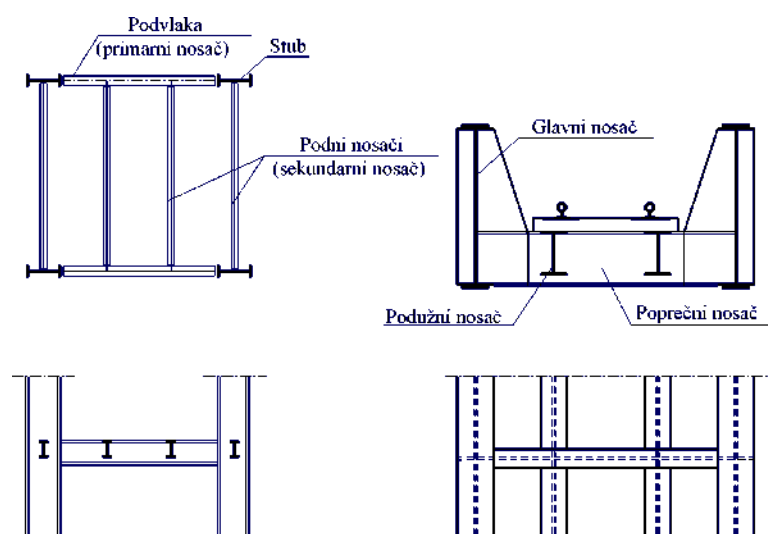


Proračun i konstruisanje veza pod uglom

Zglobne veze

1

Primeri primene veza pod uglom u zgradarstvu i mostogradnji



2

Zglobne veze

Najčešće se primenjuju:

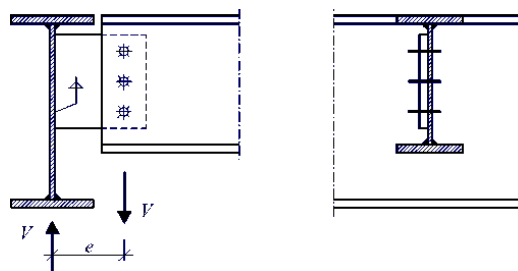
- Zglobne veze sa priljučnim limom,
- Zglobne veze sa priključnim ugaonicima,
- Zglobne veze sa čenom pločom i
- Zglobne veze ostvarene pomoću stolice.

Zglobne veze mogu biti:

- Između dve grede i
- Između grede i stuba.

3

Zglobne veze sa priključnim limovima

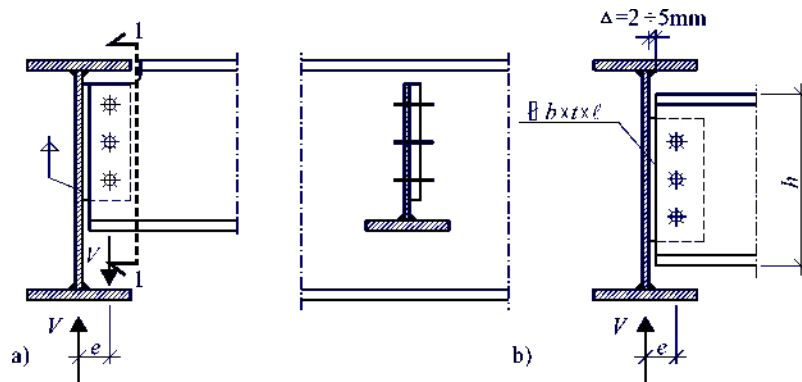


Pored transverzalne sile kod ovkvih veza javlja se i moment ekscentriciteta ($M_e = V e$).

Ekscentricitet se može smanjiti konstrukcijskim oblikovanjem!

4

Smanjenje ekscentriciteta

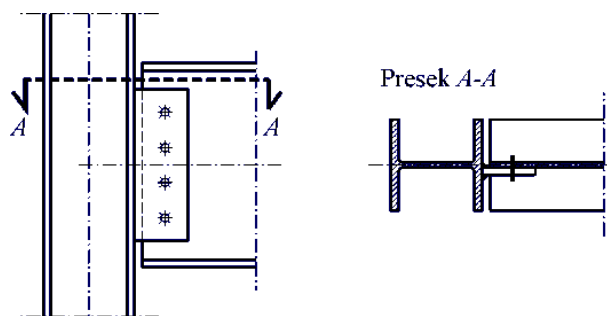


Zasecanje nožice

Denivelacija nosača

5

Veza grede sa stubom – mali ekscentricitet



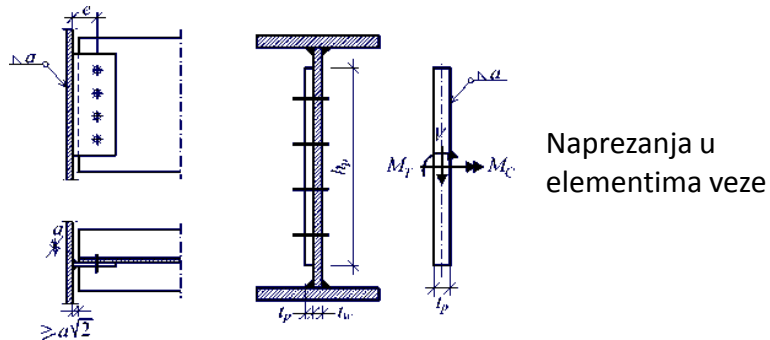
Otpada potreba za zasecanjem nožice!

