



JK2

SIST EN1993-1-8

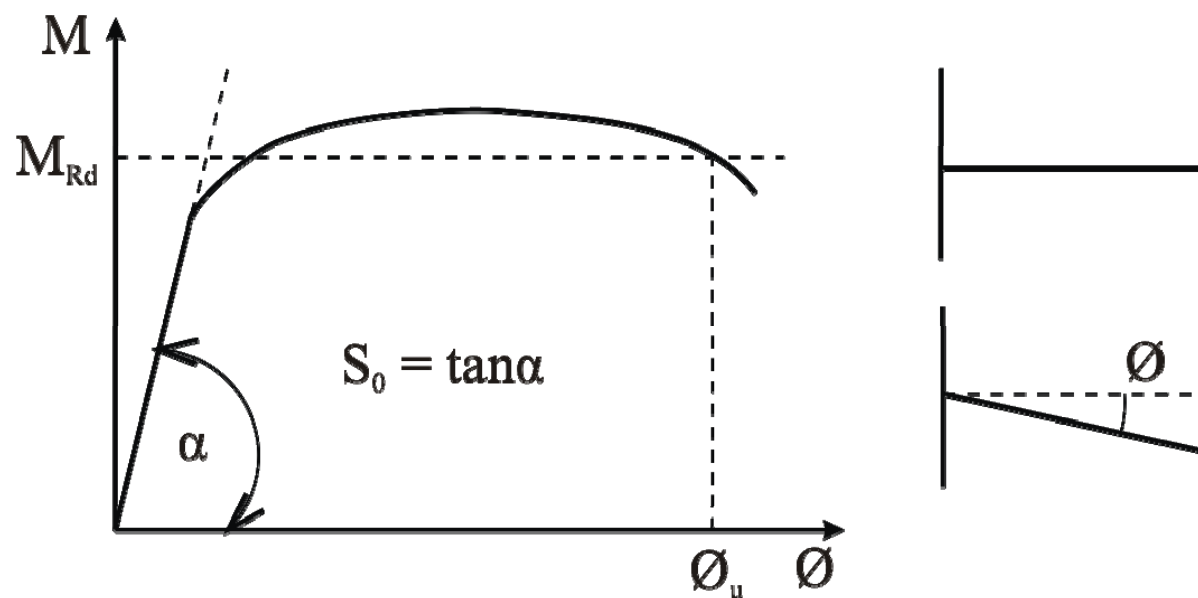
SPOJI



Spoji

SIST EN 1993-1-8

Delitev spojev (nosilnost, togost, rot. kapaciteta)





Delitev spojev

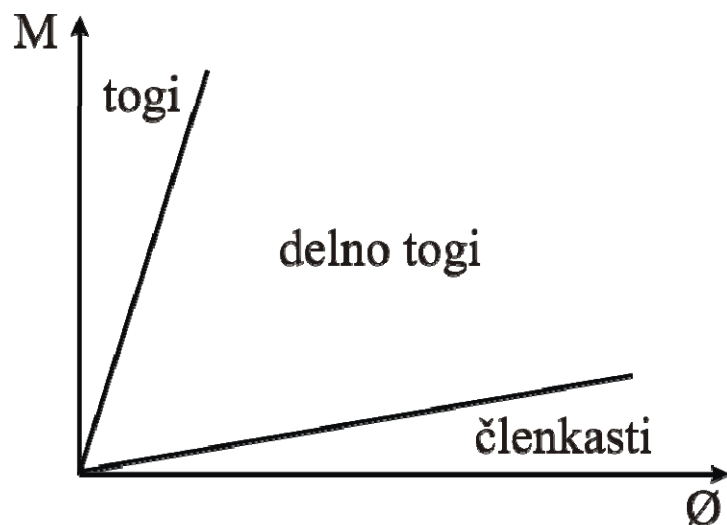
Nosilnost

- Polnonosilni $M_{Rd} \geq 1,2 M_{pl, prečka}$
- Delnonosilni
- Členkasti $M_{Rd} \leq 0,25 M_{pl, prečka}$



Delitev spojev

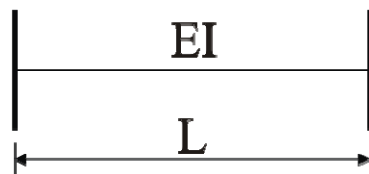
Togost



Togi $S_0 > 25 K$

Členkasti $S_0 > 0,5 K$

Delno togi $0,5 K \leq S_0 \leq 25 K$ (8 K)



$$K = \frac{EI}{L}$$

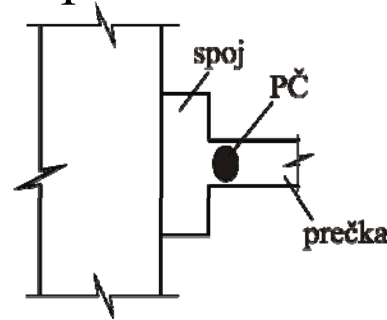


Delitev spojev

Duktilnost – rotacijska kapaciteta

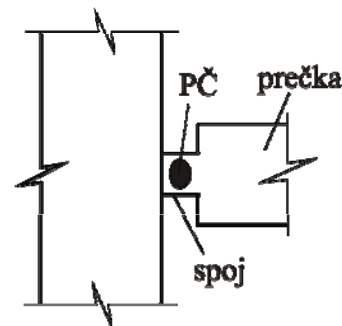
- Polnonosilni **ne rabijo biti duktilni**

Poškodbe se tvorijo v prečki in ne v spoju



- Delnonosilni - **obvezno duktilni**

Poškodbe se tvorijo v spoju





Delitev spojev

Duktilnost – rotacijska kapaciteta

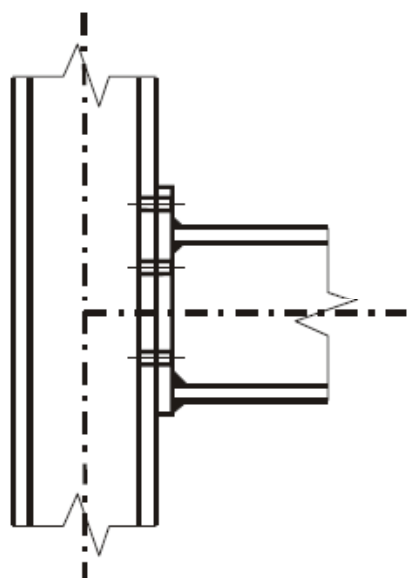
- Členkasti

Omogočati morajo zasuke brez induciranja momentov

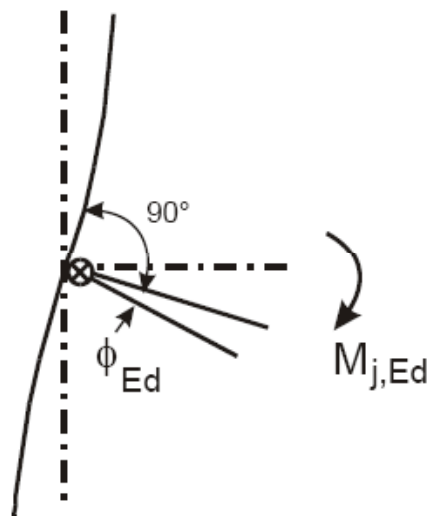
Zagotavljanje rotacijske kapacitete:

- vijaki v **strigu** ali **nategu** ne smejo biti kritični
- strig v panelu stebra
- tanjše čelne pločevine, vogalni kotniki, pasnice stebrov – ki morajo **biti kitične**

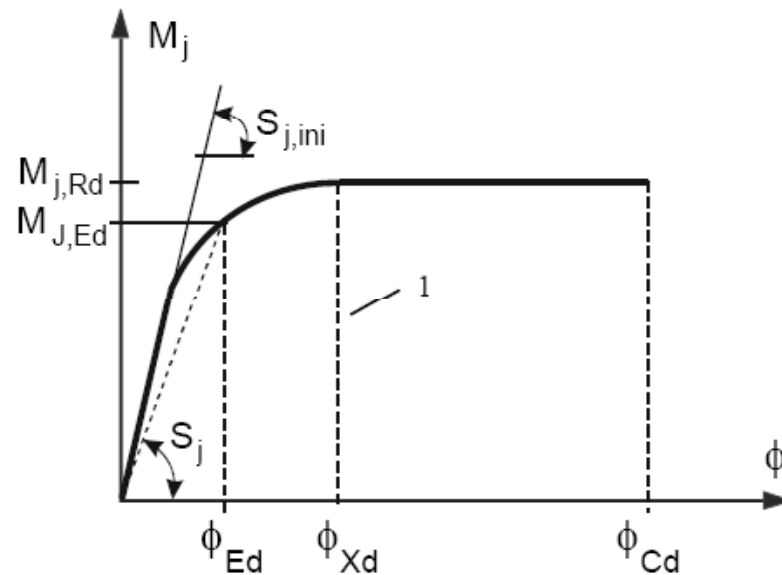
$$t \leq 0,36 d \sqrt{f_{ub} / f_y} \quad \Longrightarrow \quad \text{zagotavlja zadostno duktilnost}$$



a) Vozlišče



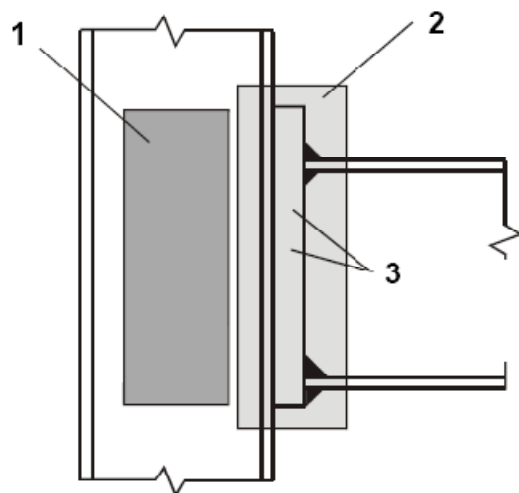
b) Model



1 Omejitev za S_j

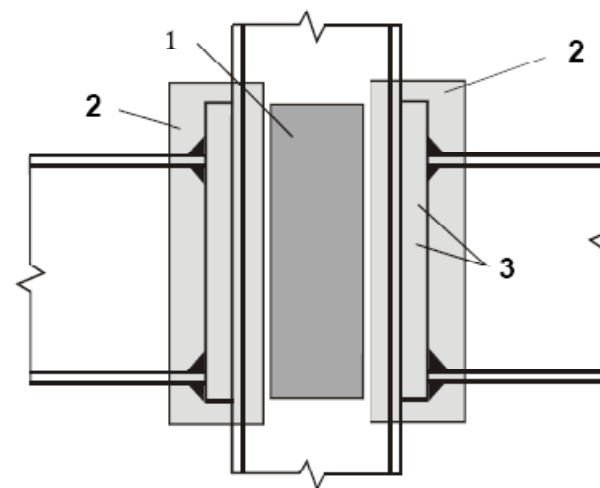
c) Projektni diagram upogibni moment-zasuk

Slika 6.1: Projektni diagram upogibni moment-zasuk vozlišča



Vozlišče = panel stojine v strigu + spoj

a) Enostranska konfiguracija vozlišča



Levo vozlišče = panel stojine v strigu + levi spoj
Desno vozlišče = panel stojine v strigu + desni spoj

b) Dvostranska konfiguracija vozlišča

1 panel stojine stebra v strigu

2 spoj

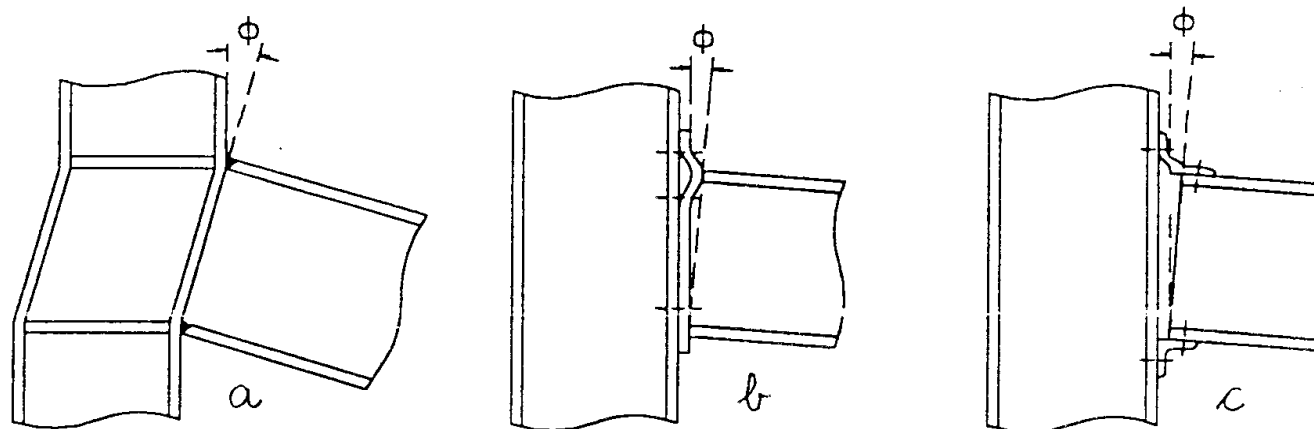
3 komponente (npr. vijaki, čelna pločevina)

Slika 1.1: Deli vozlišča prečka-steber



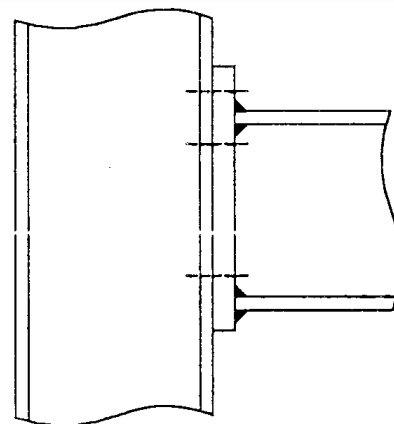
Za take elemente v stikih prečka - steber veljajo

- panel stojine stebra, obremenjen strižno (sl. 3a)
- čelna pločevina prečke ali pasnica stebra, obremenjena upogibno (sl. 3b)
- vezni kotnik ob natezni pasnici prečke, obremenjen upogibno (sl. 3c)

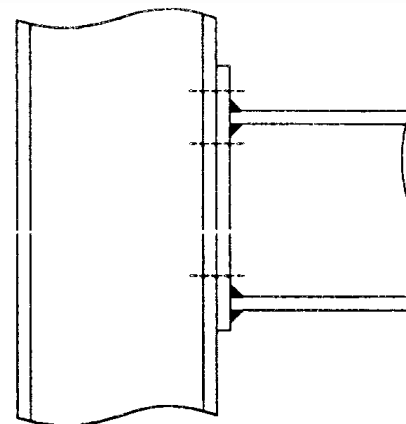


Slika 3

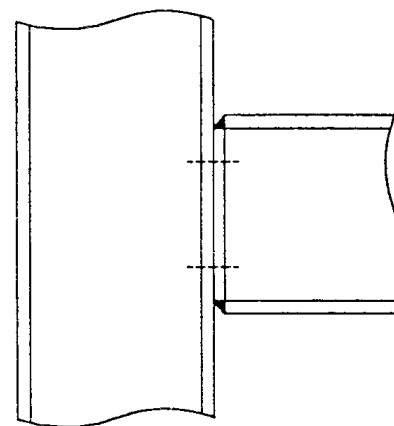
Izogibati se je potrebno porušitvam neduktilnih elementov, kot so predvsem natezno obremenjeni zvari ali vijaki.



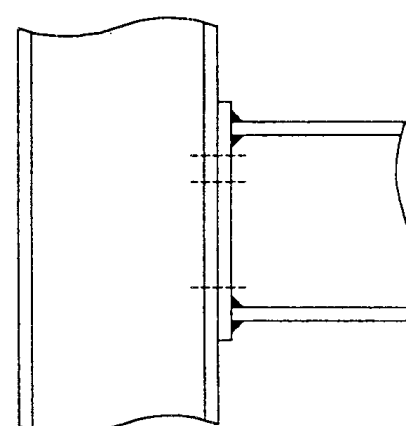
TOGI STIK-
DEBELA ČELNA
PLOČEVINA



DELNO TOGI STIK-
TANKA ČELNA
PLOČEVINA



ČLENKAST STIK



DELNOTOGI STIK

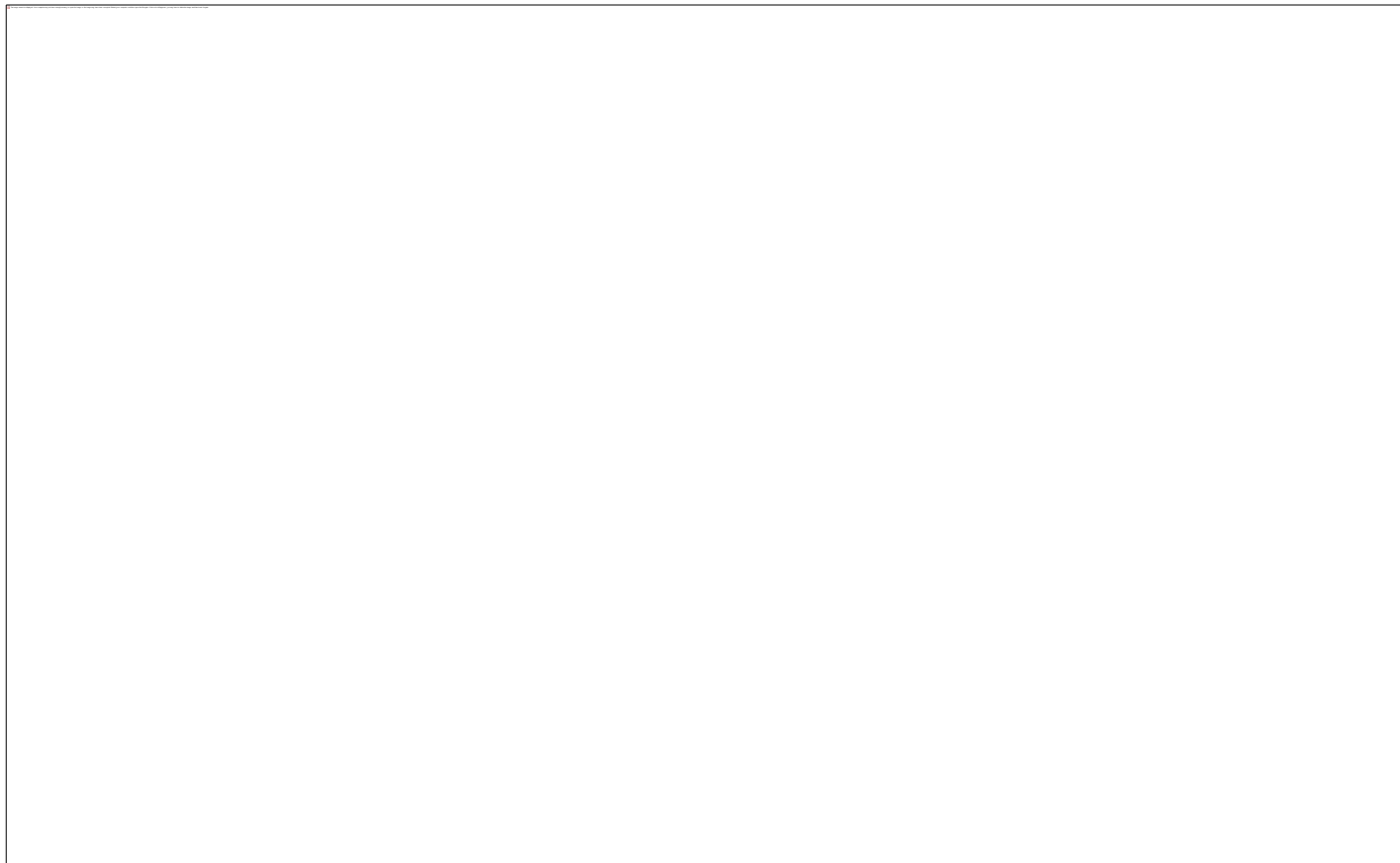
Slika 4

Posebno zanimivi so vijáčeni stiki s čelno pločevino, pri katerih samo z debelino čelne pločevine in morda še z razporedom vijakov togi ali členkasti stik spremenimo v podajnega



Modeliranje vozlišča

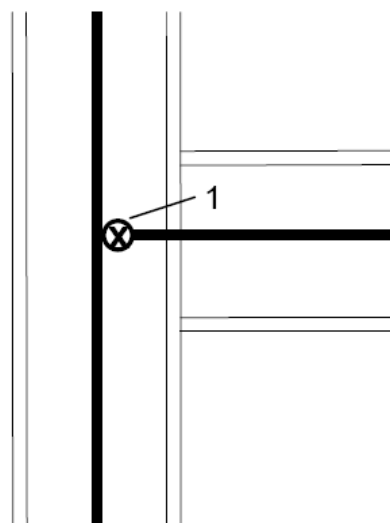
Strižna in upogibna togost sta modelirani ločeno



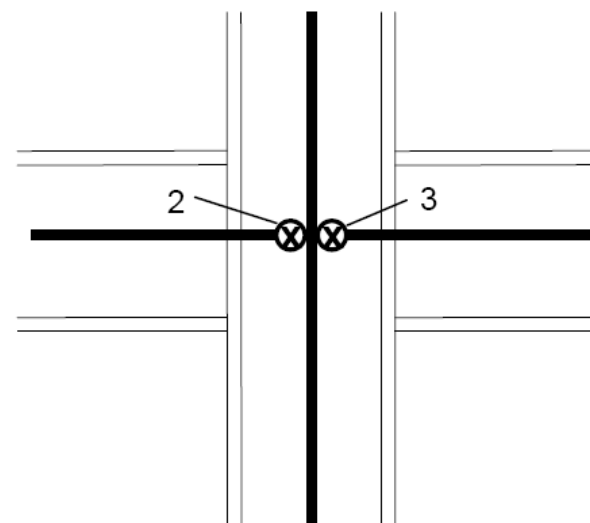


Modeliranje vozlišča

Poenostavljeni model – samo rotacijske vzmeti



Enostransko vozlišče



Dvostransko vozlišče

- 1 Vozlišče
- 2 Vozlišče 2: desna stran
- 3 Vozlišče 1: leva stran

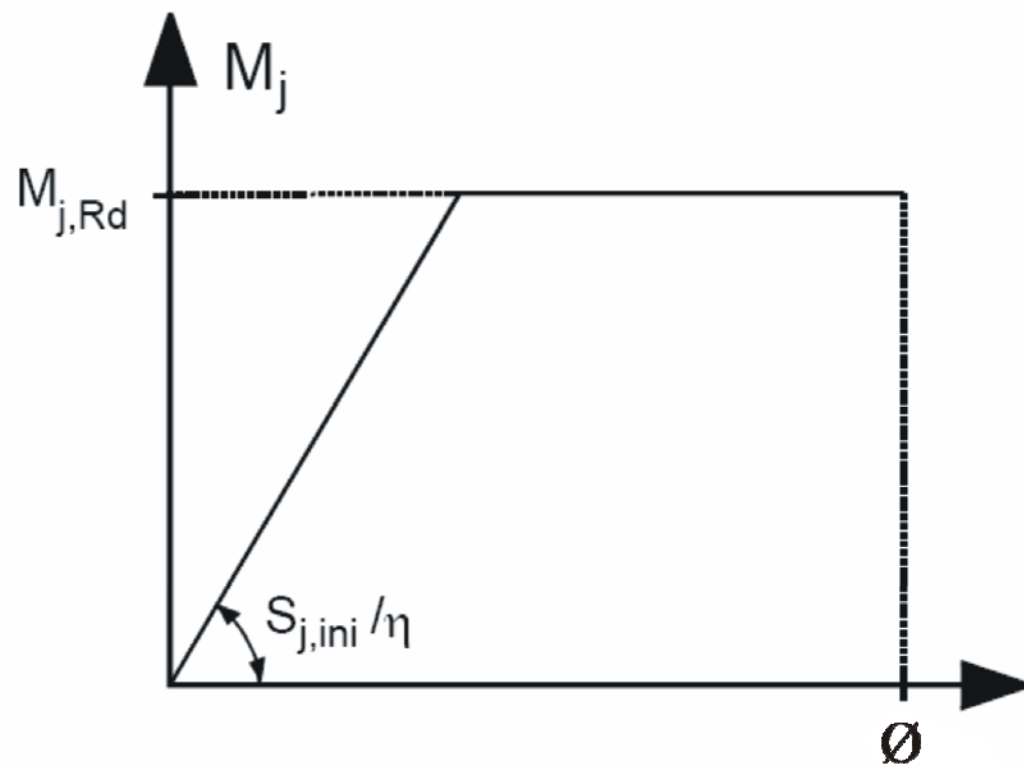


Rotacijske togosti pri elastični globalni analizi





Diagram $M - \phi$ za elastoplastično globalno analizo



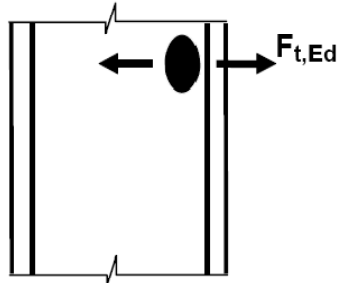
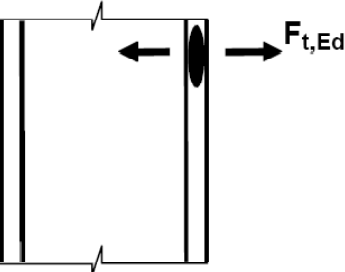
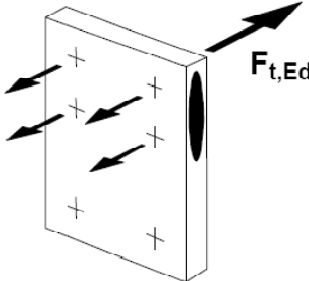


