

# Proračun drvenog rešetkastog krovišta

---

Križanović, Juro

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:123:820403>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-23**



*Repository / Repozitorij:*

[FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

# **ZAVRŠNI RAD**

**Juro Križanović**

**Split, 2017**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

Split, Matice hrvatske 15

STUDIJ: **PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**

KANDIDAT: Juro Križanović

BROJ INDEKSA: 4120

KATEDRA: **Katedra za metalne i drvene konstrukcije**

PREDMET: Osnove drvenih konstrukcija

**ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD**

Tema:

Proračun drvenog rešetkastog krovišta

Opis zadatka:

Na temelju zadanih podataka drvene rešetkaste krovne konstrukcije potrebno je dimenzionirati glavni nosač, sekundarni nosač konstrukcije i vjetrovne spregove te izraditi radioničke nacрте glavnog nosača te detalje dodatnih spojeva.

Način izvedbe: montažno

Materijal konstrukcije: C 24,1.klasa uporabljivosti

Objekt se nalazi na području Rijeke

Razmak okvira: 5,2 (m)

U Splitu,

Voditelj Završnog rada: Doc.dr.Sc Neno Torić

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

**Proračun drvenog rešetkastog krovišta**

**Završni rad**

**Split, 2017**

***Sažetak:***

Na temelju zadanih podataka drvene rešetkaste krovne konstrukcije potrebno je dimenzionirati glavni nosač, sekundarni nosač konstrukcije i vjetrovne spregove te izraditi radioničke nacрте glavnog nosača te detalje dodatnih spojeva.

***Ključne riječi:***

Drvo, nosiva konstrukcija, glavna konstrukcija, sekundarna konstrukcija, rešetka, vjetrovni spregovi, podrožnica, dimenzioniranje, spojevi

## **Designing of wooden roof truss**

***Abstract:***

Based on given data of truss structure it is needed to design the main structure, secondary structure, wind bracings and make drawings of the main structure and details of joins

***Keywords:***

wood, supporting structure, main structure, secondary structure, grid structure, wind bracings, wooden beam, designing, joins

# Sadržaj

<b>1. TEHNIČKI OPIS</b>	<b>2</b>
1.1 KONSTRUKTIVNI SUSTAV KROVA	2
1.2 STATIČKA ANALIZA SUSTAVA	2
1.3 OPIS KONSTRUKTIVNIH ELEMENATA	2
1.3.1 <i>Glavni nosači</i>	2
1.3.2 <i>Podrožnice</i>	2
1.3.3 <i>Spreg</i>	2
1.4 MATERIJALI	3
1.4.1 <i>Drveni materijali</i>	3
1.4.2 <i>Metalni elementi</i>	3
1.5 ZAŠTITA	3
1.5.1 <i>Zaštita drvenih elemenata</i>	3
1.5.2 <i>Zaštita metalnih elemenata</i>	3
1.6 MONTAŽA I TRANSPORT	3
<b>2. ANALIZA OPTEREĆENJA</b>	<b>4</b>
2.1 STALNO OPTEREĆENJE	4
2.1.1 <i>Krovna ploha</i>	4
2.2 PROMJENJIVO OPTEREĆENJE	4
2.2.1 <i>Opterećenje snijegom</i>	4
2.2.2 <i>Opterećenje vjetrom</i>	5
<b>3. STATIČKI PRORAČUN</b>	<b>9</b>
3.1 OPTEREĆENJA ČVOROVA I PRIKAZ REZNIH SILA	9
3.1.1 <i>1. proračunska kombinacija</i>	9
3.1.2 <i>2. proračunska kombinacija</i>	10
3.1.3 <i>3. proračunska kombinacija</i>	12
3.2 KONTROLA PROGIBA	14
3.2.1 <i>Stalno opterećenje (G)</i>	14
3.2.2 <i>Promjenjivo opterećenje- snijeg (Q)</i>	14
3.2.3 <i>Promjenjivo opterećenje vjetar (W2)</i>	15
<b>4. DIMENZIONIRANJE</b>	<b>16</b>
4.1 GORNJI POJAS	17
4.2 DONJI POJAS	18
4.3 DIJAGONALE	19
4.4 VERTIKALE	19
4.5 PODROŽNICE	20
<b>5. STABILIZACIJA</b>	<b>21</b>
5.1 SPOJEVI GLAVNI NOSAČ-PODROŽNICA	22
5.2 DOKAZ ZA GORNJI POJAS GLAVNOG NOSAČA	23
5.3 DOKAZ ZA PODROŽNICE	24
5.4 DOKAZ ZA DIJAGONALE	24
<b>6. PRORAČUN SPAJALA</b>	<b>25</b>
6.1 VLACNI NASTAVAK REŠETKE	25
6.2 SPOJ 1	27
6.3 SPOJ 2	29
6.4 SPOJ 3	31
6.5 SPOJ 4	35
6.6 SPOJ 5	39
6.7 SPOJ 6	43

<b>7. NACRTI</b>	<b>47</b>
7.1 GENERALNI NACRT GLAVNOG NOSAČA	47
7.2 RADIONIČKI NACRT GLAVNOG NOSAČA	48

## 1. Tehnički opis

### 1.1 Konstruktivni sustav krova

Konstruktivni sustav je drveni rešetkasti nosač raspona  $L = 17,4$  m. Visina nosača u tjemenu iznosi  $h = 2,67$  m. Krovna ploha je u odnosu na horizontalnu ravninu nagnuta pod kutom  $\alpha = 17^\circ$ . Glavni nosači konstrukcije tlocrtno su paralelni i nalaze se na međusobnom razmaku  $n=5,2$ m. Stabiliziranje konstrukcije predviđeno je horizontalnim spregom.

### 1.2 Statička analiza sustava

Proračun je izvršen prema EC 5. Konstrukcija je izložena djelovanju sljedećih opterećenja: težina, vjetar i snijeg. Predmetna građevina se nalazi na području Rijeke, do 100 m nadmorske visine, kategorija zemljišta IV. Odgovarajući koeficijenti za vjetar i snijeg uzeti su prema tome iz propisanih tablica.

Za statički proračun upotrijebljena je kombinacija s najvećim utjecajem, dakle težina + djelovanje snijega + djelovanje vjetra.

Proračun reznih sila je pomoću računalnog programa Scia Engineer, na način da su umetnuti zglobovi na mjestima spajanja vertikala i dijagonala s gornjim i donjim pojasom. Ovakav model za proračun daje približan i dovoljno točan rezultat.

Izvršena je analiza bočnog opterećenja u kombinaciji s vjetrom koji djeluje okomito na glavni nosač i izbočava ga. Cilj ovog proračuna je prostorna stabilizacija konstrukcije.

### 1.3 Opis konstruktivnih elemenata

#### 1.3.1 Glavni nosači

Glavni nosači predstavljaju nosivi dio konstrukcije i prenose vertikalna opterećenja na nosive zidove i dalje na temeljno tlo. Dimenzionirani su da prime utjecaj od vlastite težine i opterećenja od snijega i vjetra. Oni su pravokutnog poprečnog presjeka.

#### 1.3.2 Podrožnice

Podrožnica prenosi opterećenje s krovne plohe na glavne nosače. Elementi podrožnice koji imaju i funkciju vertikala vjetrovnog sprega, pravokutnog su poprečnog presjeka dimenzija 14 cm x 16 cm i nalaze se na razmaku 1,52 m.

#### 1.3.3 Spreg

Spreg služi za prihvaćanje horizontalnih sila i za pridržavanje glavnih nosača da ne bi došlo do izbočavanja. Horizontalne spregove tvore glavni nosači kao pojasevi, glavne podrožnice kao vertikale i dijagonale koje su izvedene od čelika S235 okruglog poprečnog presjeka M 20.



## 1.4 Materijali

### 1.4.1 Drveni materijali

Drveni elementi konstrukcije izrađeni su od drva klase C24. Karakteristične vrijednosti čvrstoća, modula i gustoće za ovu klasu:

$$f_{m,k} = 24 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t,0,k} = 14 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,k} = 21 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,k} = 2,7 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{o,mean} = 11000 \text{ N/mm}^2$$

$$G_{mean} = 690 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = 350 \text{ kg/m}^3$$

### 1.4.2 Metalni elementi

Za spajanje pojedinih elemenata upotrijebljeni su tijesno ugrađeni vijci  $\Phi$  16mm (M16) kl. čvrstoće 5,6. Materijal izrade vijaka ima vlačnu čvrstoću 500 N/mm<sup>2</sup>. Pokrov je izveden od sendvič panela (aluminij).

## 1.5 Zaštita

### 1.5.1 Zaštita drvenih elemenata

Zaštita nosivih elemenata se vrši fungicidnim premazima za zaštitu od prodora vode i nametnika. Zaštita se nanosi u tri sloja, s tim da se dva sloja nanose u tvornici prije transporta, a treći, završni, nakon dovršenja konstrukcije.

### 1.5.2 Zaštita metalnih elemenata

Ugrađuju se samo pocinčani metalni elementi i spajala.

## 1.6 Montaža i transport

Posebnu pažnju treba obratiti na montažu i transport da bi se izbjegla nepotrebna oštećenja.

Izvođač je dužan izraditi plan montaže nosača kojeg treba zajedno s transportnim planom dostaviti nadzornoj službi na suglasnost. Glavni nosači se izrađuju na podu, zatim se pomoću dizalice podižu u vertikalni položaj i to tako da se podignu prvo glavni nosači povezani spregom, a nakon toga ostali. Konačno na već postavljenu konstrukciju postavlja se pokrov.

Nosači se trebaju transportirati u takvom položaju u kakvom će kasnije primiti opterećenje. Transport i montaži treba obaviti tako da se izbjegnu moguća oštećenja dijelova konstrukcije.

## 2. Analiza opterećenja

### 2.1 Stalno opterećenje

#### 2.1.1 Krovna ploha

- sendvič paneli (aluminij)  $0,28 \text{ kN/m}^2$

- sekundarna konstrukcija i spregovi + instalacije  $0,20 \text{ kN/m}^2$

$$\Sigma = 0,48 \text{ kN/m}^2$$

$$G_k = (\Delta g + 0,20) * n * a = 0,48 \text{ kN/m}^2 * 5,20 \text{ m} * 1,52 \text{ m} = 3,79 \text{ kN}$$

### 2.2 Promjenjivo opterećenje

#### 2.2.1 Opterećenje snijegom

Opterećenje snijegom na krovu (po tlocrtnoj površini krova) određuje se po formuli:

$$s = \mu_i * c_e * c_i * s_k \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$s_k$  => karakteristična vrijednost opterećenja na tlu u  $\text{kN/m}^2$

$s_k = 0,50 \text{ kN/m}^2$  ⇔ za Rijeku, do 100m nadmorske visine

$\mu_i$  => koeficijent oblika za opterećenje snijegom, očitamo ga ovisno o obliku i nagibu krova

$15^\circ < \alpha = 17^\circ \leq 30^\circ$  =>  $\mu_i = 0,8$

$c_e$  => koeficijent izloženosti

$$c_e = 1,0$$

$c_t$  => toplinski koeficijent

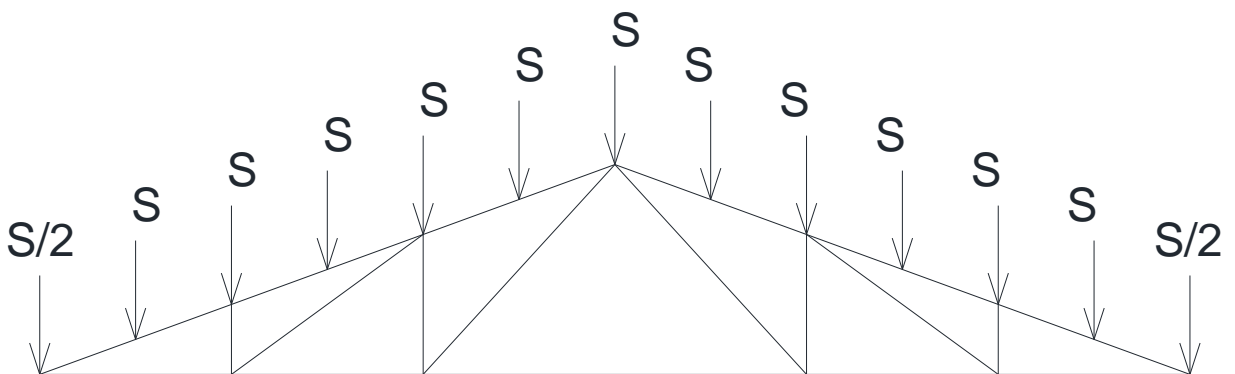
$$c_t = 1,0$$

Opterećenje snijegom preko cijele krovne površine:

$$s = 0,80 * 1,0 * 1,0 * 0,50 = 0,40 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$S = s * n * a$$

$$S = 0,4 \text{ (kN/m}^2\text{)} * 5,2 \text{ m} * 1,52 \text{ m} = 3,162 \text{ kN}$$



## 2.2.2 Opterećenje vjetrom

Opterećenje vjetrom na vanjske površine:

$$W_e = q_p |z_e| \cdot C_{pe} \quad [\text{kN/m}^2]$$

$q_p |z_e|$  - pritisak brzine vjetra pri udaru

$z_e$  - referentna visina za vanjski pritisak

$C_{pe}$  - koeficijent pritiska za vanjski vjetar

Određivanje pritiska brzine vjetra pri udaru:

$$q_b = \frac{1}{2} * \rho * v_b^2$$

$q_b$  = referentni pritisak srednje brzine vjetra

$\rho$  => gustoća zraka,  $\rho = 1.25 \text{ kg/m}^3$

$v_b$  - osnovna brzina vjetra  $v_b = 25 \text{ (m/s)}$

$$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} \quad [\text{m/s}]$$

$v_{b,0}$  - fundamentalna vrijednost osnovne brzine vjetra

$C_{dir}$  - faktor smjera vjetra (obično se uzima 1.0)

$C_{season}$  - faktor doba godine (obično se uzima 1.0)

$v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$  → očitano iz karte za područje oko Rijeke

$$v_b = 1.0 \cdot 1.0 \cdot 25 = 25 \quad [\text{m/s}]$$

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot 1.25 \cdot 25^2 = 390.628 \text{ N/m}^2 = 0.391 \text{ kN/m}^2$$

$$q_p |z_e| = c_e(z) \cdot q_b$$

$c_e(z)$  - faktor izloženosti, očitano iz dijagrama za  $z = 10 \text{ m}$  i IV. kategoriju zemljišta:

$c_e(z) = 1.2$

Pritisak brzine vanjskog vjetra pri udaru:

$$q_p |z_e| = 1.2 \cdot 0.391 = 0.469 \text{ kN/m}^2$$

Unutarnji vjetar:

$C_{p1} = + 0,2$

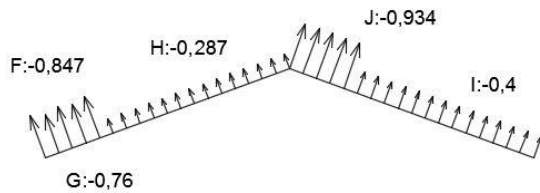
$C_{p2} = - 0,3$

$C_{pe10}$

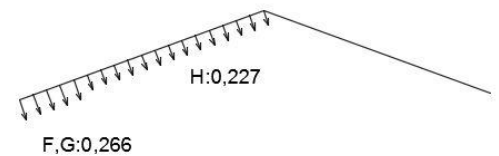
$H(15^\circ) = -0,3$   
 $F(15^\circ) = -0,9$   
 $\underline{F(30^\circ) = -0,5}$   
 $F(20^\circ) = -0,847$   
  
 $G(15^\circ) = -0,8$   
 $\underline{G(30^\circ) = -0,5}$   
 $G(20^\circ) = -0,76$   
  
 $I(15^\circ) = -0,4$   
 $\underline{I(30^\circ) = -0,4}$   
 $I(20^\circ) = -0,4$   
  
 $J(15^\circ) = -1,0$   
 $\underline{J(30^\circ) = -0,5}$   
 $J(20^\circ) = -0,934$

$C_{pe10}$

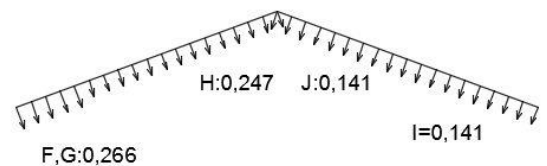
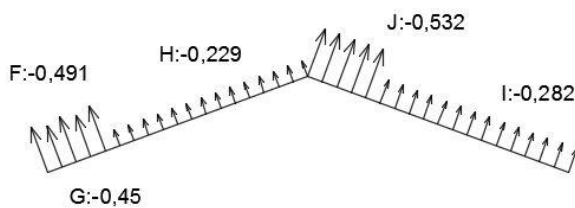
$H(15^\circ) = 0,2$   
 $F(15^\circ) = 0,2$   
 $\underline{F(30^\circ) = 0,7}$   
 $F(20^\circ) = 0,266$   
  
 $G(15^\circ) = 0,2$   
 $\underline{G(30^\circ) = 0,7}$   
 $G(20^\circ) = 0,266$   
  