6

Glavni elementi veze

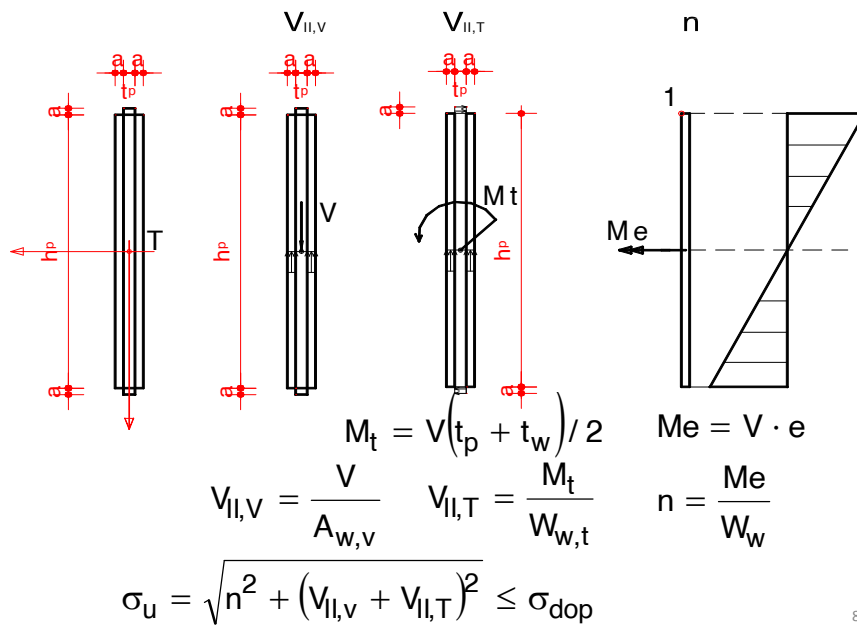
Pri dimenzionisanju veze moraj se proveriti:

- **Zavrtnjevi** za vezu rebra nosača sa priključnim limom,
- **Priključni lim**,
- **Šavovi** za vezu priključnog lima sa priključnom površinom



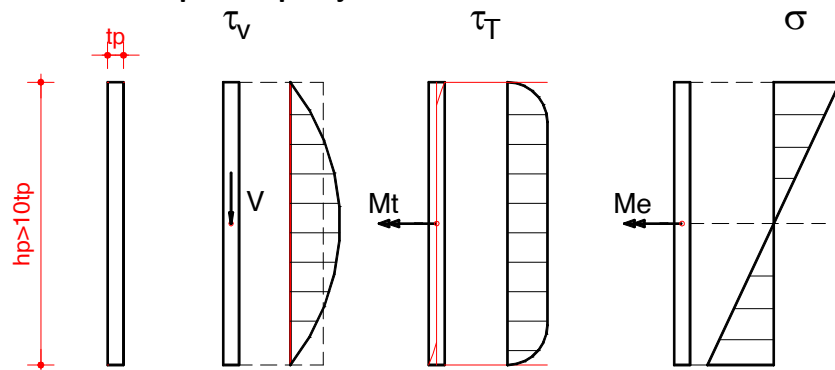
7

Dimenzionisanje šavova



8

Kontrola napona u priključnom limu



$$\sigma_{\max} = \frac{M_e}{W_p} = \frac{V \cdot e}{t_p \cdot h_p^2 / 6}$$

$$\tau_v = \frac{V}{t_p \cdot h_p}$$

$$\tau_T = \frac{M_t}{W_T} = \frac{V(t_p + t_w) / 2}{h_p \cdot t_p^2 / 3}$$

$$\sigma_u = \sqrt{\sigma^2 + 3(\tau_v + \tau_T)^2} \leq \sigma_{\text{dop}}$$

9

Proračun zavrtnjeva

Najčeće je dovoljan jedan red zavrtnjeva pa su veze visoke!