Preglednica 6.1: Osnovne komponente vozlišč

Komponenta			Kazalec na pravila za uporabo		
			Projektna nosilnost	Togostni koeficient	Rotacijska kapaciteta
1	Panel stojine stebra v strigu		6.2.6.1	6.3.2	6.4(4)
2	Panel stojine stebra v prečnem tlaku		6.2.6.2	6.3.2	6.4(5) in 6.4(6)



Preglednica 6.1: Osnovne komponente vozlišč (nadaljevanje)

3	Panel stojine stebra v prečnem nategu		6.2.6.3	6.3.2	6.4(5)
4	Pasnica stebra v upogibu		6.2.6.4	6.3.2	6.4(7)
5	Čelna pločevina v upogibu		6.2.6.5	6.3.2	6.4(7)

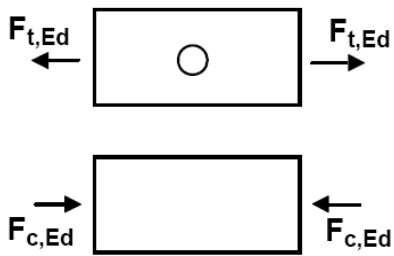
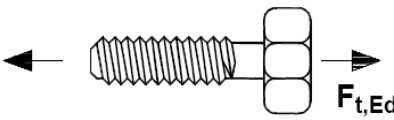
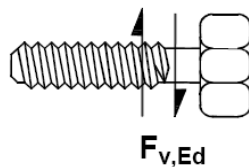


Preglednica 6.1: Osnovne komponente vozlišč (nadaljevanje)

6	Vezni kotnik v upogibu		6.2.6.6	6.3.2	6.4(7)
7	Pasnica in stojina nosilca ali stebra v tlaku		6.2.6.7	6.3.2	*)
8	Stojina nosilca v nategu		6.2.6.8	6.3.2	*)

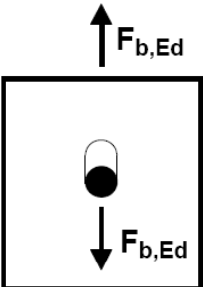


Preglednica 6.1: Osnovne komponente vozlišč (nadaljevanje)

9	Pločevina v nategu ali tlaku		v nategu: - EN 1993-1-1 v tlaku: - EN 1993-1-1	6.3.2	*)
10	Vijaki v nategu		s pasnico stebra: - 6.2.6.4 s čelno pločevino: - 6.2.6.5 z veznim kotnikom: - 6.2.6.6	6.3.2	6.4(7)
11	Vijaki v strigu		3.6	6.3.2	6.4(2)

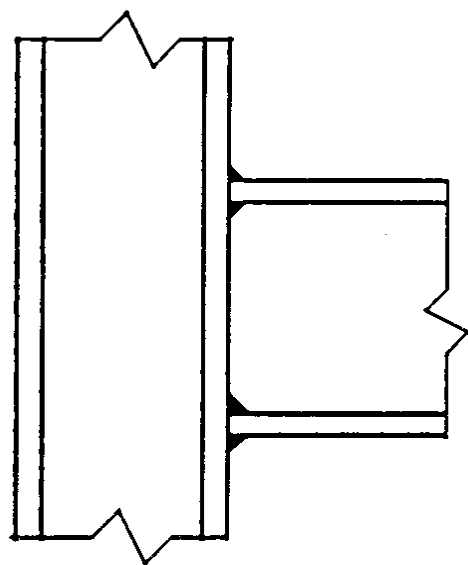


Preglednica 6.1: Osnovne komponente vozlišč (nadaljevanje)

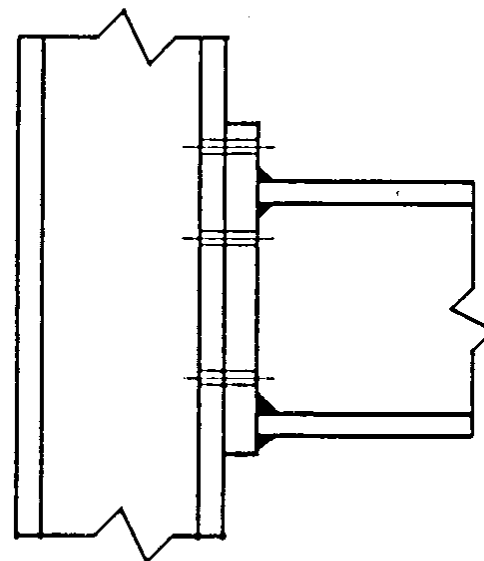
12	Vijaki v bočnem pritisku (v pasnici nosilca, pasnici stebra, čelni pločevini ali veznem kotniku)		3.6	6.3.2	*)
*) Informacija v tem standardu ni na voljo.					



Primeri tipičnih spojev



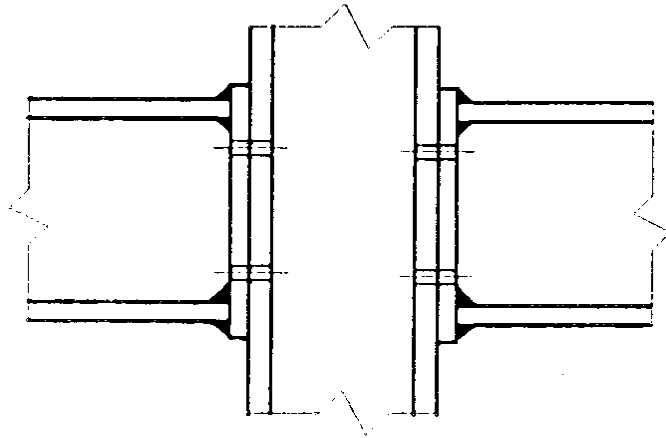
a) Varjeni spoj



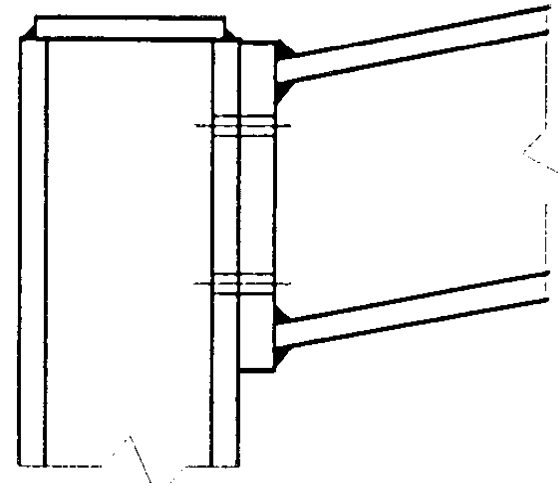
b) Vijačeni spoj s podaljšano
čelno pločevino



Primeri tipičnih spojev



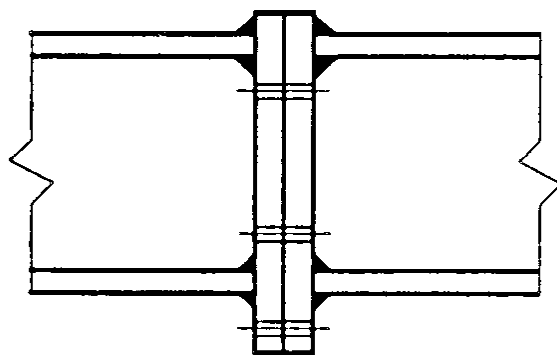
c) Dvostranska konfiguracija vozlišča



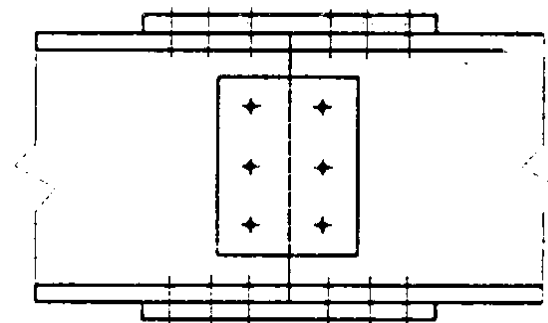
d) Enostranski spoj s poravnano čelno pločevino



Primeri tipičnih spojev



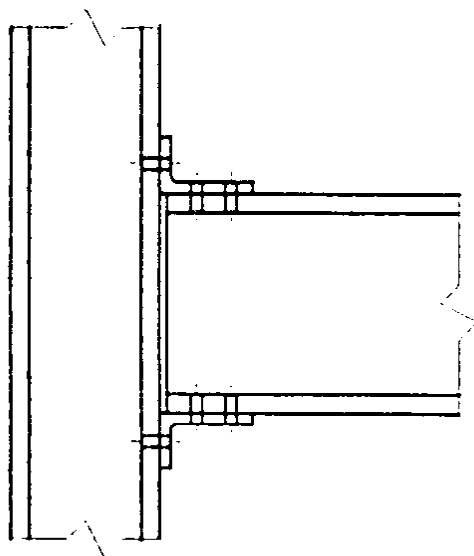
e) Čelni stik prečk



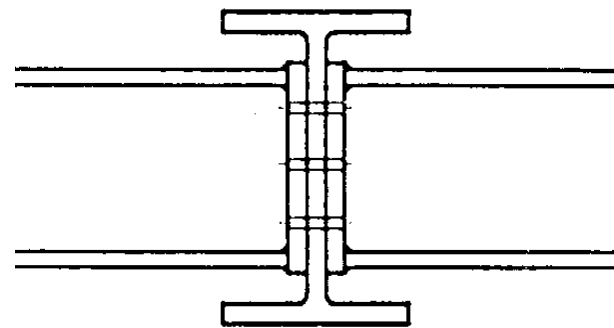
f) Vijačen stik dveh nosilcev



Primeri tipičnih spojev



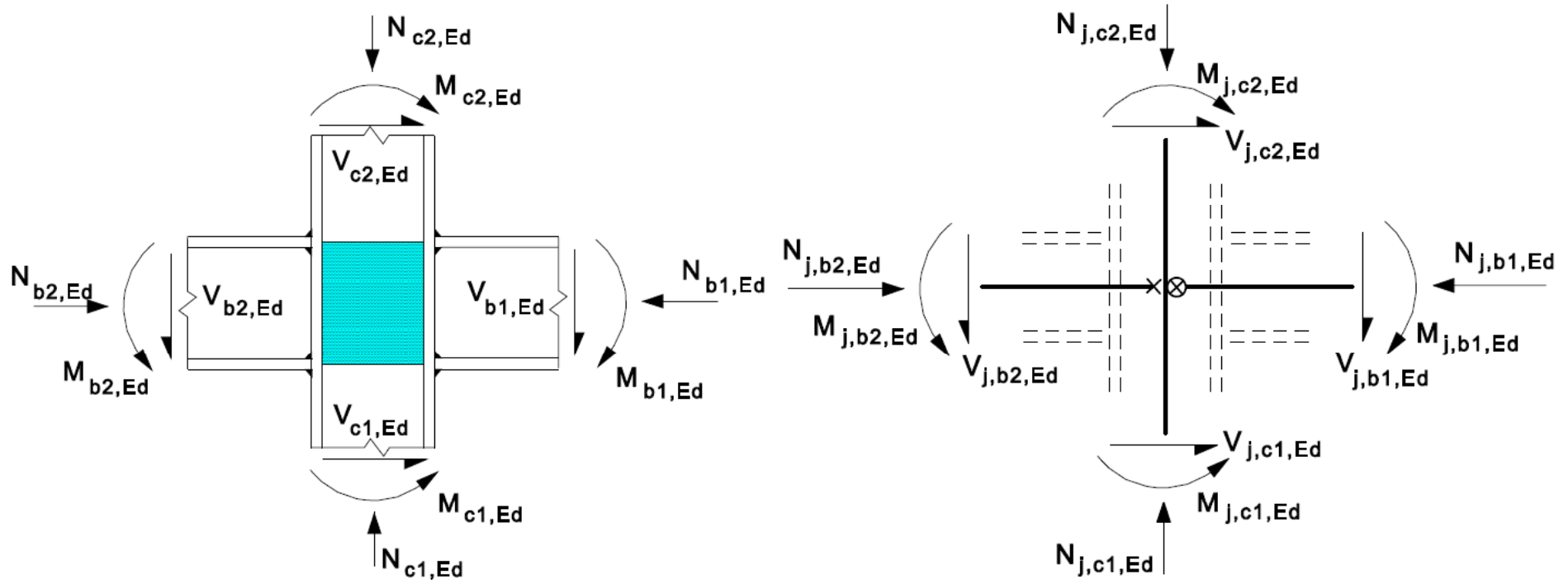
g) Vijačeni spoj z uporabo vogelnih kotnikov



h) Vijačen stik dveh nosilcev



Sile in upogibni momenti, ki delujejo na vozlišče

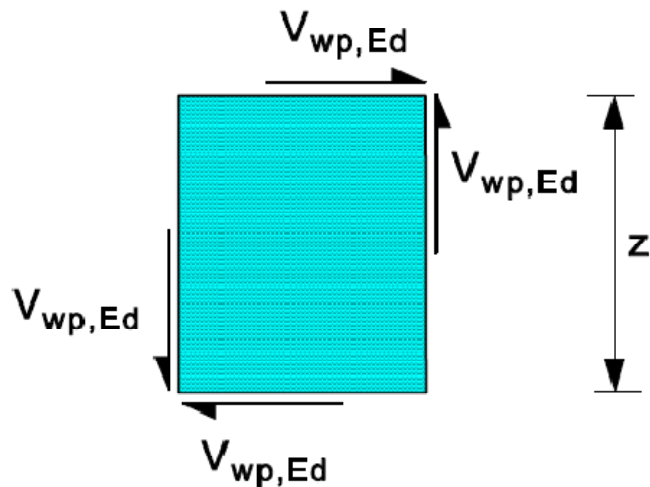


a) Vrednosti ob robu stojine panela

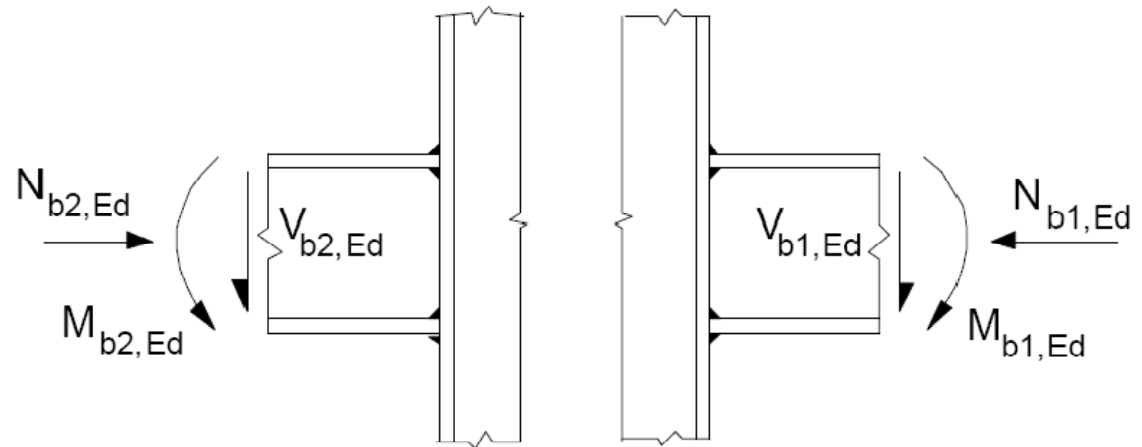
b) Vrednosti v sečišču osi elementov



Sile in upogibni momenti, ki delujejo na panel stojine



a) Strižne sile v panelu stojine



b) Spoja s silami in upogibnimi momenti v nosilcih

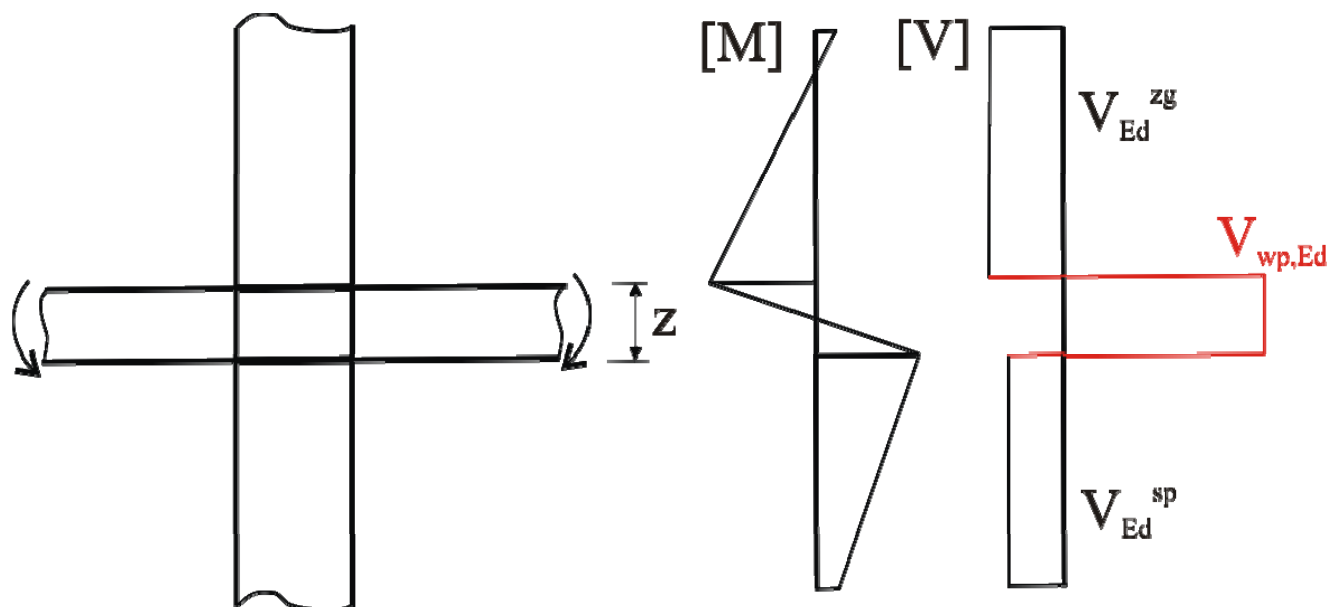
$$\frac{V_{wp,Ed}}{V_{wp,Rd}} \leq 1,0$$

$$V_{wp,Ed} = (M_{b1,Ed} - M_{b2,Ed})/z - (V_{c1,Ed} - V_{c2,Ed})/2$$

$$V_{wp,Rd} = h_{st} f_y / (\sqrt{3} \gamma_{M0}) \quad \text{ali} \quad V_{wb,Rd}$$



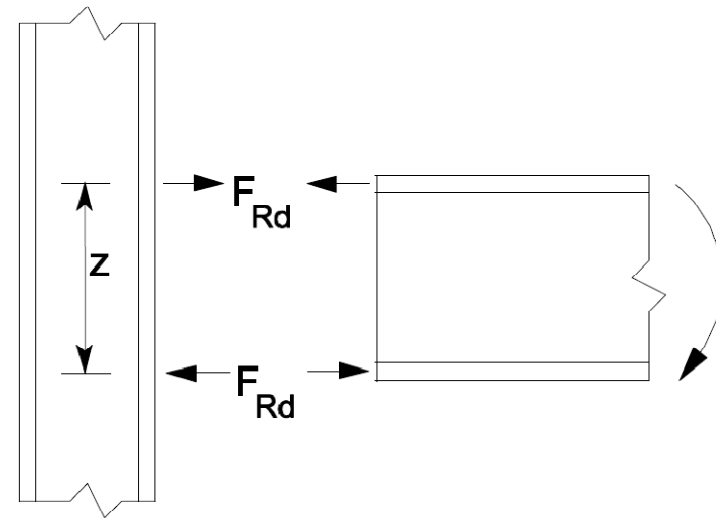
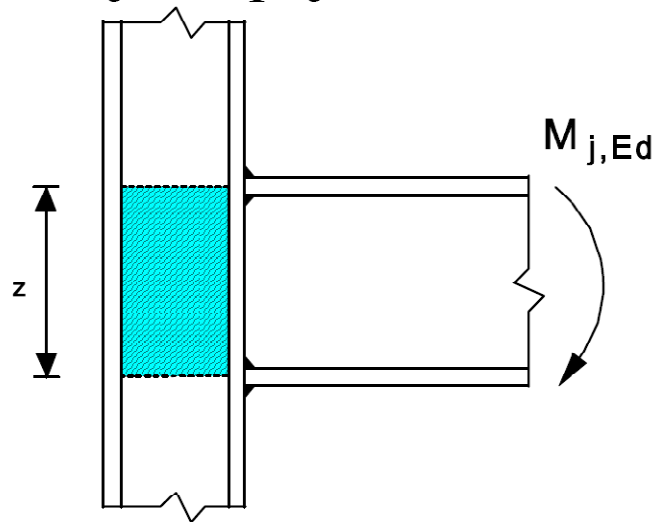
Razlika med prečno silo v stebru in panelu





Ročica z in razpored sil za določanje $M_{j,Rd}$ spoja

a) Varjeni spoj



Ročica

$$z = h - t_{fb}$$

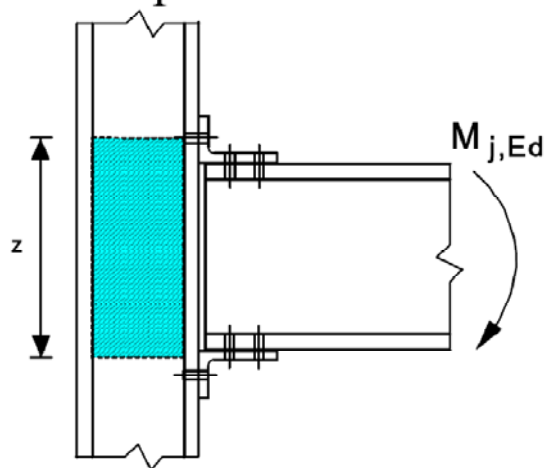
h je višina
priključenega
nosilca

t_{fb} je debelina
pasnice nosilca

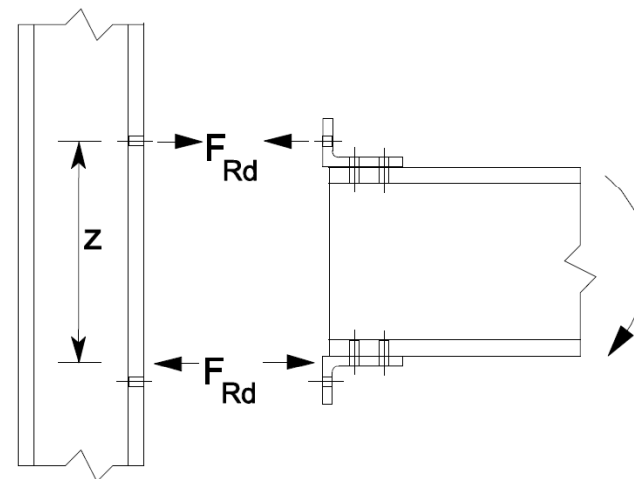


Ročica z in raspored sil za določanje $M_{j,Rd}$ spoja

b) Vijačeni spoj z veznim kotnikom ob pasnicah



Ročica

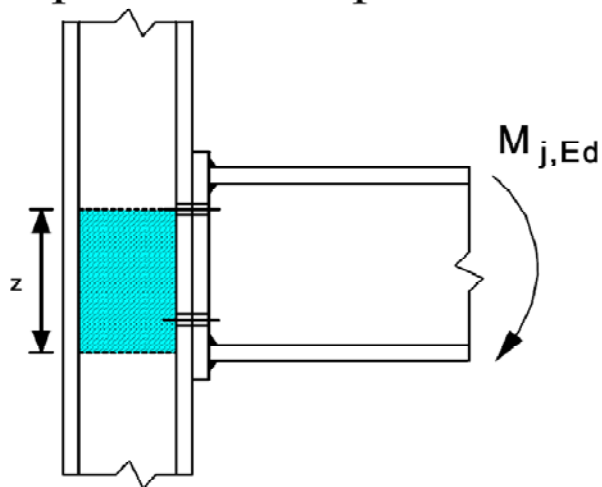


Razdalja med središčem tlaka in vrsto vijakov v nategu

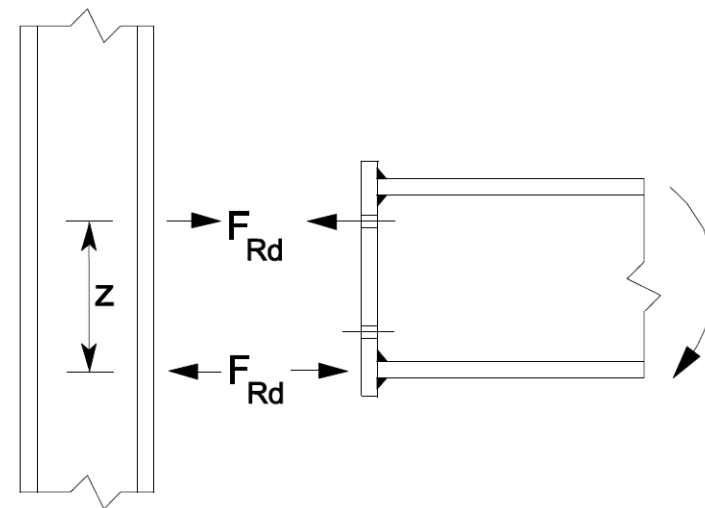


Ročica z in razpored sil za določanje $M_{j,Rd}$ spoja

c) Vijačeni spoj z vezno pločevino in eno aktivno vrsto vijakov pod natezno pasnico