 $I(15^\circ) = 0,0$   
 $\underline{I(30^\circ) = 0,0}$   
 $I(20^\circ) = 0,0$   
  
 $J(15^\circ) = 0,0$   
 $\underline{J(30^\circ) = 0,0}$   
 $J(20^\circ) = 0,0$



Kombinacija 1 :  $q_p(z) \cdot (C_{pe1} + C_{pi1})$



Kombinacija 4 :  $q_p(z) \cdot (C_{pe2} + C_{pi2})$



Kombinacija 1

$$w_1 = \frac{w_G}{2} = 1,78 \text{ kN}$$

$$F = 0,491 \cdot 5,2 \cdot 1,52 = 3,88 \text{ (kN)} = w_F$$

$$w_2 = w_G = 3,56 \text{ kN}$$

$$G = 0,45 \cdot 5,2 \cdot 1,52 = 3,56 \text{ (kN)} = w_G$$

$$w_3 = w_H = 1,81 \text{ kN}$$

$$H = 0,229 \cdot 5,2 \cdot 1,52 = 1,81 \text{ (kN)} = w_H$$

$$w_4 = w_H = 1,81 \text{ kN}$$

$$J = 0,532 \cdot 5,2 \cdot 1,52 = 4,2 \text{ (kN)} = w_J$$

$$w_5 = w_H = 1,81 \text{ kN}$$

$$I = 0,282 \cdot 5,2 \cdot 1,52 = 2,23 \text{ (kN)} = w_I$$

$$w_6 = w_H = 1,81 \text{ kN}$$

$$w_7^L = \frac{w_H}{2} = 0,91 \text{ kN} \quad w_7^D = \frac{w_J}{2} = 2,1 \text{ kN}$$

$$w_8 = w_J = 4,2 \text{ kN}$$

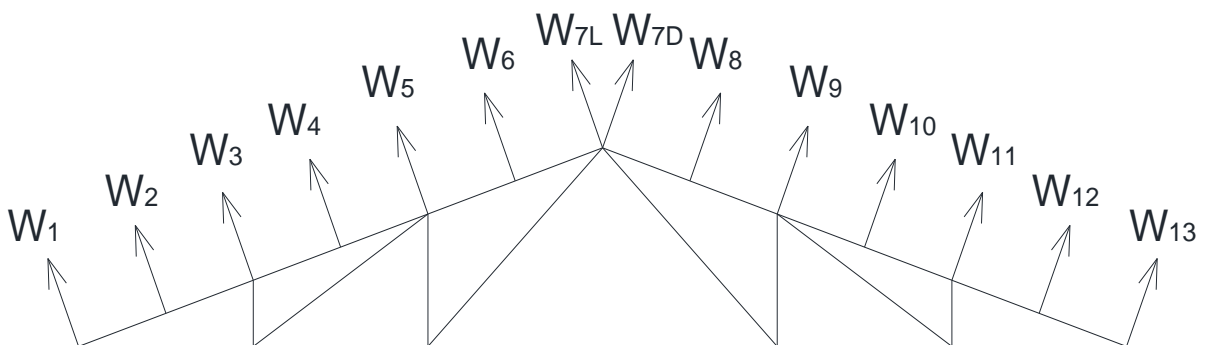
$$w_9 = w_I = 2,23 \text{ kN}$$

$$w_{10} = w_I = 2,23 \text{ kN}$$

$$w_{11} = w_I = 2,23 \text{ kN}$$

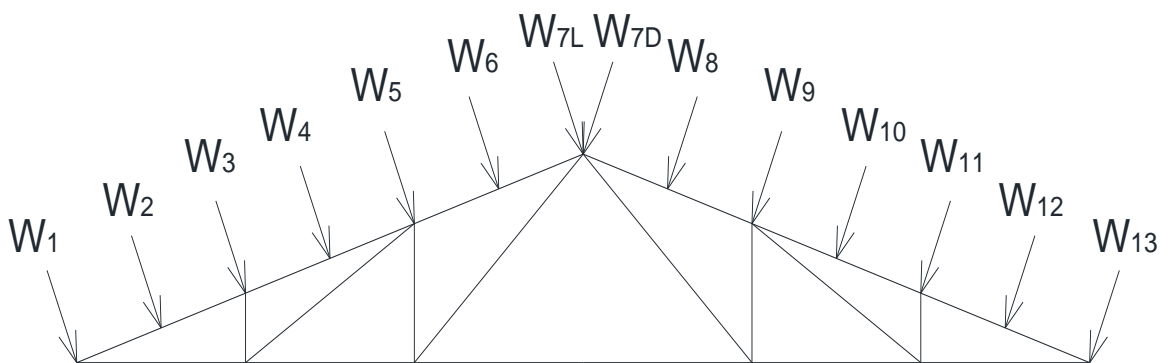
$$w_{12} = w_I = 2,23 \text{ kN}$$

$$w_{13} = \frac{w_I}{2} = 1,12 \text{ kN}$$



Kombinacija 4

$$\begin{aligned}
 F &= 0,266 \cdot 5,2 \cdot 1,52 = 2,1 \text{ (kN)} = w_F & w_1 &= \frac{w_G}{2} = 1,05 \text{ kN} \\
 G &= 0,266 \cdot 5,2 \cdot 1,52 = 2,1 \text{ (kN)} = w_G & w_2 &= w_G = 2,1 \text{ kN} \\
 H &= 0,247 \cdot 5,2 \cdot 1,52 = 1,95 \text{ (kN)} = w_H & w_3 &= w_H = 1,95 \text{ kN} \\
 J &= 0,141 \cdot 5,2 \cdot 1,52 = 1,11 \text{ (kN)} = w_I & w_4 &= w_H = 1,95 \text{ kN} \\
 I &= 0,141 \cdot 5,2 \cdot 1,52 = 1,11 \text{ (kN)} = w_J & w_5 &= w_H = 1,95 \text{ kN} \\
 & & w_6 &= w_H = 1,95 \text{ kN} \\
 & & w_7^L &= \frac{w_H}{2} = 0,98 \text{ kN} & w_7^D &= \frac{w_I}{2} = 0,56 \text{ kN} \\
 & & w_8 &= w_J = 1,11 \text{ kN} \\
 & & w_9 &= w_I = 1,11 \text{ kN} \\
 & & w_{10} &= w_I = 1,11 \text{ kN} \\
 & & w_{11} &= w_I = 1,11 \text{ kN} \\
 & & w_{12} &= w_I = 1,11 \text{ kN} \\
 & & w_{13} &= \frac{w_I}{2} = 0,555 \text{ kN}
 \end{aligned}$$



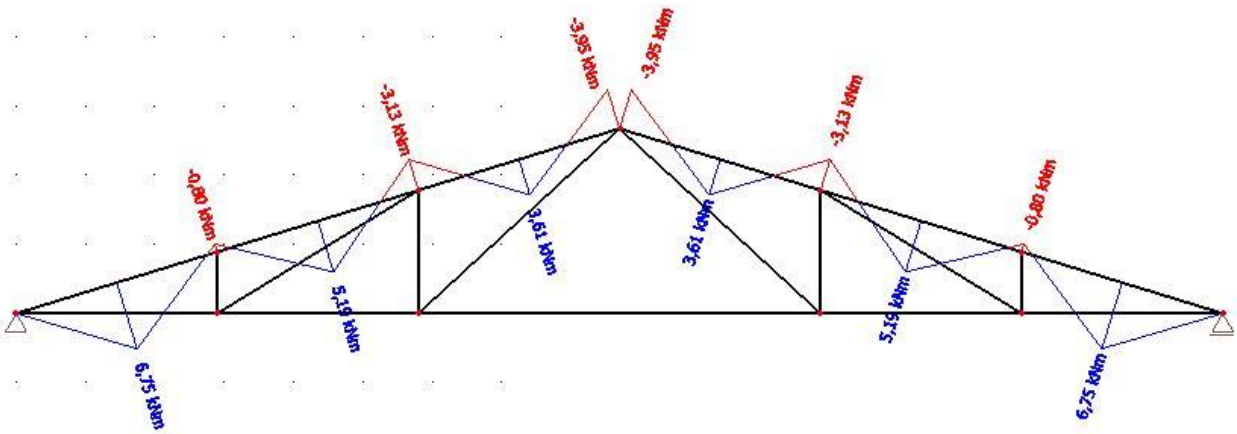
### 3. Statički proračun

#### 3.1 Opterećenja čvorova i prikaz reznih sila

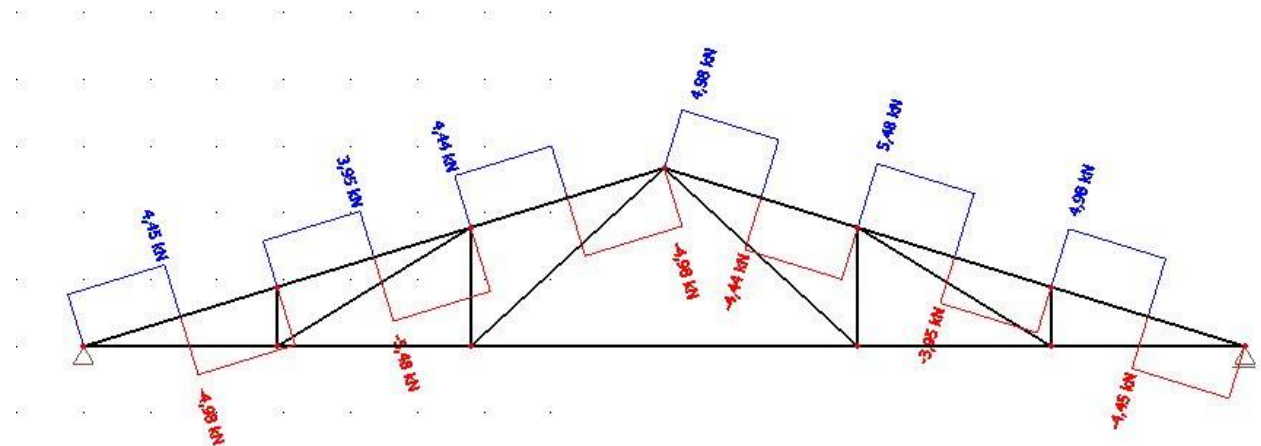
##### 3.1.1 1. proračunska kombinacija

$$1,35 * G + 1,50 * S$$

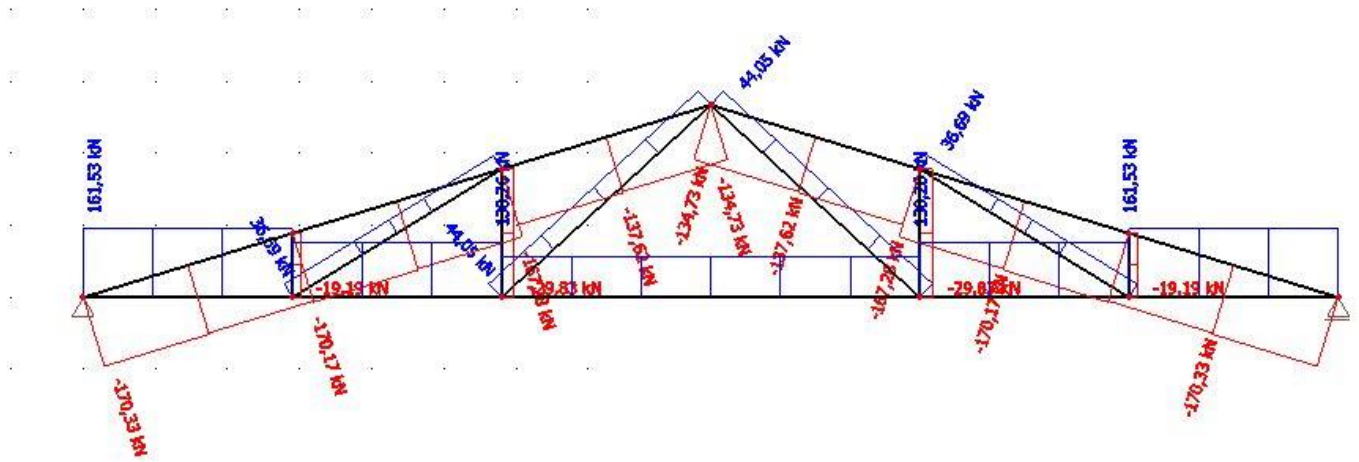
M



V



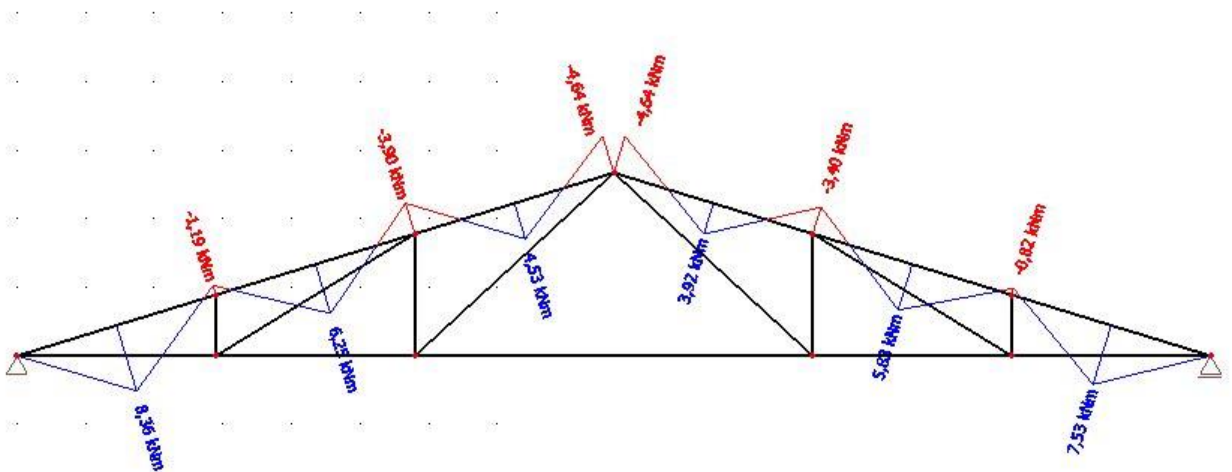
N



### 3.1.2 2. proračunska kombinacija

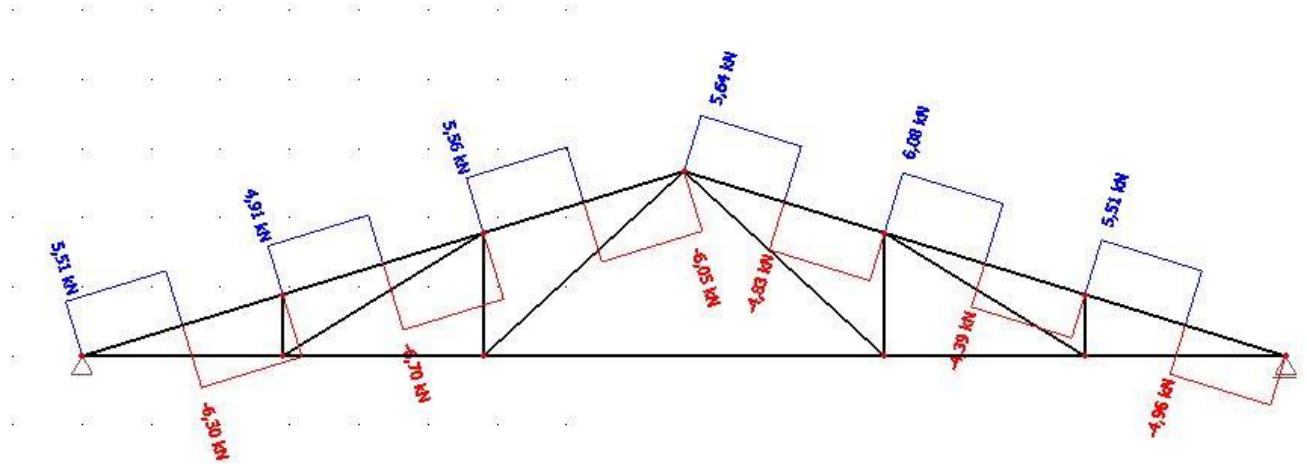
$$1,35 * G + 0,90 * (1,50 * S + 1,50 * W_2)$$

