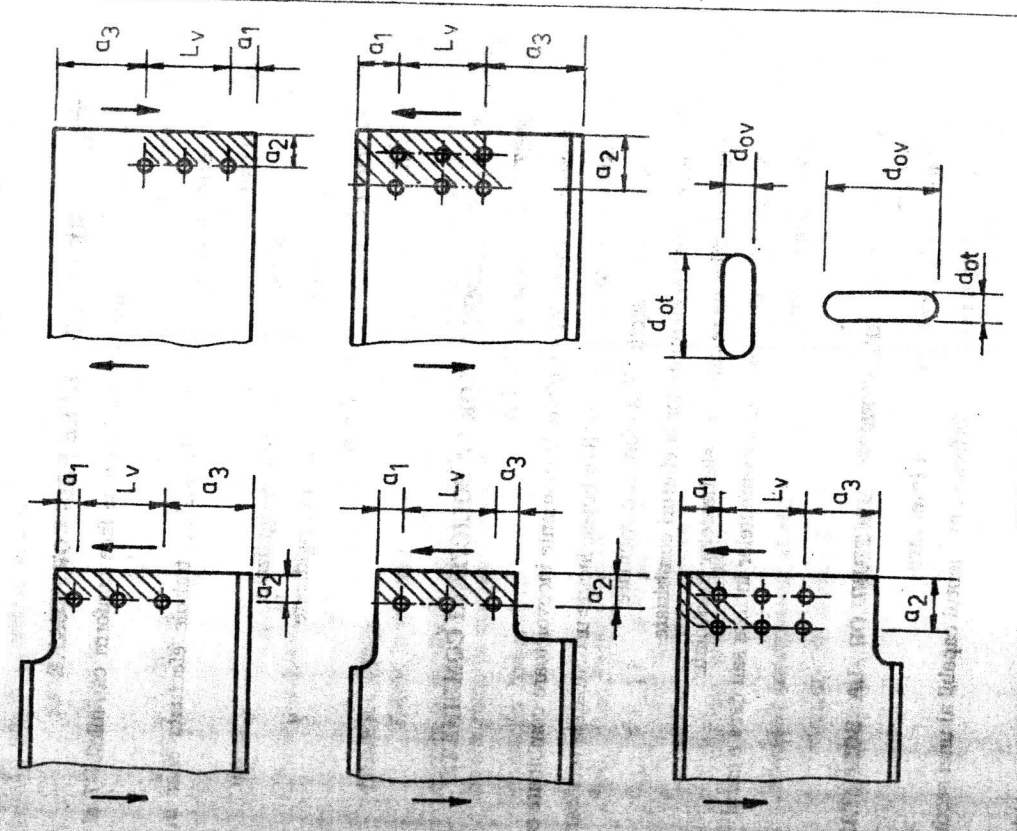


FIG. 5.1

. Distanța între șuruburi (tabelul 10.2)

Figura șuruburilor	Distanțe între șuruburi	Tabelul 10.2	
	$1,2 d_0 \leq e_1 \leq 40 \text{ mm} - 4t$	medii corozive 12 t sau 150 mm alte cazuri	
	$1,2 d_0 / 5 d_0 \leq e_2 \leq 40 \text{ mm} - 4t$	medii corozive 12 t sau 150 mm alte cazuri	
	$2,2 d_0 \leq p_1 \leq 14t \text{ sau } 200 \text{ mm}$	**	
	$(2,4 d_0) / 3 d_0 \leq p_2 \leq 14t \text{ sau } 200 \text{ mm}$	**	
	$d_0 = \text{diametrul găurii}$		
t = grosimea celui mai subțire din elementele marginale ale îmbinării			
OBS. În cazul elementelor comprimate distanțele vor fi mai mici decât cele maxime prevăzute pentru a împiedica voalarea.			

* Dacă se adopta valorile din paranteza rezistența de calcul la presiune pe gaura se micsorează:

** Valorile din paranteza corespund distanțelor între șuruburile amplasate pe siruri interioare la elemente întinse (fig. 10.1).