Ročica

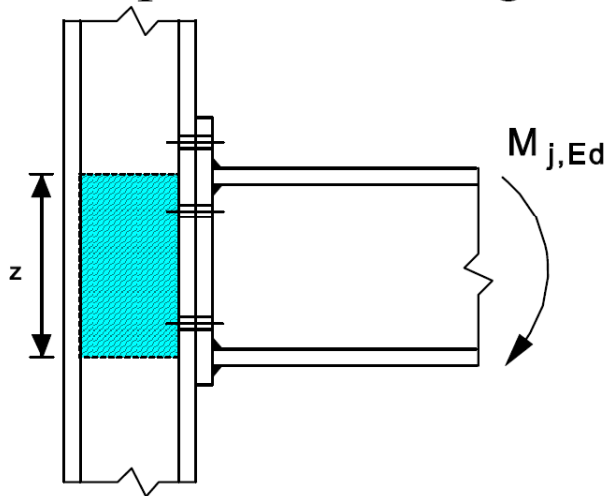


Razdalja med središčem tlaka in vrsto vijakov v nategu



Ročica z in razpored sil za določanje $M_{j,Rd}$ spoja

d) Vijačeni spoj z vezno pločevino in po eno vrsto vijakov na vsaki strani pasnice v nategu



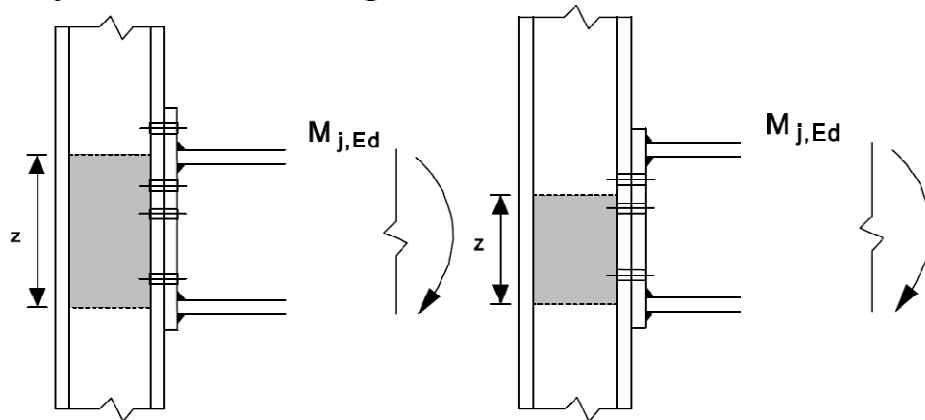
Ročica

Konservativno se lahko vzame kot razdalja od središča tlaka do točke, ki leži na sredini med vrstama vijakov v nategu



Ročica z in razpored sil za določanje $M_{j,Rd}$ spoja

e) Ostali vijачeni spoji s čelno pločvino in več kot dvema vrstama vijakov v nategu



Ročica

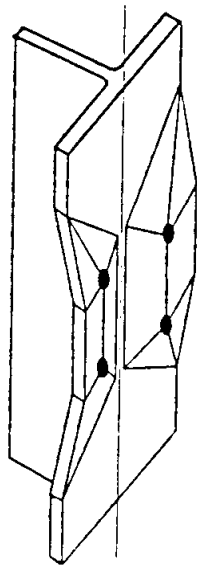
Konservativno se lahko vzame kot razdalja od središča tlaka do točke, ki leži na sredini med najbolj oddaljenima vrstama vijakov v nategu



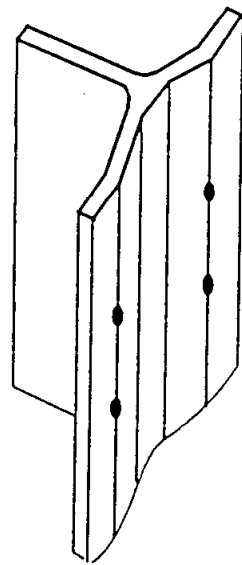
Načini poružitve dejanskih in nadomestnih komponent T - elementa

1. način: polna plastifikacija pasnic

Dejanska
komponenta



Nadomestni
T - element



Sile

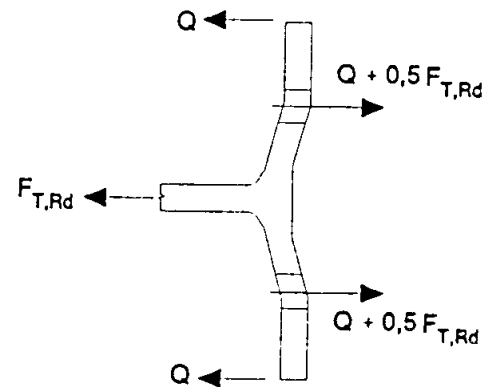
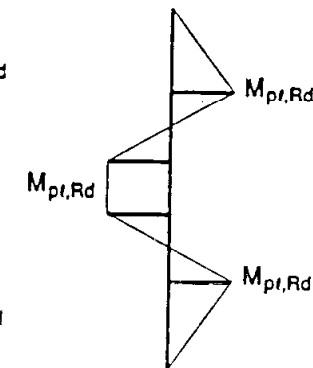


Diagram
momenta

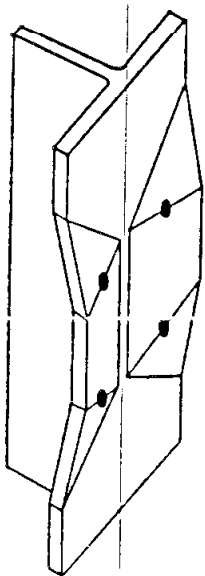




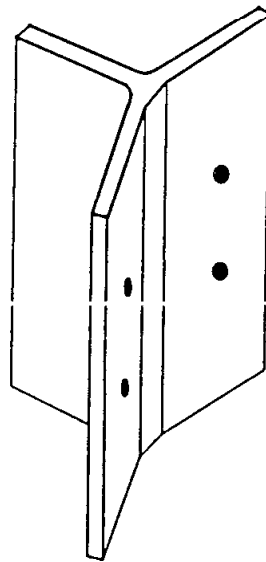
Načini porušitve dejanskih in nadomestnih komponent T - elementa

2. način: porušitev vijaka z istočasno plastifikacijo pasnice

Dejanska
komponenta



Nadomestni
T - element



Sile

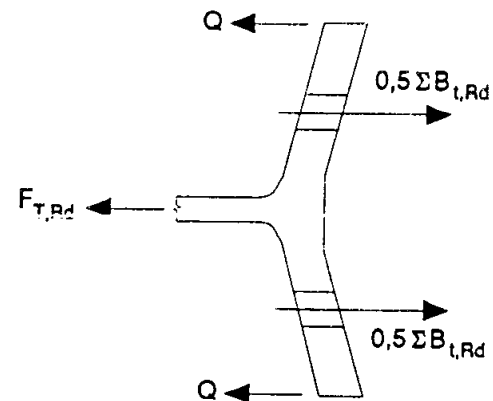
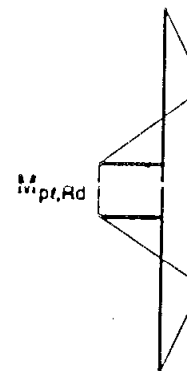


Diagram
momenta

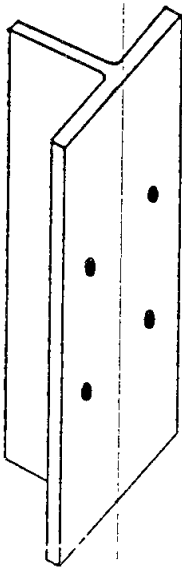




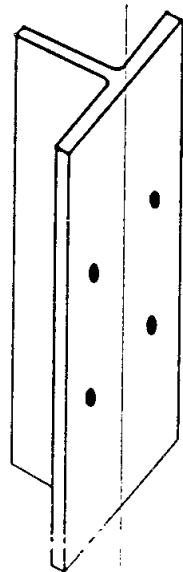
Načini porušitve dejanskih in nadomestnih komponent T - elementa

3. način: porušitev vijaka

Dejanska
komponenta



Nadomestni
T - element



Sile

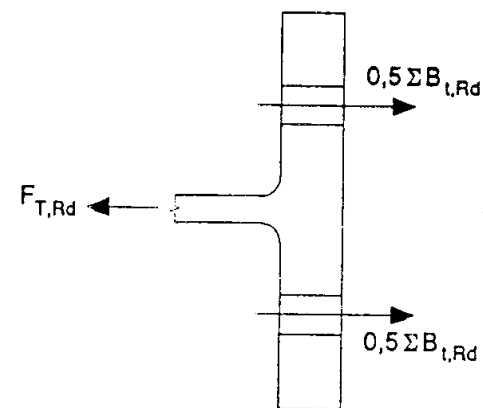
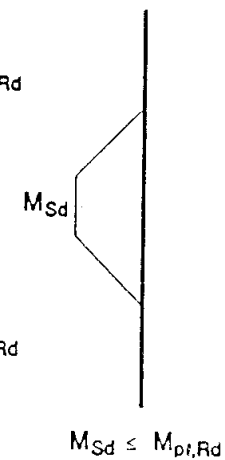
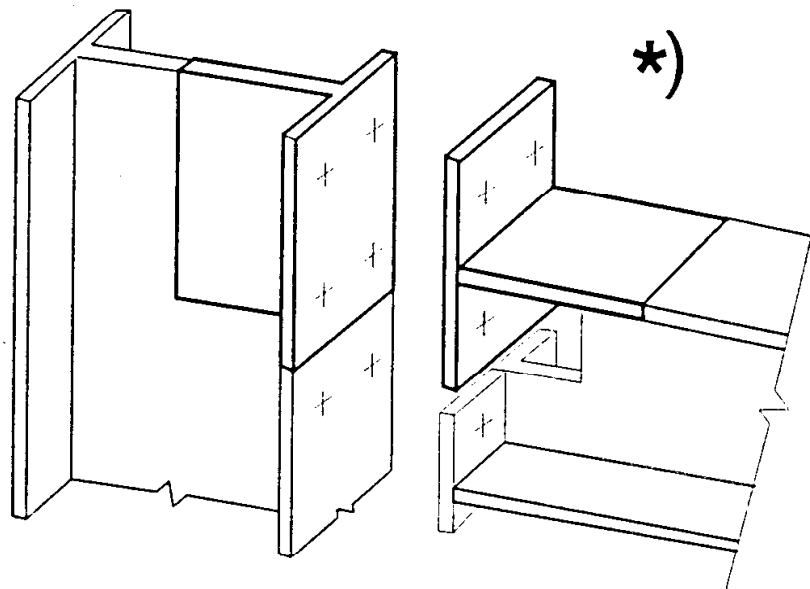


Diagram
momenta





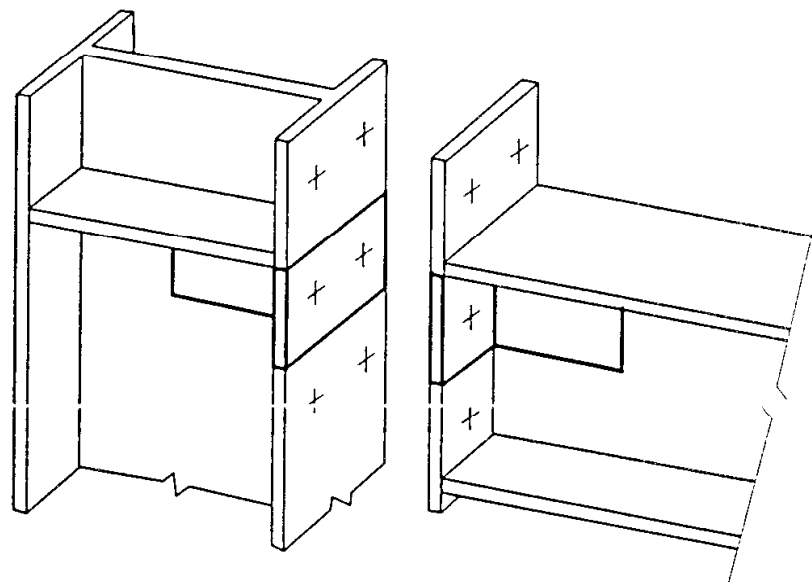
Modeliranje nadomestnega T - elementa



a) Neojačan spoj prečka – steber s podaljšano čelno pločevino



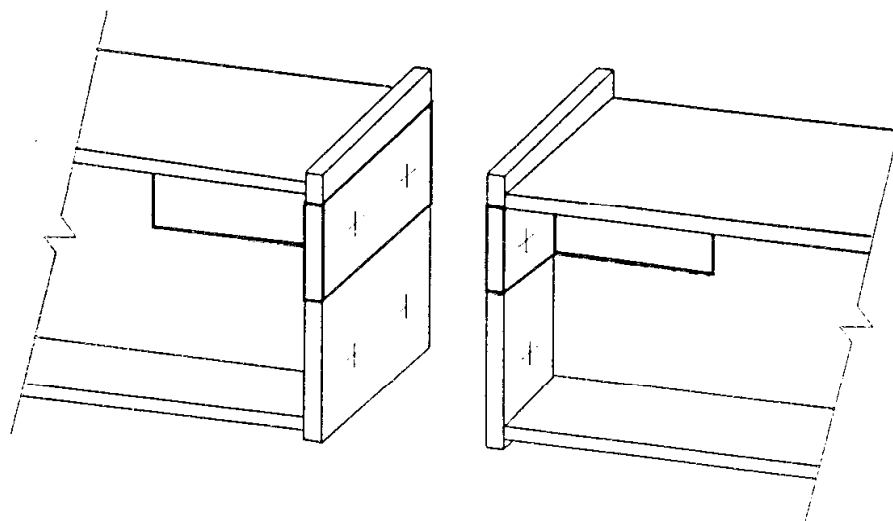
Modeliranje nadomestnega T - elementa



b) Ojačan spoj prečka – steber s podaljšano čelno pločevino



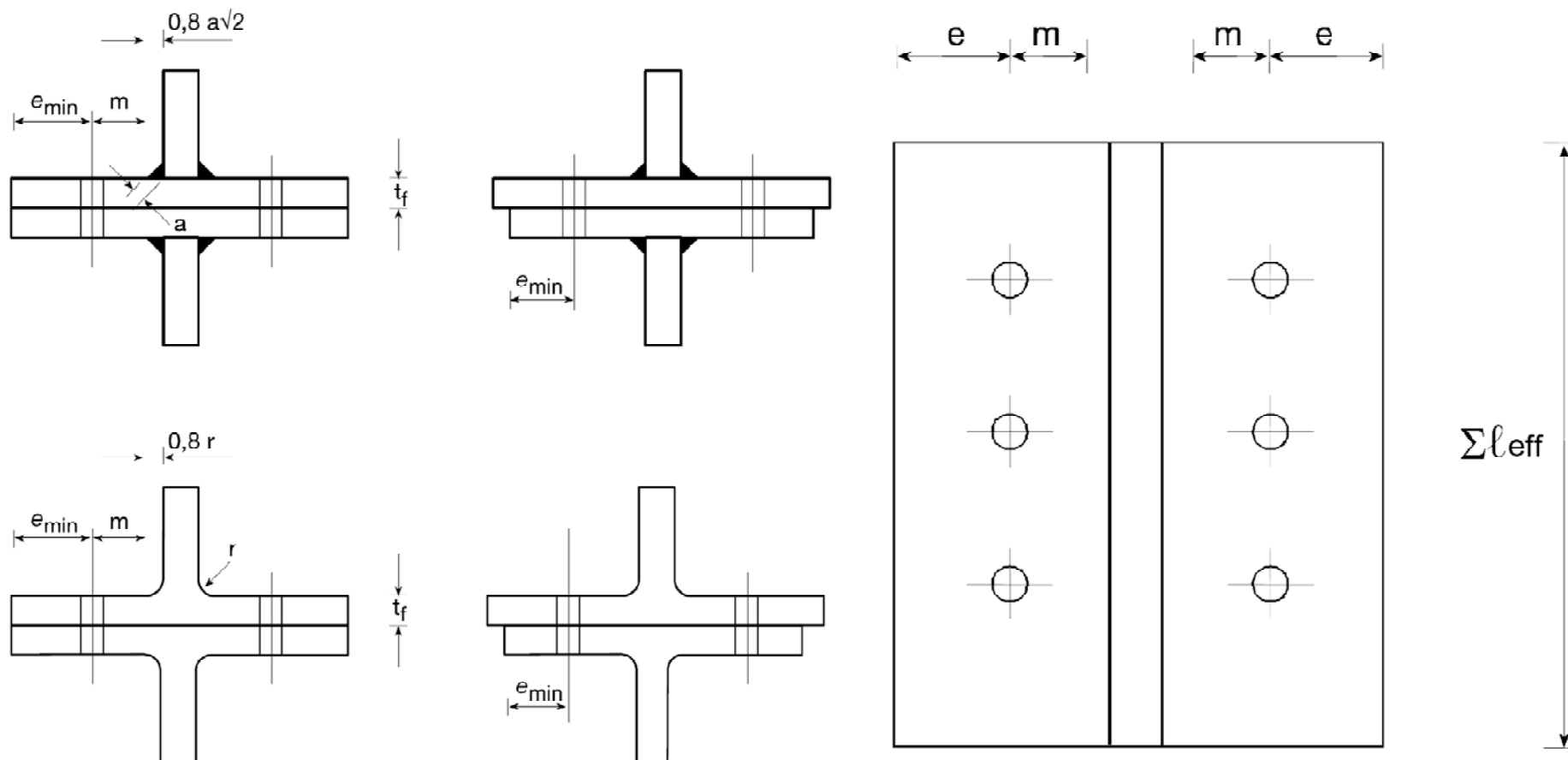
Modeliranje nadomestnega T - elementa



c) Čelni stik nosilcev s čelno pločevino



Dimenzije pasnic nadomestnega T - elementa





Projektna nosilnost $F_{T,Rd}$ pasnic nadomestnega T -elementa

1. način: polna plastifikacija pasnic

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m}$$

2. način: porušitev vijaka z istočasno plastifikacijo pasnice

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n\Sigma F_{t,Rd}}{m + n}$$

3. način: porušitev vijakov

$$F_{T,3,Rd} = \Sigma F_{t,Rd}$$

$$M_{pl,1,Rd} = 0,25\Sigma \ell_{eff,1} t_f^2 f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{pl,2,Rd} = 0,25\Sigma \ell_{eff,2} t_f^2 f_y / \gamma_{M0}$$

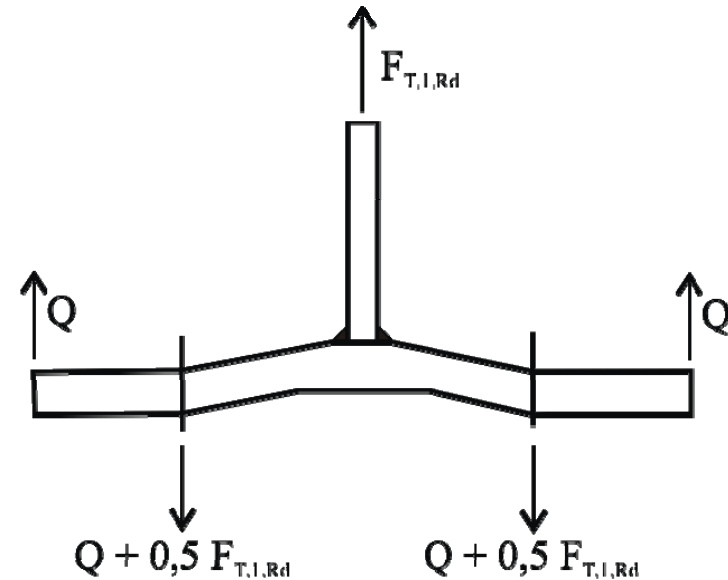
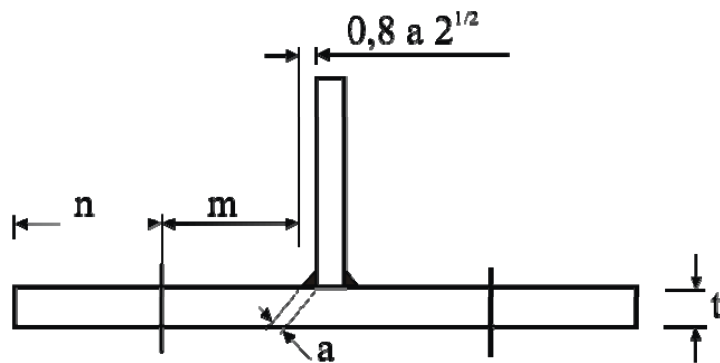
$$M_{bp,Rd} = 0,25\Sigma \ell_{eff,1} t_{bp}^2 f_{y,bp} / \gamma_{M0}$$

$$n = e_{min}, \text{ vendar } n \leq 1,25m$$



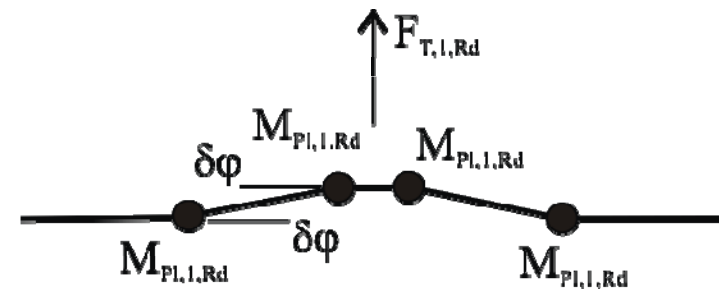
Projektna nosilnost $F_{T,Rd}$ pasnic nadomestnega T -elementa

1. način: polna plastifikacija pasnic



$$F_{T,1,Rd} \cdot m \cdot \delta\varphi \geq 4 \cdot M_{pl,1,Rd} \cdot \delta\varphi$$

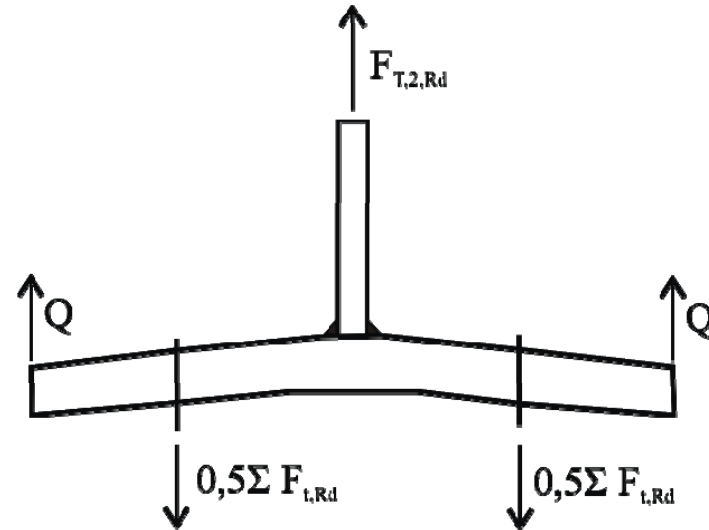
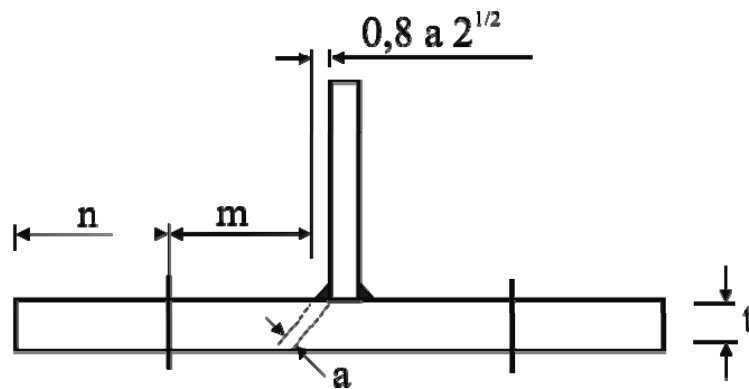
$$F_{T,1,Rd} \geq \frac{4 \cdot M_{pl,1,Rd}}{m}$$





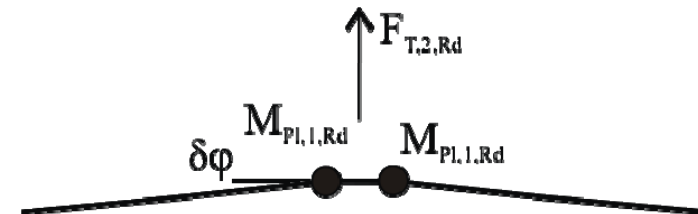
Projektna nosilnost $F_{T,Rd}$ pasnic nadomestnega T -elementa

2. način: porušitev vijaka z istočasno plastifikacijo pasnice



$$F_{T,2,Rd} (m + n) \delta\varphi \geq \left(2 \cdot M_{pl,2,Rd} + n \sum F_{t,Rd} \right) \delta\varphi$$