M

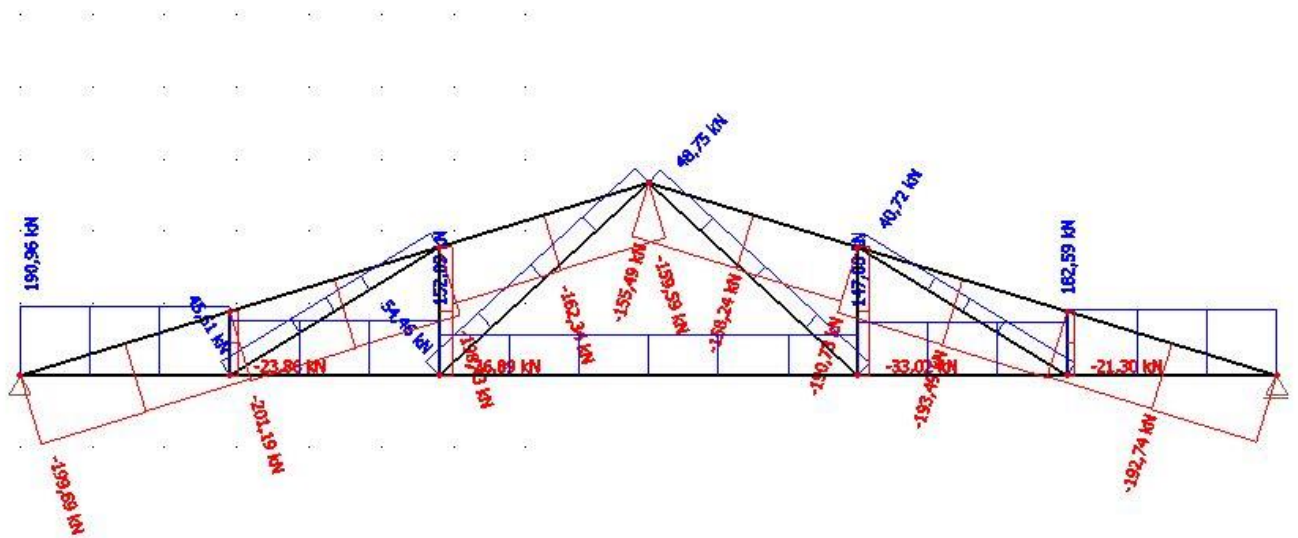




V



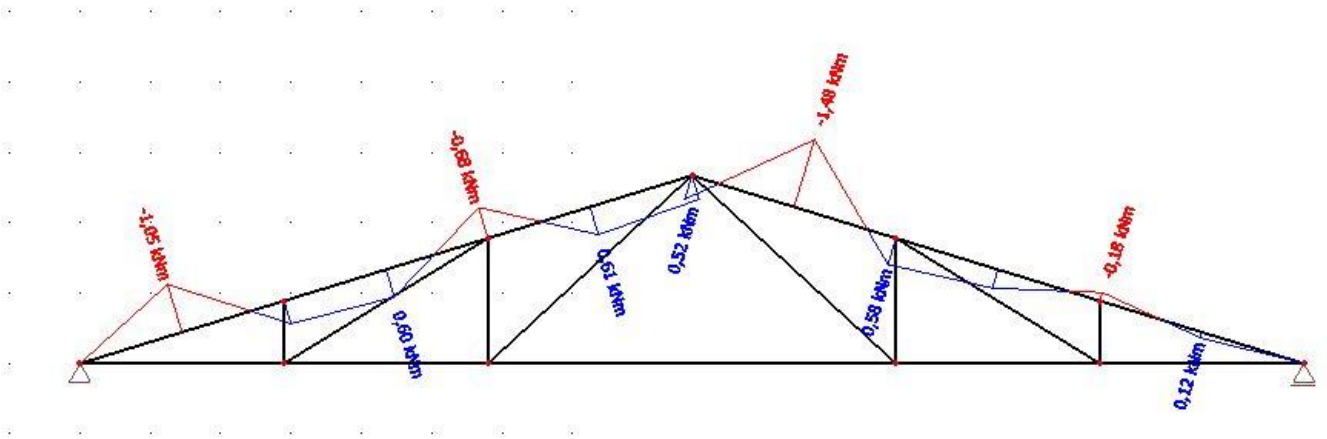
N



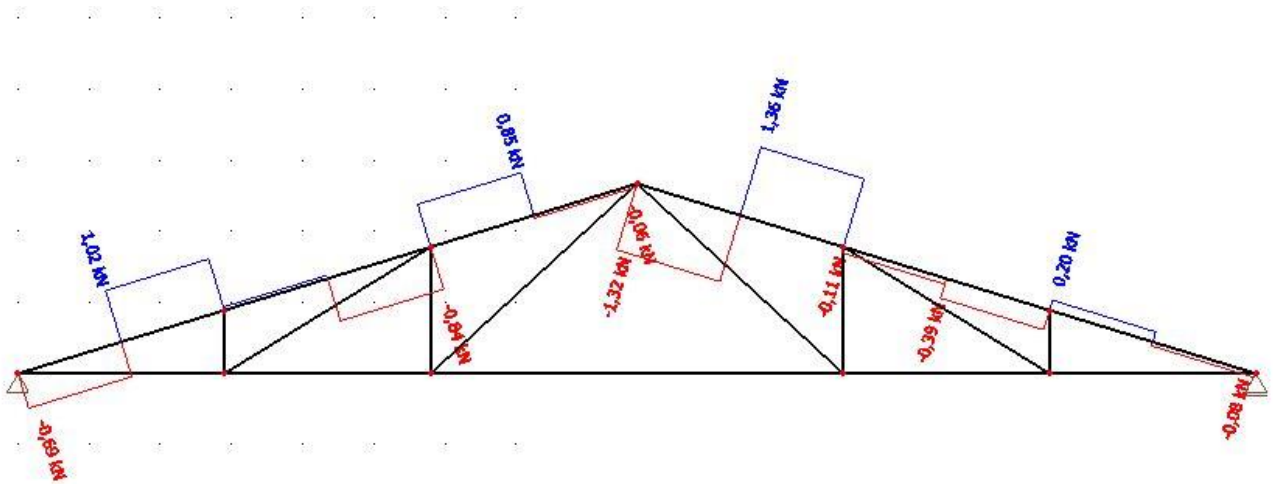
3.1.3 3. proračunska kombinacija

$$1,0 * G + 1,50 * W_1$$

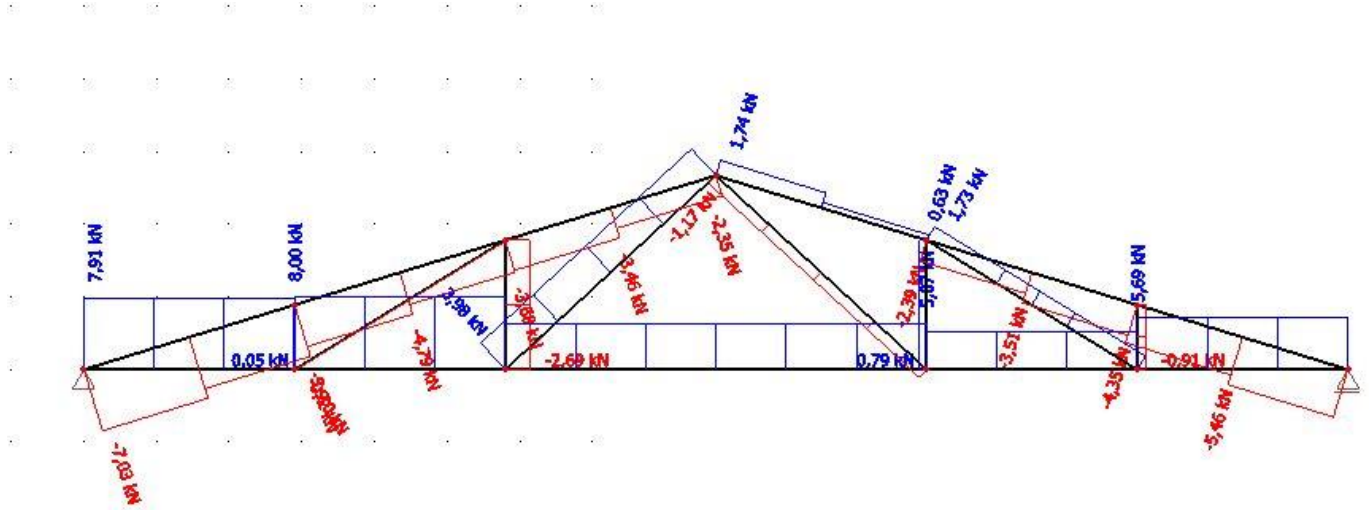
M



V

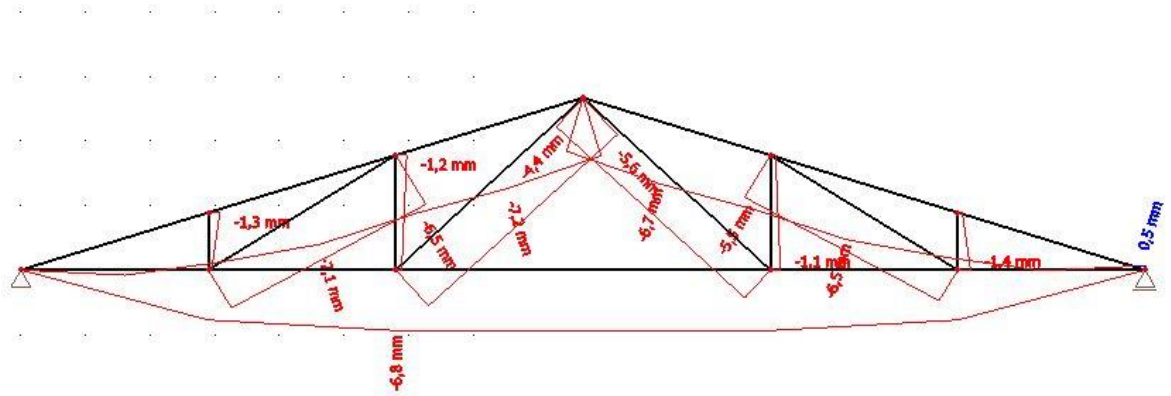


N



### 3.2 Kontrola progiba

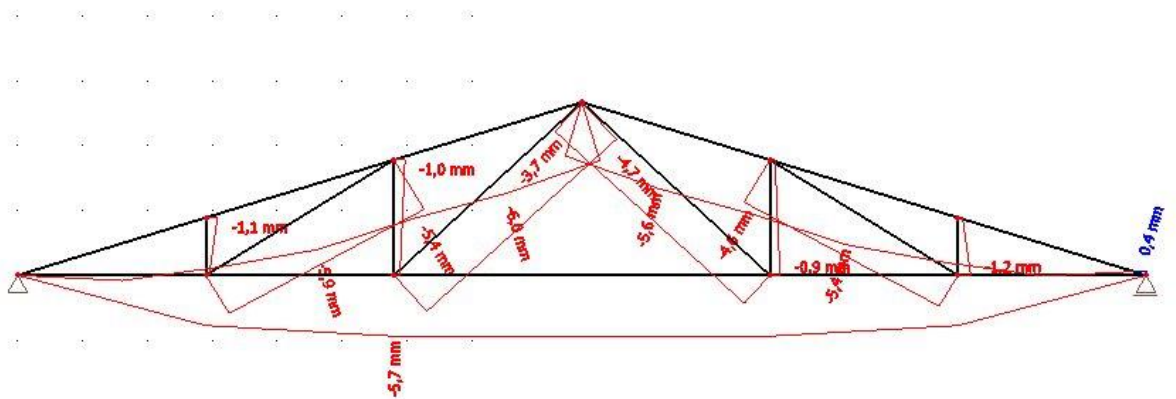
#### 3.2.1 Stalno opterećenje (G)



$$u_{G,inst}=0,68 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} u_{G,fin} &= u_{G,inst}(1+k_{def,G}) \\ &= 0,68*(1+0,6) \\ &= 1,088 \text{ cm} \end{aligned}$$

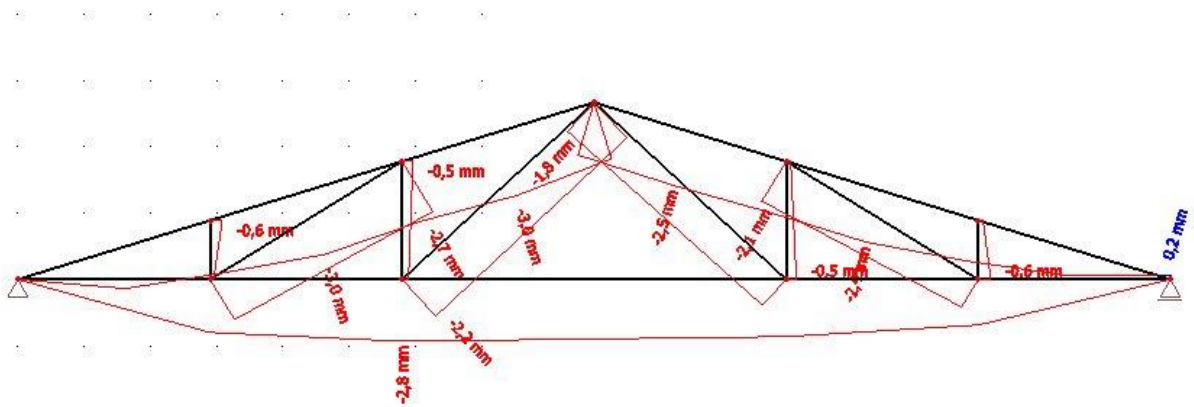
#### 3.2.2 Promjenjivo opterećenje- snijeg (Q)



$$u_{Q,inst}=0,570 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} u_{Q,fin} &= u_{Q,inst}(1+k_{def,P}) \\ &= 0,57*(1+0,25) \\ &= 0,713 \text{ cm} \end{aligned}$$

### 3.2.3 Promjenjivo opterećenje vjetar (W2)



$$\begin{aligned}
 U_{Q,inst} &= 0,28 \text{ cm} \\
 U_{Q,fin} &= U_{Q,inst}(1+k_{def,P}) \\
 &= 0,28 * (1+0,0) \\
 &= 0,28 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Kontrola progiba

1) a) snijeg

$$\begin{aligned}
 U_{Q,inst} &\leq \frac{l}{300} \\
 0,57 \text{ cm} &\leq \frac{1740}{300} = 5,8 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

b) vjetar

$$\begin{aligned}
 U_{Q,inst} &\leq \frac{l}{300} \\
 0,28 \text{ cm} &\leq \frac{1740}{300} = 5,8 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

2) a) snijeg

$$\begin{aligned}
 U_{fin} &= U_{G,fin} + U_{Q,fin} \\
 &= 1,088 + 0,713 \\
 &= 1,801 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$U_{fin} - U_{G,inst} = 1,801 - 0,68 = 1,121 \text{ cm} \leq \frac{l}{200} = \frac{1740}{200} = 8,7 \text{ cm}$$

b) vjetar

$$\begin{aligned}
 U_{fin} &= U_{G,fin} + U_{Q,fin} \\
 &= 1,088 + 0,28 \\
 &= 1,368 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$U_{fin} - U_{G,inst} = 1,368 - 0,68 = 0,688 \text{ cm} \leq \frac{l}{200} = \frac{1740}{200} = 8,7 \text{ cm}$$

## 4. Dimenzioniranje

Karakteristične vrijednosti čvrstoća i modula elastičnosti:

$$f_{m,k} = 24 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t,0,k} = 14 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,k} = 21 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,k} = 2,7 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{o,mean} = 11000 \text{ N/mm}^2$$

$$G_{mean} = 690 \text{ N/mm}^2$$

Proračunske vrijednosti čvrstoća:

$$f_d = k_{mod} \cdot \frac{f_k}{\gamma_M}$$

Uporabna klasa 1, kratkotrajno opterećenje  $k_{mod} = 0,90$

$\gamma_M = 1,3$  - parcijalni koeficijent sigurnosti za drvo i materijale na bazi drva

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,90 \cdot \frac{24 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1,3} = 16,62 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{t,k}}{\gamma_M} = 0,90 \cdot \frac{14 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1,3} = 9,69 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,k}}{\gamma_M} = 0,90 \cdot \frac{21 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1,3} = 14,54 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,90 \cdot \frac{2,7 \text{ N/mm}^2}{1,3} = 1,87 \text{ N/mm}^2$$

#### 4.1 Gornji pojas

Pretpostavljeni poprečni presjek:  
 $b/h = 20/22 \text{ cm}$

Geometrijske karakteristike presjeka:

$$A = 20 \cdot 22 = 440 \text{ cm}^2$$

$$W_y = \frac{20 \cdot 22^2}{6} = 1613,33 \text{ cm}^3$$

Kombinacija opterećenja 2

$$N_{c,d} = -201,19 \text{ kN}$$

$$M_{y,d} = 8,36 \text{ kNm}$$

$$V_d = 6,70 \text{ kN}$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{c,d}}{A} = \frac{201,19 \text{ kN}}{440 \text{ cm}^2} = 0,4573 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = 4,573 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y} = \frac{8,36 \cdot 100 \text{ kNcm}}{1613,33 \text{ cm}^3} = 0,5182 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = 5,182 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Koeficijent izvijanja  $k_c$  :

$$l_{ef} = \frac{l}{\cos \alpha} = \frac{17,4/6}{\cos 17^\circ} = 3,033 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{l_{ef,z}}{i} = \frac{3,033 \cdot 100 \text{ cm}}{0,289 \cdot 20} = 52,5$$

$$O\check{C}ITANO \Rightarrow k_c = 0,765$$

Za savijane štapove pravokutnog poprečnog presjeka širine  $b$ ,  $k_m = 1,0$ , ako je:

$$\frac{(l_{eff} \cdot h)}{b^2} = \frac{303,3 \text{ cm} \cdot 22 \text{ cm}}{20^2 \text{ cm}^2} = 16,68 < 140 \Rightarrow k_m = 1,0$$

Dokaz stabilnosti :

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_m \cdot f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} < 1$$
$$\frac{5,182}{1,0 \cdot 16,62} + \frac{4,573}{0,765 \cdot 14,54} = 0,7229 < 1$$

Posmik:

$$\tau_d = 1,5 \cdot \frac{V_d}{A} = 1,5 \cdot \frac{6,70 \text{ kN}}{440 \text{ cm}^2} = 0,0228 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = 0,228 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$
$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} = \frac{0,228 \text{ N/mm}^2}{1,87 \text{ N/mm}^2} = 0,122 < 1$$

Poprečni presjek zadovoljava. Usvojeno  $b/h = 20/22 \text{ cm}$

## 4.2 Donji pojas

Pretpostavljeni poprečni presjek:

$$b/h = 20/22 \text{ cm}$$

Geometrijske karakteristike presjeka:

$$A = 20 \cdot 22 = 400 \text{ cm}^2$$

$$W_y = \frac{20 \cdot 22^2}{6} = 1613,33 \text{ cm}^3$$

Kombinacija opterećenja 2

$$N_{t,d} = 190,96 \text{ kN}$$

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{t,d}}{A_{netto}} = \frac{190,96 \text{ kN}}{0,80 \cdot 440 \text{ cm}^2} = 0,5425 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = 5,425 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Dokaz stabilnosti:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} < 1$$
$$\frac{5,425}{9,69} = 0,559 < 1$$

Poprečni presjek zadovoljava. Usvojeno  $b/h = 20/22 \text{ cm}$



### 4.3 Dijagonale

Pretpostavljeni poprečni presjek:  
 $b/h = 2 \cdot 10/20\text{cm}$

Geometrijske karakteristike presjeka:  
 $A = 2 \cdot 10 \cdot 20 = 400 \text{ cm}^2$

$$\begin{aligned} & \text{Kombinacija opterećenja 2} \\ & N_{t,d} = 48,75 \text{ kN} \\ \sigma_{t,0,d} &= \frac{N_{t,d}}{A_{netto}} = \frac{48,75 \text{ kN}}{0,80 \cdot 400 \text{ cm}^2} = 0,1523 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = 1,523 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \end{aligned}$$

Dokaz stabilnosti:

$$\begin{aligned} \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} &< 1 \\ \frac{1,523}{9,69} &= 0,1571 < 1 \end{aligned}$$

Poprečni presjek zadovoljava. Usvojeno  $b/h = 2 \cdot 10/20 \text{ cm}$

### 4.4 Vertikale

Pretpostavljeni poprečni presjek:  
 $b/h = 20/20\text{cm}$

Geometrijske karakteristike presjeka:  
 $A = 20 \cdot 20 = 400 \text{ cm}^2$

$$\begin{aligned} & \text{Kombinacija opterećenja 2} \\ & N_{c,d} = -36,89 \text{ kN} \\ \sigma_{c,0,d} &= \frac{N_{c,d}}{A} = \frac{36,89 \text{ kN}}{400 \text{ cm}^2} = 0,0922 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = 0,922 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \end{aligned}$$

Koeficijent izvijanja  $k_c$  :

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{1,78 \text{ m}}{0,289 \cdot 20} = 30,2$$

$$OČITANO \Rightarrow k_c = 0,974$$

Dokaz stabilnosti :

$$\begin{aligned} \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} &< 1 \\ \frac{0,922}{0,974 \cdot 14,54} &= 0,065 < 1 \end{aligned}$$

Poprečni presjek zadovoljava. Usvojeno  $b/h = 20/20 \text{ cm}$

## 4.5 Podrožnice

Najveće opterećenje za stabilizaciju uzrokuje kombinacija koja uključuje vlastitu težinu i vjetar  $w_2$ .