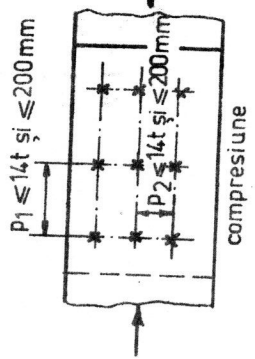


Fig. 6.5.2

Fig. 6.5.3

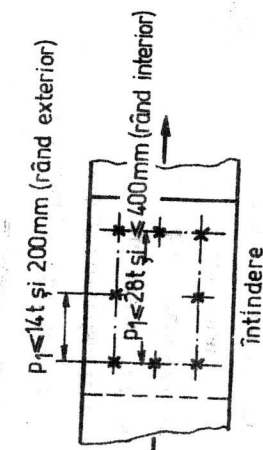


FIG. 10.1

. Jocul șuruburilor în gaura ($d_0 - d$)

Jocurile normale, ale șuruburilor în gaura sunt:

- 1 mm pentru șuruburi M_{12} și M_{14}
- 2 mm pentru șuruburi M_{16} până la M_{24} inclusiv
- 3 mm pentru șuruburi M_{27} sau mai mari

10.3. CLASIFICAREA ÎMBINĂRILOR CU ȘURUBURI

Îmbinările cu șuruburi care lucrează la tracțiune se clasifică în categoriile A, B sau C.

Îmbinările cu șuruburi care lucrează la tracțiune se clasifică în categoriile D sau E.

Categoriile de îmbinări cu șuruburi și verificările corespunzătoare fiecărei categorii sunt prezentate în tabelul 10.3.

CATEGORII DE ÎMBINĂRI CU ȘURUBURI		Tab. 10.3
Categorii	Verificări	Observatii
Îmbinări care lucrează la forfecare		
A. Îmbinări care lucrează la presiune pe gaura	$F_{v, Sd} \leq F_{v, Rd}$ $F_{v, Sd} \leq F_{b, Rd}$	Sur. nepretensionate toate clasele 4.6 - 10.9
B. Îmb. rezistente la alunecare în starea limită de serviciu.	$F_{v, Sd, ser.} \leq F_{s, Rd, ser.}$ $F_{v, Sd} \leq F_{v, Rd}$ $F_{v, Sd} \leq F_{b, Rd}$	Sur. de înaltă rezistență pretensionate. În stare limită de serviciu lucrează prin frecare (nu există alunecare)
C. Îmb. rezistente la alunecare în starea limită ultimă,	$F_{v, Sd} \leq F_{s, Rd}$ $F_{v, Sd} \leq F_{b, Rd}$	Sur. de înaltă rezistență pretensionate. Lucrează prin frecare.
Îmbinări care lucrează la întindere în tije.		
D. Îmbinări cu șuruburi nepretensionate	$F_{t, Sd} \leq F_{t, Rd}$	Sur. nepretensionat Toate clasele 4.6 - 10.9
E. Tub. cu șuruburi pretensionate	$F_{t, Sd} \leq F_{t, Rd}$	Sur. de înaltă rezistență pretensionate

Tab. 6.5.2

10.5. REZISTENTE DE CALCUL ALE SURUBURILOR

Rezistentele de calcul ale suruburilor sunt prezentate în tabelul 10.5.