Potreban broj zavrtnjeva može da se odredi na osnovu izraza:

$$n \geq \frac{1}{F_{\text{dop}}} \sqrt{V^2 + \left(\frac{6 \cdot M_e}{h} \right)^2} = \frac{V}{F_{\text{dop}}} \sqrt{1 + \left(\frac{6 \cdot e}{h} \right)^2}$$

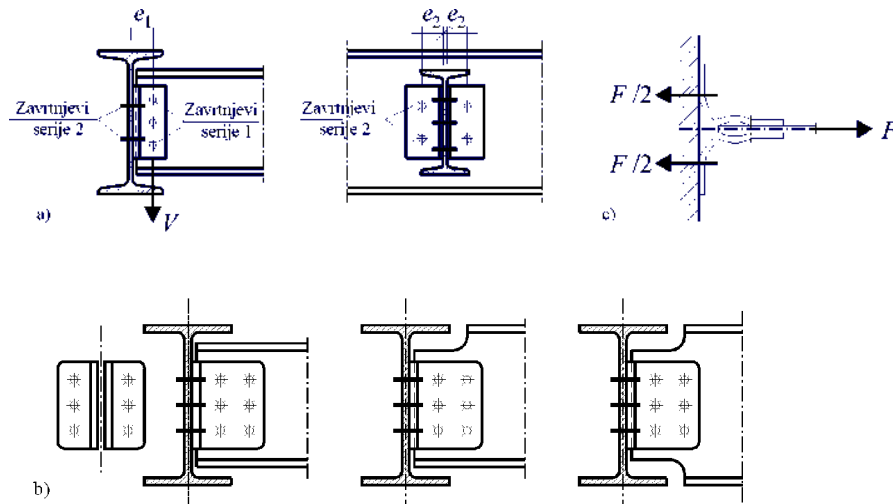
Kontrola nosivosti najopterećenijeg zavrtnja

$$F_V = \frac{V}{n} \quad \max F_M = \frac{M_e \cdot h_n}{\sum_{i=1}^n h_i^2} = \frac{M_e}{h_n} \cdot \varphi_m$$

$$F_{R,\max} = \sqrt{F_V^2 + \max F_M^2} \leq F_{\text{dop}}$$

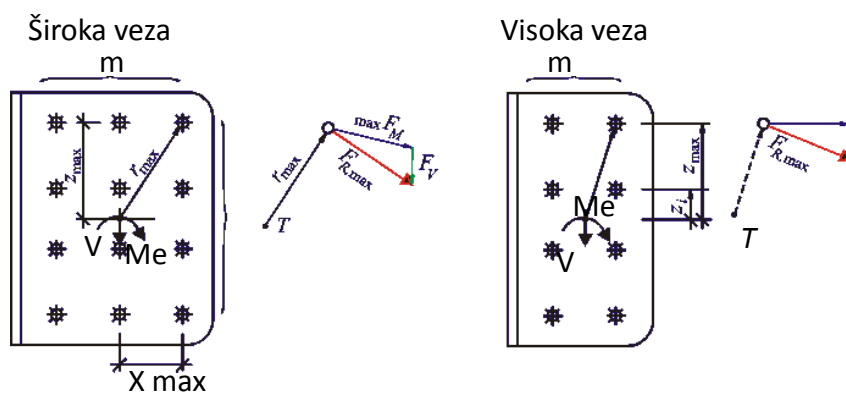
10

Zglobne veze sa priključnim ugaonicima



11

Proračun zavrtnjeva serije 1 – veza priključnih ugaonika sa Rebrom nosača



12

Kontrola nosivosti kod širokih veza

Komponenta sile u zavrtnju usled smicanja

$$F_V = \frac{V}{m \cdot n}$$

Komponenta sile u zavrtnju usled momenta ekscentriciteta

$$\max F_{M,z} = \frac{M_e \cdot x_{\max}}{\sum_{i=1}^{m \cdot n} r_i^2} \quad \max F_{M,x} = \frac{M_e \cdot z_{\max}}{\sum_{i=1}^{m \cdot n} r_i^2}$$

Kontrola nosivosti najopterećenijeg zavrtnja

$$F_{R,\max} = \sqrt{(\max F_{M,z} + F_V)^2 + \max F_{M,x}^2} \leq F_{V,\text{dop}}$$

13

Kontrola nosivosti kod visokih veza

Komponenta sile u zavrtnju usled smicanja

$$F_V = \frac{V}{n \cdot m}$$

Komponenta sile u zavrtnju usled momenta ekscentriciteta

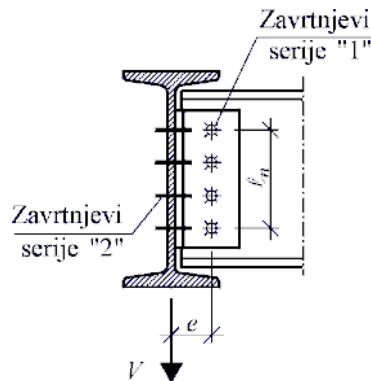
$$\max F_M = \max F_{M,x} = \frac{M_e \cdot z_{\max}}{m \cdot \sum_{i=1}^n z_i^2}$$

Kontrola nosivosti najopterećenijeg zavrtnja

$$F_{R,\max} = \sqrt{F_V^2 + \max F_M^2} \leq F_{\text{dop}}$$

14

Proračun zavrtnjeva serije 2 – veza priključnog ugaonika za priključnu površinu



**Prenose samo transversalnu silu (V)
odnosno reakciju
Nema ekscentriciteta**

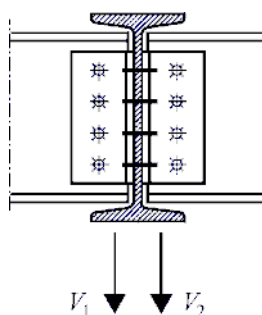
Ukupan broj zavrtnjeva serije 2
jednak je dvostrukom broju
zavrtnjeva serije 1
(postoje dva priključna ugaonika)!