Van sustava stabilizacije  $b/h = 14/16\text{cm}$

Djelovanja

$$\begin{aligned} q_{G,k} &= g_k \cdot e = 0,28 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,52\text{m} = 0,4256 \text{ kN/m} \\ q_{Q,k,W} &= w_2 \cdot e = 0,266 \cdot 1,52\text{m} = 0,404 \text{ kN/m} \\ q_{Q,k,S} &= s \cdot e = 0,4 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,52\text{m} = 0,608 \text{ kN/m} \\ q_{z,d} &= 1,35 \cdot q_{G,k} \cdot \cos \alpha + 1,50 \cdot 0,9 \cdot (q_{Q,k,W} + q_{Q,k,S} \cdot \cos \alpha) = 1,8798 \text{ kN/m} \\ q_{y,d} &= 1,35 \cdot q_{G,k} \cdot \sin \alpha + 1,50 \cdot 0,9 \cdot q_{Q,k,S} \cdot \sin \alpha = 0,408 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Rezne sile:

$$\begin{aligned} M_{y,d} &= \frac{q_{z,d} \cdot l^2}{8} = \frac{1,88 \cdot 5,2^2}{8} = 6,35 \text{ kNm} \\ M_{z,d} &= \frac{q_{y,d} \cdot l^2}{8} = \frac{0,408 \cdot 5,2^2}{8} = 1,379 \text{ kNm} \\ V_{y,d} &= \frac{q_{y,d} \cdot l}{2} = \frac{0,408 \cdot 5,2}{2} = 1,061 \text{ kN} \\ V_{z,d} &= \frac{q_{z,d} \cdot l}{2} = \frac{1,88 \cdot 5,2}{2} = 4,888 \text{ kN} \end{aligned}$$

Karakteristike poprečnog presjeka:

$$\begin{aligned} A &= 14 \cdot 16 = 224 \text{ cm}^2 \\ W_y &= \frac{14 \cdot 16^2}{6} = 597,3 \text{ cm}^3 \\ W_z &= \frac{16 \cdot 14^2}{6} = 522,7 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Proračunska naprezanja:

$$\begin{aligned} \sigma_{m,y,d} &= \frac{M_{y,d}}{W_y} = \frac{6,35 \cdot 10^6}{597,3 \cdot 10^3} = 10,96 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{m,z,d} &= \frac{M_{z,d}}{W_z} = \frac{1,379 \cdot 10^6}{522,7 \cdot 10^3} = 2,63 \text{ N/mm}^2 \\ \tau_{y,d} &= 1,5 \cdot \frac{V_{y,d}}{A} = 1,5 \cdot \frac{1,061 \cdot 10^3}{224 \cdot 10^2} = 0,071 \text{ N/mm}^2 \\ \tau_{z,d} &= 1,5 \cdot \frac{V_{z,d}}{A} = 1,5 \cdot \frac{4,888 \cdot 10^3}{224 \cdot 10^2} = 0,327 \text{ N/mm}^2 \\ \frac{l_{ef} \cdot h}{b^2} &= \frac{520 \cdot 14}{16^2} = 42,44 < 140 \rightarrow k_m = 1,0 \end{aligned}$$

Dokaz nosivosti i stabilnosti:

$$\begin{aligned} \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_m \cdot f_{m,d}} + k_{red} \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} &= \frac{10,96}{1,0 \cdot 16,62} + 0,7 \cdot \frac{2,63}{16,62} = 0,77 < 1,0 \\ k_{red} \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_m \cdot f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} &= 0,7 \cdot \frac{10,96}{1,0 \cdot 16,62} + \frac{2,63}{16,62} = 0,61 < 1,0 \\ \left(\frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}}\right)^2 &= \left(\frac{0,071}{1,87}\right)^2 + \left(\frac{0,327}{1,87}\right)^2 = 0,032 < 1,0 \end{aligned}$$

Poprečni presjek zadovoljava. Usvojeno  $b/h = 14/16 \text{ cm}$

## 5. Stabilizacija

U sustavu stabilizacije  $b/h = 14/16$  cm

Zamjenjujuće djelovanje (stabilizacija):

$$F_d = \frac{N_d \cdot (1 - k_c)}{80}$$

Pri čemu je srednja vrijednost vlačne sile u gornje pojasu:

$$N_d = (1 - k_m) \cdot \frac{M_{y,d}}{h_1}$$

Koeficijent izbočavanja:

$$l_{ef} = 9,1m$$

$$\frac{l_{ef} \cdot h}{b^2} = \frac{910 \cdot 16}{14^2} = 74,28 < 140 \rightarrow k_m = 1,0$$

$$N_d = 0kN$$

$$F_d = 0kN$$

$$\Rightarrow q_d = k_1 \cdot \frac{n \cdot N_d}{30 \cdot \bar{l}} = 0 \quad \text{-zamjenjujuće djelovanje od izbočavanja}$$

Karakteristike poprečnog presjeka:

$$\begin{aligned} A &= 14 \cdot 16 = 224 \text{ cm}^2 \\ W_y &= \frac{14 \cdot 16^2}{6} = 597,3 \text{ cm}^3 \\ W_z &= \frac{16 \cdot 14^2}{6} = 522,7 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

## 5.1 Spojevi glavni nosač-področnica

Djelovanje vjetra:

-vjetar pod kutom od 90 stupnjeva (u ravnini sprege) -> zona D

$$q = q_p(z_e) \cdot (0,8+0,3)=0,516 \text{ kN/m}^2$$

Ukupno djelovanje u čvorovima:

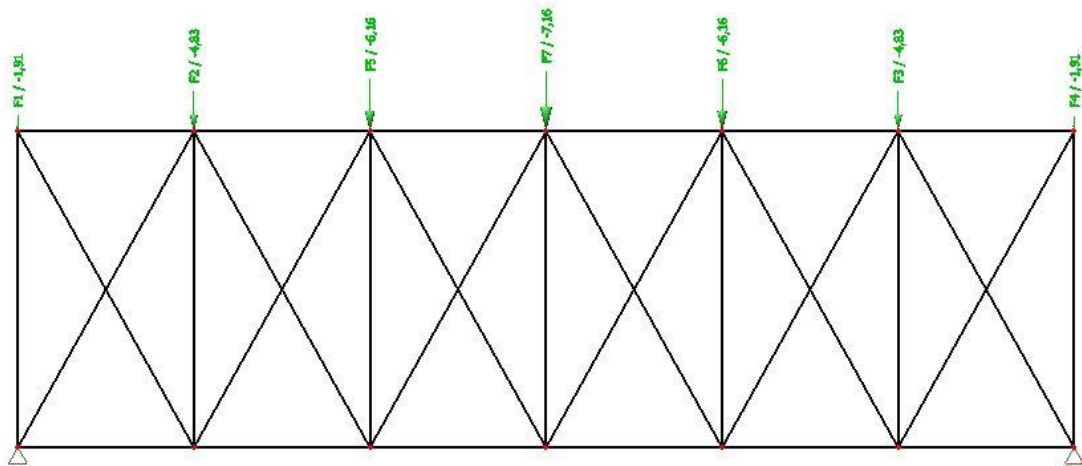
$$F_d = q \cdot a$$

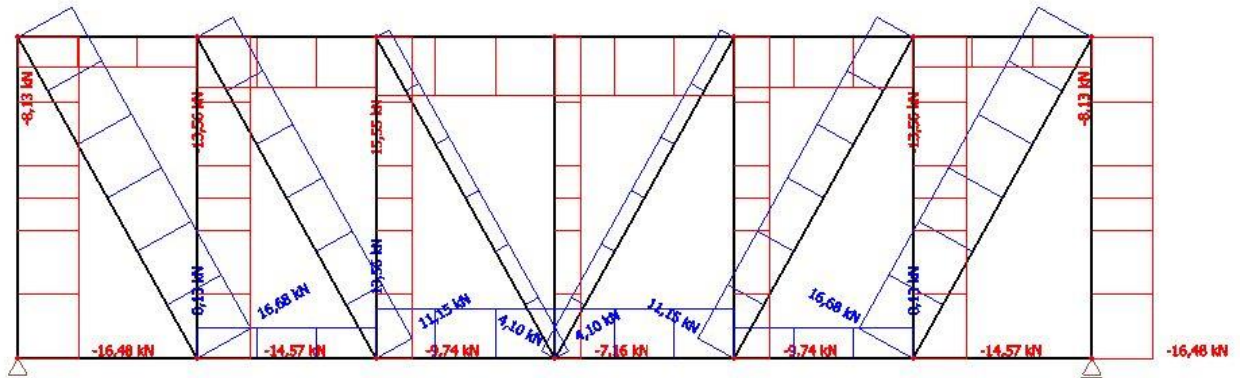
$$F_{d1} = q \cdot a = 0,516 \cdot (2,33 \cdot 1,45 + \frac{1,45 \cdot 0,45}{2}) = 1,91 \text{ kN}$$

$$F_{d2} = q \cdot a = 0,516 \cdot (2,78 \cdot 2,9 + \frac{2,9 \cdot 0,89}{2}) = 4,83 \text{ kN}$$

$$F_{d3} = q \cdot a = 0,516 \cdot (3,67 \cdot 2,9 + \frac{2,9 \cdot 0,89}{2}) = 6,167 \text{ kN}$$

$$F_{d4} = 2 \cdot q \cdot a = 2 \cdot 0,516 \cdot (4,56 \cdot 1,45 + \frac{1,45 \cdot 0,45}{2}) = 7,16 \text{ kN}$$





## 5.2 Dokaz za gornji pojas glavnog nosača

Pretpostavljeni poprečni presjek punog profila: 20/22 cm

Karakteristične vrijednosti poprečnog presjeka:

$$A = 20 \cdot 20 = 400 \text{ cm}^2$$

$$N_{\text{stabilizacija}} = 15,55 \text{ kN}$$

$$\sigma_{c,0,d,\text{stabilizacija}} = \frac{N_{\text{stabilizacija}}}{A} = \frac{15,55 \cdot 10^3}{440 \cdot 10^2} = 0,353 \text{ N/mm}^2$$

Koeficijent izvijanja  $k_c$  :

$$l_{ef} = \frac{l}{\cos \alpha} = \frac{17,4/6}{\cos 17^\circ} = 3,033 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{l_{ef,z}}{i} = \frac{3,033 \cdot 100 \text{ cm}}{0,289 \cdot 20} = 52,5$$

$$OČITANO \Rightarrow k_c = 0,765$$

Dokaz nosivosti i stabilnosti

$$\frac{\sigma_{c,0,d,\text{stabilizacija}}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_m \cdot f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} < 1$$

$$\frac{0,353}{0,765 \cdot 14,54} + \frac{5,182}{1,0 \cdot 16,62} + \frac{4,573}{0,765 \cdot 14,54} = 0,753 < 1$$

Poprečni presjek zadovoljava.

### 5.3 Dokaz za podrožnice

Pretpostavljeni poprečni presjek:  $b/h = 14/16\text{cm}$

Karakteristične vrijednosti poprečnog presjeka:

$$A = 14 \cdot 16 = 224 \text{ cm}^2$$

$$N_{\text{stabilizacija}} = 16,48\text{KN}$$

$$\sigma_{c,0,d,\text{stabilizacija}} = \frac{N_{\text{stabilizacija}}}{A} = \frac{16,48 \cdot 10^3}{224 \cdot 10^2} = 0,735 \text{ N/mm}^2$$

Koeficijent izvijanja  $k_c$  :

$$l_{ef} = 5,2 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{l_{ef,z}}{i} = \frac{5,2 * 100 \text{ cm}}{0,289 * 18} = 100$$

$$O\check{C}ITANO \Rightarrow k_c = 0,303$$

Dokaz nosivosti i stabilnosti

$$\frac{\sigma_{c,0,v_1,d,\text{stabilizacija}}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_m \cdot f_{m,d}} + k_{red} \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} < 1,0$$
$$\frac{0,735}{0,303 \cdot 14,54} + \frac{10,69}{1,0 \cdot 16,62} + 0,7 \cdot \frac{2,63}{16,62} = 0,93 < 1,0$$

$$\frac{\sigma_{c,0,v_1,d,\text{stabilizacija}}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + k_{red} \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_m \cdot f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} < 1,0$$
$$\frac{0,735}{0,303 \cdot 14,54} + 0,7 \cdot \frac{10,69}{1,0 \cdot 16,62} + \frac{2,63}{16,62} = 0,41 < 1,0$$

Poprečni presjek zadovoljava.

### 5.4 Dokaz za dijagonale

$$N_{\text{stabilizacija}} = 16,68\text{KN}$$
$$\emptyset 20 (M20) \quad A_{\text{netto}} = 3,142 \text{ cm}^2$$

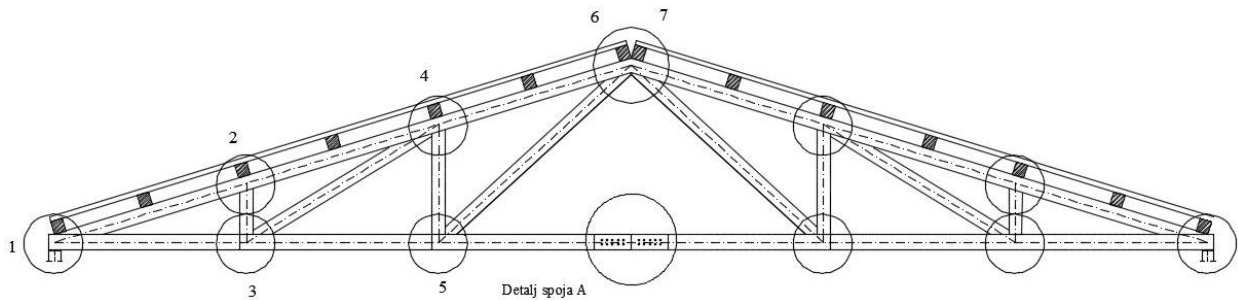
$$\sigma_{D_1d} = \frac{N_{\text{stabilizacija}}}{A_{\text{netto}}} = \frac{16,68 \cdot 10^3}{3,142 \cdot 10^2} = 53,09 \text{ N/mm}^2$$

S235

$$\sigma_{R,d} = \frac{f_{y,k}}{\gamma_M} = \frac{240}{1,1} = 218,18 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{D_1d}}{\sigma_{R,d}} = \frac{53,09}{218,18} = 0,243 < 1,0$$

## 6. Proračun spajala



### 6.1 VLACNI NASTAVAK REŠETKE

Osnovni materijal: puno drvo, 2x10/22 cm

klasa čvrstoće C24

Djelovanja: stalno + promjenjivo srednjetrajno

$F_d = 190,96$  kN

Uporabna klasa 1

Tijesno ugrađeni vijci  $\Phi$  16mm (M16) kl. čvrstoće 5,6

$$f_{u,k} = 500 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{mod} = 0,90$$

$$\gamma_M = 1,3 \text{ (drvo)}$$

$$\gamma_M = 1,1 \text{ (vijci*)}$$

$$R_k = \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,1,k} \cdot d}$$

$$\text{C24} \rightarrow \rho_{k,1} = 350 \text{ kg/m}^3$$

$$f_{h,o,k,1} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 16) \cdot 350 = 24,11 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{y,k} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 500 \cdot 16^{2,6} = 202676 \text{ Nmm}$$

$$\beta = \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}} = \frac{24,11}{24,11} = 1,0$$

$$R_k = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,0}{1 + 1,0}} \cdot \sqrt{2 \cdot 202676 \cdot 24,11 \cdot 16} = 12504,74 \text{ N}$$

Kontrola debljine elemenata

$$\text{Bočna drva: } t_{1,REQ} = 1,15 \cdot \left( \sqrt{\frac{1,0}{1+1,0}} \cdot 2 + 2 \right) \cdot \sqrt{\frac{202676}{24,11 \cdot 16}} = 89,99 \text{ mm}$$

$$t_{1,REQ} = 89,99 \text{ mm} < t_1 = 100 \text{ mm}$$

$$\text{Srednje drvo: } t_{2,REQ} = 1,15 \cdot \left( \frac{4}{\sqrt{1+\beta}} \right) \cdot \sqrt{\frac{M_{y,k}}{f_{H,2,k \cdot d}}} = 1,15 \cdot \left( \frac{4}{\sqrt{1+1,0}} \right) \cdot \sqrt{\frac{202676}{24,11 \cdot 16}} = 71,56$$

$$t_{2,REQ} = 74,55 \text{ mm} < t_2 = 200 \text{ mm}$$

Proračunska vrijednost nosivosti vijaka/rezu:

$$R_d = k_{mod} \cdot \frac{R_{k,tot}}{\gamma_M} ; \gamma_M = 1,1$$

$$R_d = 0,9 \cdot \frac{12,50}{1,1} = 10,22 \text{ N}$$

Potreban broj vijaka:

$$n = \frac{F_d}{R_d} = \frac{190,96}{2 \cdot 10,22} = 9,34 \quad \text{ODABRANO : 10 vijaka}$$

Konstruktivni zahtjevi – minimalni razmaci:

Paralelno sa vlakancima:

$$a_{1,req} = (3 + 2 \cdot \cos \alpha) \cdot d$$
$$a_{1,req} = (3 + 2 \cdot \cos 0) \cdot 16 = 80 \text{ mm} \leq 80 \text{ mm}$$

Okomito na vlakanca:

$$a_{2,req} = 3 \cdot d$$
$$a_{2,req} = 3 \cdot 16 = 48 \text{ mm} < 60 \text{ mm}$$

Od opterećenog kraja (paralelno s vlakancima):

$$a_{1,t} = \min(7d; 80 \text{ mm}) = \min(7 \cdot 16; 80) = 112 \text{ mm} < 120 \text{ mm}$$

