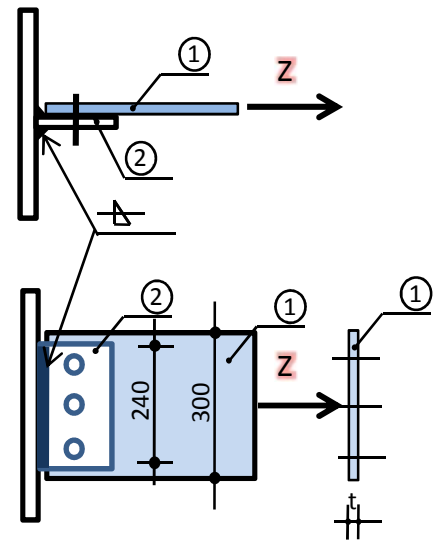


1. Konstruisati vezu štapa sa stubom. Štap je opterećen silom zatezanja  $Z=150$  kN.  
 Štap je čelični lim preseka  $300 \times t$  mm.  
 Vezu sa stubom ostvariti preko veznog lima visine  $240$  mm.  
 Odrediti:  
 -dimenzije lima 1 za slabljenje sa tri rupe za zavrtnjeve. (10 b)  
 -zavrtnjeve serije 1 (5 b)  
 -dimenzije veznog lima 2 (5 b)  
 -izvršiti kontrolu napona u šavovima (5 b)

Kvalitet čelika: Č0361 (S235)		
Slučaj opterećenja	I	II

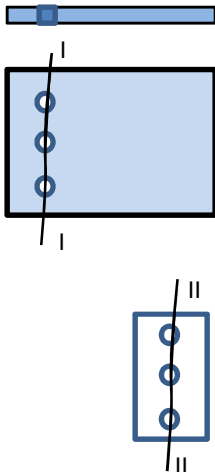
Klasa zavrtnjeva			
obrađeni		Neobrađeni	
4.6	5.6	4.6	5.6



Rešenje:

Prvi korak u rešavanju ovakvih problema je rastavljanje veze na elemente a onda proračun nosivosti tih elementa.

Sila zatezanja se prenosi preko lima 1. Kako izgleda lim 1?



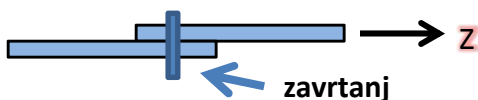
Lim 1 je bruto poprečnog preseka  $300 \times t$  mm. Kako je u pitanju zategnut štap, za proračun nosivosti se uzima neto presek, a to je presek I-I gde se bruto presek umanjuje za površinu rupa za zavrtnjeve  $A_{neto} = A_{bruto} - 3 \times d \times t$

Nepoznat nam je prečnik rupe zavrtnja, tako da će mo analizirati lim 2 za koji se spaja lim 1

Lim 2 je bruto poprečnog preseka  $240 \times t$  mm. Kako je u pitanju zategnut štap, za proračun nosivosti se uzima neto presek, a to je presek II-II gde se bruto presek umanjuje za površinu rupa za zavrtnjeve  $A_{neto} = A_{bruto} - 3 \times d \times t$

Nepoznat nam je prečnik rupe zavrtnja, tako da će mo analizirati nosivost zavrtnjeva da bi smo dobili prečnik rupe za zavrtnjeve

Silu zatezanja prenose tri zavrtnja tako da je sila u jednom zavrtnju  $Z_1 = Z/3 = 150/3 = 50$  kN  
 Treba pronaći zavrtnj čija je nosivost 50 kN. Pitanje: koja nosivost?



Osa zavrtnja je upravna na pravac sile. Zavrtnj je opterećen na smicanje. Proveravamo nosivost zavrtnjeva na nosivost na smicanje i nosivost na pritisak po omotaču rupe.

$$F_{v,dop} = \min\{F_v, F_b\}$$

Nosivost zavrtnja na smicanje

$$F_v = m \cdot A_{v,1} \cdot \tau_{dop} = m \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot \tau_{dop}$$

Nosivost zavrtnja na pritisak po omotaču rupe

$$F_b = \min A_b \cdot \sigma_{b,dop}$$

$$F_b = \min \sum t \cdot d \cdot \sigma_{b,dop}$$

Pretpostavićemo zavrtnj: Na primer M20 k.č. 5.6 I slučaj opterećenja  
d=2 cm

Nosivost zavrtnja na smicanje

$$F_v = m \cdot A_{v,1} \cdot \tau_{dop} = m \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot \tau_{dop}$$