Za razliku od serije 1, zavrtnjevi serije 2
su jednosečni!

$$F_V = \frac{V}{2 \cdot n} \leq F_{\text{dop}} \quad n - \text{broj zavrtnjeva na jednom ugaoniku}$$

15

Zavrtnjevi serije 2 - slučaj obostranih nosača



**Kontrola nosivosti na smicanje
Jednosečni zavrtnjevi**

$$F_{V,1} = \frac{V_1}{2 \cdot n} \leq F_V$$

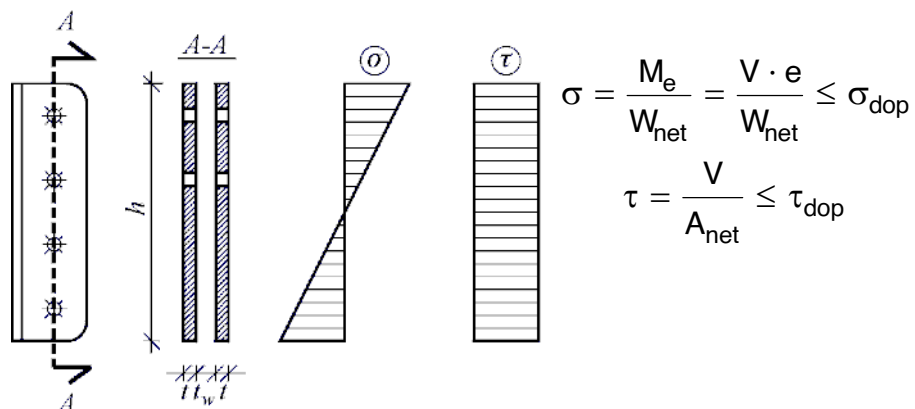
$$F_{V,2} = \frac{V_2}{2 \cdot n} \leq F_V$$

**Kontrola nosivosti zavrtnjeva na
pritisak po omotaču rupe**

$$F_V = \frac{V_1 + V_2}{2 \cdot n} \leq F_b$$

16

Kontrola napona u priključnim ugaonicima



$$\sigma_u = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq \sigma_{\text{dop}}$$

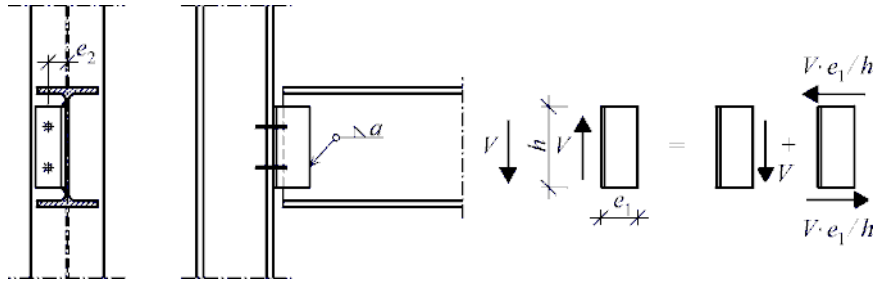
17

Uobičajene dimenzije priključnih ugaonika

	Ugaonik	Zavrtanj	Položaj rupa		
			C1	C2	C3
	L90x90x9	M16	50	-	-
	L100x100x10(12)	M20	60	-	-
	L120x120x12	M24	70	-	-
	L150x75x9	M16	50	60	50
	L180x90x10(12)	M20	60	70	60
	L200x100x12	M24	70	80	60

18

Varijanta sa zavarenim priključnim ugaonikom

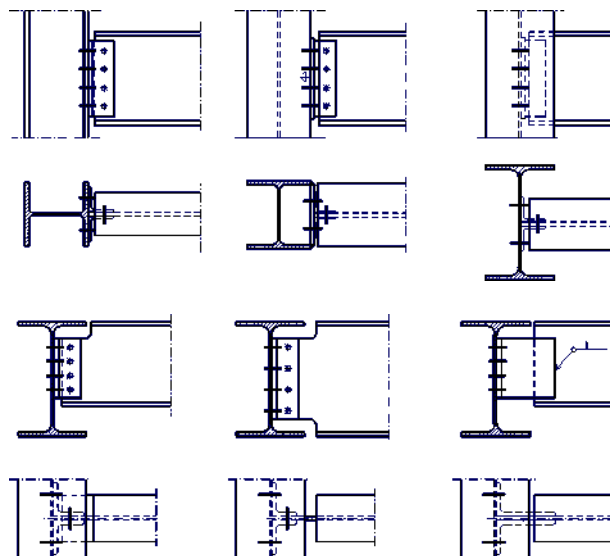


$$V_{II} = \frac{V}{a_1 \cdot l_1} \leq \sigma_{u,dop} \quad \sigma_u = \frac{R}{a_2 \cdot l_2}$$

$$R = \sqrt{\left(\frac{V \cdot e_1}{h}\right)^2 + \left(\frac{V \cdot e_2}{h}\right)^2} = \frac{V}{h} \sqrt{e_1^2 + e_2^2}$$