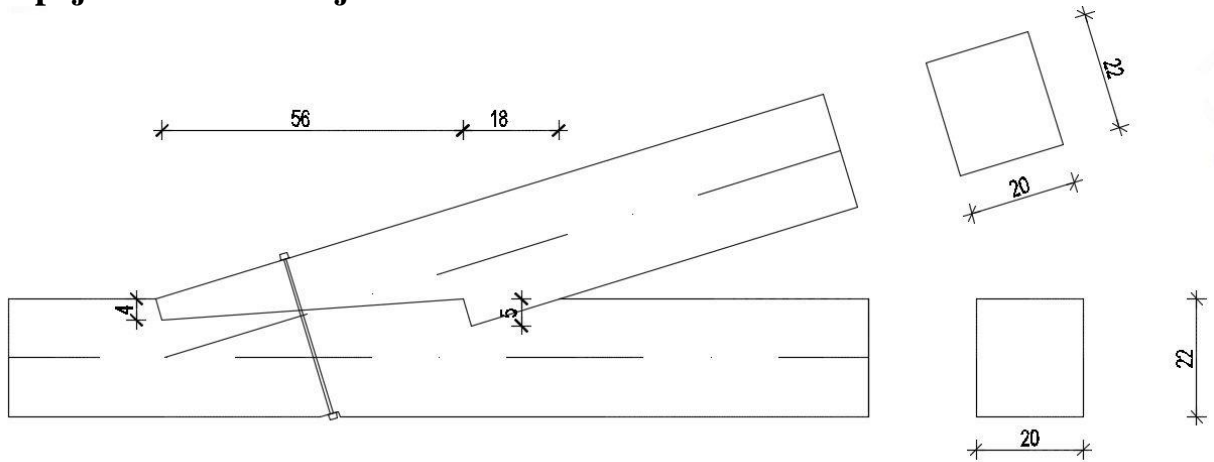
Od neopterećenog ruba (okomito na vlakanca):

$$a_{2,c} = 3 \cdot d = 3 \cdot 16 = 48 \text{ mm} < 80 \text{ mm}$$



6.2 Spoj 1

**Spoj – dvostruki zasjek**



$$N_{c,0,d} = -199,69 \text{ kN}$$

$$t_{v1} = 4,0 \text{ cm} ; t_{v2} = 5,0 \text{ cm} ; \gamma = 17^\circ ; \alpha = \frac{\gamma}{2} = \frac{17}{2} = 8,5^\circ$$

$$t_{v,max} = \frac{h}{4} = \frac{22}{4} = 5,5 \text{ cm}$$

$$t_{v1} = 4 \text{ cm} < 5,5 \text{ cm}$$

$$t_{v2} = 5 \text{ cm} < 5,5 \text{ cm}$$

Dokaz

$$\frac{F_d}{R_{tot,d}} \leq 1,0$$

$$R_{tot,d} = R_{1,c,0,d} + R_{2,c,0,d}$$

$$A_1 = \frac{20,0 \cdot 4,0}{\cos(8,5)} = 80,89 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = \frac{20,0 \cdot 5,0}{\cos(8,5)} = 104,57 \text{ cm}^2$$

Prednje čelo zasjeka

$$R_{1,\alpha,d} = f_{c,\alpha,d} \cdot A_1$$

$$f_{c,\alpha,d} = \frac{f_{c,0,d}}{\sqrt{\left(\frac{f_{c,0,d}}{2 \cdot f_{c,90,d}} \cdot \sin^2 \alpha\right)^2 + \left(\frac{f_{c,0,d}}{2 \cdot f_{v,d}} \cdot \sin(\alpha) \cdot \cos(\alpha)\right)^2 + \cos^4(\alpha)}}$$

$$f_{c,\alpha,d} = \frac{14,57}{\sqrt{\left(\frac{14,57}{2 \cdot 1,73} \cdot \sin^2(8.5)\right)^2 + \left(\frac{14,57}{2 \cdot 1,73} \cdot \sin(8.5) \cdot \cos(8.5)\right)^2 + \cos^4(8.5)}}$$

$$f_{c,\alpha,d} = 12,81 \text{ N/mm}^2$$

$$R_{1,\alpha,d} = 18,81 \cdot 80,89 = 103,6 \text{ kN}$$

$$R_{1,c.o,d} = \frac{R_{1,\alpha,d}}{\cos \alpha} = \frac{103,6}{\cos(8.5)} = 104,8 \text{ kN}$$

Zadnje čelo zasjeka

$$R_{2,\alpha,d} = f_{c,\alpha,d} \cdot A_2$$

$$f_{c,\gamma,d} = \frac{f_{c,0,d}}{\sqrt{\left(\frac{f_{c,0,d}}{2 \cdot f_{c,90,d}} \cdot \sin^2 \gamma\right)^2 + \left(\frac{f_{c,0,d}}{2 \cdot f_{v,d}} \cdot \sin(\gamma) \cdot \cos(\gamma)\right)^2 + \cos^4(\gamma)}}$$

$$f_{c,\alpha,d} = \frac{14,57}{\sqrt{\left(\frac{14,57}{2 \cdot 1,73} \cdot \sin^2(17)\right)^2 + \left(\frac{14,57}{2 \cdot 1,73} \cdot \sin(17) \cdot \cos(17)\right)^2 + \cos^4(17)}}$$

$$f_{c,\alpha,d} = 10,14 \text{ N/mm}^2$$

$$R_{2,c.o,d} = R_{2,\alpha,d} = 18,81 \cdot 80,89 \cdot 100 = 103,6 \text{ kN}$$

Dokaz:

$$\frac{F_d}{R_{tot,d}} \leq 1,0$$

$$R_{tot,d} = R_{1,c.o,d} + R_{2,c.o,d}$$

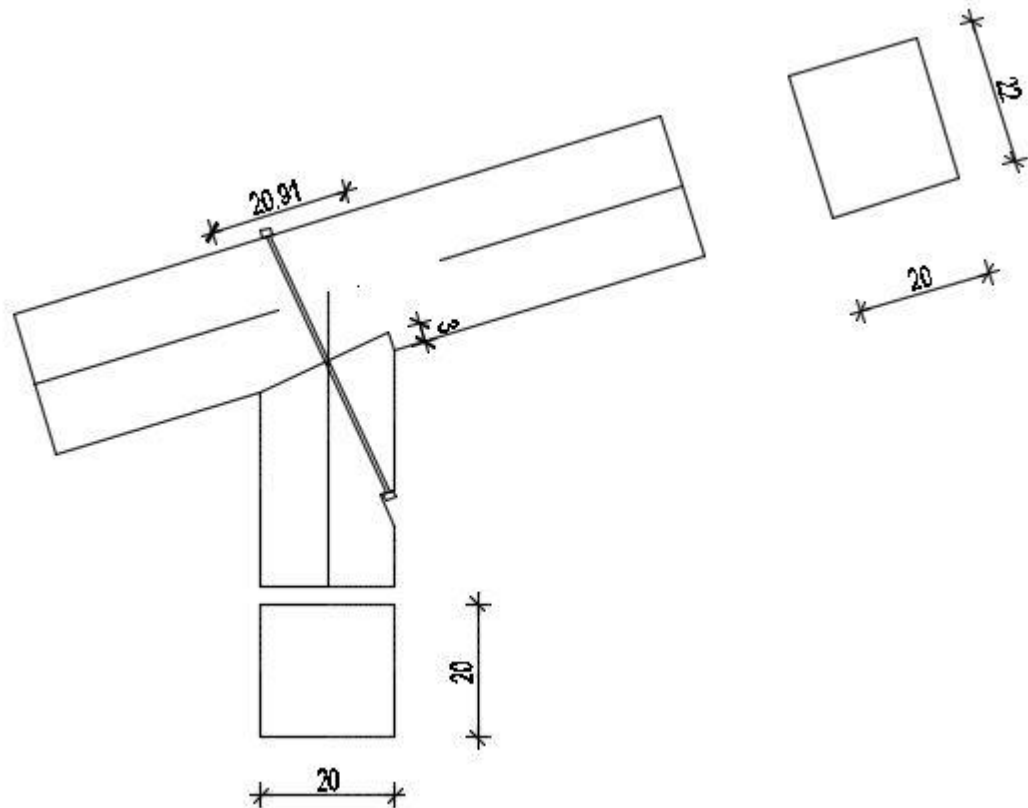
$$R_{tot} = 104,8 + 106,33 = 211,13 \text{ kN}$$

$$\frac{199,69}{211,13} \leq 1,0$$

$$0,94 \leq 1$$

6.3 Spoj 2

Spoj 2– jednostruki zasjek



$$N_{c,0,d} = -23,8$$

$$t_v = 3,0 \text{ cm}; \gamma = 72^\circ; \alpha = \frac{\gamma}{2} = \frac{72}{2} = 36,5^\circ$$

$$t_{v,max} = \frac{h}{6} = \frac{22}{6} = 3,66 \text{ cm}$$

$$t_v = 3,0 \text{ cm} < 3,66 \text{ cm}$$

$$\frac{\sigma_{c,\alpha,d}}{f_{c,\alpha,d}} \leq 1,0$$

$$\sigma_{c,\alpha,d} = \frac{F_{c,\alpha,d}}{A}$$

$$F_{c,\alpha,d} = F_{c,0,d} \cdot \cos(\alpha) = 23,8 \cdot \cos(36,5) = 19,13 \text{ kN}$$

$$A = \frac{20,0 \cdot 3,0}{\cos(36,5)} = 74,64 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{c,\alpha,d} = \frac{19,13 \cdot 10^3}{74,66 \cdot 10^2} = 2,56 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,\alpha,d} = \frac{f_{c,0,d}}{\sqrt{\left(\frac{f_{c,0,d}}{2 \cdot f_{c,90,d}} \cdot \sin^2 \alpha\right)^2 + \left(\frac{f_{c,0,d}}{2 \cdot f_{v,d}} \cdot \sin(\alpha) \cdot \cos(\alpha)\right)^2 + \cos^4(\alpha)}}$$

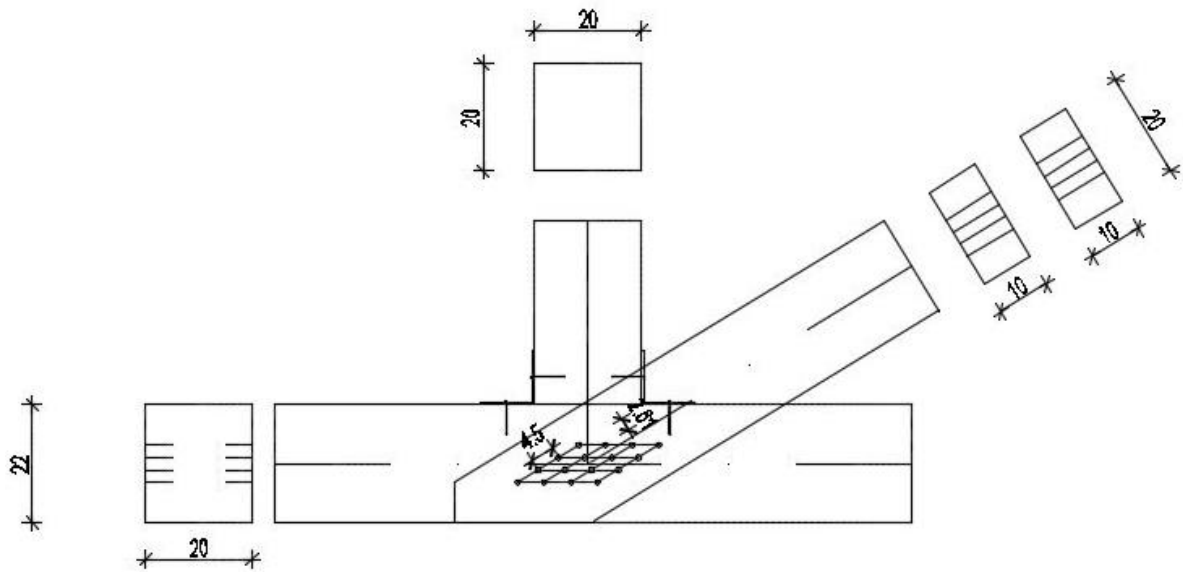
$$f_{c,\alpha,d} = \frac{14,54}{\sqrt{\left(\frac{14,54}{2 \cdot 1,73} \cdot \sin^2(36,5)\right)^2 + \left(\frac{14,54}{2 \cdot 1,73} \cdot \sin(36,5) \cdot \cos(36,5)\right)^2 + \cos^4(36,5)}}$$

$$f_{c,\alpha,d} = 5,82 \text{ N/mm}^2$$

Dokaz:

$$\frac{\sigma_{c,\alpha,d}}{f_{c,\alpha,d}} = \frac{2,56}{5,82} = 0,44 \leq 1,0$$

## 6.4 Spoj 3



### Tlak okomito na vlakanca

$$N_{c,0,d} = -23,8$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$\frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{90,d}} \leq 1$$

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{eff}}$$

$$f_{c,90,k} = 2,5(N/mm^2)$$

$$f_{c,90,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,90,k}}{\gamma_m}$$

$$f_{c,90,d} = 0,9 \cdot \frac{2,5}{1,3} = 1,73(N/mm^2)$$

$$A_{eff} = 20 \cdot 20 = 400cm^2 = 40000mm^2$$

$$F_{c,90,d} = 23,8kN = 23800N$$

$$F_{c,90,d} = \frac{23800}{40000} = 0,595(N/mm^2)$$

$$k_{c,90} = 1$$

$$\frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,595}{1 \cdot 1,73} \leq 1$$

0,344 ≤ 1 zadovoljava

## Čavlni spoj

$$N_{t,d} = 45,6kN$$

Čavli Na 6,0/150 – bušeni

$$f_{u,k} = 600 N/mm^2$$

$$k_{mod} = 0,80$$

$$\gamma_M = 1,3 \text{ (drvo)}$$

$$\gamma_M = 1,1 \text{ (čavli*)}$$

Karakteristične vrijednosti tlačne čvrstoće po plaštu rupe i momenta popuštanja:

$$f_{h,1,k} = f_{h,2,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k$$

$$f_{h,1,k} = f_{h,2,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 6,0) \cdot 350 = 26,98 N/mm^2$$

$$M_{y,k} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 600 \cdot 6,0^{2,6} = 18\,987,41 Nmm$$

Karakteristična nosivost u reznoj ravnini:

$$R_k = \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,1,k} \cdot d}$$

$$\beta = \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}} = \frac{26,98}{26,98} = 1,0$$

$$R_k = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,0}{1 + 1,0}} \cdot \sqrt{2 \cdot 18\,987,41 \cdot 26,98 \cdot 6,0} = 2\,479,38 \text{ N}$$

Minimalna dubina zabijanja u zadnje drvo:

$$t_{2,req} = 1,15 \cdot \left( 2 \cdot \sqrt{\frac{\beta}{1 + \beta}} + 2 \right) \cdot \sqrt{\frac{M_{y,k}}{f_{h,1,k} \cdot d}}$$

$$\beta = \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}} = \frac{26,98}{26,98} = 1,0$$

$$t_{2,req} = 1,15 \cdot \left( 2 \cdot \sqrt{\frac{1,0}{1 + 1,0}} + 2 \right) \cdot \sqrt{\frac{18\,987,41}{26,98 \cdot 6,0}} = 42,52 \text{ mm}$$

$$t_{2,req} = 42,52 \text{ mm} < t_2 = 50 \text{ mm}$$

Reducirana proračunska vrijednost nosivosti čavla / rezu:

$$R_d = k_{mod} \cdot \frac{R_k}{\gamma_M} ; \gamma_M = 1,1$$

$$R_d = 0,8 \cdot \frac{2479,38}{1,1} = 1,8 \text{ kN}$$

Potreban broj čavala:

$$n = \frac{N_d}{R_d \cdot 2} = \frac{45,6}{2 \cdot 1,8} = 12,55 \text{ kom}$$

odabrano: 16 komada

Minimalni razmaci (bušeni čavli):

*paralelno sa vlakancima:*

$$a_{1,req} = (3 + 2\cos\alpha) \cdot d = (3 + 2\cos 0^\circ) \cdot 6,0 = 30 \text{ m}$$

*okomito na vlakanca:*

$$a_{2,req} = 3 \cdot d = 3 \cdot 6,0 = 18,0 \text{ mm}$$

*paralelno od opterećenog kraja:*

$$a_{1,t,req} = (7 + 5\cos\alpha) \cdot d = (7 + 5\cos 0^\circ) \cdot 6,0 = 72 \text{ mm}$$

*okomito od neopterećenog ruba:*

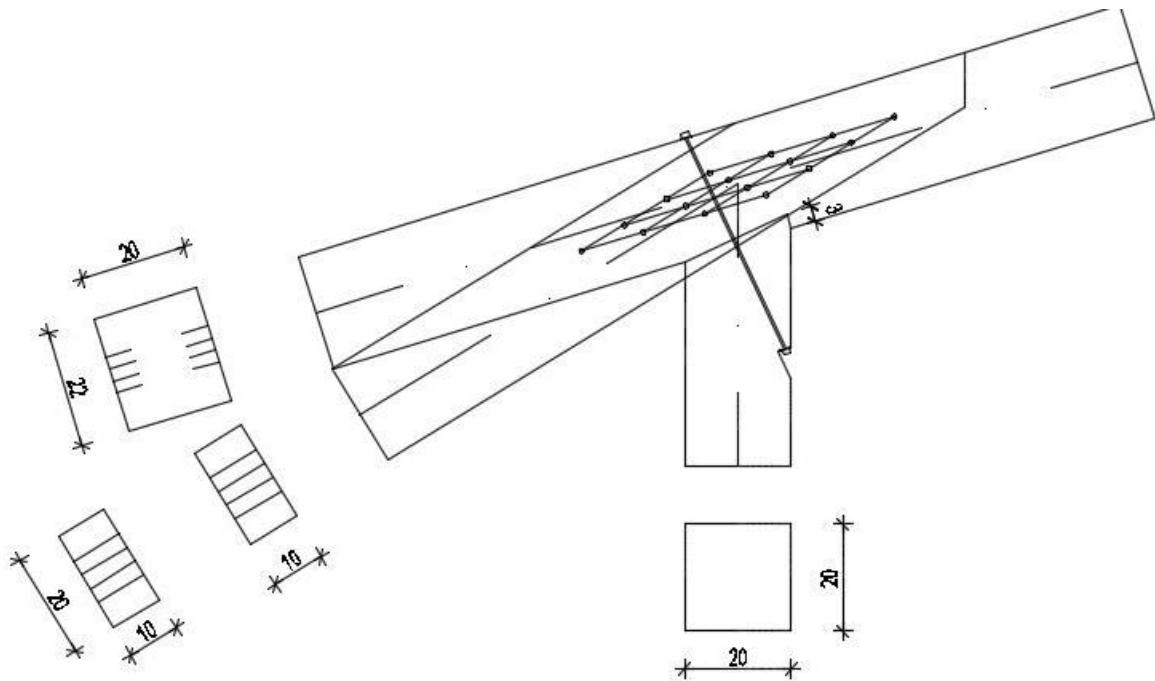
$$a_{2,c,req} = 3 \cdot d = 3 \cdot 6,0 = 18 \text{ mm}$$