REZISTENTE DE CALCUL ALE SURUBURILOR		Tab. 10.5
Rezistența la forfecare pentru o secțiune de forfecare:		
Dacă planul de forfecare trece prin partea filetată a tijei surubului		
• pentru clasele de calitate: 4.6; 5.8 și 8.8		
$F_{v,Rd} =$	$0.6 f_{ub} A_s$	
	γ_{Mb}	
• pentru clasele de calitate 4.8; 5.8; 6.8 și 10.9		
$F_{v,Rd} =$	$0.5 f_{ub} A_s$	
	γ_{Mb}	
Dacă planul de forfecare trece prin partea nefiletată a tijei surubului		
$F_{v,Rd} =$	$0.6 f_{ub} A$	
	γ_{Mb}	
Rezistența la presiune pe gaură*		
$F_{b,Rd} =$	$2.5 \alpha f_u d t$	
unde α are valoarea cea mai mică a rapoartelor următoare:		
e_1	$\frac{p_1}{3d_0}$	$\frac{f_{ub}}{4 f_u}$ sau 1.0
$3d_0$		
Rezistența la tracțiune		
$F_{t,Rd} =$	$0.9 f_{ub} A_s$	
	γ_{Mb}	
A - aria secțiunii tijei surubului A _s - aria secțiunii filetate a surubului d - diametrul surubului d ₀ - diametrul găurii * Rezistența de calcul la presiune pe gaură se poate determina și cu tabelul 10.6		

Observatii:

In cazul în care $e_2 = 1.2 d_0$ și (sau) $p_2 = 2.4 d_0$ rezistența $F_{b,Rd}$ se

Notatii:

$F_{v,Sd}$ = solicitarea de forfecare pe un surub, în stare limită ultimă;
 $F_{v,Sd,ser}$ = solicitarea de forfecare pe un surub în starea limită de serviciu;
 $F_{b,Rd}$ = rezistența de calcul la forfecare a unui surub;
 $F_{b,Rd,ser}$ = rezistența de calcul la presiune pe gaură a unui surub;
 $F_{t,Rd,ser}$ = rezistența de calcul la alunecare, pe un surub, în stare limită de serviciu;
 $F_{t,Rd}$ = rez. de calcul la alunecare, pe un surub în stare limită ultimă
 $F_{t,Sd}$ = solicitarea de tracțiune, pe un surub, în starea limită ultimă;
 $F_{t,Sd,ser}$ = rezistența de calcul la tracțiune pe surub;

6.5.4

10.4. MODALITĂȚI DE REPARTIZARE A SOLICITĂRILOR ÎN ÎMBINARILE CU SURUBURI

Repartizarea solicitărilor pe diferitele suruburi ce formează îmbinarea se poate realiza în diferite moduri. Unele dintre variantele posibile sunt prezentate în tabelul 10.4.

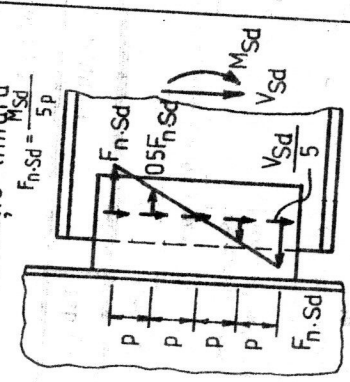
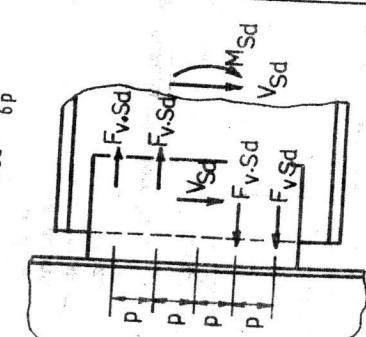
REPARTIZAREA SOLICITĂRILOR PE SURUBURI		Tab. 10.4
Distribuție liniară $F_{n,Sd} = \frac{M_{Sd}}{5p}$ 	Condiții • Categorie de îmbinare C (suruburi de înaltă rezistență pretensionate) • Îmbinări care lucrează la forfecare cu condiția ca: $F_{v,Rd} < F_{b,Rd}$ • Verificarea se face cu relația: $F_{v,Sd} = \left[\left(\frac{M_{Sd}}{5p} \right)^2 + \left(\frac{V_{Sd}}{5} \right)^2 \right]^{1/2}$	Condiții: • Acest mod de distribuție este indicat în cazul unor forte tăietoare V_{Sd} mai mici și a unor momente încovoietoare M_{Sd} mai importante. • Pentru alte marimi ale solicitărilor se pot adopta alte distribuții.
	Distribuție plastică $F_{v,Sd} = \frac{M_{Sd}}{6p}$ 	