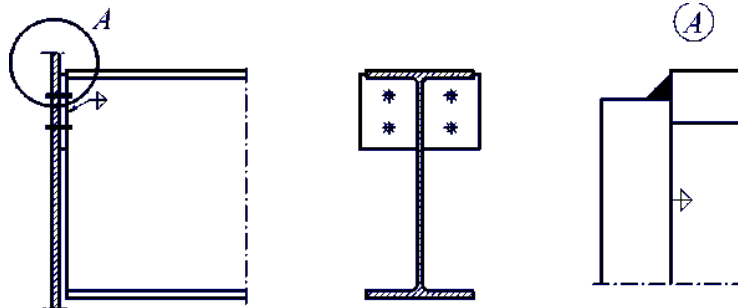
19

Karakteristični primeri primene



20

Zglobne veze sa čeonom pločom



Nema ekscentriciteta ($e=0$)!

Zahteva se veća preciznost izrade – manje tolerancije!

21

Proračun potrebnog broja zavrtnjeva

$$n \geq \frac{V}{F_{dop}}$$

n - je ukupan broj zavrtnjeva (usvaja se uvek paran broj),

V - vertikalna reakcija (maksimalna smičuća sila),

F_{dop} - nosivost zavrtnja na smicanje (jednsečan).

Oblikovanjem veze treba sprečiti da se u zavrtnjevima javljaju značajne sile usled efekta uklještenja!

22

Dimenzije čeone ploče

Treba težiti što je moguće manjim dimenzijama, da bi se izbegli efekti uklještenja.

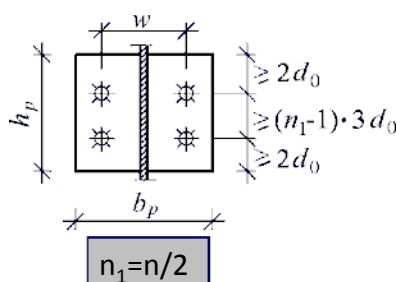
Visina čeone ploče (h_p) određuje se iz sledećih uslova:

- Uslov konstruisanje veze i zadovoljenja propisanih minimalnih rastojanja zavrtnjeva;
- Uslov smicanja u rebro nosača;
- Uslov nosivosti šavova za vezu rebra nosača sa čeonom pločom;

Debljina čeone ploče (t_p) ne treba da bude velika (uglavnom je $t_p = 10 \text{ mm}$), kako bi se obezbedilo obrtanje na mestu veze!

23

Određivanje visine čeone ploče



Iz uslova smeštanja zavrtnjeva:

$$h_p \geq 4 \cdot d_0 + 3 \cdot d_0(n_1 - 1) - (1 + 3n_1) \cdot d_0$$

Iz uslova smicanja rebra nosača:

$$\tau = \frac{V}{t_w \cdot h_p} \leq \tau_{dop} \Rightarrow h_p \geq \frac{V}{\tau_{dop} \cdot t_w}$$

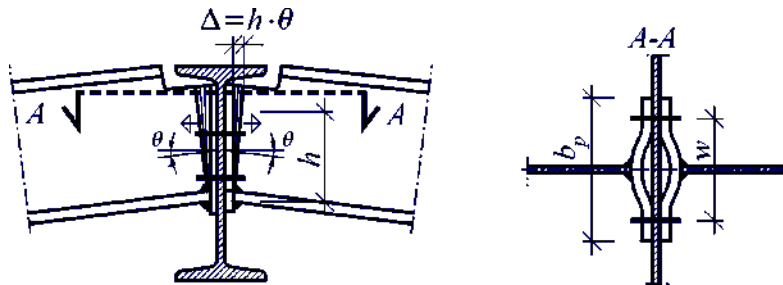
Iz uslova napona u šavovima:

$$h_p \geq \frac{V}{2 \cdot a \cdot \sigma_{w,dop}}$$

a – debljina ugaonog šava

24

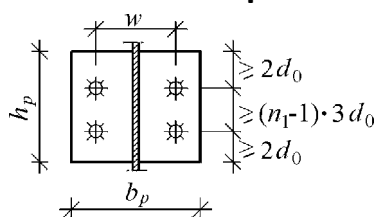
Rotacija (obrtanje) na mestu veze



Dobrim izborom položaja zavrtnjeva i usvajanjem male debljine čelone ploče ($t_p \approx 10 \text{ mm}$) omogućava se pravilno ponašanje veze i preraspodela uticaja u skladu sa pretpostavkom o zglobojnoj vezi!