*okomito od opterećenog ruba:*

$$a_{2,t,req} = (3 + 4\sin\alpha) \cdot d = 3 \cdot 6,0 = 18 \text{ mm}$$



6.5 Spoj 4



**Jednostruki zasjek**

$$N_{c,0,d} = -36,9$$

$$t_v = 3,0 \text{ cm}; \gamma = 73^\circ; \alpha = \frac{\gamma}{2} = \frac{73}{2} = 36,5^\circ$$

$$t_{v,max} = \frac{h}{6} = \frac{22}{6} = 3,66 \text{ cm}$$

$$t_v = 3,0 \text{ cm} < 3,66 \text{ cm}$$

$$\frac{\sigma_{c,\alpha,d}}{f_{c,\alpha,d}} \leq 1,0$$

$$\sigma_{c,\alpha,d} = \frac{F_{c,\alpha,d}}{A}$$

$$F_{c,\alpha,d} = F_{c,0,d} \cdot \cos(\alpha) = 36,9 \cdot \cos(36,5) = 29,66 \text{ kN}$$

$$A = \frac{20,0 \cdot 3,0}{\cos(36,5)} = 74,64 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{c,\alpha,d} = \frac{29,66 \cdot 10^3}{74,66 \cdot 10^2} = 3,97 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,\alpha,d} = \frac{f_{c,0,d}}{\sqrt{\left(\frac{f_{c,0,d}}{2 \cdot f_{c,90,d}} \cdot \sin^2 \alpha\right)^2 + \left(\frac{f_{c,0,d}}{2 \cdot f_{v,d}} \cdot \sin(\alpha) \cdot \cos(\alpha)\right)^2 + \cos^4(\alpha)}}$$

$$f_{c,\alpha,d} = \frac{14,54}{\sqrt{\left(\frac{14,54}{2 \cdot 1,73} \cdot \sin^2(36,5)\right)^2 + \left(\frac{14,54}{2 \cdot 1,87} \cdot \sin(36,5) \cdot \cos(36,5)\right)^2 + \cos^4(36,5)}}$$

$$f_{c,\alpha,d} = 5,82 \text{ N/mm}^2$$

Dokaz:

$$\frac{\sigma_{c,\alpha,d}}{f_{c,\alpha,d}} = \frac{3,95}{5,82} = 0,68 \leq 1,0$$

## Čavlni spoj

$$N_{t,d} = 45,6 \text{ kN}$$

Čavli Na 6,0/150 – bušeni

$$f_{u,k} = 600 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{mod} = 0,80$$

$$\gamma_M = 1,3 \text{ (drvo)}$$

$$\gamma_M = 1,1 \text{ (čavli*)}$$

Karakteristične vrijednosti tlačne čvrstoće po plaštu rupe i momenta popuštanja:

$$f_{h,1,k} = f_{h,2,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k$$

$$f_{h,1,k} = f_{h,2,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 6,0) \cdot 350 = 26,98 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{y,k} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 600 \cdot 6,0^{2,6} = 18\,987,41 \text{ Nmm}$$

Karakteristična nosivost u reznoj ravnini:

$$R_k = \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,1,k} \cdot d}$$

$$\beta = \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}} = \frac{26,98}{26,98} = 1,0$$

$$R_k = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,0}{1 + 1,0}} \cdot \sqrt{2 \cdot 18\,987,41 \cdot 26,98 \cdot 6,0} = 2\,479,38 \text{ N}$$

Minimalna dubina zabijanja u zadnje drvo:

$$t_{2,req} = 1,15 \cdot \left( 2 \cdot \sqrt{\frac{\beta}{1 + \beta}} + 2 \right) \cdot \sqrt{\frac{M_{y,k}}{f_{h,1,k} \cdot d}}$$

$$\beta = \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}} = \frac{26,98}{26,98} = 1,0$$

$$t_{2,req} = 1,15 \cdot \left( 2 \cdot \sqrt{\frac{1,0}{1 + 1,0}} + 2 \right) \cdot \sqrt{\frac{18\,987,41}{26,98 \cdot 6,0}} = 42,52 \text{ mm}$$

$$t_{2,req} = 42,52 \text{ mm} > t_2 = 40 \text{ mm}$$

Reducirana proračunska vrijednost nosivosti čavla / rezu:

$$R_d = k_{mod} \cdot \frac{R_k}{\gamma_M} ; \gamma_M = 1,1$$

$$R_d = 0,8 \cdot \frac{2\,479,38}{1,1} = 1,8 \text{ kN}$$

Potreban broj čavala:

$$n = \frac{N_d}{R_d \cdot 2} = \frac{45,6}{2 \cdot 1,8} = 12,55 \text{ kom}$$

odabrano: 16 komada

Minimalni razmaci (bušeni čavli):

*paralelno sa vlakancima:*

$$a_{1,req} = (3 + 2\cos\alpha) \cdot d = (3 + 2\cos 0^\circ) \cdot 6,0 = 30 \text{ m}$$

*okomito na vlakanca:*

$$a_{2,req} = 3 \cdot d = 3 \cdot 6,0 = 18,0 \text{ mm}$$

*paralelno od opterećenog kraja:*

$$a_{1,t,req} = (7 + 5\cos\alpha) \cdot d = (7 + 5\cos 0^\circ) \cdot 6,0 = 72 \text{ mm}$$

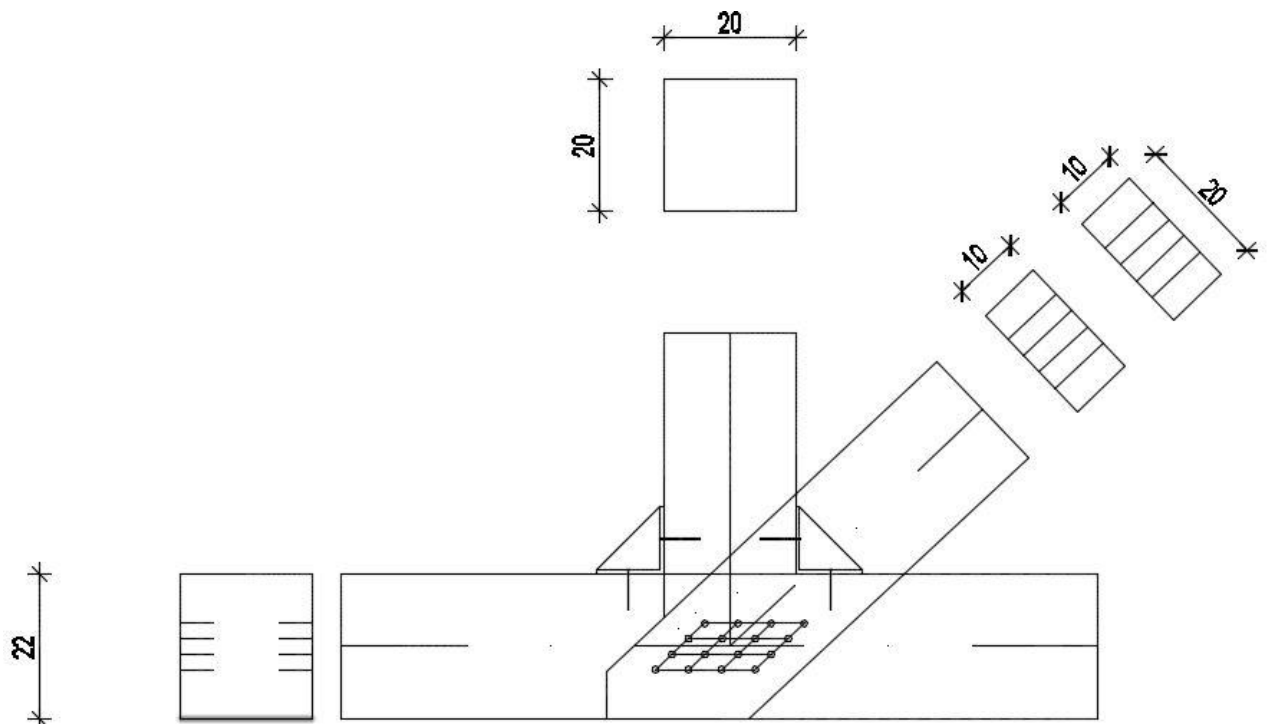
*okomito od neopterećenog ruba:*

$$a_{2,c,req} = 3 \cdot d = 3 \cdot 6,0 = 18 \text{ mm}$$

*okomito od opterećenog ruba:*

$$a_{2,t,req} = (3 + 4\sin\alpha) \cdot d = 3 \cdot 6,0 = 18 \text{ mm}$$

6.6 Spoj 5



Tlak okomito na vlakanca

$$N_{c,0,d} = -36,9$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$\frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{90,d}} \leq 1$$

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{eff}}$$

$$f_{c,90,k} = 2,5(N/mm^2)$$

$$f_{c,90,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,90,k}}{\gamma_m}$$

$$f_{c,90,d} = 0,9 \cdot \frac{2,5}{1,3} = 1,73(N/mm^2)$$

$$A_{eff} = 20 \cdot 20 = 400cm^2 = 40000mm^2$$

$$F_{c,90,d} = 36,9kN = 36900N$$

$$F_{c,90,d} = \frac{36900}{40000} = 0,9225(N/mm^2)$$

$$k_{c,90} = 1$$

$$\frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,9225}{1 \cdot 1,73} \leq 1$$

0,533 ≤ 1 zadovoljava

## Čavlni spoj

$$N_{t,d} = 54,5 \text{ kN}$$

Čavli Na 6,0/150 – bušeni

$$f_{u,k} = 600 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{mod} = 0,80$$

$$\gamma_M = 1,3 \text{ (drvo)}$$

$$\gamma_M = 1,1 \text{ (čavli*)}$$

Karakteristične vrijednosti tlačne čvrstoće po plaštu rupe i momenta popuštanja:

$$f_{h,1,k} = f_{h,2,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k$$

$$f_{h,1,k} = f_{h,2,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 6,0) \cdot 350 = 26,98 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{y,k} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 600 \cdot 6,0^{2,6} = 18\,987,41 \text{ Nmm}$$

Karakteristična nosivost u reznoj ravni:

$$R_k = \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,1,k} \cdot d}$$

$$\beta = \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}} = \frac{26,98}{26,98} = 1,0$$

$$R_k = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,0}{1 + 1,0}} \cdot \sqrt{2 \cdot 18\,987,41 \cdot 26,98 \cdot 6,0} = 2\,479,38 \text{ N}$$

Minimalna dubina zabijanja u zadnje drvo:

$$t_{2,req} = 1,15 \cdot \left( 2 \cdot \sqrt{\frac{\beta}{1 + \beta}} + 2 \right) \cdot \sqrt{\frac{M_{y,k}}{f_{h,1,k} \cdot d}}$$

$$\beta = \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}} = \frac{26,98}{26,98} = 1,0$$

$$t_{2,req} = 1,15 \cdot \left( 2 \cdot \sqrt{\frac{1,0}{1 + 1,0}} + 2 \right) \cdot \sqrt{\frac{18\,987,41}{26,98 \cdot 6,0}} = 42,52 \text{ mm}$$

$$t_{2,req} = 42,52 \text{ mm} > t_2 = 50 \text{ mm}$$

Proračunska vrijednost nosivosti čavla / rezu:

$$R_d = k_{mod} \cdot \frac{R_k}{\gamma_M} ; \gamma_M = 1,1$$

$$R_d = 0,8 \cdot \frac{2\,479,38}{1,1} = 1\,803,55 \text{ N} = 1,8 \text{ kN}$$

Potreban broj čavala:

$$n = \frac{N_d}{R_d \cdot 2} = \frac{54,5}{2 \cdot 1,8} = 15,13 \text{ kom}$$

odabrano: 16 komada

Minimalni razmaci (bušeni čavli):

*paralelno sa vlakancima:*

$$a_{1,req} = (3 + 2\cos\alpha) \cdot d = (3 + 2\cos 0^\circ) \cdot 6,0 = 30 \text{ m}$$

*okomito na vlakanca:*

$$a_{2,req} = 3 \cdot d = 3 \cdot 6,0 = 18,0 \text{ mm}$$

*paralelno od opterećenog kraja:*

$$a_{1,t,req} = (7 + 5\cos\alpha) \cdot d = (7 + 5\cos 0^\circ) \cdot 6,0 = 72 \text{ mm}$$

*okomito od neopterećenog ruba:*

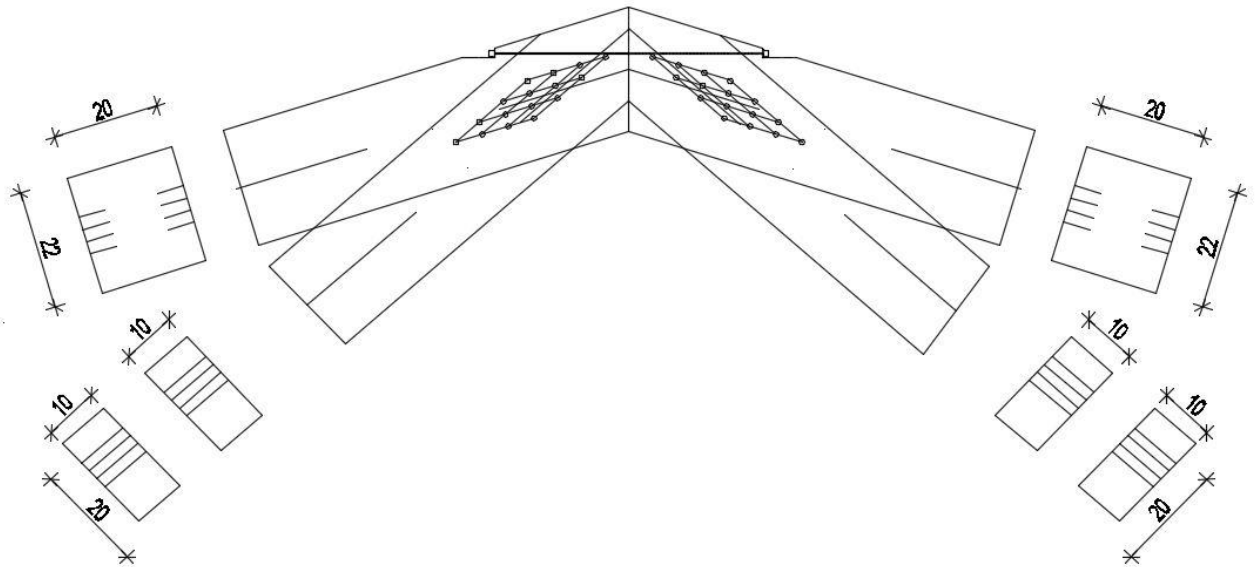
$$a_{2,c,req} = 3 \cdot d = 3 \cdot 6,0 = 18 \text{ mm}$$

*okomito od opterećenog ruba:*

$$a_{2,t,req} = (3 + 4\sin\alpha) \cdot d = 3 \cdot 6,0 = 18 \text{ mm}$$



6.7 Spoj 6



**Tlak pod kutem na vlakanca**

$$\alpha = 34^\circ$$

$$F_{c,\alpha,d} = 162,34 \text{ kN}$$

$$\sigma_{c,o,d} = \frac{F_{c,\alpha,d}}{A_{eff}} = \frac{162,34 \cdot 10^3}{460 \cdot 10^2} = 3,57 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{eff} = 20 \cdot 23 = 460 \text{ cm}^2$$

$$k_{c,\alpha} = 1 + (k_{c,90} - 1) \sin \alpha = 1 + (1 - 1) \sin 34^\circ = 1$$

$$f_{c,\alpha,d} = \frac{f_{c,0,d}}{\sqrt{\left(\frac{f_{c,0,d}}{2 \cdot f_{c,90,d}} \cdot \sin^2 \alpha\right)^2 + \left(\frac{f_{c,0,d}}{1,5 \cdot f_{v,d}} \cdot \sin(\alpha) \cdot \cos(\alpha)\right)^2 + \cos^4(\alpha)}}$$

$$f_{c,\alpha,d} = \frac{14,54}{\sqrt{\left(\frac{14,54}{2 \cdot 1,73} \cdot \sin^2(34)\right)^2 + \left(\frac{14,54}{1,5 \cdot 1,87} \cdot \sin(34) \cdot \cos(34)\right)^2 + \cos^4(34)}}$$

$$f_{c,\alpha,d} = 5,08 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{c,\alpha,d}}{k_{c,\alpha} \cdot f_{c,\alpha,d}} \leq 1$$

$$\frac{3,57}{1 \cdot 5,08} \leq 1$$

$$0,70 \leq 1$$

## Čavlandi spoj

$$N_{t,d} = 54,5 \text{ kN}$$

Čavli Na 6,0/150 – bušeni

$$f_{u,k} = 600 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{mod} = 0,80$$

$$\gamma_M = 1,3 \text{ (drvo)}$$

$$\gamma_M = 1,1 \text{ (čavli*)}$$

Karakteristične vrijednosti tlačne čvrstoće po plaštu rupe i momenta popuštanja:

$$f_{h,1,k} = f_{h,2,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k$$

$$f_{h,1,k} = f_{h,2,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 6,0) \cdot 350 = 26,98 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{y,k} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 600 \cdot 6,0^{2,6} = 18\,987,41 \text{ Nmm}$$