Fig. 6.5.7

• Calculul îmbinărilor cu cusături în colt

Independent de orientarea cordonului de sudură, rezistența de calcul pe unitatea de lungime $F_{w,Rd}$ este determinată cu formula

$$F_{w,Rd} = f_{vw} \cdot a$$

unde f_{vw} este rezistența de calcul la forfecare a cusăturii de sudură în colt

$$f_{vw} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \gamma_{Mw}}$$

f_u este valoarea rezistenței nominale ultime la tracțiune, a pieselor îmbinate (tabelul 11.2).

β_w este un factor de corelare. Valoarea lui este dată în tabelul 11.2.

FACTORUL DE CORELAȚIE β_w

Tab.11.2.

Calitatea oțelului	Rezistența ultimă la tracțiune " f_u [N/mm ²]"	Factor de corelare " β_w ".
Fe 360	360	0.8
Fe 430	430	0.85
Fe 510	510	0.9

Pentru alte calități de oțel β_w poate fi determinat prin interpolare liniară.

La verificarea unui cordon de sudură se pune condiția:

$$\frac{F_{v,Sd}}{L} \leq F_{w,Rd}$$

unde L este lungimea cordonului de sudură, sau:

$$\tau_{res,Sd} \leq f_{vw}$$

unde: $\tau_{res,Sd}$ este o tensiune rezultantă, obținută prin însumarea geometrică a mai multor tensiuni datorate fie unor momente încovoietoare M_{Sd} , fie unor forțe tăietoare V_{Sd} sau a unor forțe axiale N_{Sd} .

Calculul cusăturilor în colt se mai poate conduce pe baza recomandărilor anexei M a EC 3/1.

Se pune condiția ca:

$$\sqrt{\sigma_1^2 + 3(\tau_1^2 + \tau_2^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{Mw}} \quad \text{și} \quad \sigma_1 = \frac{f_u}{\gamma_{Mw}}$$

unde: σ_1 , τ_1 și τ_2 sunt prezentate în fig. 11.5.

Pentru calculul cusăturii de sudură σ , se neglijează

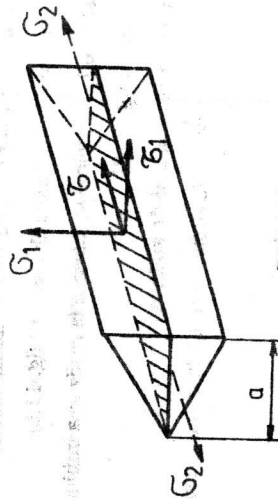


FIG. 11.5

11.4. CUSĂTURI ÎN ADÂNCIME

Cusături cu penetrație parțială

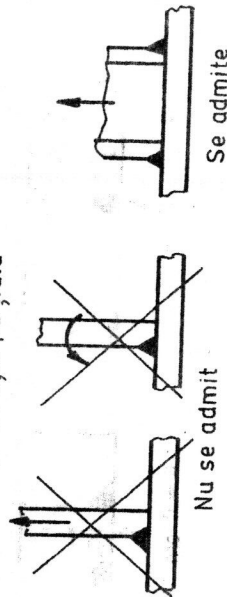
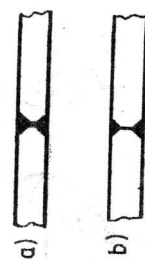
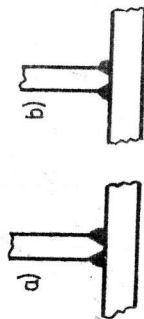


FIG. 11.6

Îmbinări cap la cap



Îmbinare în T



a) Cusătură cu penetrație totală

b) Cusătură cu penetrație parțială

FIG. 11.7