25

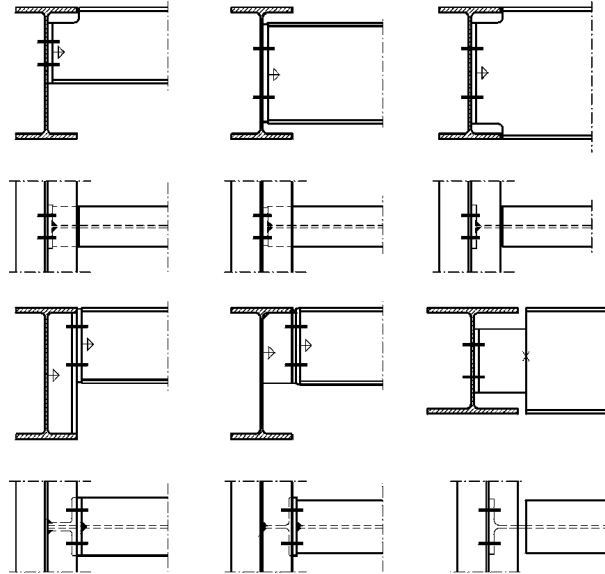
Standardne (uobičajene) dimenzije čeonih ploča kod zglobnih veza



Zavrtnanj		M16				M20				M24			
w		60	80	100	120	80	100	120	150	100	120	150	200
b _p	n1=1	120	140	160	-	160	180	-	-	200	-	-	-
	n1=2	120	140	160	180	160	180	200	-	200	220	250	300
	n1=3	120	140	160	180	160	180	200	230	200	220	250	300
	n1=4	-	-	-	-	160	180	200	230	200	220	250	300
	n1=5	-	-	-	-	-	-	-	-	200	220	250	300
t _p		10				10				10			
B _p - širina čeone ploče; t _p -debljina čeone ploče; w- razmak zavrtnjeva													

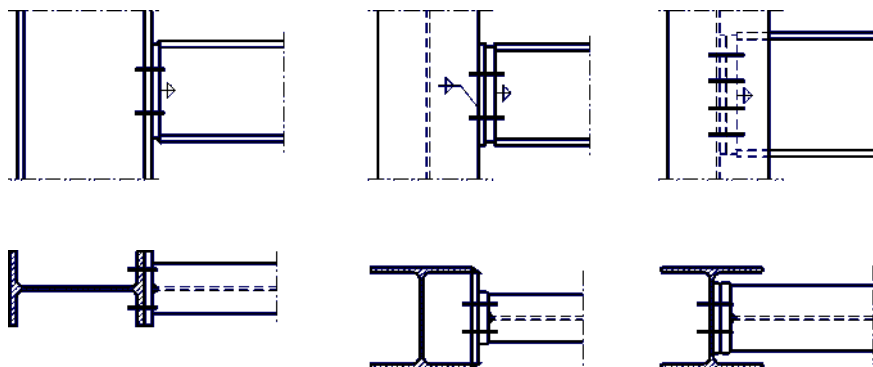
26

**Primeri zglobnih veza sa gredom
ostvarenih pomoću čelone ploče**



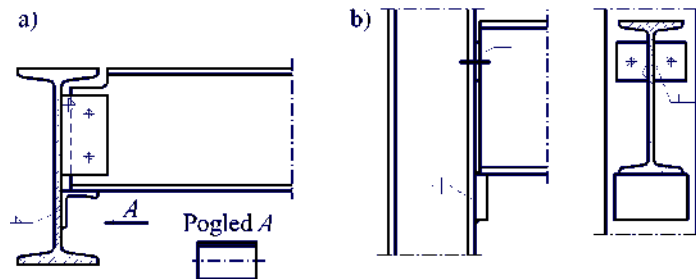
27

**Primeri zglobnih veza sa stubom pomoću čelone
ploče**



28

Zglobne veze ostvarene pomoću stolice

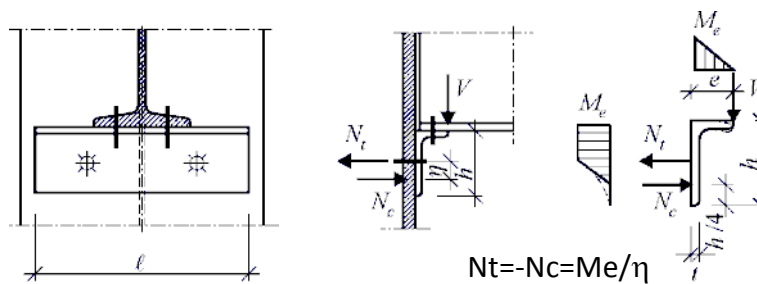


Na ovaj nači mogu se ostvariti veze sa gredom i veze sa stubom!
Reakcija se prenosi direktnim kontaktom! Veze rebra sa zavrtnjevima samo sprečavaju bočno pomeranje (preturanje)!