Karakteristična nosivost u reznj ravlini:

$$R_k = \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,1,k} \cdot d}$$

$$\beta = \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}} = \frac{26,98}{26,98} = 1,0$$

$$R_k = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,0}{1 + 1,0}} \cdot \sqrt{2 \cdot 18\,987,41 \cdot 26,98 \cdot 6,0} = 2\,479,38 \text{ N}$$

Minimalna dubina zabijanja u zadnje drvo:

$$t_{2,req} = 1,15 \cdot \left( 2 \cdot \sqrt{\frac{\beta}{1 + \beta}} + 2 \right) \cdot \sqrt{\frac{M_{y,k}}{f_{h,1,k} \cdot d}}$$

$$\beta = \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}} = \frac{26,98}{26,98} = 1,0$$

$$t_{2,req} = 1,15 \cdot \left( 2 \cdot \sqrt{\frac{1,0}{1 + 1,0}} + 2 \right) \cdot \sqrt{\frac{18\,987,41}{26,98 \cdot 6,0}} = 42,52 \text{ mm}$$

$$t_{2,req} = 42,52 \text{ mm} > t_2 = 50 \text{ mm}$$

Proračunska vrijednost nosivosti čavla / rezu:

$$R_d = k_{mod} \cdot \frac{R_k}{\gamma_M} ; \gamma_M = 1,1$$

$$R_d = 0,8 \cdot \frac{2479,38}{1,1} = 1\,803,55 \text{ N} = 1,8 \text{ kN}$$

Potreban broj čavala:

$$n = \frac{N_d}{R_d \cdot 2} = \frac{54,5}{2 \cdot 1,8} = 15,13 \text{ kom}$$

odabrano: 16 komada

Minimalni razmaci (bušeni čavli):

*paralelno sa vlakancima:*

$$a_{1,req} = (3 + 2\cos\alpha) \cdot d = (3 + 2\cos 0^\circ) \cdot 6,0 = 30 \text{ mm}$$

*okomito na vlakanca:*

$$a_{2,req} = 3 \cdot d = 3 \cdot 6,0 = 18,0 \text{ mm}$$

*paralelno od opterećenog kraja:*

$$a_{1,t,req} = (7 + 5\cos\alpha) \cdot d = (7 + 5\cos 0^\circ) \cdot 6,0 = 72 \text{ mm}$$

*okomito od neopterećenog ruba:*

$$a_{2,c,req} = 3 \cdot d = 3 \cdot 6,0 = 18 \text{ mm}$$

*okomito od opterećenog ruba:*

$$a_{2,t,req} = (3 + 4\sin\alpha) \cdot d = 3 \cdot 6,0 = 18 \text{ mm}$$

## 7. Nacrti

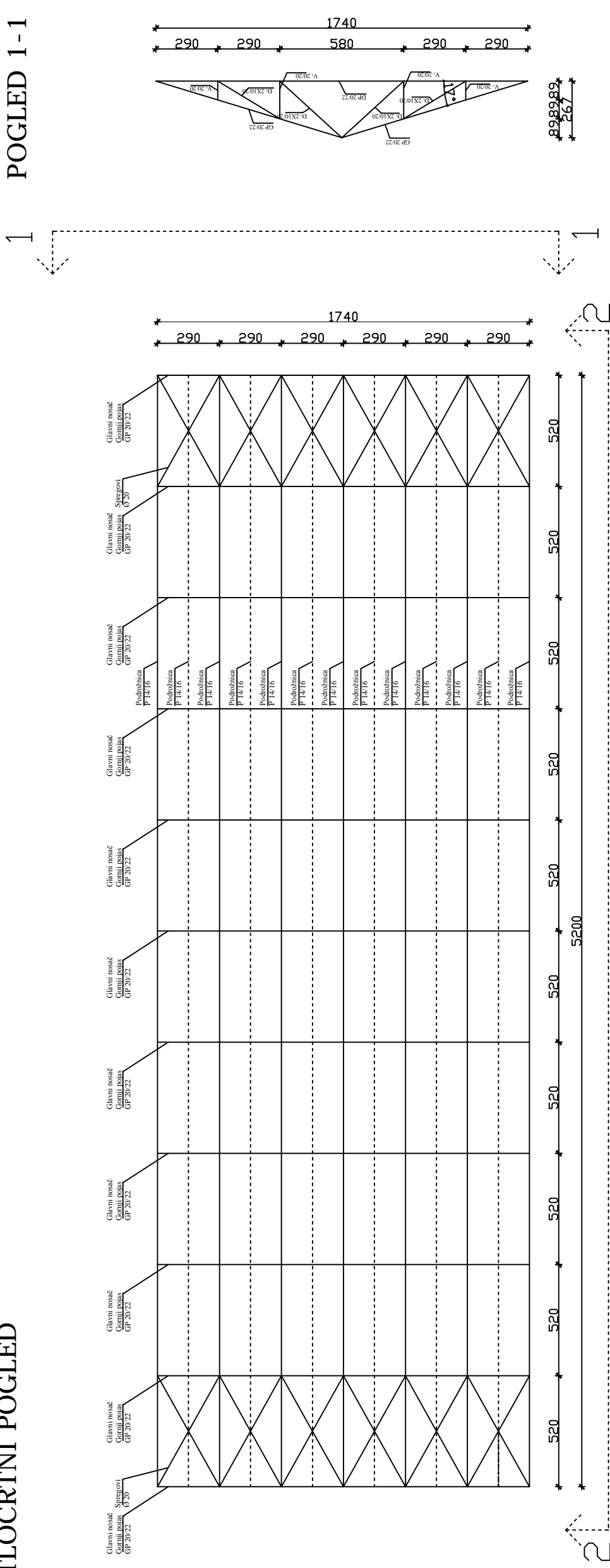
### 7.1 Generalni nacrt glavnog nosača

## 7.2 Radionički nacrt glavnog nosača

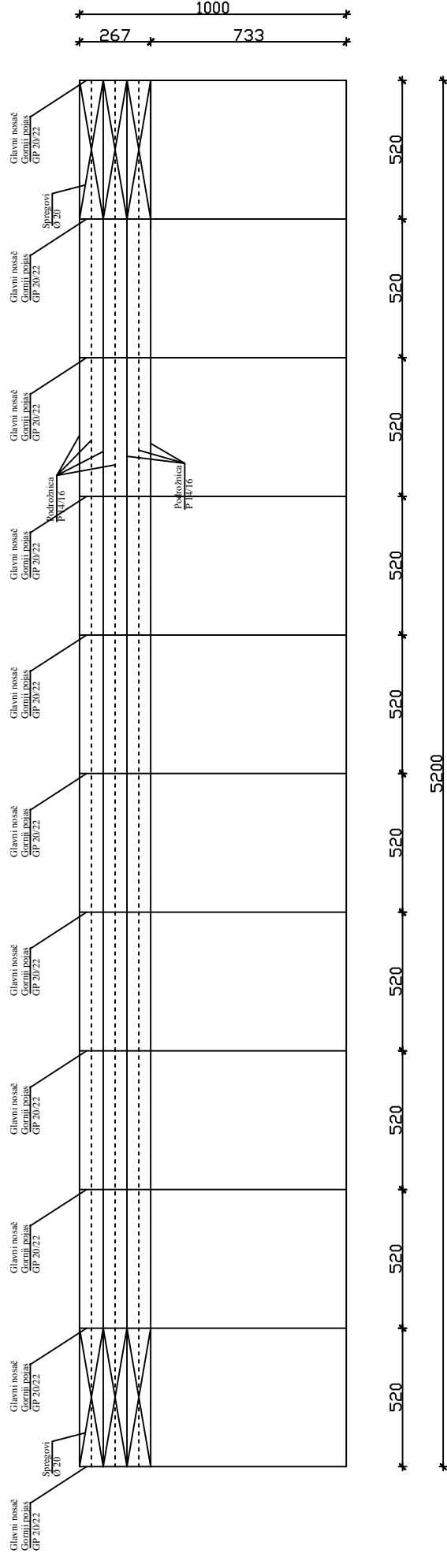


# 7.1 GENERALNI NACRT GLAVNOG NOSAČA MJ 1:100

TLOCRTNI POGLED



UZDUŽNI POGLED 2-2

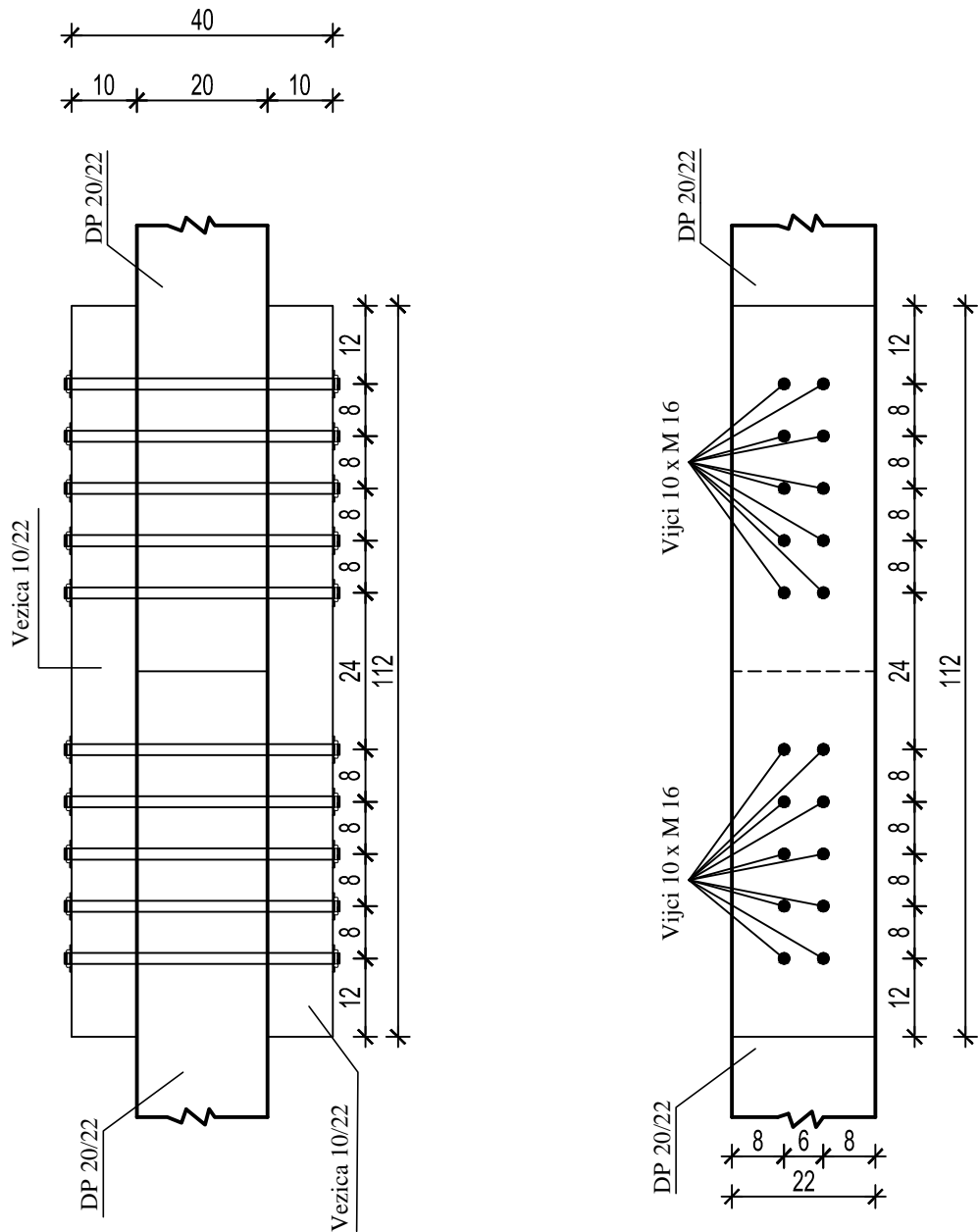


FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE U SPLITU	
PREDMET OSNOVE DREVNIH KONSTRUKCIJA	DATUM:
ZADATAK DIMENZIONIRANJE SUSTAVA	STUDIJ:
SODRŽALJIVA GENERALNI NACRT GLAVNOG NOSAČA	M 1:100
STUDENT JURO KRIZANOVIC	M 1:100





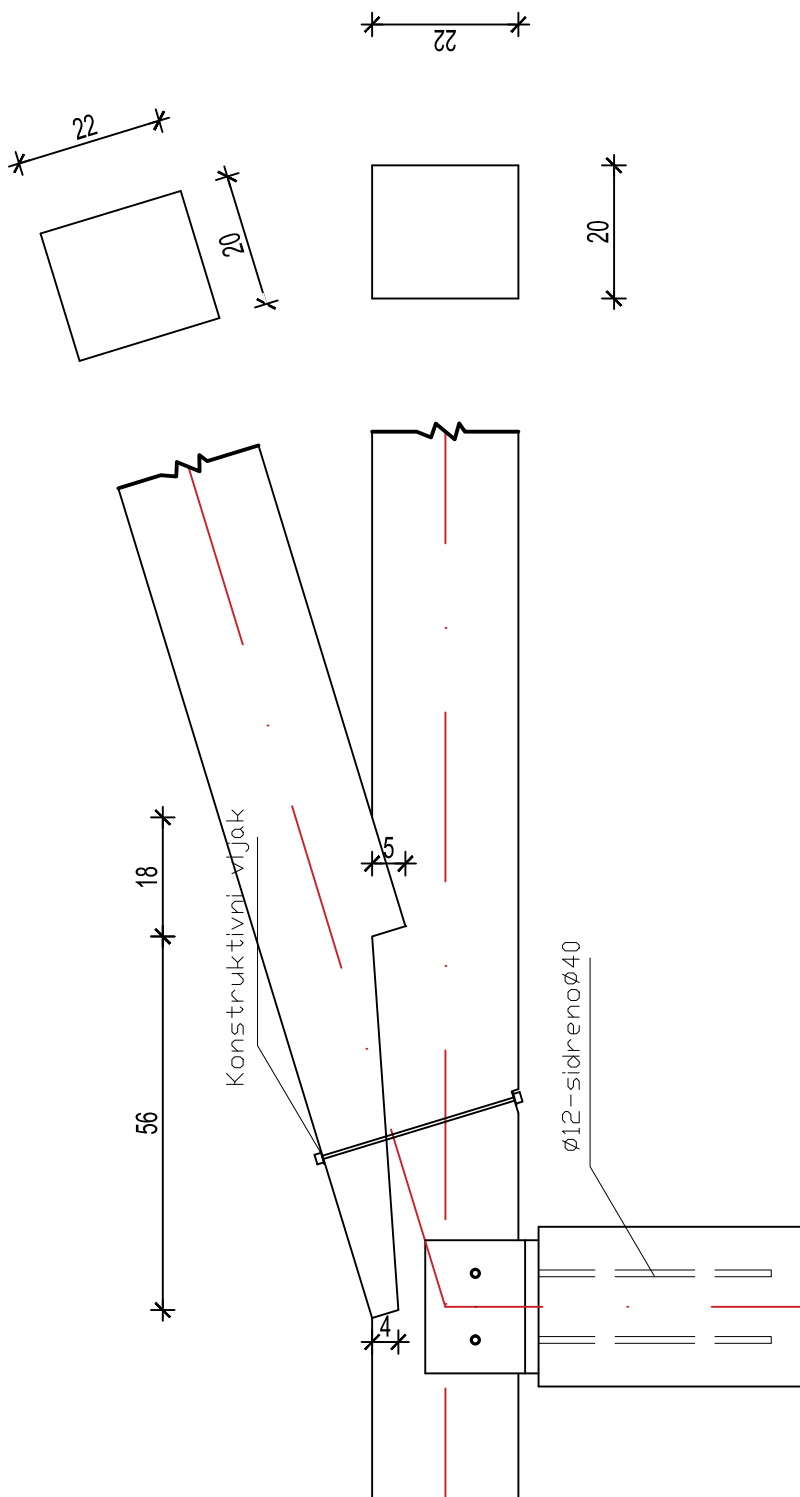
DETALJ VLACNOG NASTAVKA REŠETKE



SVEUČILIŠTE U SPLITU  
 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
 GEODEZIJE

Studij:	Preddiplomski sveučilišni studij građevinarstva	Crtež:	
Predmet:	Osnove drvenih konstrukcija, Završni rad	Detalji spojeva	
Tema:	Proračun drvene rešetkaste konstrukcije	Elementa drvene	
Mentor:	Doc. Dr. Sc. Neno Torić	rešetke	
Izradio:	Juro križanović, 4120	Mjerilo: 1:10	
Datum:	kolovoz, 2017.	List:	10

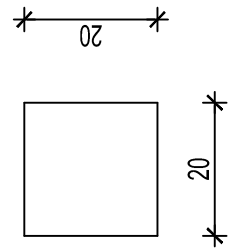
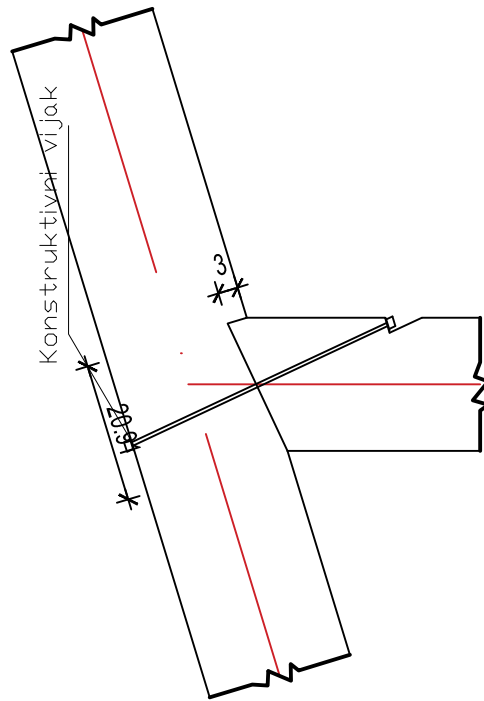
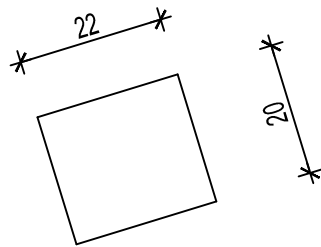
DETALJ SPOJA 1