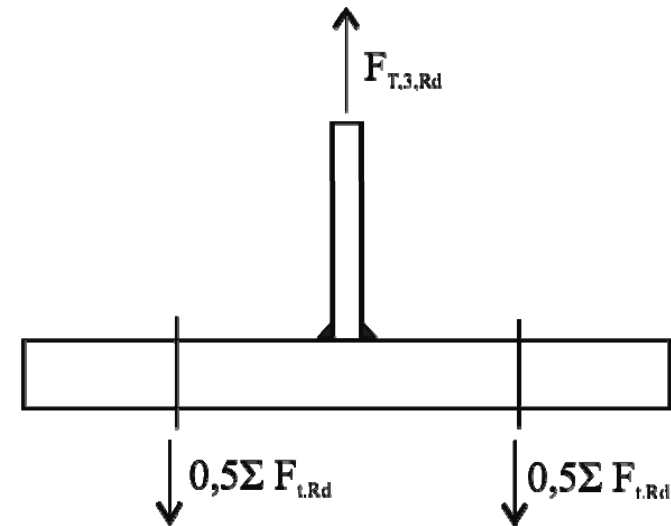
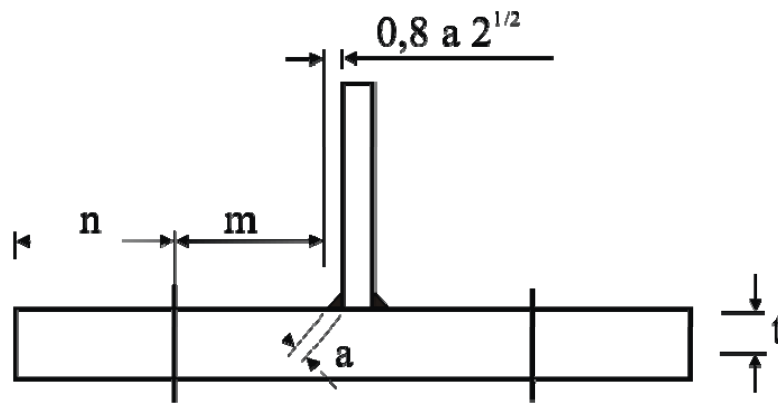
$$F_{T,1,Rd} \geq \frac{2 \cdot M_{pl,1,Rd} + n \sum F_{t,Rd}}{m + n}$$





Projektna nosilnost $F_{T,Rd}$ pasnic nadomestnega T -elementa

3. način: porušitev vijakov

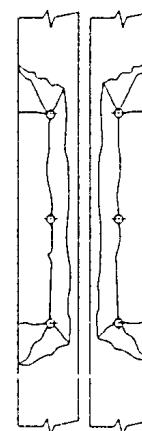
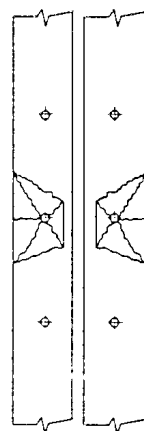
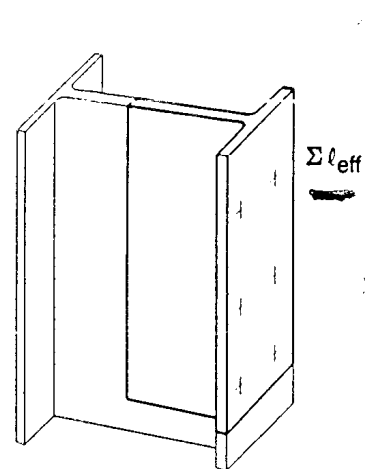
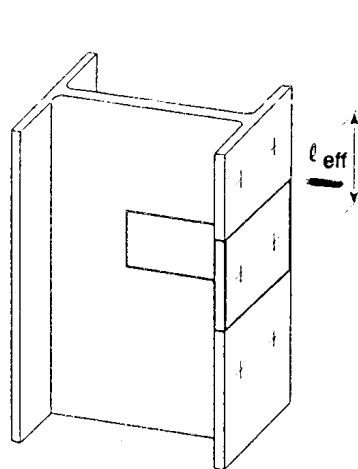


$$F_{T,3,Rd} \geq \sum F_{t,Rd}$$





Posamezna vrsta in skupina vrst vijakov

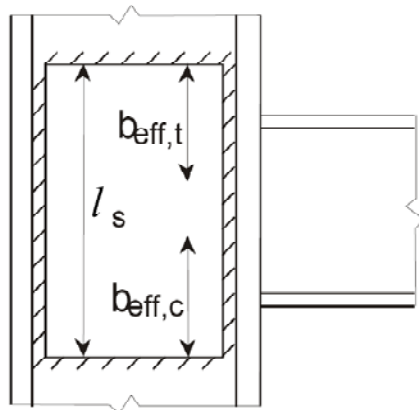


a) Posamezna vrsta vijakov

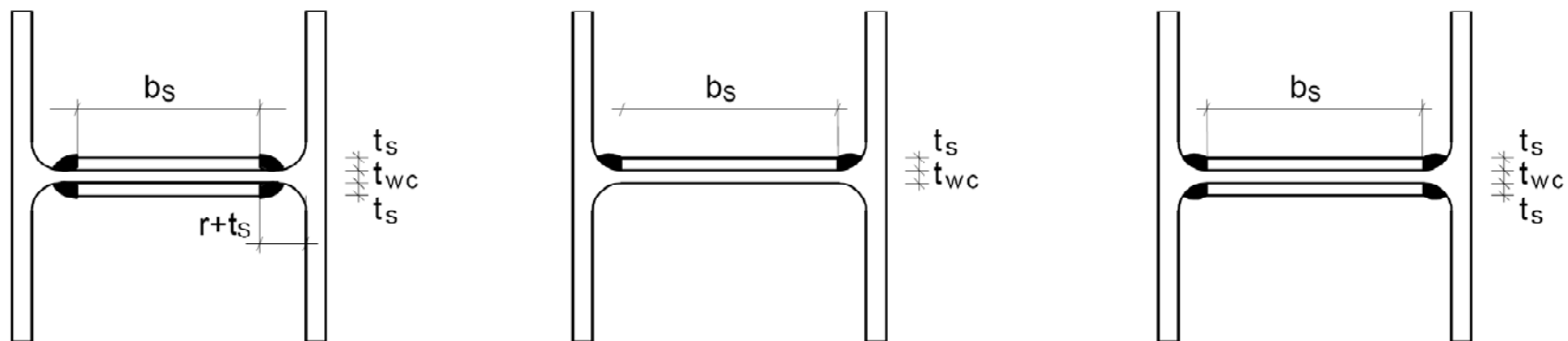
b) Skupina vrst vijakov



Primeri dodatnih pločevin ob stojini



a) Pogled s strani



OPOMBA: Potrebno je upoštevati varivost v območja radija zakrivljenosti.

b) Primeri prečnih prerezov z vzdolžnimi zvari



Panel stojine stebra v strigu

6.2.6.1 Panel stojine stebra v strigu

- (1) Metode projektiranja, podane v 6.2.6.1(2) do 6.2.6.1(14), veljajo, če je za stojino stebra izpolnjen pogoj $d/t_w \leq 69\varepsilon$.
- (2) Pri enostranskem vozlišču ali pri dvostranskem vozlišču z nosilcema približno enake višine je potrebno projektno plastično strižno nosilnost $V_{wp,Rd}$ neojačenega panela stojine, obremenjenega s projektno prečno silo $V_{wp,Ed}$ (glej 5.3(3)), določiti z izrazom:

$$V_{wp,Rd} = \frac{0,9 f_{y,wc} A_{vc}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}}, \quad \dots (6.7)$$

kjer je:

A_{vc} površina strižnega preseka stebra (glej EN 1993-1-1).



Panel stojine stebra v strigu

- (3) Projektno strižno nosilnost je mogoče povečati z uporabo ojačitvenih reber ali dodatnih pločevin, vzporednih stojini.
- (4) V primeru, ko so prečne ojačitve nameščene v tlačni in natezni coni, se lahko projektna plastična strižna nosilnost panela stojine stebra $V_{wp,Rd}$ poveča za $V_{wp,add,Rd}$:

$$V_{wp,add,Rd} = \frac{4M_{pl,fc,Rd}}{d_s}, \text{ vendar } V_{wp,add,Rd} \leq \frac{2M_{pl,fc,Rd} + 2M_{pl,st,Rd}}{d_s}, \quad \dots (6.8)$$

kjer je:

d_s razdalja med osema ojačitev;

$M_{pl,fc,Rd}$ projektna plastična upogibna nosilnost pasnice stebra

$M_{pl,st,Rd}$ projektna plastična upogibna nosilnost prečne ojačitve.



Panel stojine stebra v tlaku

6.2.6.2 Stojina stebra v prečnem tlaku

- (1) Projektno nosilnost neojačene stojine stebra, obremenjene s prečnim tlakom, je potrebno izračunati z izrazom:

$$F_{c,wc,Rd} = \frac{\omega k_{wc} b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}}, \text{ vendar } F_{c,wc,Rd} \leq \frac{\omega k_{wc} \rho b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M1}}, \quad \dots (6.9)$$

kjer je:

ω je redukcijski factor, s katerim se v skladu s preglednico 6.3 upošteva možna interakcija s strigom v panelu stojine stebra;

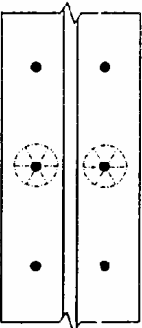
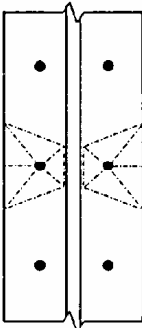
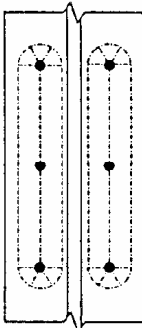
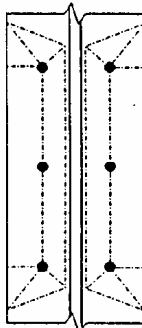
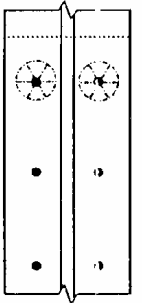
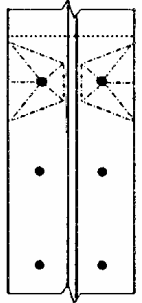
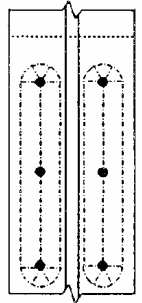
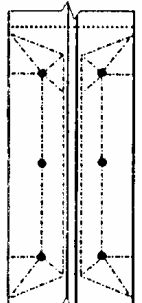
$b_{eff,c,wc}$ sodelujoča širina pasnice stebra v tlaku:

ρ je redukcijski koeficient pri lokalnem izbočenju pločevin:

$\bar{\lambda}_p$ je vitkost pločevine:



Sodelujoče dolžine neojačene pasnice stebra

Bolt-row location	a) Bolt-row considered individually		b) Bolt-row considered as part of a group of bolt-rows	
	Circular patterns $l_{eff,cp}$	Non-circular patterns $l_{eff,nc}$	Circular patterns $l_{eff,cp}$	Non-circular patterns $l_{eff,nc}$
Inner bolt-row	$2\pi m$ 	$4m + 1,25e$ 	$2p$ 	p 
End bolt-row	The smaller of: $2\pi m$ $\pi m + 2z_1$ 	The smaller of: $4m + 1,25e$ $2m + 0,625e + e_1$ 	The smaller of: $\pi m + p$ $2e_1 + p$ 	The smaller of: $2m + 0,625e + 0,5p$ $e_1 + 0,5p$ 
	Mode 1:	$l_{eff,1} = l_{eff,nc}$ but $l_{eff,1} \leq l_{eff,cp}$		$\Sigma l_{eff,1} = \Sigma l_{eff,nc}$ but $\Sigma l_{eff,1} \leq \Sigma l_{eff,cp}$
Mode 2:	$l_{eff,2} = l_{eff,nc}$		$\Sigma l_{eff,2} = \Sigma l_{eff,nc}$	

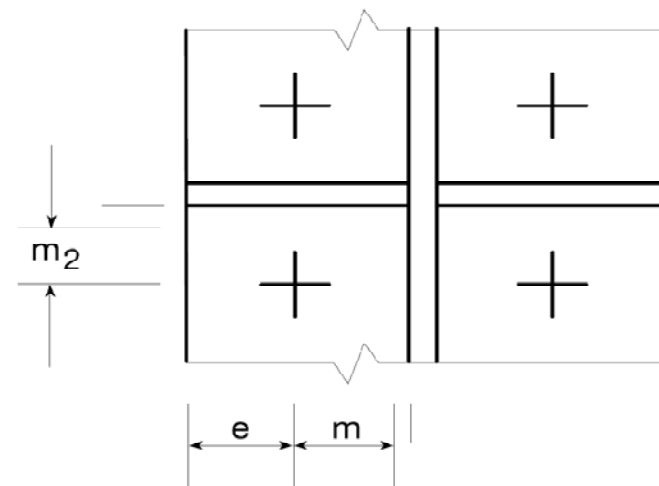
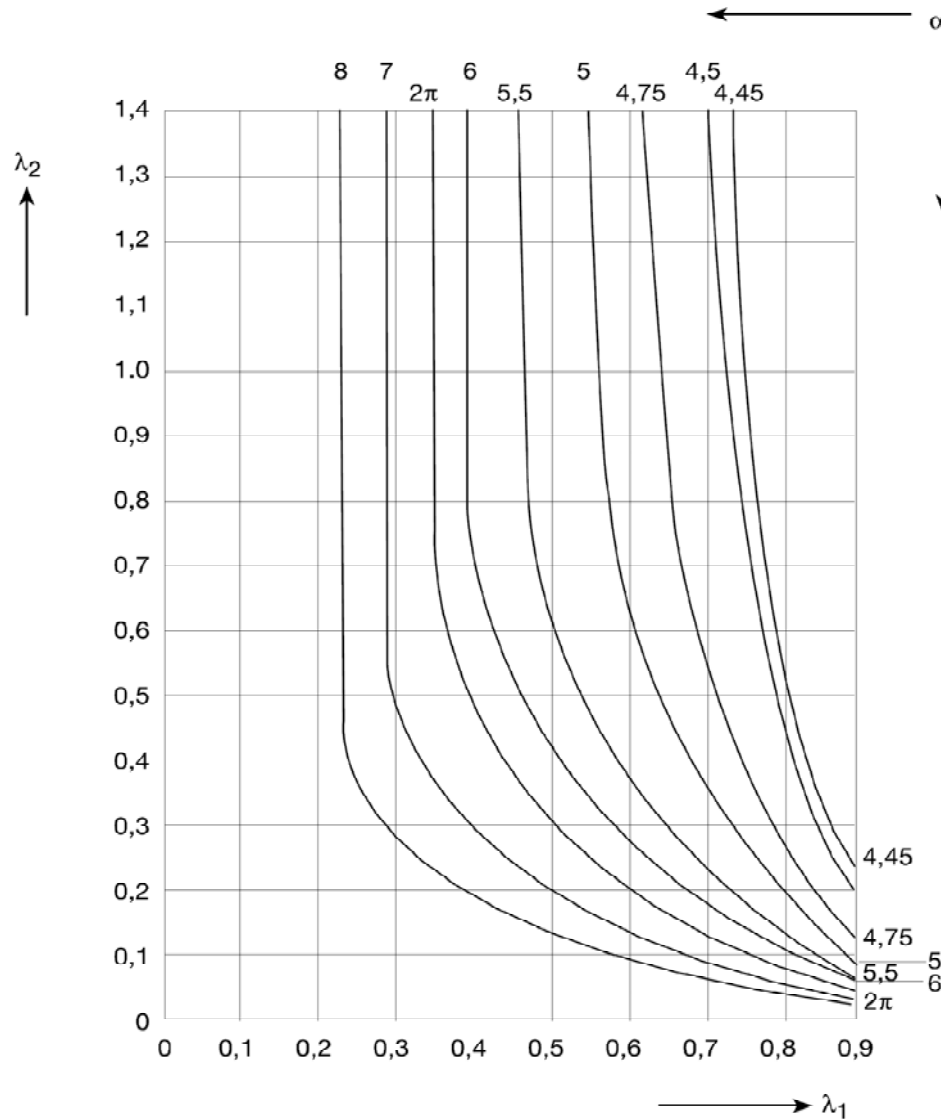


Sodelujoče dolžine ojačene pasnice stebra

Lega vrste vijakov	Posamezna vrsta vijakov		Vrsta vijakov kot del skupine vrst vijakov	
	Krožna oblika $l_{\text{eff,cp}}$	Poligonalna oblika $l_{\text{eff,nc}}$	Krožna oblika $l_{\text{eff,cp}}$	Poligonalna oblika $l_{\text{eff,nc}}$
Vrsta ob ojačitvi	$2\pi m$	αm	$\pi m + p$	$0,5p + \alpha m - (2m + 0,625e)$
Ostale notranje vrste	$2\pi m$	$4m + 1,25e$	$2p$	p
Ostale zunanje vrste	Manjša od: $2\pi m$ $\pi m + 2e_1$	Manjša od: $4m + 1,25e$ $2m + 0,625e + e_1$	Manjša od: $\pi m + p$ $2e_1 + p$	Manjša od: $2m + 0,625e + 0,5p$ $e_1 + 0,5p$
Zunanja vrsta ob ojačitvi	Manjša od: $2\pi m$ $\pi m + 2e_1$	$e_1 + \alpha m - (2m + 0,625e)$	ni relevantno	ni relevantno
1. način:	$l_{\text{eff},1} = l_{\text{eff,nc}}$, vendar $l_{\text{eff},1} \leq l_{\text{eff,cp}}$		$\sum l_{\text{eff},1} = \sum l_{\text{eff,nc}}$, vendar $\sum l_{\text{eff},1} \leq \sum l_{\text{eff,cp}}$	
2. način:	$l_{\text{eff},2} = l_{\text{eff,nc}}$		$\sum l_{\text{eff},2} = \sum l_{\text{eff,nc}}$	
α se določi iz slike 6.11.				



Vrednosti parametra α pri ojačenih pasnicah stebra in čelnih pločevinah

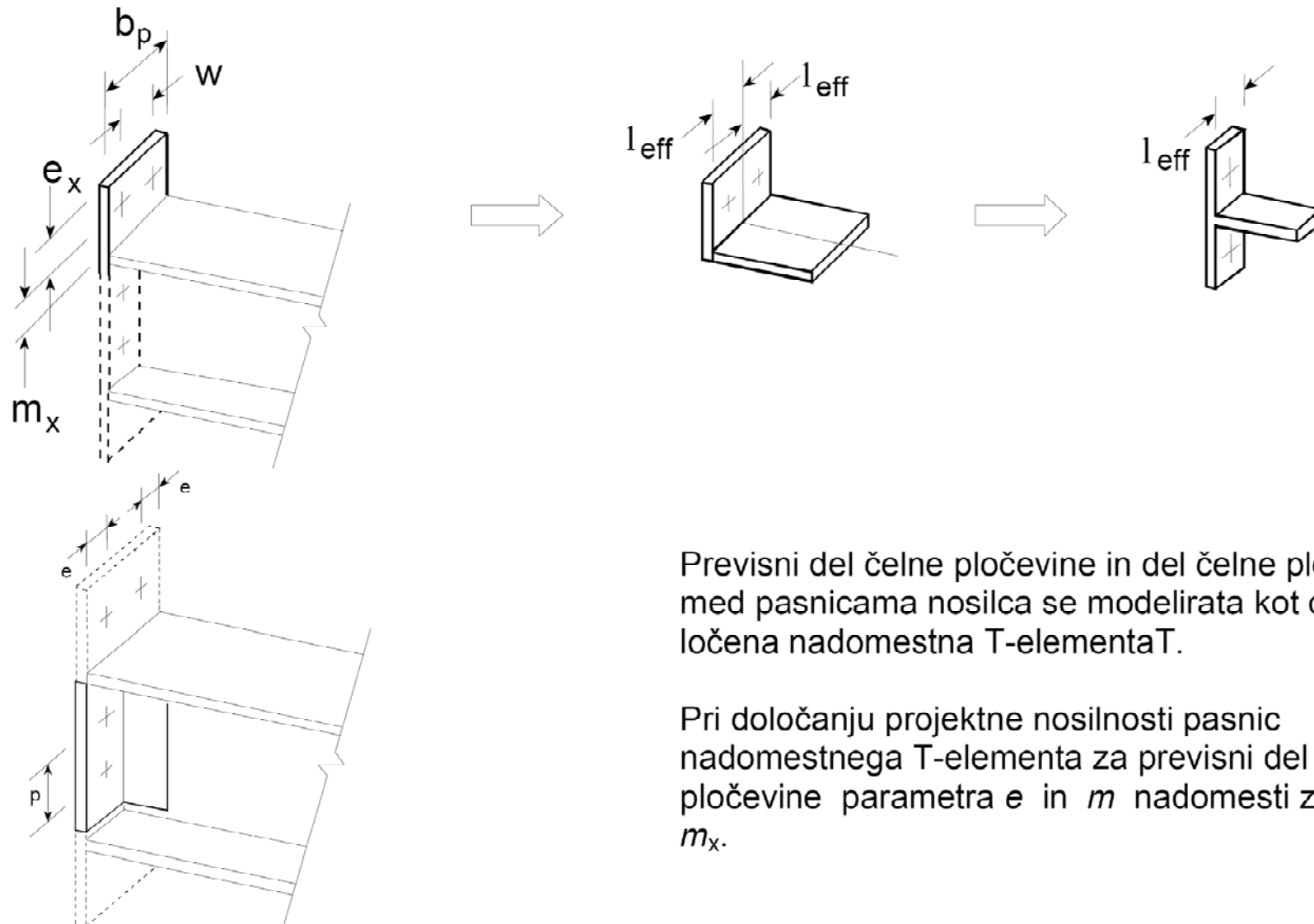


$$\lambda_1 = \frac{m}{m + e}$$

$$\lambda_2 = \frac{m_2}{m + e}$$



Modeliranje čelne pločevine z nadomestnimi T - elementi



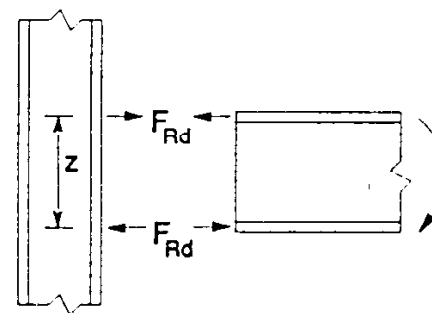
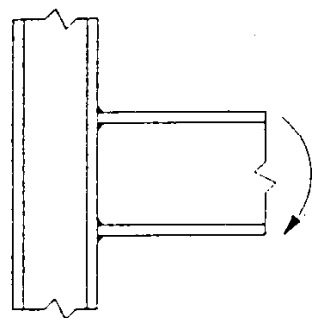


Sodelujoče dolžine pri čelni pločevini

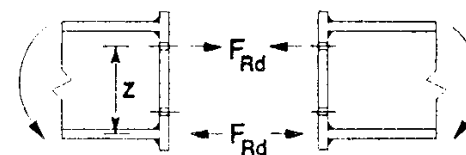
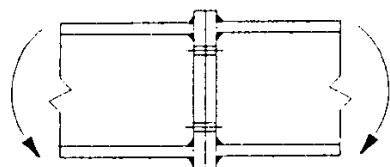
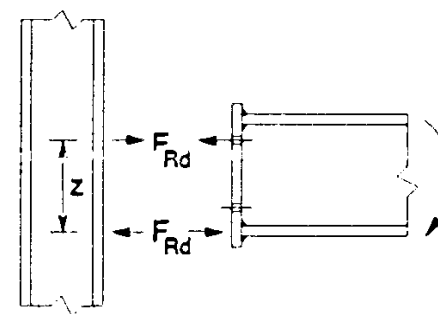
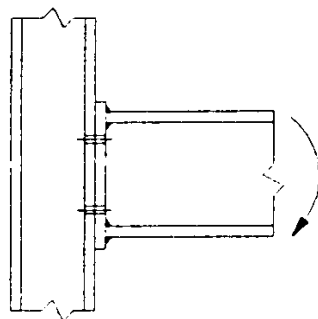
Lega vrste vijakov	Posamezna vrsta vijakov		Vrsta vijakov kot del skupine vrst vijakov	
	Krožna oblika $l_{\text{eff,cp}}$	Poligonalna oblika $l_{\text{eff,nc}}$	Krožna oblika $l_{\text{eff,cp}}$	Poligonalna oblika $l_{\text{eff,nc}}$
Vrsta nad natezno pasnico nosilca (izven višine nosilca)	Manjša od: $2\pi m_x$ $\pi m_x + w$ $\pi m_x + 2e$	Manjša od: $4m_x + 1,25e_x$ $e + 2m_x + 0,625e_x$ $0,5b_p$ $0,5w + 2m_x + 0,625e_x$	—	—
Prva vrsta pod natezno pasnico nosilca (znotraj višine nosilca)	$2\pi m$	αm	$\pi m + p$	$0,5p + \alpha m$ $- (2m + 0,625e)$
Ostale notranje vrste	$2\pi m$	$4m + 1,25 e$	$2p$	p
Ostale zunanje vrste	$2\pi m$	$4m + 1,25 e$	$\pi m + p$	$2m + 0,625e + 0,5p$
1. način:	$l_{\text{eff},1} = l_{\text{eff,nc}}$, vendar $l_{\text{eff},1} \leq l_{\text{eff,cp}}$		$\sum l_{\text{eff},1} = \sum l_{\text{eff,nc}}$, vendar $\sum l_{\text{eff},1} \leq \sum l_{\text{eff,cp}}$	
2. način:	$l_{\text{eff},2} = l_{\text{eff,nc}}$		$\sum l_{\text{eff},2} = \sum l_{\text{eff,nc}}$	
α se določi iz slike 6.11..				