## Dopušteni naponi za obrađene zavrtnjeve

Vrsta napona	I slučaj opterećenja				II slučaj opterećenja			
	za spajanje delova od čelika							
	S235	S275	S355	S235	S275	S355	S235	S355
$\sigma_{b,dop}$	$2,0 \cdot \sigma_{dop}^I$				$2,0 \cdot \sigma_{dop}^{II}$			
Pritisak po omotaču rupe	320	370	480	360	410	530		
	Klase čvrstoće zavrtnjeva							
	4.6	5.6	6.8	8.8	4.6	5.6	6.8	8.8
$\tau_{dop}$	$0,35 \cdot f_u$				$0,40 \cdot f_u$			
Smicanje	140	175	210	280	160	200	240	320
$\sigma_{t,dop}$	$0,275 \cdot f_u$				$0,312 \cdot f_u$			
Zatezanje	110	137	165	220	125	156	188	250

$$F_v = 1 \cdot \frac{2^2 \cdot \pi}{4} \cdot 17,50 = 54,95 \text{ kN} > 50 \text{ kN} - \text{odgovara}$$

Nosivost zavrtnja na pritisak po omotaču rupe

$$F_b = \min A_b \cdot \sigma_{b,dop}$$

$$F_b = \min \sum t \cdot d \cdot \sigma_{b,dop}$$

U jednačini za nosivost zavrtnja na pritisak po omotaču rupe figuriše minimalna debljina lima. Potrebna je ona debljina lima koja zadovoljava uslov da je nosivost na pritisak po omotaču rupe jednaka bar 50 kN. Znači, stavićemo t kao nepoznatu debljinu a da nosivost  $F_b$  bude 50 kN.

$$50 = t \cdot 2 \cdot 32,00 \rightarrow t = \frac{50}{2 \cdot 32} = 0,78 \text{ cm} - \text{usvojeno } t = 8 \text{ mm}$$

$$F_b = 0,8 \cdot 2 \cdot 32,00 = 51,20 \text{ kN} > 50 \text{ kN}$$

Dobili smo zavrtnjeve 3M20 ..k.č. 5.6 i uslov da najmanja debljina lima u vezi mora biti t=8 mm.

Sada kontrolišemo napone u limovima 1 i 2 sa debljinom lima od 8 mm

$$\text{Lim 2 } A_{\text{neto}} = (24 - 3 \times 2,1) \times 0,8 = 14,16 \text{ cm}^2 \quad \text{Za prvi slučaj opterećenja } \dagger_{dop} = 16 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Napon u limu 2 } \dagger = Z/A_{\text{neto}} = 150/14,16 = 10,59 \text{ cm}^2 \text{ M } \dagger_{dop} = 16 \text{ kN/cm}^2$$

Usvojen profil 2 240 x 8mm

$$\text{Lim 1 } A_{\text{neto}} = (30 - 3 \times 2,1) \times 0,8 = 18,96 \text{ cm}^2 \quad \text{Za prvi slučaj opterećenja } \dagger_{dop} = 16 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Napon u limu 1 } \dagger = Z/A_{\text{neto}} = 150/18,96 = 7,91 \text{ cm}^2 \text{ M } \dagger_{dop} = 16 \text{ kN/cm}^2$$

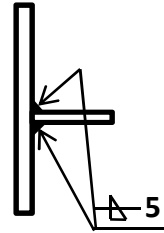
Usvojen profil 1 300 x 8mm

Ostalo je da odredimo zavarenu vezu lima 2 za nosač

Maksimalna debljina vara  $a_{\max} = 0,7 \times t = 0,7 \times 0,8 = 0,56 \text{ cm}$

Usvojen var  $a = 5 \text{ mm}$

Dužina vara  $l^* = 24 - 2 \times 0,5 = 23 \text{ cm}$



Napon u varu  $n = Z/A_w$        $n = 150 / (2 \times 0,5 \times 23) = 6,52 \text{ kN/cm}^2$        $\tau_{w,dop} = 12,0 \text{ kN/cm}^2$

- Dopušteni naponi za ugaone šavove  $\tau_{w,dop}$

Slučaj opterećenja	Vrsta osnovnog materijala		
	S235	S275	S355
I	120	145	170
II	135	160	190

Napomene u vezi drugih zadataka

Sličan je zadatak kada je veza sa ugaonicima. Obratiti pažnju na sečnost zavrtnjeva serije 1 (zavrtnjevi za vezu ugaonika i lima)  
Zavrtnjevi serije 2 su opterećeni na zatezanje  
Ugaonik je debljine 8 mm

Za proveru nosivosti veze proveravamo nosivost zavrtnjeva, veznih limova i osnovnog lima. Merodavna nosivost je najmanja nosivost. Paziti da se uzima neto presek za proveru limova.