SVEUČILIŠTE U SPLITU  
 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I  
 GEODEZIJE

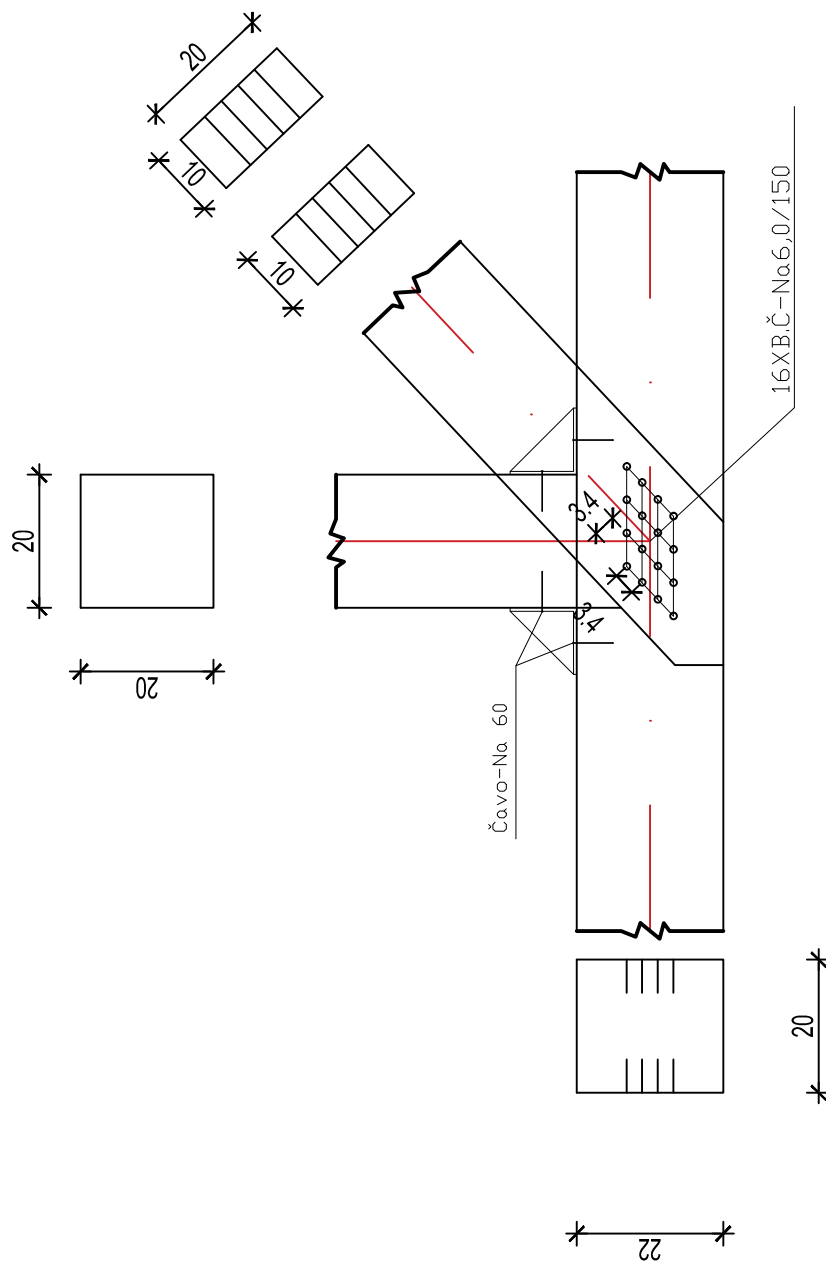
Studij:	Prediplomski sveučilišni studij građevinarstva	Crtež:	Detalji spojeva
Predmet:	Osnove drvenih konstrukcija, Završni rad		Elementa drvene
Tema:	Proračun drvene rešetkaste konstrukcije		rešetke
Mentor:	Doc. Dr. Sc. Neno Torić		
Izradio:	Juro križanović, 4120	Mjerilo:	1:10
Datum:	kolovoz, 2017.	List:	10


DETALJ SPOJA 2



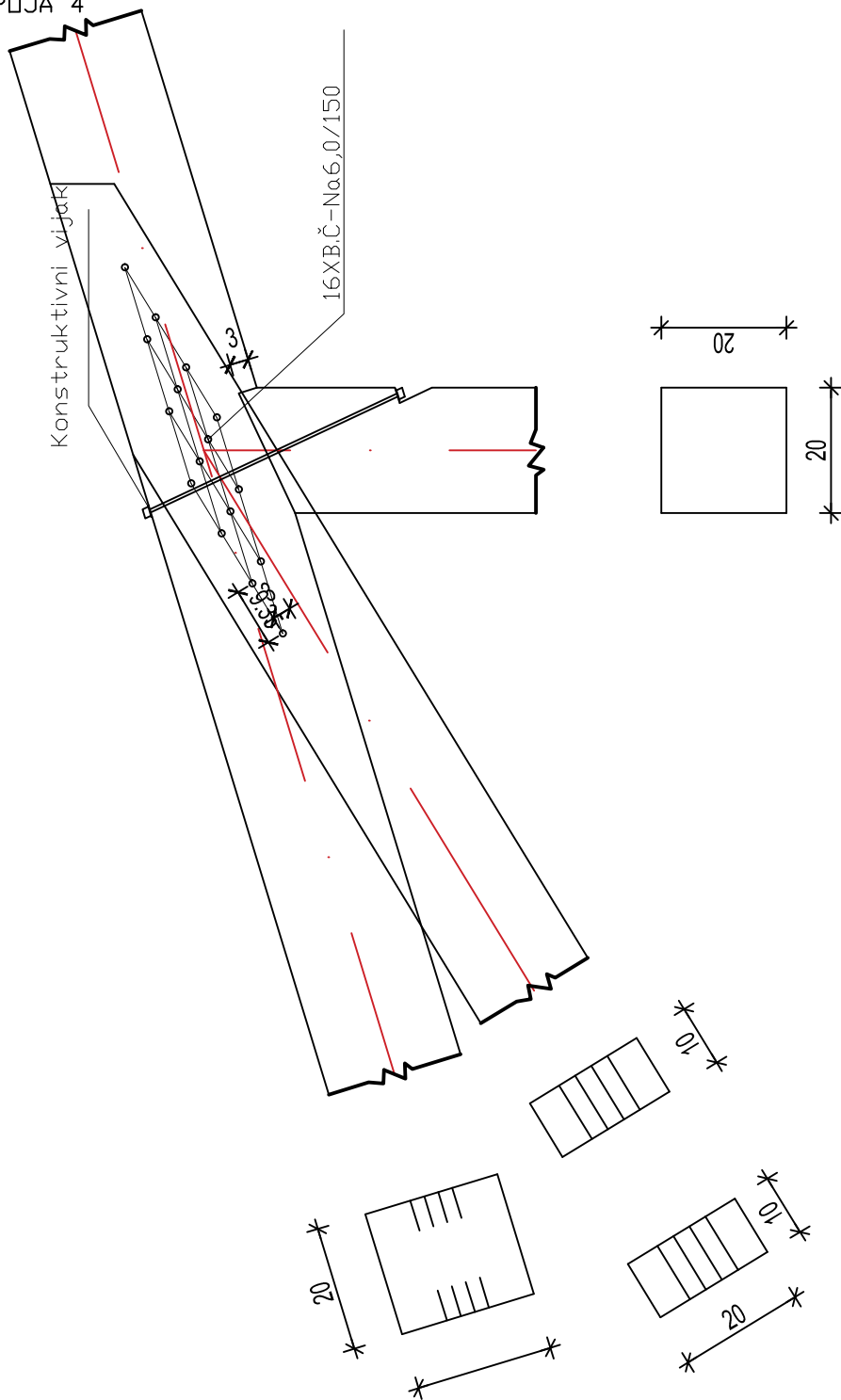
	SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE	
	Studij:	Preddiplomski sveučilišni studij građevinarstva
	Predmet:	Osnove drvenih konstrukcija, Završni rad
	Tema:	Proračun drvene rešetkaste konstrukcije
	Mentor:	Doc. Dr. Sc. Neno Torić
	Izradio:	Juro križanović, 4120
Datum:	kolovoz, 2017.	
		Crtež:
		Detalji spojeva elemenata drvene rešetke
		Mjerilo: 1:10
		List: 10


DETALJ SPOJA 3



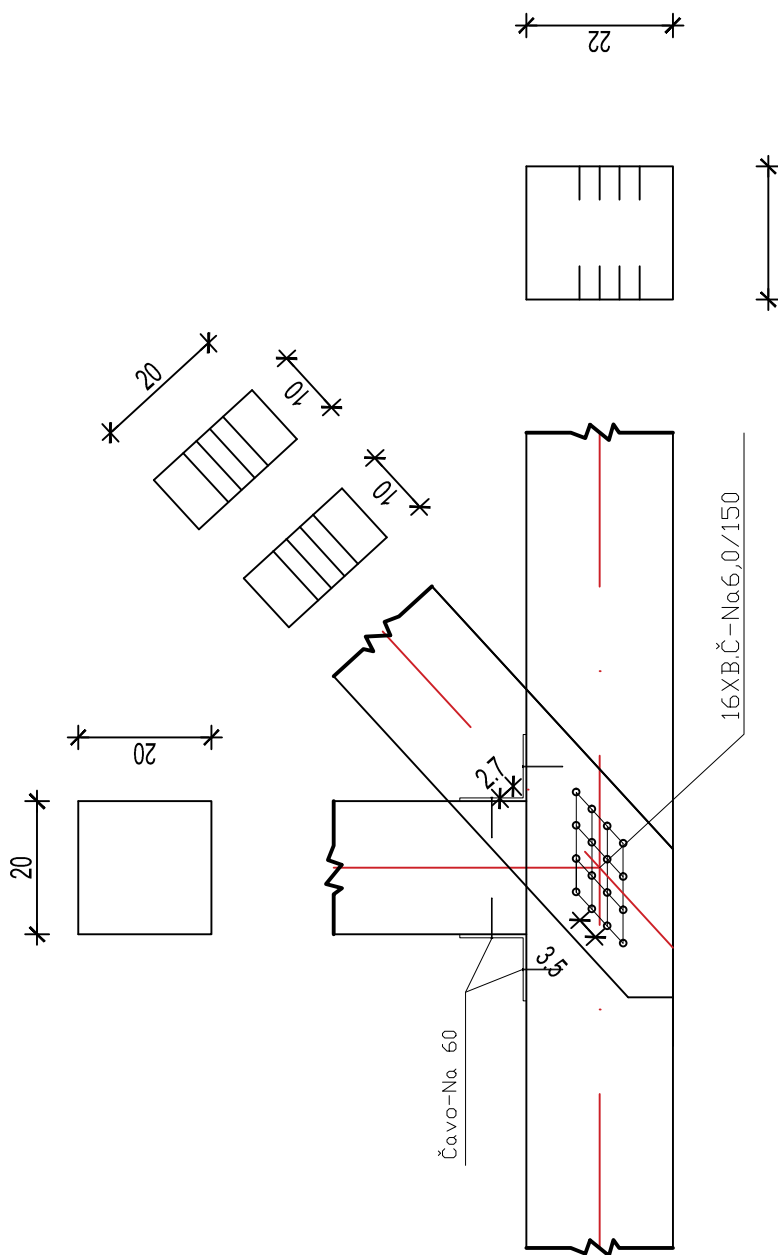
	SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE	
	Studij:	Preddiplomski sveučilišni studij građevinarstva
	Predmet:	Osnove drvenih konstrukcija, Završni rad
	Tema:	Proračun drvene rešetkaste konstrukcije
	Mentor:	Doc. Dr. Sc. Neno Torić
	Izradio:	Juro križanović, 4120
Datum:	kolovoz, 2017.	
		Crtež:
		Detalji spojeva elementa drvene rešetke
		Mjerilo: 1:10
		List: 10


DETALJ SPOJA 4



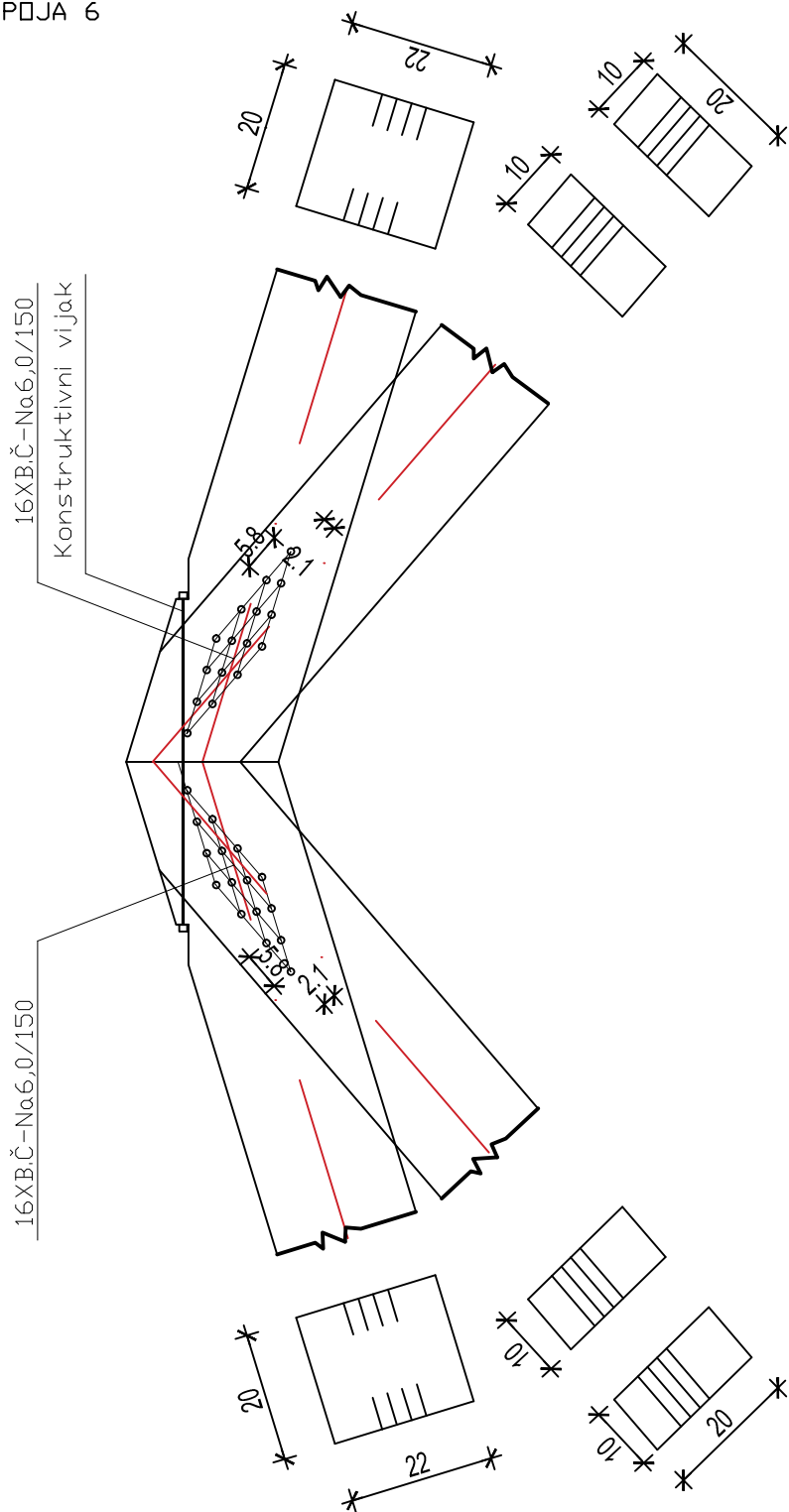
	SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE	
	Studij:	Preddiplomski sveučilišni studij građevinarstva
	Predmet:	Osnove drvenih konstrukcija, Završni rad
	Tema:	Proračun drvene rešetkaste konstrukcije
	Mentor:	Doc. Dr. Sc. Neno Torić
	Izradio:	Juro križanović, 4120
Datum:	kolovoz, 2017.	
		Crtež:
		Detalji spojeva elementa drvene rešetke
		Mjerilo: 1:10
		List: 10


DETALJ SPOJA 5



	SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE		
	Studij:	Preddiplomski sveučilišni studij građevinarstva	Crtež:
	Predmet:	Osnove drvenih konstrukcija, Završni rad	
	Tema:	Proračun drvene rešetkaste konstrukcije	Elementa drvene
	Mentor:	Doc. Dr. Sc. Neno Torić	rešetke
	Izradio:	Juro križanović, 4120	Mjerilo: 1:10
Datum:	kolovoz, 2017.	List:	10

DETALJ SPOJA 6



	SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE	
	Studij:	Preddiplomski sveučilišni studij građevinarstva
	Predmet:	Osnove drvenih konstrukcija, Završni rad
	Tema:	Proračun drvene rešetkaste konstrukcije
	Mentor:	Doc. Dr. Sc. Neno Torić
	Izradio:	Juro križanović, 4120
Datum:	kolovoz, 2017.	
		Crtež:
		Detalji spojeva elemenata drvene rešetke
		Mjerilo: 1:10
		List: 10



## 8. LITERATURA

- Predavanja iz predmeta Osnove drvenih konstrukcija, Doc.dr.Sc Neno Torić
- Vježbe iz predmeta Osnove drvenih konstrukcija. Doc.dr.Sc Neno Torić ;  
Maja Ban, znanstvena novakinja (asistentica)
- Norma DIN 1052:2004-08
- Norma nHRN EN 1995-1-1, Eurokod 5: Projektiranje drvenih konstrukcija – Dio 1-1:
- nHRN EN 1995-1-2, Eurokod 5: Projektiranje drvenih konstrukcija – Dio 1-2:
- dr. sc. Milan Gojković dipl. ing. građ. „Drvene konstrukcije“, Beograd, ožujak 1983.
- Adriana Bjelanović,Vlatka Rajčić „Drvene konstrukcije prema europskim normama“  
,Zagreb 2005