Razporeditev sil za določitev $M_{j,Rd}$ spoja



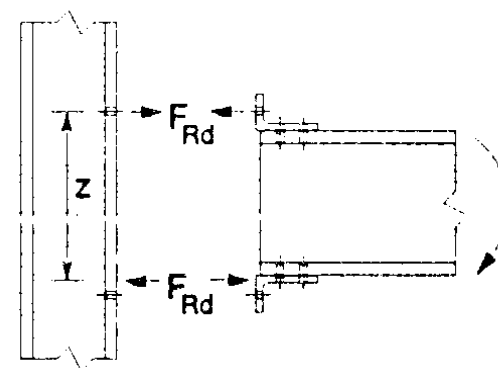
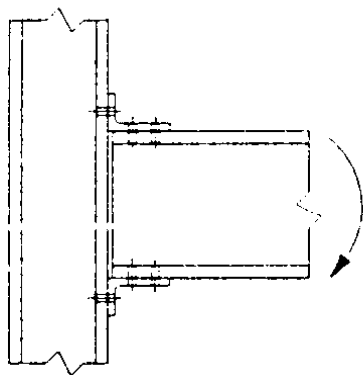
a) Varjeni spoji



b) Spoji s podaljšano čelno pločevino, ena vrsta vijakov v nategu



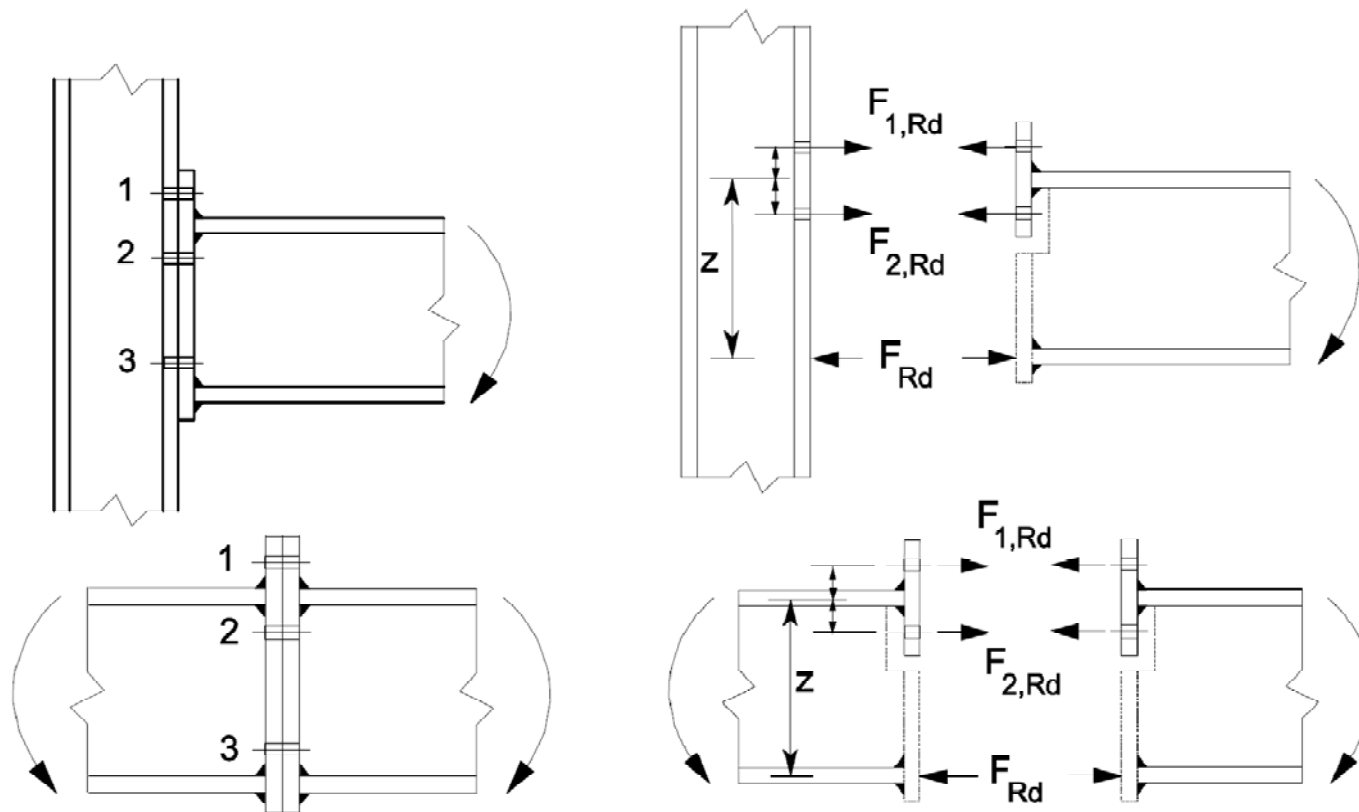
Razporeditev sil za določitev $M_{j,Rd}$ spoja



c) Varjeni spoji z vogalnimi kotniki



Poenostavljeni model vijačenega spoja s podaljšano čelno pločevino





Vozlišča prečka-steber z vijačenimi spoji s čelno pločevino

- (9) V primeru, ko je efektivna projektna natezna nosilnost $F_{tx,Rd}$ ene od predhodnih vrst vijakov x večja od $1,9 F_{t,Rd}$, je potrebno efektivno projektno natezno nosilnost $F_{tr,Rd}$ r -te vrste vijakov po potrebi zmanjšati, da je zadoščeno naslednjemu pogoju:

$$F_{tr,Rd} \leq F_{tx,Rd} h_r / h_x, \quad \dots (6.26)$$

Kjer je:

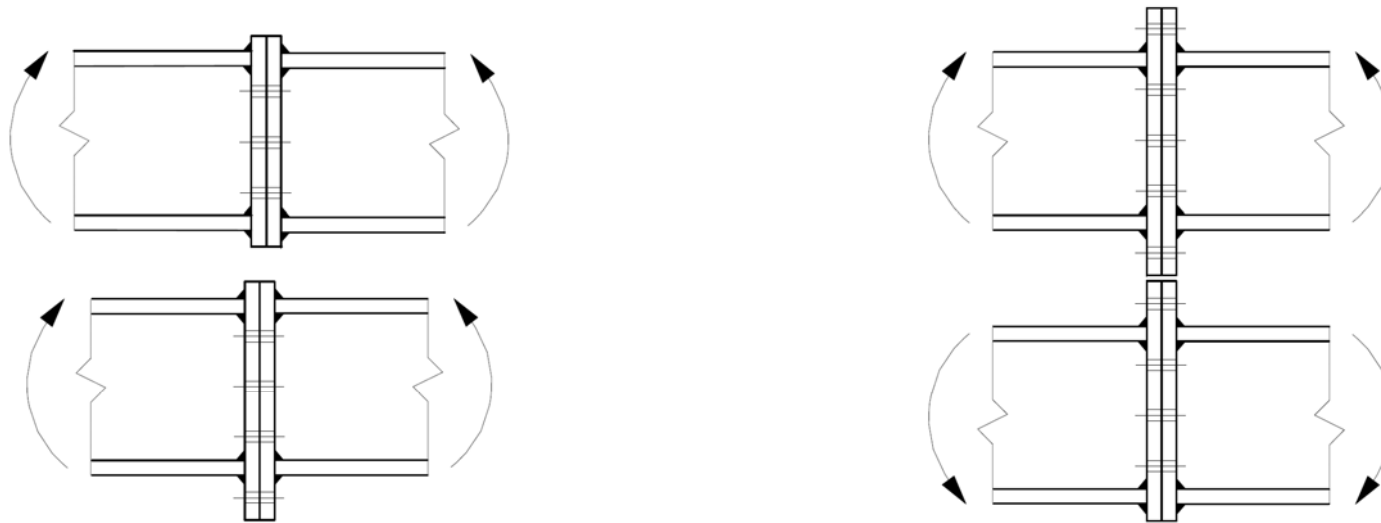
h_x razdalja med x -to vrsto vijakov in središčem tlaka;

x vrsta vijakov, ki je najbolj oddaljena od središča tlaka in ima projektno natezno nosilnost večjo od $1,9 F_{t,Rd}$.



Vozlišča prečka-steber z vijačenimi spoji s čelno pločevino

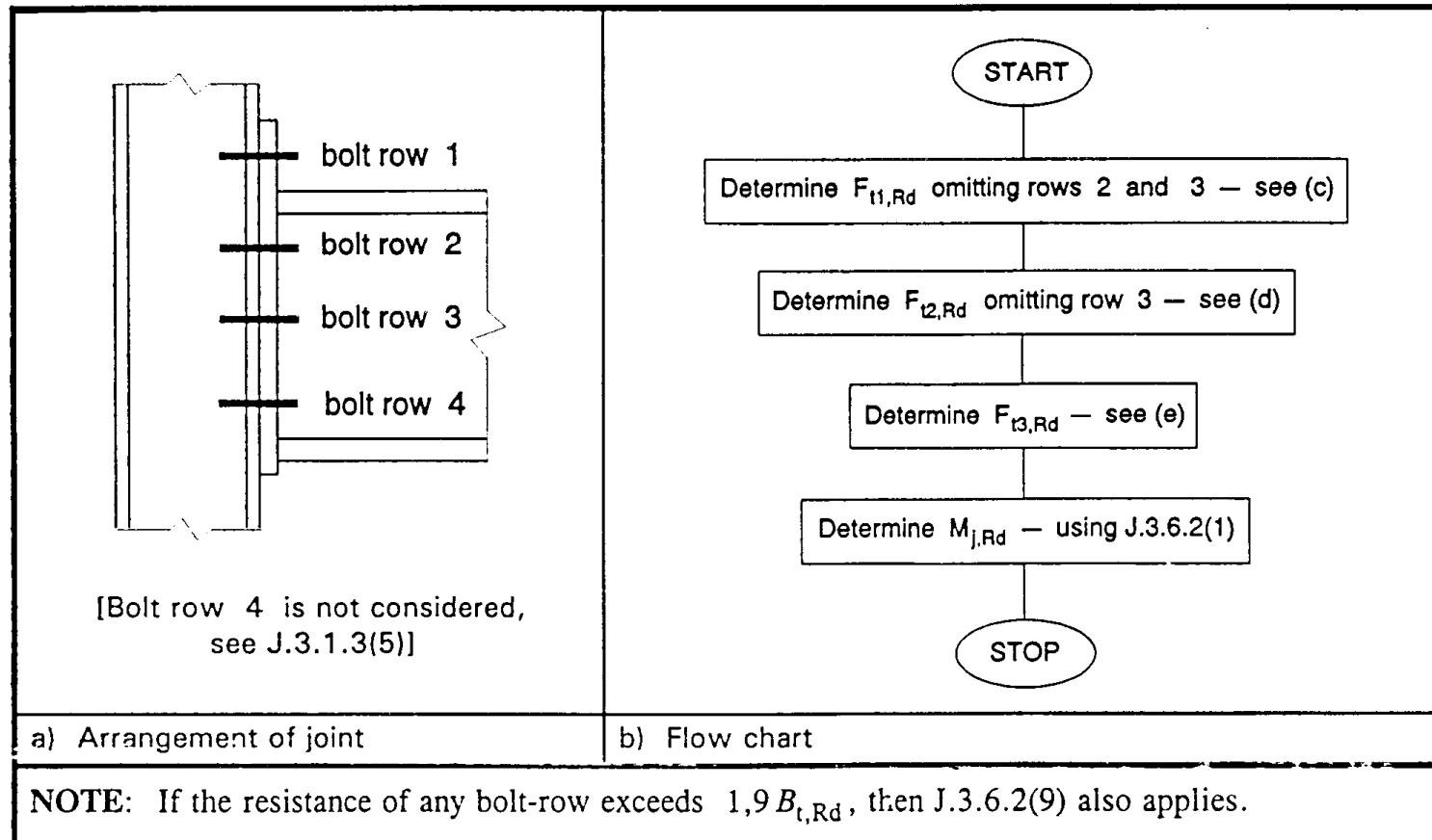
- (10) Metoda, opisana v 6.2.7.2(1) do 6.2.7.2(9), se lahko smiselno uporabi tudi za vijačeni spoj s čelno pločevino v polju nosilca (glej sliko 6.17). V tem primeru se navodila, vezana na steber, ne upoštevajo.



Slika 6.17: Vijačeni spoji s čelno pločevino v polju nosilca

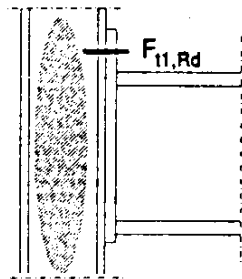
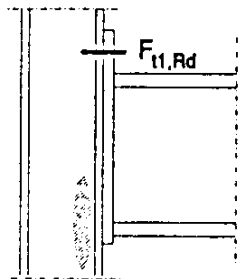
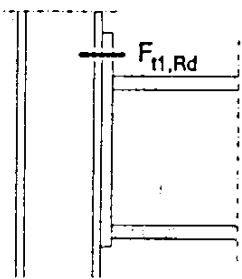
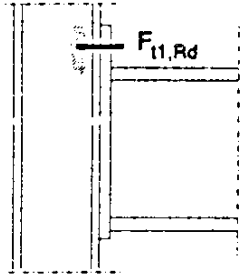
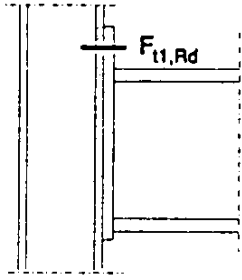
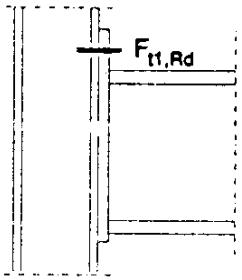


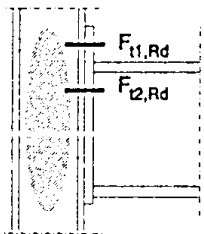
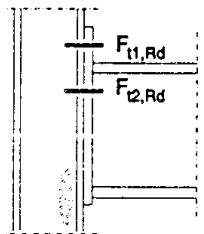
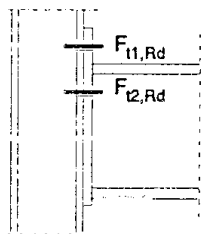
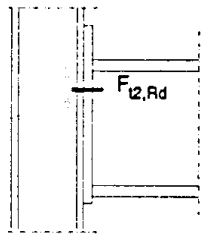
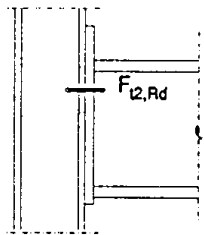
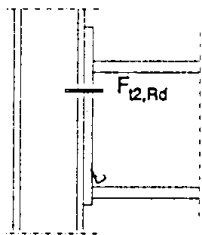
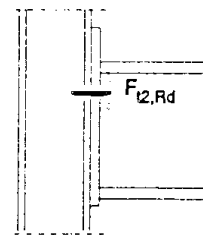
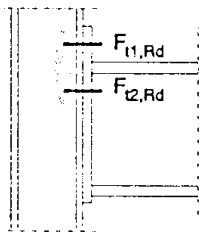
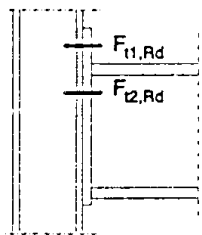
Vozlišča prečka-steber z vijačenimi spoji s čelno pločevino



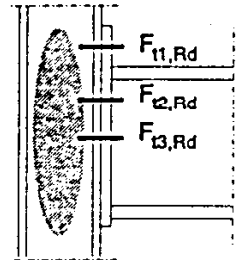
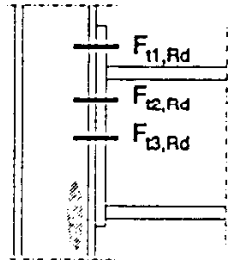
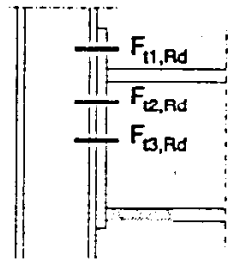
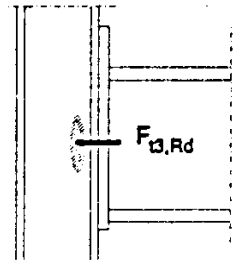
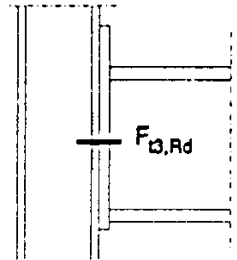
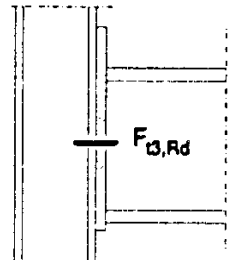
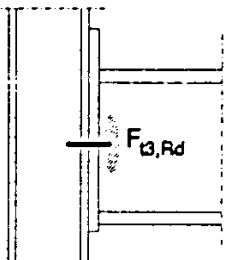
$$M_{j,Rd} = \sum_r h_r F_{tr,Rd}$$

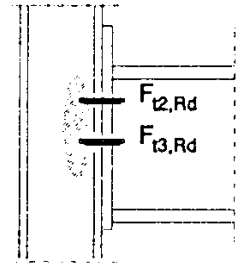
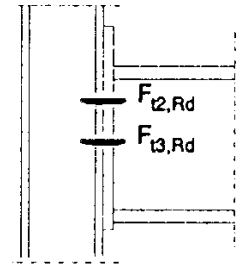
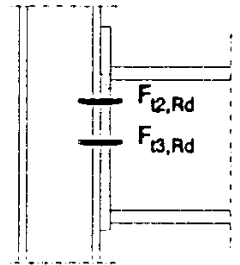
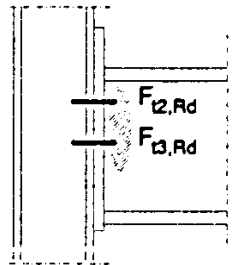
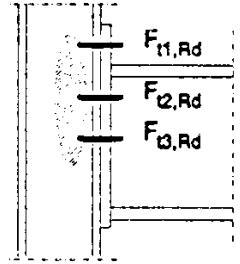
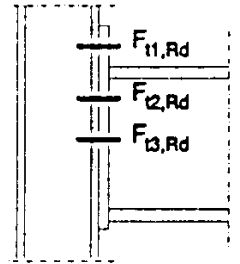


<p>Shear and compression limits, see J.3.6.2(7).</p>	 <p>Web panel in shear, see J.3.5.1: $F_{t1,Rd} \leq V_{wp,Rd}/\beta$</p>	 <p>Column web in compression, see J.3.5.2: $F_{t1,Rd} \leq F_{c,wc,Rd}$</p>	 <p>Beam flange and web in compression, see J.3.5.7: $F_{t1,Rd} \leq F_{c,fb,Rd}$</p>
<p>Tension resistance for bolt-row 1, see J.3.6.2(6).</p>	 <p>Column web in tension, see J.3.5.3: $F_{t1,Rd} \leq F_{t1,wc,Rd}$</p>	 <p>Column flange in bending, see J.3.5.4: $F_{t1,Rd} \leq F_{t1,fc,Rd}$</p>	 <p>End-plate in bending, see J.3.5.5: $F_{t1,Rd} \leq F_{t1,ep,Rd}$</p>
<p>In order to satisfy J.3.6.2(5) take $F_{t1,Rd}$ as the smallest of: $V_{wp,Rd}/\beta : F_{c,wc,Rd} : F_{fb,Rd} : F_{t1,wc,Rd} : F_{t1,fc,Rd} : F_{t1,ep,Rd}$</p>			
<p>c) Determination of force $F_{t1,Rd}$ in bolt-row 1, omitting bolt-rows 2 and 3.</p>			

<p>Shear and compression limits, see J.3.6.2(7).</p>	 <p>Web panel in shear, see J.3.5.1: $F_{t1,Rd} + F_{t2,Rd} \leq V_{wp,Rd}/\beta$</p>	 <p>Column web in compression, see J.3.5.2: $F_{t1,Rd} + F_{t2,Rd} \leq F_{c,wc,Rd}$</p>	 <p>Beam flange and web in compression, see J.3.5.7: $F_{t1,Rd} + F_{t2,Rd} \leq F_{c,fb,Rd}$</p>	
<p>Tension resistance for bolt-row 2, see J.3.6.2(6).</p>	 <p>Column web in tension, see J.3.5.3: $F_{t2,Rd} \leq F_{t2,wc,Rd}$</p>	 <p>Column flange in bending, see J.3.5.4: $F_{t2,Rd} \leq F_{t2,fc,Rd}$</p>	 <p>End-plate in bending, see J.3.5.5: $F_{t2,Rd} \leq F_{t2,ep,Rd}$</p>	 <p>Beam web in tension, see J.3.5.8: $F_{t2,Rd} \leq F_{t2,wb,Rd}$</p>
<p>Tension resistance for bolt-rows (1 + 2) together, see J.3.6.2(8).</p>	 <p>Column web in tension, see J.3.5.3: $F_{t1,Rd} + F_{t2,Rd} \leq F_{t(1+2),wc,Rd}$</p>	 <p>Column flange in bending, see J.3.5.4: $F_{t1,Rd} + F_{t2,Rd} \leq F_{t(1+2),fc,Rd}$</p>		
<p>In order to satisfy J.3.6.2(5) take $F_{t2,Rd}$ as the smallest of:</p> $V_{wp,Rd}/\beta - F_{t1,Rd} : F_{c,wc,Rd} - F_{t1,Rd} : F_{c,fb,Rd} - F_{t1,Rd} : F_{t2,wc,Rd} : F_{t2,fc,Rd}$ $F_{t2,ep,Rd} : F_{t2,wb,Rd} : F_{t(1+2),wc,Rd} - F_{t1,Rd} : F_{t(1+2),fc,Rd} - F_{t1,Rd}$				
<p>d) Determination of force $F_{t2,Rd}$ in bolt-row 2, omitting bolt-row 3.</p>				



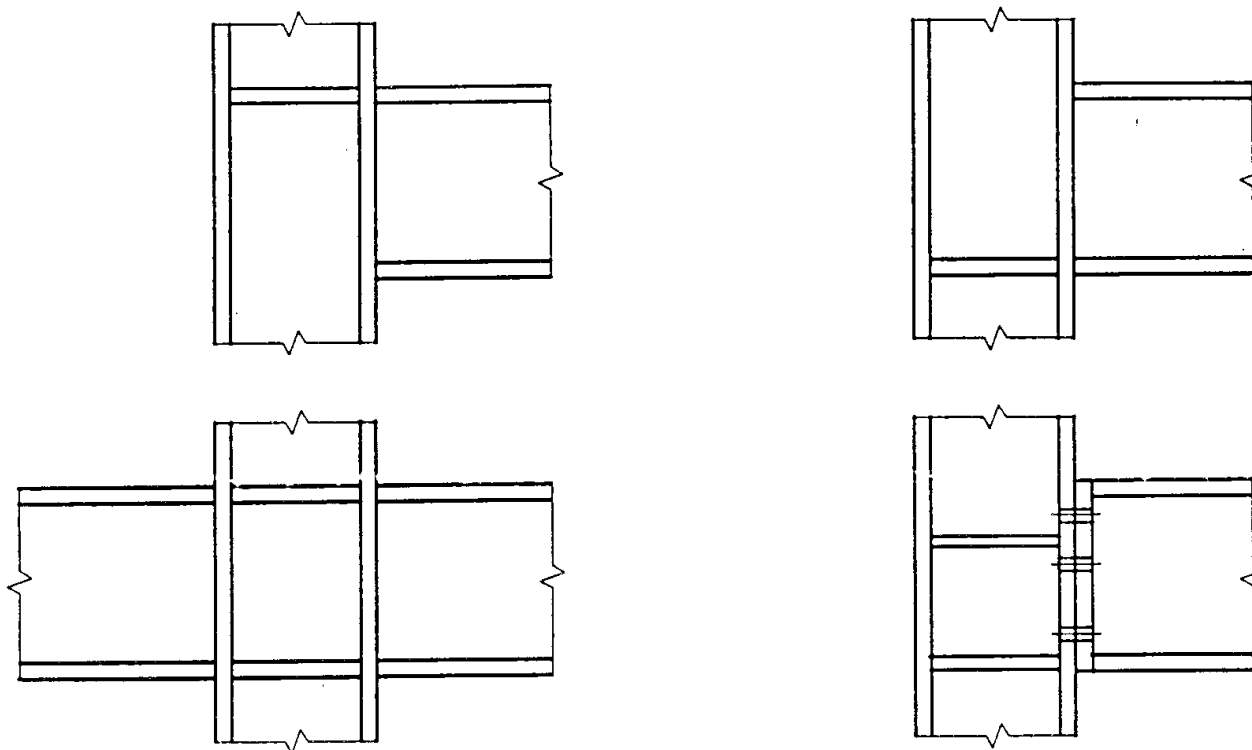
<p>Shear and compression limits, see J.3.6.2(7).</p>	 <p>Web panel in shear, see J.3.5.1:</p> $F_{t1,Rd} + F_{t2,Rd} + F_{t3,Rd} \leq V_{wp,Rd}/\beta$	 <p>Column web in compression, see J.3.5.2:</p> $F_{t1,Rd} + F_{t2,Rd} + F_{t3,Rd} \leq F_{c,wc,Rd}$	 <p>Beam flange and web in compression, see J.3.5.7:</p> $F_{t1,Rd} + F_{t2,Rd} + F_{t3,Rd} \leq F_{c,fb,Rd}$	
<p>Tension resistance for bolt-row 3, see J.3.6.2(6).</p>	 <p>Column web in tension, see J.3.5.3:</p> $F_{t3,Rd} \leq F_{t3,wc,Rd}$	 <p>Column flange in bending, see J.3.5.4:</p> $F_{t3,Rd} \leq F_{t3,fc,Rd}$	 <p>End-plate in bending, see J.3.5.5:</p> $F_{t3,Rd} \leq F_{t3,ep,Rd}$	 <p>Beam web in tension, see J.3.5.8:</p> $F_{t3,Rd} \leq F_{t3,wb,Rd}$