Stolica može biti u vidu L profila ili u vidu ravnog lima velike debljine!

29

Veza sa stolicom od L profila – varijanta sa zavrtnj evima



Naprezanja u L profilu

$$\sigma_{\max} = \frac{M_e}{W_{\text{net}}} + \frac{V}{A} \leq \sigma_{\text{dop}} \quad W_{\text{net}} = \frac{(l - 2d_0) \cdot t^2}{6} \quad A = l \cdot t$$

$$\text{Sila u zavrtnjevima} \quad F_v = V/n \quad F_t = N_t/n$$

30

Veza sa stolicom od L profila – varijanta sa zavarivanjem

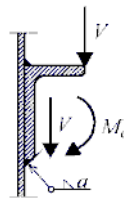
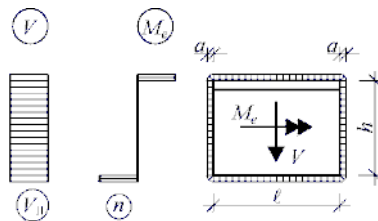
Naprezanja u L profilu:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_e}{W} + \frac{V}{A} \leq \sigma_{\text{dop}}$$

$$W_{\text{net}} = \frac{l \cdot t^2}{6}$$

$$A = l \cdot t$$

Naponi u šavovima:

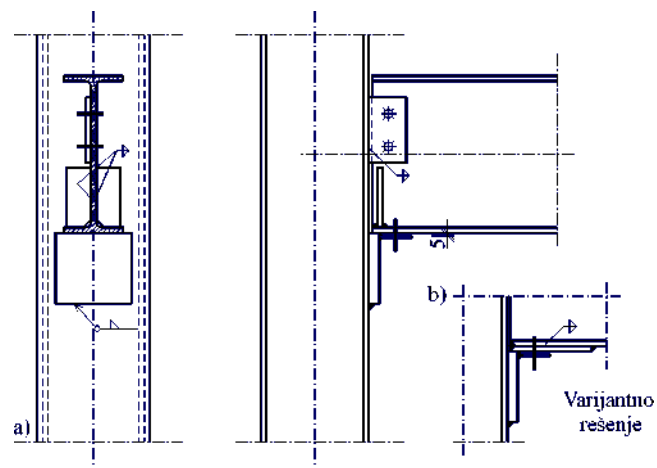


$$n = \frac{M_e / h}{2 \cdot a \cdot l} \leq \sigma_{w, \text{dop}}$$

$$V_{II} = \frac{V}{2 \cdot a \cdot h} \leq \sigma_{w, \text{dop}}$$

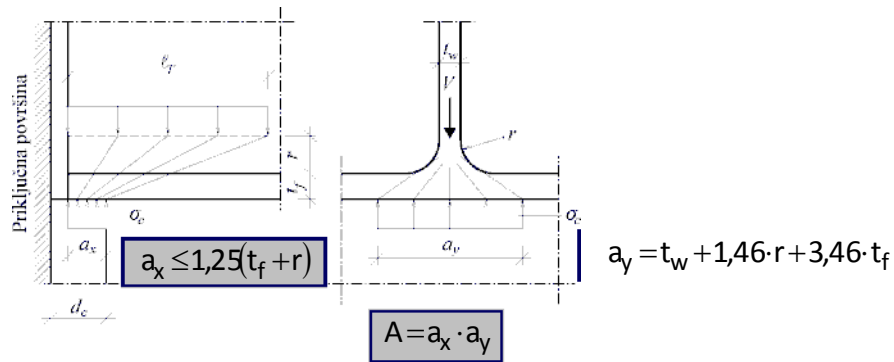
31

Veza sa stolicom od krutog lima



32

Unošenje oslonačke reakcije u nosač

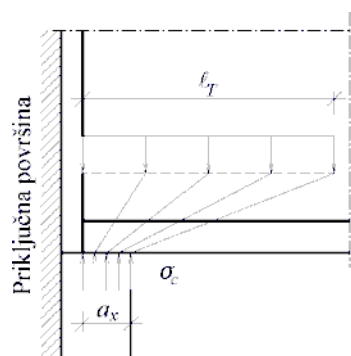


Kontrola kontaktnog napona pritiska

$$\sigma_c = \frac{V}{A} \leq \sigma_{dop}$$

33

Kontrola stabilnosti rebra u zoni unošenja oslonačke reakcije



Kontrola stabilnostid

$$\sigma = \frac{V}{A_{w,eff}} \leq \sigma_{i,dop}$$

Efektivna širina rebra

$$l_t = a_x + 2,5(t_f + r) \leq 3,75(t_f + r)$$

Efektivna površina rebra

$$A_{w,eff} = l_t \cdot t_w$$

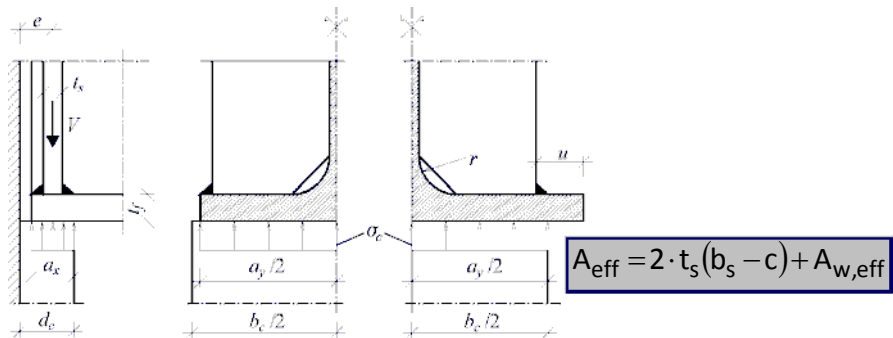
Vitkost rebra

$$\lambda = \frac{l_i}{i_{min}} = \frac{0,75h}{0,289t_w} \Rightarrow \sigma_{i,dop}$$

Kriva izvijanja "C"

34

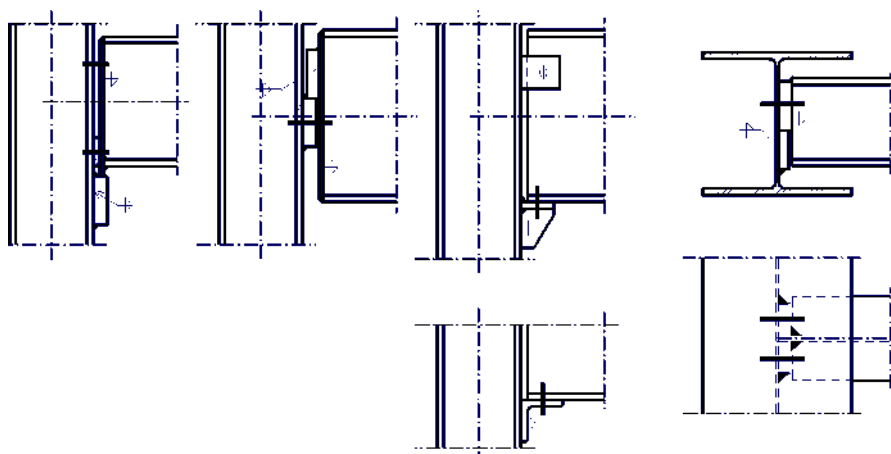
Oslonačka ukrućenja



Ukoliko uslov stabilnosti rebra nije zadovoljen, potrebno je predvideti oslonačka ukrućenja u vidu vertikalnih limova! Površina ukrućenja ulazi u efektivnu površinu, a povećava se i poluprečnik inercije idealizovanog štapa upravno na ravan rebra.

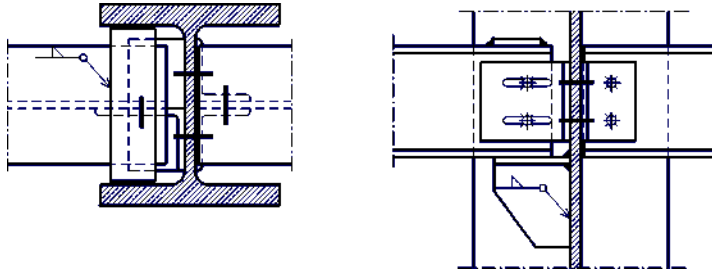
35

Primeri zglobnih veza ostvarenih pomoću stolice



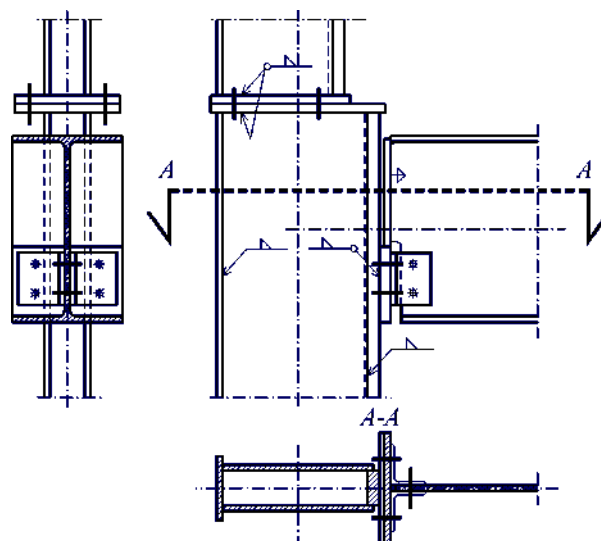
36

**Primer podužno pomerljive zglobne veze
ostvarene pomoću stolice**



37

**Primer zglobnih veze sa stubom ostvarene
pomoću stolice (zasečen nosač)**



38