<p>Tension resistance for bolt-rows (2 + 3) together, see J.3.6.2(8).</p>	 <p>Column web in tension, see J.3.5.3:</p> $F_{t2,Rd} + F_{t3,Rd} \leq F_{t(2+3),wc,Rd}$	 <p>Column flange in bending, see J.3.5.4:</p> $F_{t2,Rd} + F_{t3,Rd} \leq F_{t(2+3),fc,Rd}$	 <p>End-plate in bending, see J.3.5.5:</p> $F_{t2,Rd} + F_{t3,Rd} \leq F_{t(2+3),ep,Rd}$	 <p>Beam web in tension, see J.3.5.8:</p> $F_{t2,Rd} + F_{t3,Rd} \leq F_{t(2+3),wb,Rd}$
<p>Tension resistance for bolt-rows (1 + 2 + 3) together, see J.3.6.2(8).</p>	 <p>Column web in tension, see J.3.5.3:</p> $F_{t1,Rd} + F_{t2,Rd} + F_{t3,Rd} \leq F_{t(1+2+3),wc,Rd}$	 <p>Column flange in bending, see J.3.5.4:</p> $F_{t1,Rd} + F_{t2,Rd} + F_{t3,Rd} \leq F_{t(1+2+3),fc,Rd}$		
<p>In order to satisfy J.3.6.2(5) take $F_{t3,Rd}$ as the smallest of:</p> $V_{wp,Rd}/\beta - F_{t1,Rd} - F_{t2,Rd} : F_{t3,wc,Rd} : F_{t(2+3),wc,Rd} - F_{t2,Rd} : F_{t(1+2+3),wc,Rd} - F_{t1,Rd} - F_{t2,Rd}$ $F_{c,wc,Rd} - F_{t1,Rd} - F_{t2,Rd} : F_{t3,fc,Rd} : F_{t(2+3),fc,Rd} - F_{t2,Rd} : F_{t(1+2+3),fc,Rd} - F_{t1,Rd} - F_{t2,Rd}$ $F_{c,fb,Rd} - F_{t1,Rd} - F_{t2,Rd} : F_{t3,ep,Rd} : F_{t(2+3),ep,Rd} - F_{t2,Rd}$ $F_{t3,wb,Rd} : F_{t(2+3),wb,Rd} - F_{t2,Rd}$				
<p>e) Determination of force $F_{t3,Rd}$ in bolt-row 3.</p>				



Ojačitve za stojino in pasnico stebra

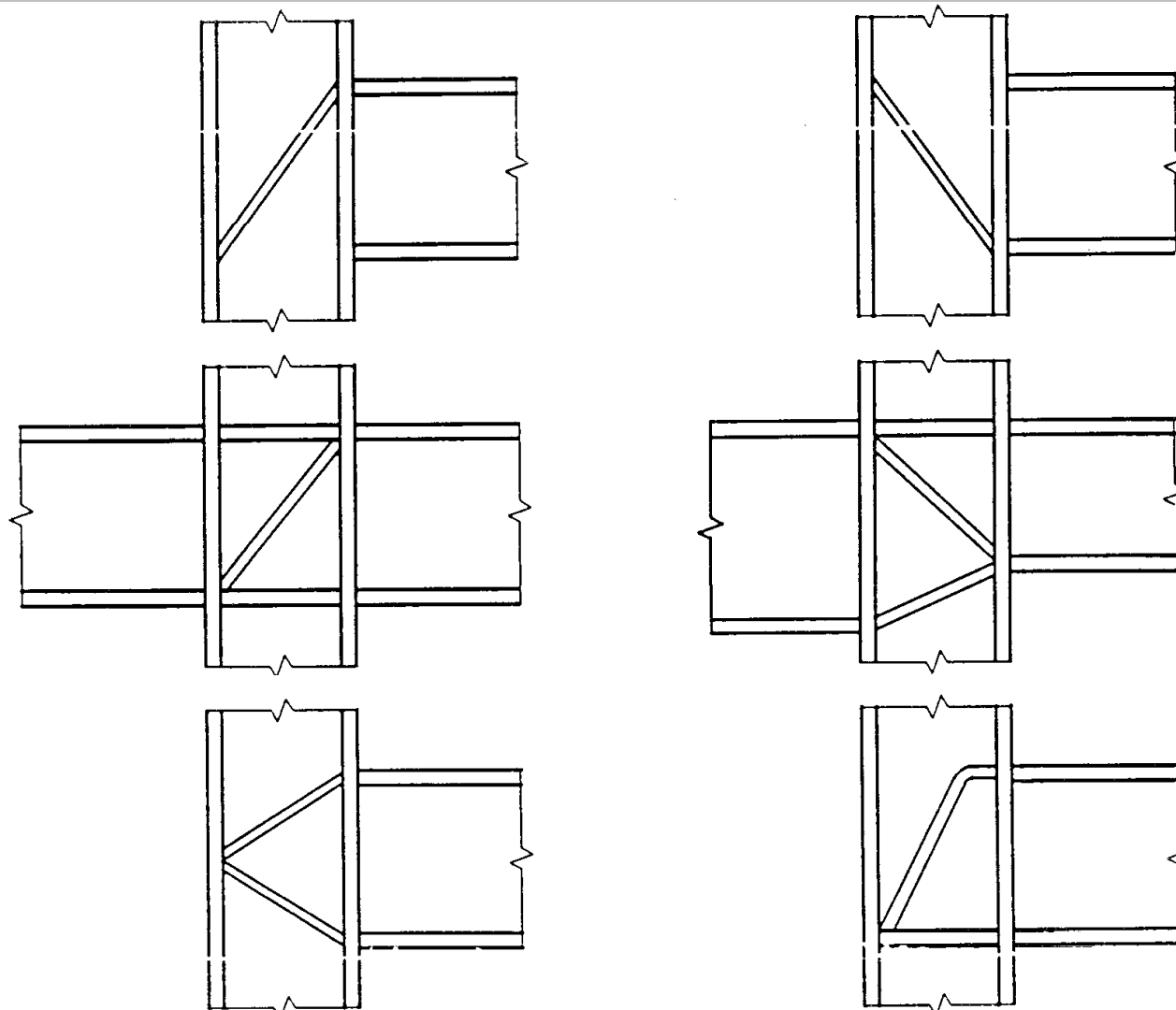
Prečne ojačitve





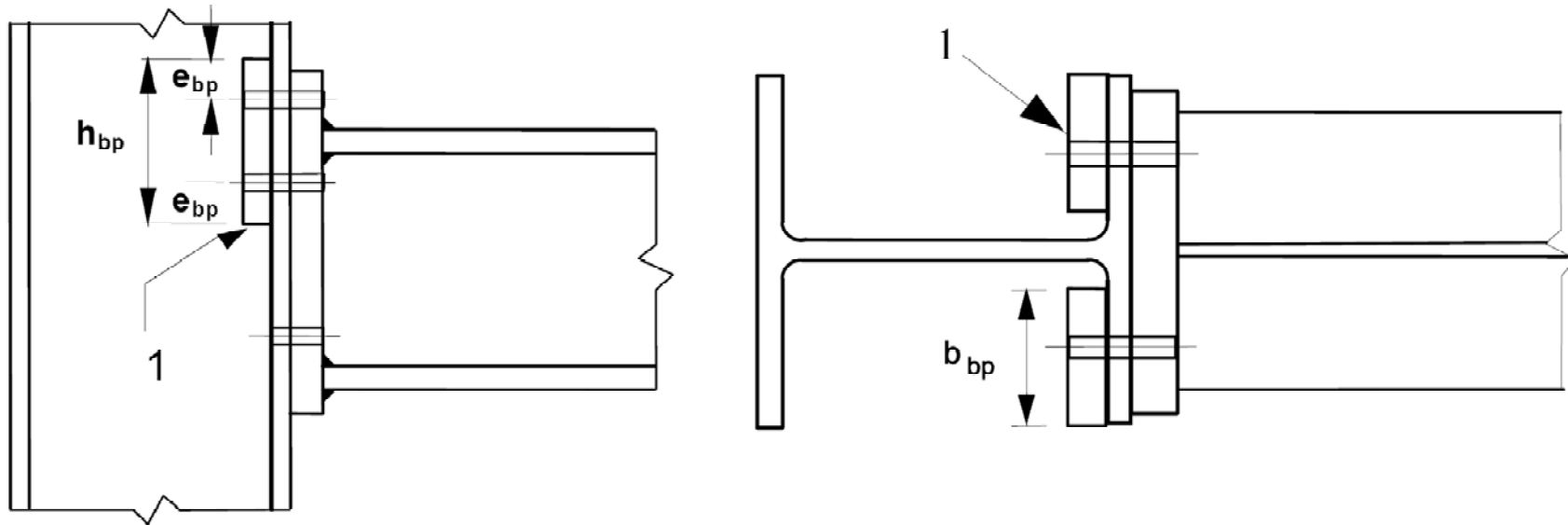
Ojačitve za stojino in pasnico stebra

Diagonalne ojačitve





Pasnica stebra s podložnimi ploščicami



1 Podložna ploščica

$$h_{bp} \geq \sum \ell_{\text{eff},1}$$

$$e_{bp} \geq 2d$$



Rotacijska togost

6.3 Rotacijska togost

6.3.1 Osnovni model

- (1) Rotacijska togost vozlišča se določi iz podajnosti osnovnih komponent, ki so opisane s koeficienti elastične togosti k_i , podanimi v 6.3.2.

OPOMBA: Ti koeficienti elastične togosti so namenjeni splošni uporabi.

- (2) Pri vijačenih vozliščih s čelnimi pločevinami in več kot eno vrsto vijakov v nategu je potrebno togostne koeficiente k_i osnovnih komponent ustrezno kombinirati. Za vozlišča prečka-steber in spoje v polju nosilcev je računsko metoda podana v 6.3.3 in za priključke stebra na temelj v 6.3.4.
- (3) V vijačenih vozliščih s čelnimi pločevinami in z več kot eno vrsto vijakov v nategu se lahko zanemari prispevek katerekoli vrste vijakov, če se zanemarijo tudi prispevki vseh vrst vijakov, ki ležijo bližje k središču tlaka. Ni nujno, da je pri izračunu rotacijske togosti in projektne nosilnosti število upoštevanih vrst vijakov enako.
- (4) V primeru, ko osna sila N_{Ed} v priključenem elementu ne presega 5% projektne nosilnosti $N_{pl,Rd}$ prečnega prereza tega elementa, se lahko rotacijska togost S_j vozlišča prečka-steber ali spoja v polju nosilca za upogibne momente $M_{j,Ed}$, ki so manjši od projektne upogibne nosilnosti vozlišča $M_{j,Rd}$, z zadostno natančnostjo izračuna z izrazom:



Rotacijska togost

zadostno natančnostjo izračuna z izrazom:

$$S_j = \frac{Ez^2}{\mu \sum_i \frac{1}{k_i}}, \quad \dots (6.27)$$

kjer je:

k_i togostni koeficient osnovne komponente i ;

z ročica, glej 6.2.7;

μ razmerje togosti $S_{j,ini}/S_j$, glej 6.3.1(6).

OPOMBA: Začetna rotacijska togost $S_{j,ini}$ vozlišča je podana z izrazom (6.27) pri $\mu = 1,0$.

- (5) Rotacijska togost S_j priključka stebra na temelj se lahko za upogibne momente $M_{j,Ed}$, ki so manjši od projektne upogibne nosilnosti vozlišča $M_{j,Rd}$, z zadostno natančnostjo izračuna z izrazom 6.3.4.
- (6) Razmerje togosti μ je potrebno določiti na naslednji način:

– pri $M_{j,Ed} \leq 2/3 M_{j,Rd}$:

$$\mu = 1 \quad \dots (6.28a)$$

– pri $2/3 M_{j,Rd} < M_{j,Ed} \leq M_{j,Rd}$:

$$\mu = (1,5M_{j,Ed} / M_{j,Rd})^\Psi \quad \dots (6.28b)$$

pri čemer se koeficient Ψ odčita iz preglednice 6.8.



Rotacijska togost

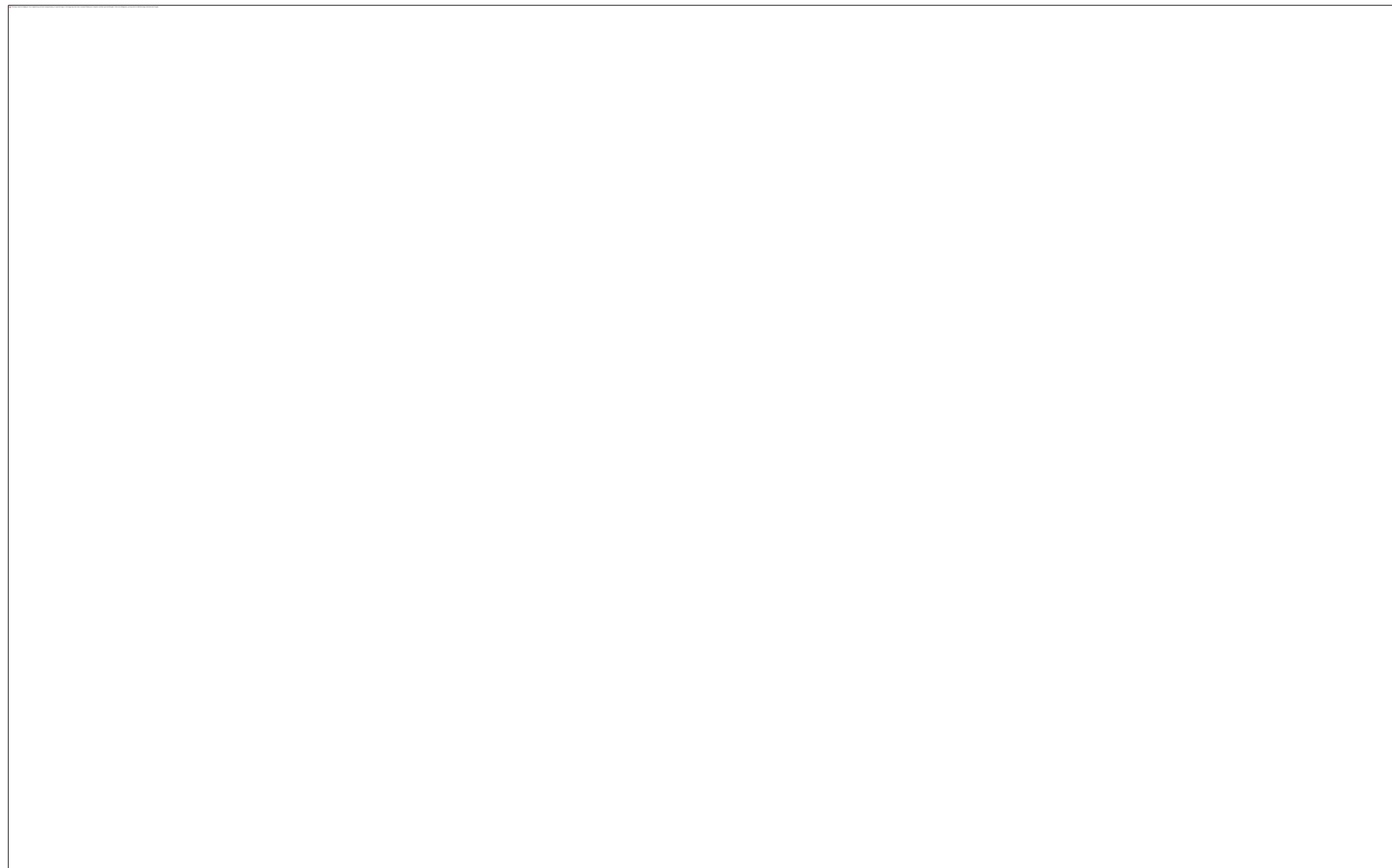
Preglednica 6.8: Vrednost koeficienta ψ

Vrsta spoja	ψ
Varjeni	2,7
Vijačeni, s čelno pločevino	2,7
Vijačeni, z veznimi kotniki ob pasnici	3,1
Priključki stebra na temelj, z ležiščno pločevino	2,7



UL FGG

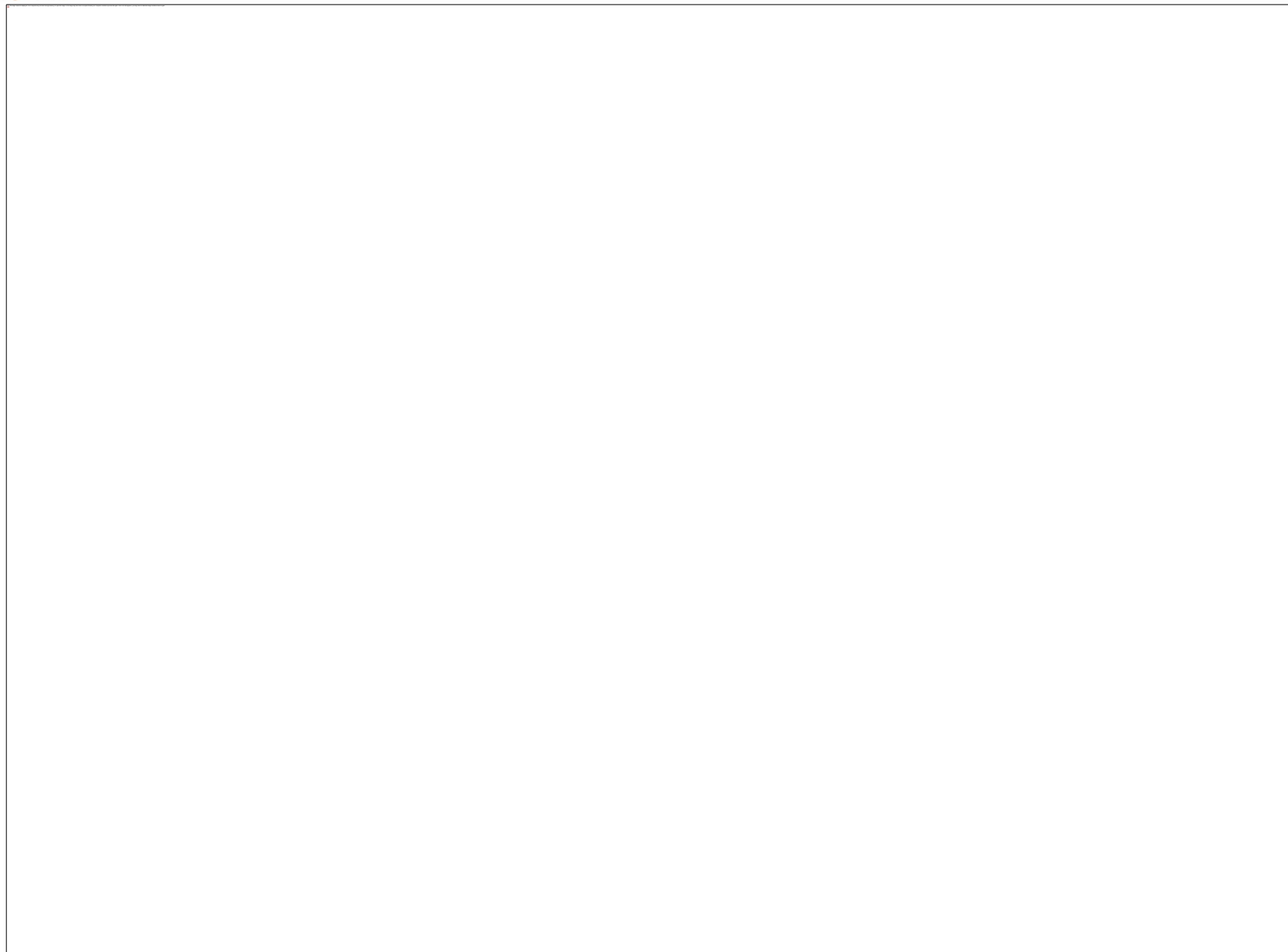
Katedra za metalne konstrukcije





UL FGG

Katedra za metalne konstrukcije





Togostni koeficienti za osnovne komponente vozlišč

Preglednica 6.11: Togostni koeficienti osnovnih komponent vozlišč

Komponenta	Togostni koeficient k_i	
<i>Panel stojine stebra v strigu</i>	neojačen, enostransko vozlišče ali dvostransko vozlišče z nosilcema približno enake višine	ojačen
	$k_1 = \frac{0,38 A_{VC}}{\beta z}$	$k_1 = \infty$
	z je ročica, podana na sliki 6.15; β je transformacijski parameter, določen v 5.3(7).	
<i>Stojina stebra v tlaku</i>	neojačen	ojačen
	$k_2 = \frac{0,7 b_{eff,c,wc} t_{wc}}{d_c}$	$k_2 = \infty$
	$b_{eff,c,wc}$ je sodelujoča širina, določena v 6.2.6.2	
<i>Stojina stebra v nategu</i>	ojačen ali neojačen vijaceni spoj z eno vrsto vijakov v nategu ali neojačen varjeni spoj	ojačen varjeni spoj
	$k_3 = \frac{0,7 b_{eff,t,wc} t_{wc}}{d_c}$	$k_3 = \infty$
	$b_{eff,t,wc}$ je sodelujoča širina stojine stebra v nategu iz 6.2.6.3. Pri vozlišču z eno samo vrsto vijakov v nategu je potrebno za $b_{eff,t,wc}$ vzeti manjšo od efektivnih dolžin ℓ_{eff} (posamezno ali kot del skupine vijakov), podanih v preglednici 6.4 za neojačeno pasnico stebra ali v preglednici 6.5 za ojačeno pasnico stebra.	



Togostni koeficienti za osnovne komponente vozlišč

<p><i>Pasnica stebra v upogibu</i> (za eno vrsto vijakov v nategu)</p>	$k_4 = \frac{0,9 \ell_{eff} t_{fc}^3}{m^3}$ <p>ℓ_{eff} je najmanjša efektivna dolžina (posamezno ali kot del skupine vijakov) za to vrsto vijakov, podana v preglednici 6.4 za neojačeno pasnico stebra in v preglednici 6.5 za ojačeno pasnico stebra;</p> <p>m je določen na sliki 6.8.</p>
<p><i>Čelna pločevina v upogibu</i> (za eno vrsto vijakov v nategu)</p>	$k_5 = \frac{0,9 \ell_{eff} t_p^3}{m^3}$ <p>ℓ_{eff} je najmanjša efektivna dolžina (posamezno ali kot del skupine vrst vijakov) za to vrsto vijakov, podana v preglednici 6.6;</p> <p>m je v splošnem podan na sliki 6.11, za vrsto vijakov v previsnem delu čelne pločevine pa je $m = m_x$, kjer je m_x določena na sliki 6.10.</p>
<p><i>Vezni kotnik v upogibu</i></p>	$k_6 = \frac{0,9 \ell_{eff} t_a^3}{m^3}$ <p>ℓ_{eff} je efektivna dolžina veznega kotnika iz slike 6.12;</p> <p>m je določen na sliki 6.13.</p>



Togostni koeficienti za osnovne komponente vozlišč

Komponenta	Togostni koeficient k_i	
<i>Vijaki v nategu</i> (za eno vrsto vijakov)	$k_{10} = 1,6 A_s / L_b$ <p style="text-align: right;">prednapeti vijaki ali vijaki brez prednapetja</p> <p>L_b je raztezna dolžina vijaka, za katero se vzame spenjalna dolžina (skupna debelina spojenega materiala in podložk) in polovična vsota višine glave vijaka in matice.</p>	
<i>Vijaki v strigu</i>	vijaki niso prednapeti	vijaki prednapeti ^{*)}
	k_{11} (ali $k_{17}) = \frac{16n_b d^2 f_{ub}}{Ed_{M16}}$	$k_{11} = \infty$
	d_{M16} je nominalni premer vijaka M16; n_b je število vrst vijakov v strigu.	
<i>Vijaki v bočnem pritisku</i> (za vsako komponento j z vijaki v bočnem pritisku)	vijaki niso prednapeti	vijaki prednapeti ^{*)}
	k_{12} (ali $k_{18}) = \frac{24n_b k_b k_t d f_u}{E}$	$k_{12} = \infty$
	$k_b = k_{b1}$ vendar $k_b \leq k_{b2}$ $k_{b1} = 0,25 e_b / d + 0,5$ vendar $k_{b1} \leq 1,25$ $k_{b2} = 0,25 p_b / d + 0,375$ vendar $k_{b2} \leq 1,25$ $k_t = 1,5 t_j / d_{M16}$ vendar $k_t \leq 2,5$	e_b je razdalja od vrste vijakov do prostega roba pločevine v smeri delovanja obtežbe; f_u natezna trdnost jekla, na katerega se naslanjajo vijaki v bočnem pritisku; p_b razmak vrst vijakov v smeri delovanja obtežbe; t_j debelina komponente.

Togostni koeficienti za osnovne komponente vozlišč

Beton v tlaku (vključno s podlitjem)	$k_{13} = \frac{E_c \sqrt{b_{eff} l_{eff}}}{1,275 E}$ <p>b_{eff} je sodelujoča širina pasnice T-elementa, glej 6.2.5(3); l_{eff} je efektivna dolžina pasnice T-elementa, glej 6.2.5(3).</p>	
Pločevina v upogibu pri tlačni obremenitvi	$k_{14} = \infty$ Ta koeficient je že upoštevan v računu togostnega koeficienta k_{13}	
Pločevina v upogibu pri natezni obremenitvi (za eno vrsto vijakov v nategu)	z ekscentričnimi kontaktnimi silami **)	brez ekscentričnih kontaktnih sil **)
	$k_{15} = \frac{0,85 l_{eff} t_p^3}{m^3}$	$k_{15} = \frac{0,425 l_{eff} t_p^3}{m^3}$
	l_{eff} je efektivna dolžina pasnice T-elementa, glej 6.2.5(3); t_p je debelina ležiščne pločevine; m je razdalja v skladu s sliko 6.8.	
Sidrni vijaki v nategu	z ekscentričnimi kontaktnimi silami **)	brez ekscentričnih kontaktnih sil **)
	$k_{16} = 1,6 A_s / L_b$	$k_{16} = 2,0 A_s / L_b$
	L_b je raztezna dolžina sidrnega vijaka, enaka vsoti osemkratnega nominalnega premera vijaka, debeline podlitja in debeline ležiščne pločevine, podložke in polovice višine matice.	
*) če je zagotovljeno, da je pri dani obtežbi prepreden zdrs vijakov **) ekscentrične kontaktne sile se lahko razvijejo, če velja $L_b \leq \frac{8,8 m^3 A_s}{l_{eff} t^3}$		



Spoji s čelno pločevino z dvema ali več vrstami vijakov v nategu

6.3.3 Spoji s čelno pločevino z dvema ali več vrstami vijakov v nategu

6.3.3.1 Splošna metoda

- (1) Pri spojih s čelno pločevino in dvema ali več vrstami vijakov v nategu so osnovne komponente, ki se nanašajo na te vrste vijakov, opisane z enim samim nadomestnim togostnim koeficientom k_{eq} , določenim z izrazom:

$$k_{eq} = \frac{\sum_r k_{eff,r} h_r}{z_{eq}} \quad \dots (6.29)$$

kjer je:

h_r razdalja r -te vrste vijakov do središča tlaka;

$k_{eff,r}$ efektivni togostni koeficient r -te vrste vijakov, kjer so na ustrezen način upoštevani togostni koeficienti k_i osnovnih komponent, naštetih v 6.3.3.1(4) oziroma 6.3.3.1(5);

z_{eq} ekvivalentna ročica, glej 6.3.3.1(3).



Spoji s čelno pločevino z dvema ali več vrstami vijakov v nategu

- (2) Nadomestni togostni koeficient $k_{\text{eff},r}$ r -te vrste vijakov je potrebno določiti z izrazom:

$$k_{\text{eff},r} = \frac{1}{\sum_i \frac{1}{k_{i,r}}} \quad \dots (6.30)$$

kjer je:

$k_{i,r}$ togostni koeficient, ki predstavlja i -to komponento r -te vrste vijakov.

- (3) Nadomestno ročico z_{eq} je potrebno določiti z izrazom:

$$z_{\text{eq}} = \frac{\sum_r k_{\text{eff},r} h_r^2}{\sum_r k_{\text{eff},r} h_r} \quad \dots (6.31)$$



Spoji s čelno pločevino z dvema ali več vrstami vijakov v nategu

- (4) V primeru vozlišča prečka-steber s spojem s čelno pločevino mora k_{eq} temeljiti na togostnih koeficientih k_i (in jih nadomestiti) za:
- stojino stebra v nategu (k_3);
 - pasnico stebra v upogibu (k_4);
 - čelno pločevino v upogibu (k_5);
 - vijake v nategu (k_{10}).
- (5) V primeru spojev s čelno pločevino v polju nosilca mora k_{eq} temeljiti na togostnih koeficientih k_i (in jih nadomestiti) za:



Rotacijska kapaciteta

6.4 Rotacijska kapaciteta

6.4.1 Splošno

- (1) Pri globalni analizi s togo metodo plastičnih členkov je potrebno v vozliščih, v katerih se razvijejo plastični členki, zagotoviti zadostno rotacijsko kapaciteto.
- (2) Rotacijsko kapaciteto vijačnih ali varjenih vozlišč je potrebno določiti ob upoštevanju zahtev, podanih v 6.4.2 ali 6.4.3. Metode projektiranja, podane v teh dveh členih, veljajo le za mehka konstrukcijska jekla kvalitet S235, S275 in S355 ter za vozlišča, pri katerih osna sila N_{Ed} v priključnem elementu ne presega 5% plastične nosilnosti $N_{pl,Rd}$ prečnega prereza.
- (3) Rotacijske kapacitete vozlišča ni potrebno preverjati, če projektna upogibna nosilnost $M_{j,Rd}$ vozlišča znaša vsaj 1,2 krat plastična upogibna nosilnost $M_{pl,Rd}$ priključenega elementa.
- (4) Za primere, ki jih 6.4.2 in 6.4.3 ne pokrivata, se lahko rotacijska kapaciteta določi s testi v skladu z EN 1990, Dodatek D. Mogoča je tudi uporaba ustreznega računskega modela, ki temelji na rezultatih testov, narejenih v skladu z EN 1990.



6.4.2 Vijačena vozlišča

- (1) Za vozlišče prečka-steber, pri katerem je pri določanju projektne upogibne nosilnosti $M_{j,Rd}$ merodajna projektna nosilnost panela stojine v strigu, se lahko predpostavi, da ima zadostno rotacijsko kapaciteto za plastično globalno analizo, če velja $d/t_w \leq 69\varepsilon$.
- (2) Za vozlišče z vijačnim spojem s čelno pločevino ali veznimi kotniki ob pasnicah se lahko predpostavi, da ima zadostno rotacijsko kapaciteto za plastično globalno analizo, če sta izpolnjeni naslednji dve zahtevi:
 - a) projektna upogibna nosilnost vozlišča je omejena s projektno nosilnostjo ene od naslednjih osnovnih komponent:
 - pasnica stebra v upogibu
 - čelna pločevina nosilca ali natezni vezni kotnik v upogibu.
 - b) debelina t pasnice stebra, čelne pločevine ali nateznega veznega kotnika (ni nujno, da gre za isto osnovno komponento kot v (a)) zadošča pogoju:

$$t \leq 0,36 d \sqrt{f_{ub} / f_y}, \quad \dots (6.32)$$

kjer je:

f_y napetost tečenja ustrezne osnovne komponente.

- (3) Za vozlišče z vijačnim spojem, v katerem je projektna upogibna nosilnost $M_{j,Rd}$ omejena s projektno strižno nosilnostjo vijakov, se ne sme predpostaviti, da ima zadostno rotacijsko kapaciteto za plastično globalno analizo.



6.4.3 Varjena vozlišča

- (1) Za rotacijsko kapaciteto ϕ_{Cd} varjenih spojev prečka-steber se lahko predpostavi, da ni manjša od vrednosti, dobljene z izrazom (6.33). Pri tem je potrebno zagotoviti, da je stojina stebra ojačena v tlaku in neojačena v nategu in da za projektno upogibno nosilnost ni merodajna projektna strižna nosilnost panela stojine stebra (glej 6.4.2(1)):

$$\phi_{Cd} = 0,025 h_c / h_b, \quad \dots (6.33)$$

kjer je:

h_b višina prečnega prereza nosilca;

h_c višina prečnega prereza stebra.

- (2) Za neojačeno varjeno vozlišče prečka-steber, projektirano v skladu z zahtevami v tem poglavju, se lahko predpostavi, da ima rotacijsko kapaciteto ϕ_{Cd} , ki ni manjša od 0,015 rad.



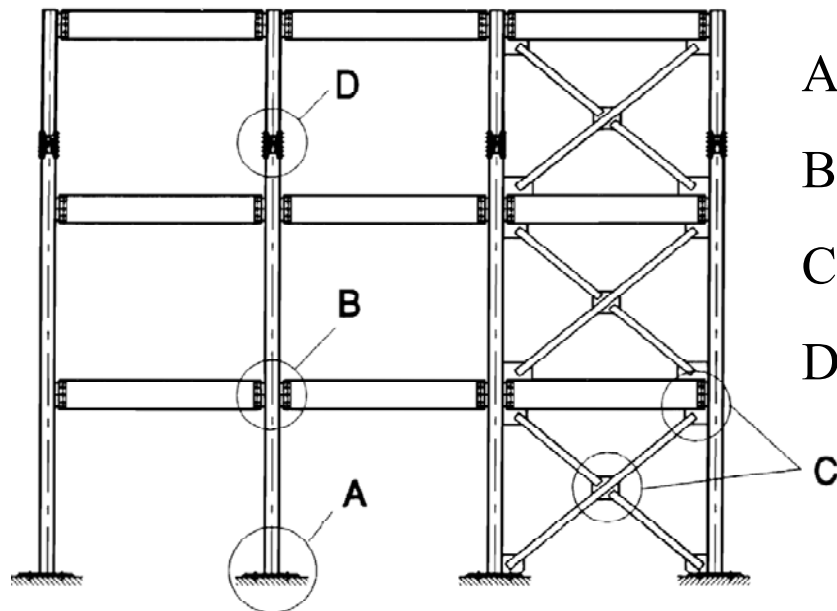
Členkasti spoji

• Uporaba

Prenašajo **samo strižno silo** in **nimajo** znatnejše **rotacijske togosti**.

- okvir podprt na togi nosilni element

a) Okvir z diagonalnim povezjem



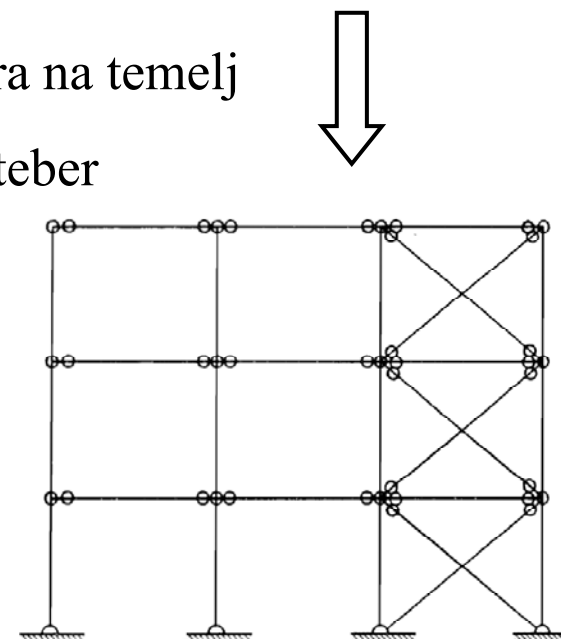
A – priključek stebra na temelj

B – spoj prečka – steber

C – spoj v povezju

D – spoj na steburu

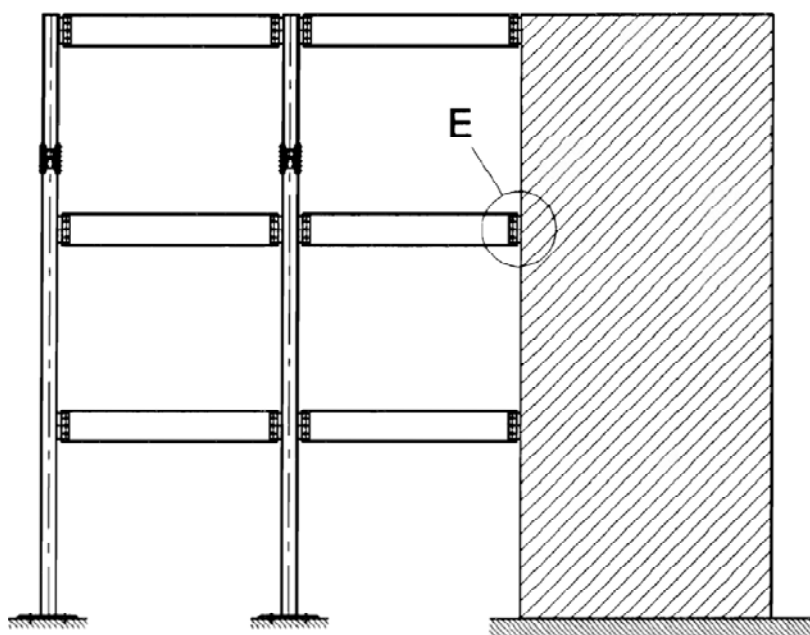
Idealizacija konstrukcije





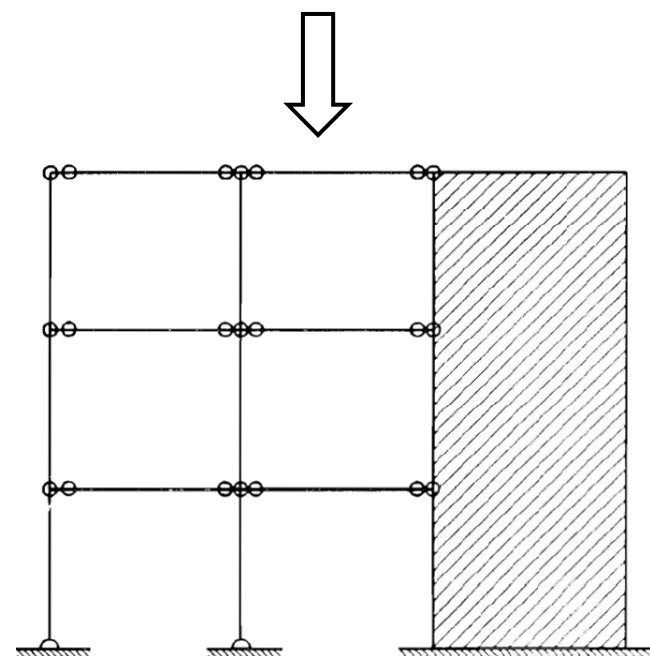
Členkasti spoji - uporaba

b) Okvir podprt z betonsko konstrukcijo



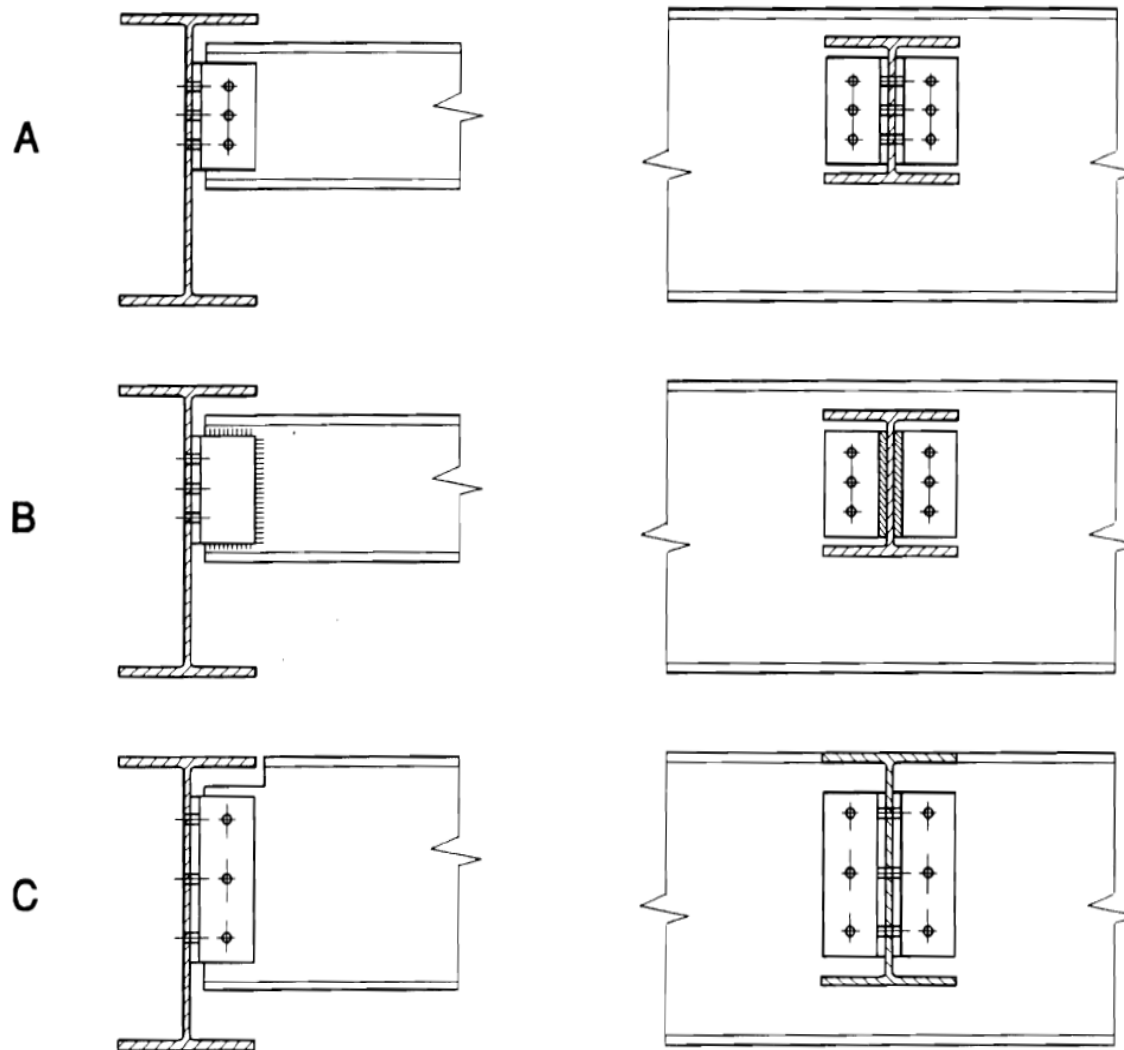
E – spoj z betonskim delom

Idealizacija konstrukcije



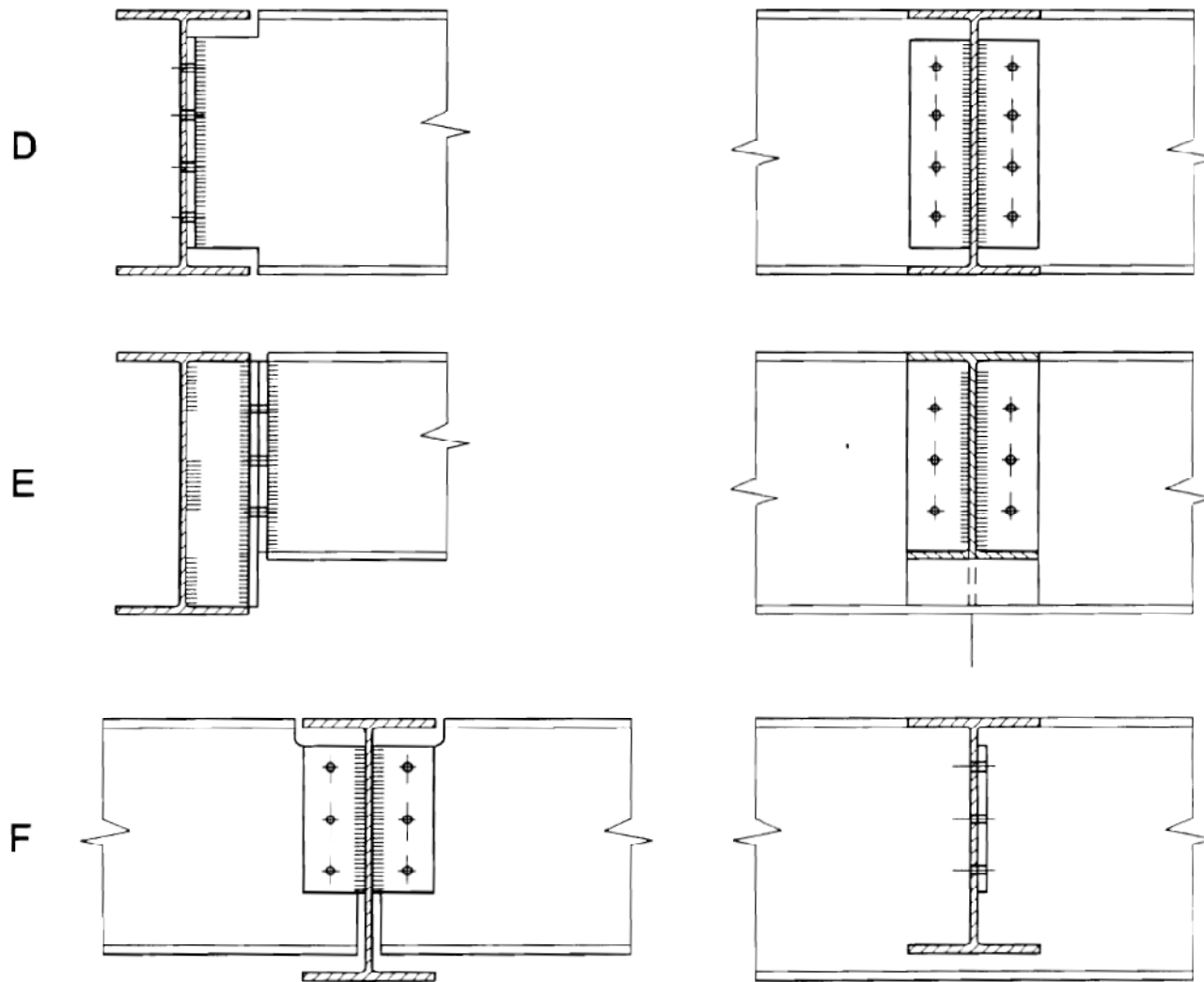


- členkasti spoji prečka - prečka





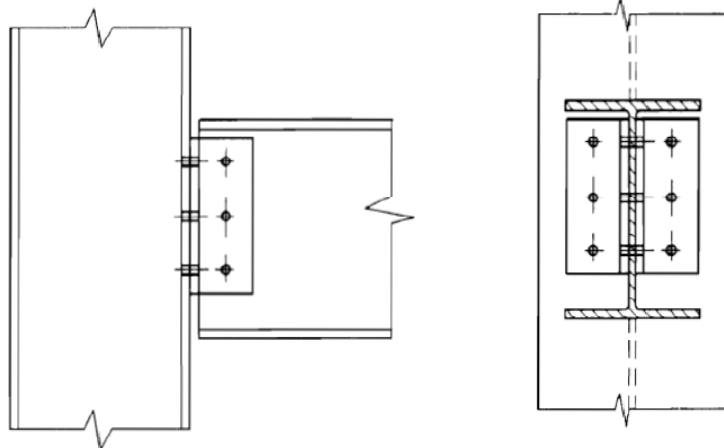
- členkasti spoji prečka – prečka (nadaljevanje)



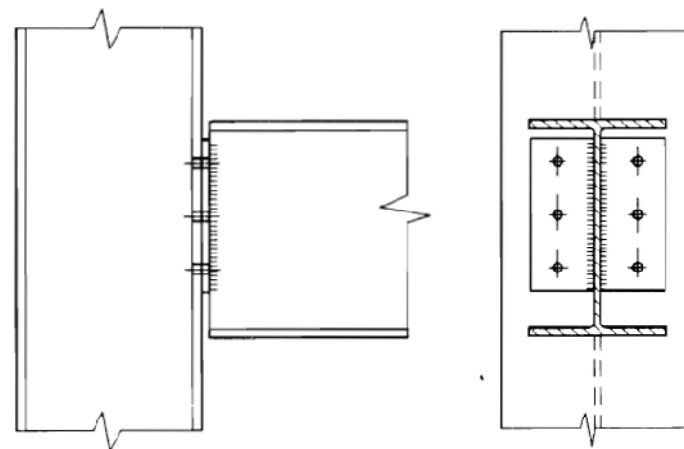


- členkasti spoji steber – prečka

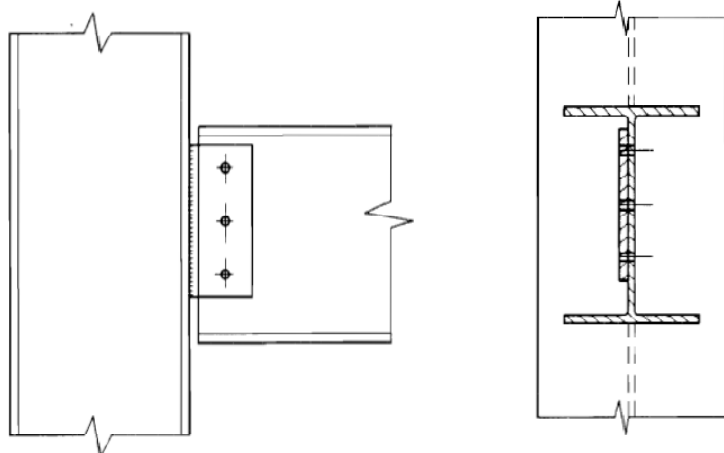
A



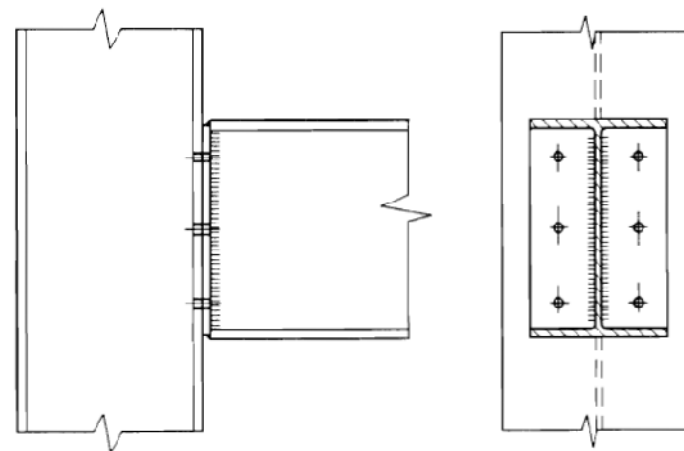
C



B

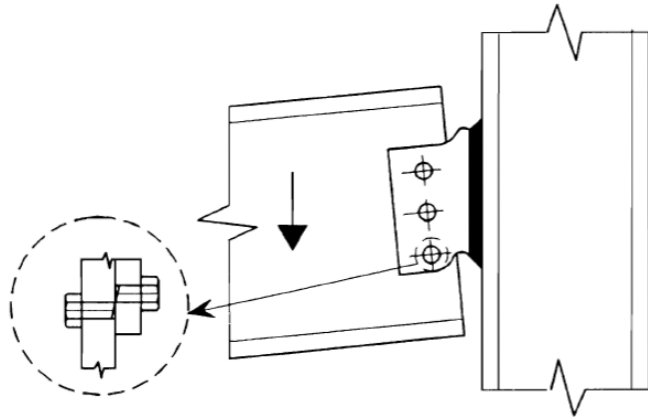


D

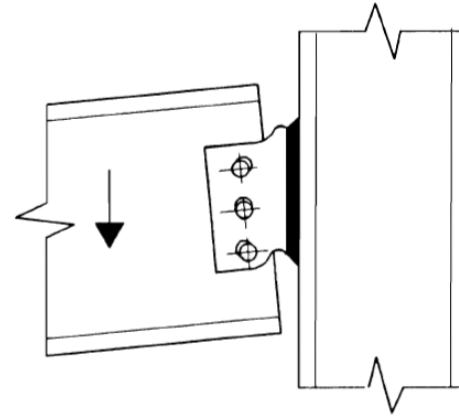




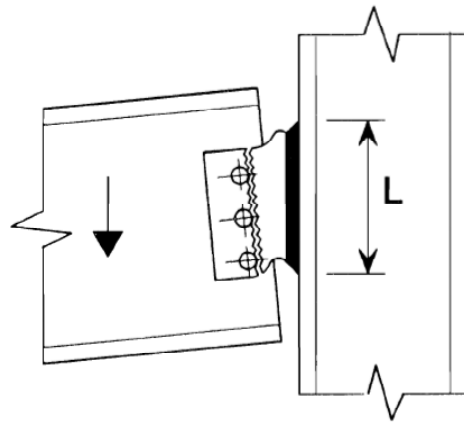
- možni načini porušitve



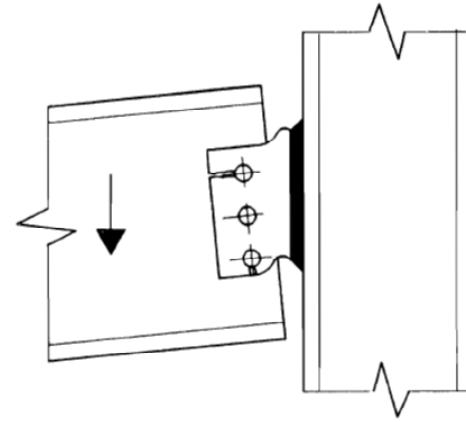
a) pretrg vijaka



b) porušitev na bočni pritisk



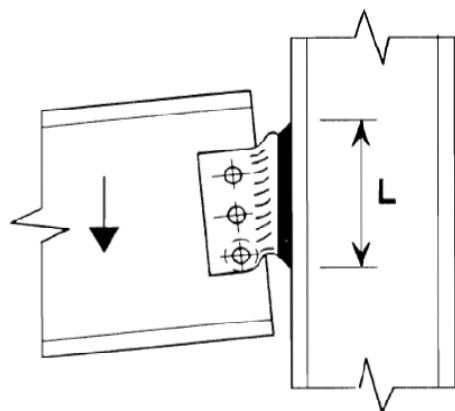
c) porušitev neto prereza



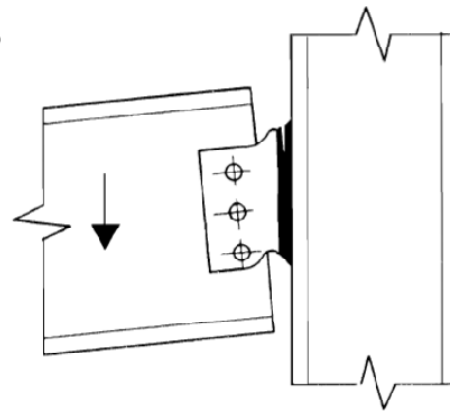
d) iztrg vijaka



- možni načini porušitve (nadaljevanje)



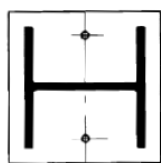
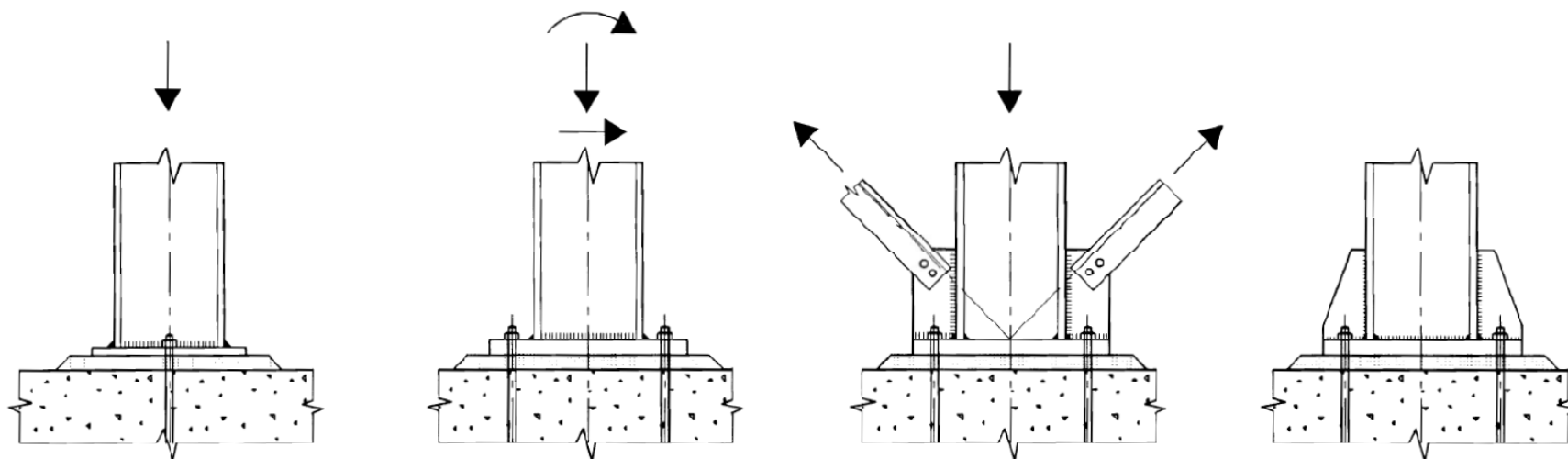
e) plastifikacija vezne pločevine



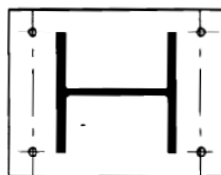
f) porušitev zvara



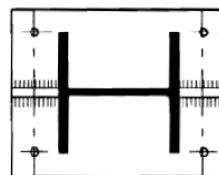
- priključki na temelj



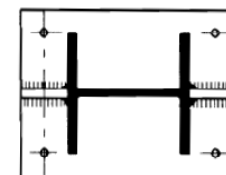
a)



b)



c)



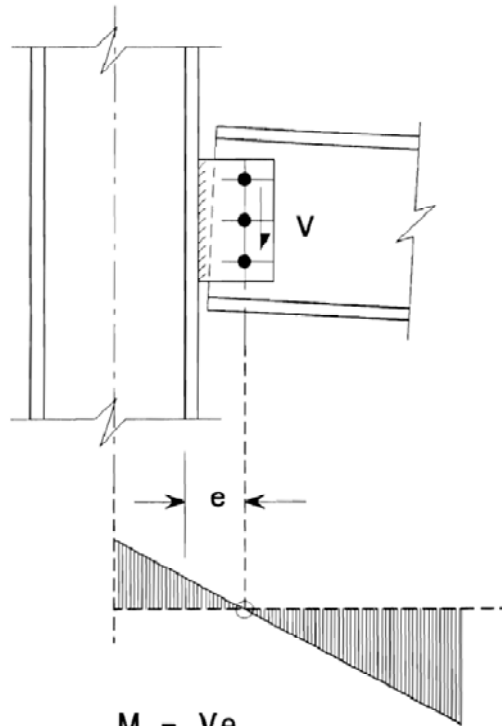
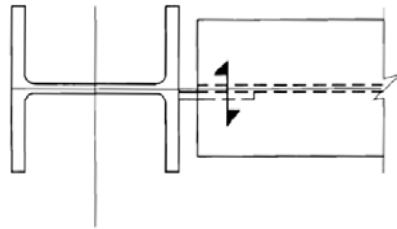
d)

Nominalno členkast
priključek

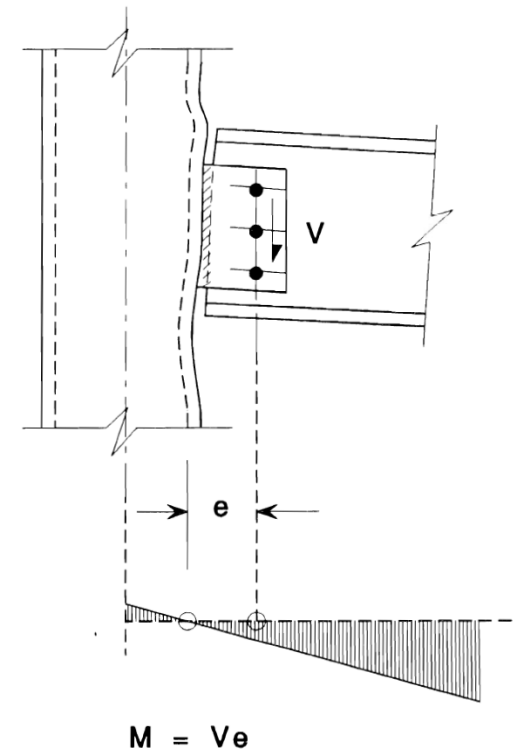
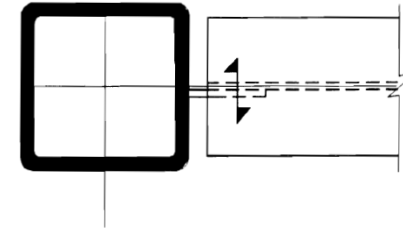


• Delitev

a) toga podpora:

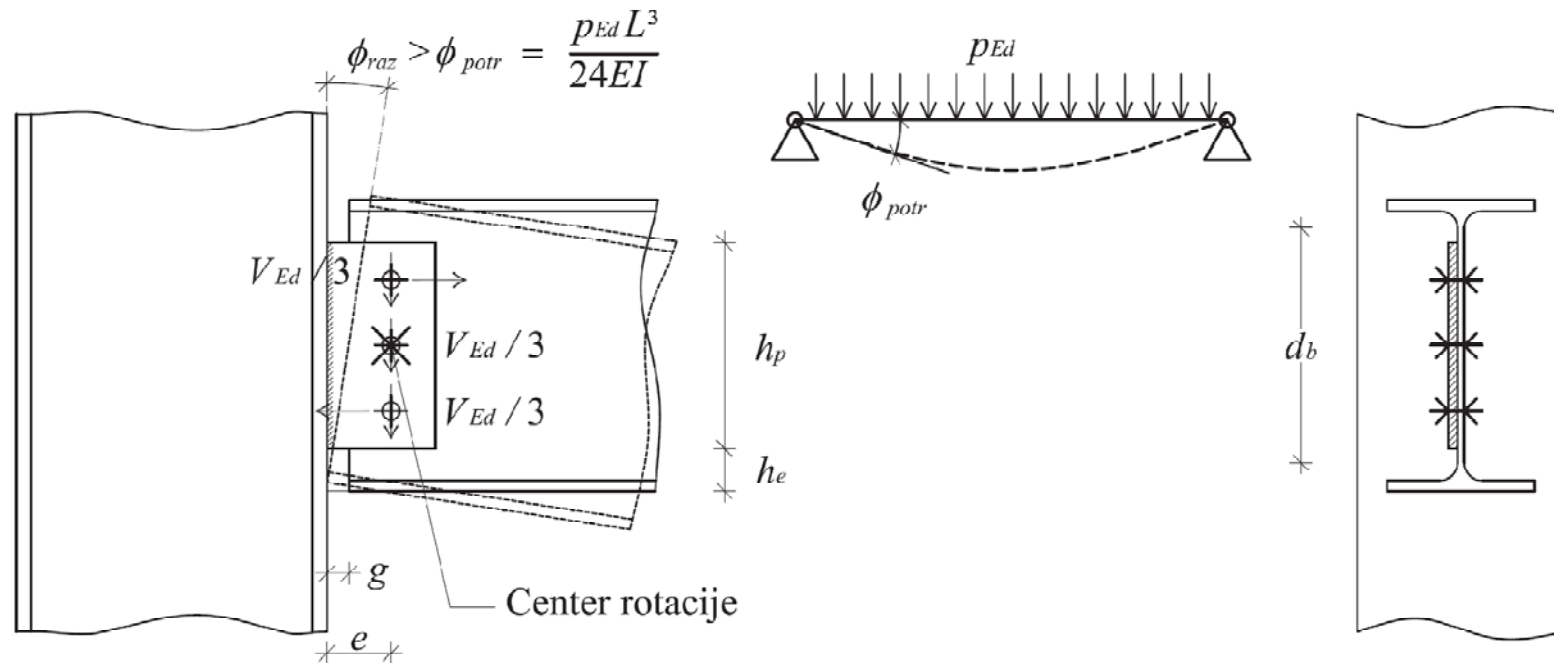


b) podajna podpora:





Členkasti spoj z vezno pločevino



Načela projektiranja:

- dovolj velika rega $g \rightarrow \phi_{raz} > \phi_{potr}, h_p < d_b$
- kontrola komponent spoja: $V_{Ed}, M_{Ed} = e \cdot V_{Ed}$
- zagotovitev duktilnega obnašanja (preprečene neduktilne porušitve)



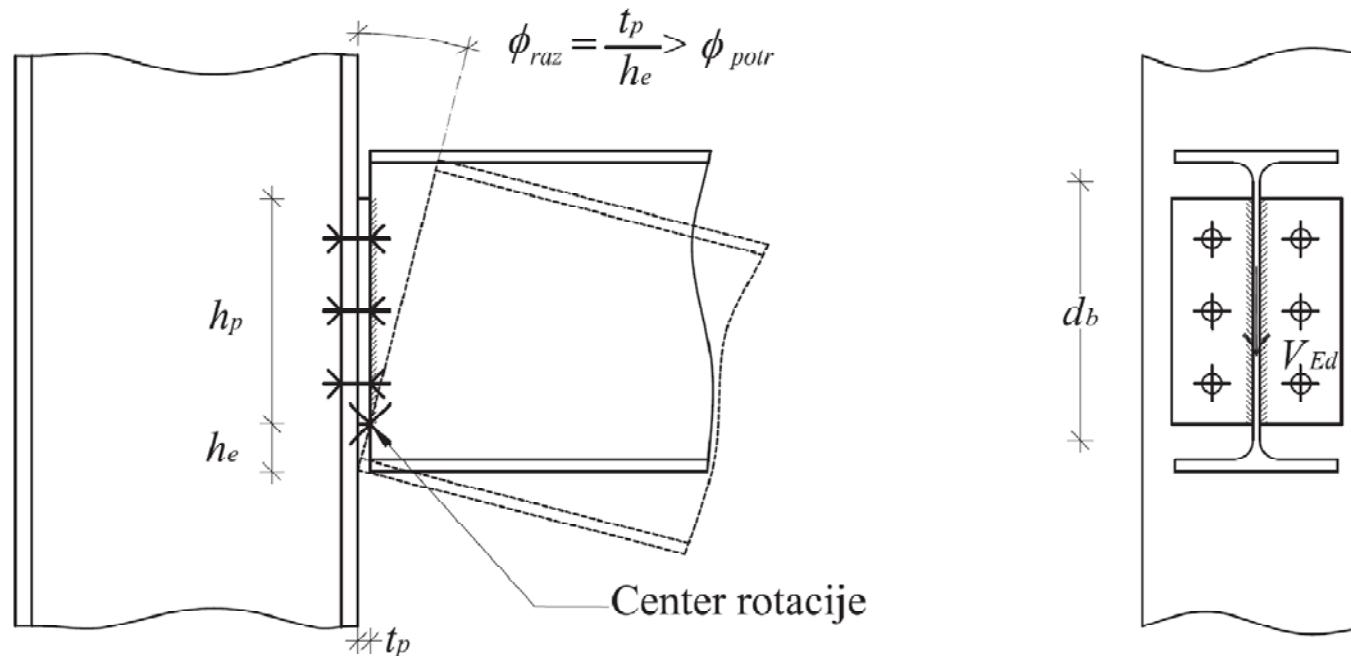
Zagotavljanje duktilnega obnašanja:

- preprečene neduktilne porušitve (zvari, vijaki),
- polnonosilni zvari med stebrom in vezno pločevino,
- nosilnost na bočni pritisk v horizontalni smeri za vezno pločevino ali stojino nosilca mora biti manjša od strižne nosilnosti vijaka (morebitna preobremenitev zaradi upogibnega momenta).

Zadnji kriterij se uravnava z debelino vezne pločevine ali stojine nosilca (vsaj ena od debelin ustrezno majhna).



Členkasti spoj z delno čelno pločevino

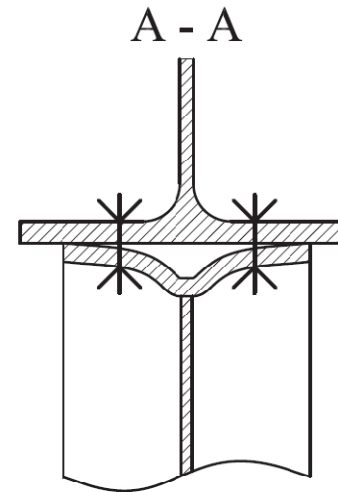
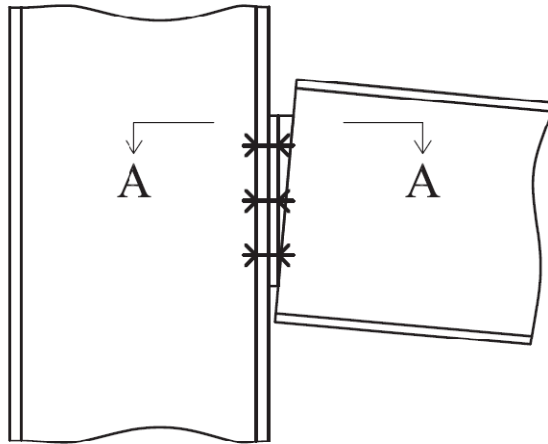


Načela projektiranja:

- Debelina čelne pločevine t_p in dimenzija h_e omogočata $\phi_{raz} > \phi_{potr}$, $h_p < d_b$
- kontrola komponent spoja **samo na prečno silo** V_{Ed}
- zagotovitev duktilnega obnašanja → **polnonosilni zvari** ob čelni pločevini, **upogib čelne pločevine izven lastne ravnine.**



Upogib čelne pločevine izven lastne ravnine → **natezne sile v vijakih**



Preprečitev natezne porušitve vijakov:

- 80 % izkoriščena strižna nosilnost;
- kontrola **debeline čelne pločevine** (omejitev upogibne nosilnosti):

$$\frac{d}{t_p} \geq 2,8 \cdot \sqrt{\frac{f_{yp}}{f_{ub}}}$$



Kombiniranje različnih veznih sredstev

V istem spoju lahko kombiniramo le **taka vezna sredstva**, ki **imajo približno enako deformabilnost**:

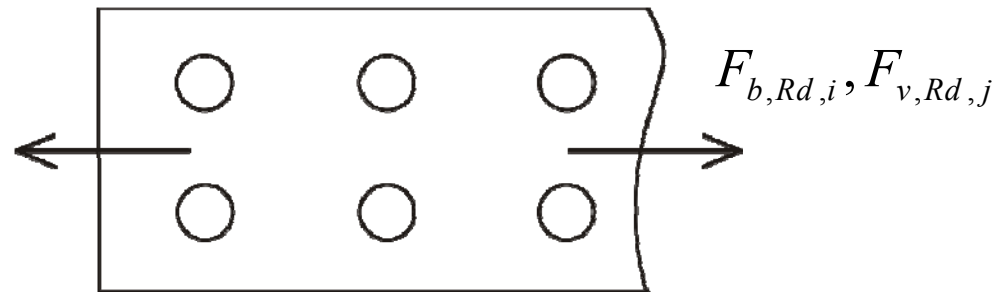
Dovoljeno: ZVARI + PRENAPETI VIJAKI

Prepovedano: ZVARI + OBIČAJNI VIJAKI



Skupine veznih sredstev

- Skupina vijakov



Če je: $F_{v,Rd,j} > F_{b,Rd,i} \rightarrow$ duktilno obnašanje

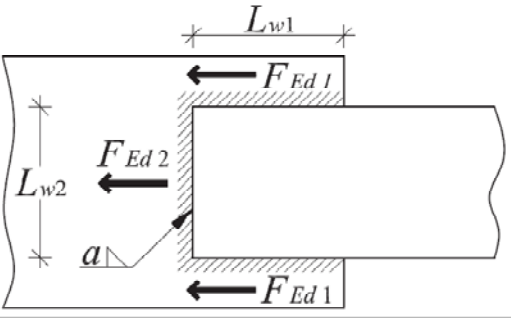
$$\text{Nosilnost: } F_{Rd} = \sum F_{b,Rd,i}$$

V nasprotnem primeru je nosilnost:

$$F_{Rd} = n \cdot \min(F_{b,Rd,i}, F_{v,Rd,i})$$



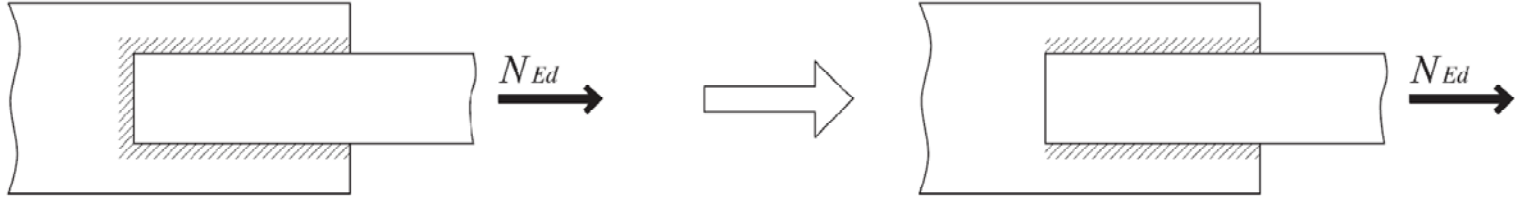
• Skupina zvarov



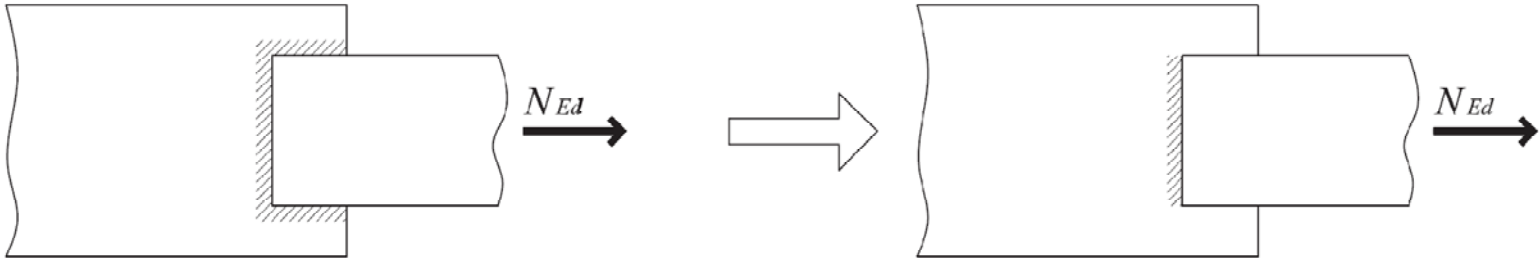
$$A_{w1} = L_{w1} \cdot a$$
$$A_{w2} = L_{w2} \cdot a$$
$$A_w = 2A_{w1} + A_{w2}$$
$$N_{Ed} \leq A_w \cdot f_{vwd}$$

Čelni zvar je bolj tog!

a)



b) pri kratkih prečnih zvarih te zware v projektne nosilnosti spoja zanemarimo



c) pri kratkih vzdolžnih zvarih te zware v projektne nosilnosti spoja zanemarimo