

Proračun drvene konstrukcije rešetkastog krovišta

Radić, Andrija

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:123:218430>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-20**



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

Radić Andrija

Split, 2017.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Radić Andrija

Proračun drvene konstrukcije rešetkastog krovišta

Završni rad

Split, 2017.

SADRŽAJ

| | |
|--|----|
| 1. TEHNIČKI OPIS..... | 4 |
| 1.1. Konstruktivni sustav krova..... | 4 |
| 1.2. Statička analiza sustava..... | 4 |
| 1.3. Konstruktivni elementi..... | 4 |
| 1.3.1. Glavni nosač..... | 4 |
| 1.3.2. Podrožnice..... | 4 |
| 1.3.3. Spreg..... | 4 |
| 1.4. Materijal..... | 5 |
| 1.5. Zaštita materijala..... | 5 |
| 1.6. Transport i montaža..... | 5 |
| 2. OPĆI PODACI, GEOMETRIJA I ANALIZA OPTEREĆENJA..... | 6 |
| 2.1. Glavni nosač..... | 6 |
| 2.2. Građa i propisi..... | 6 |
| 2.3. Analiza opterećenja..... | 6 |
| 2.3.1. Stalno djelovanje..... | 6 |
| 2.3.2. Promjenjivo djelovanje..... | 7 |
| -Proračun djelovanja snijega..... | 7 |
| -Proračun djelovanja vjetra..... | 9 |
| 3. STATIČKI PRORAČUN..... | 14 |
| 4. DIMENZIONIRANJE SUSTAVA..... | 20 |
| 4.1. Dimenzioniranje rešetke konstruktivnog sustava..... | 20 |
| 4.1.1. Gornji pojas..... | 21 |
| 4.1.2. Donji pojas..... | 23 |
| 4.1.3. Dijagonale 1..... | 25 |
| 4.1.4. Dijagonale 2..... | 26 |
| 4.2. Dimenzioniranje podrožnica..... | 27 |
| 4.3. Detalj spoja dijagonala i donjeg pojasa..... | 29 |
| 4.4. Detalj spoja gornjeg i donjeg pojasa..... | 30 |
| 5. GRAFIČKI PRILOZI..... | 33 |
| - Generalni plan pozicija..... | 34 |
| - Radionički nacrt glavnog nosača..... | 35 |
| - Detalj spoja dijagonala i donjeg pojasa..... | 36 |
| - Iskaz materijala..... | 37 |
| 6. LITERATURA | |

1. TEHNIČKI OPIS

1.1. Konstruktivni sustav krova

Projektom je zadan trokutasti rešetkasti nosač raspona $l=18,60$ (m). Konstrukcija je zamišljena kao okvirni sustav od deset paralelnih okvira na međusobnom razmaku $5,50$ (m) ukupne dužine 55 m. Krovna ploha je u odnosu na horizontalnu ravninu nagnuta pod kutom $\alpha = 18^\circ$. Prostorna stabilizacija drvene konstrukcije predviđena je horizontalnim spregom.

1.2. Statička analiza sustava

Proračun je rađen prema EC5 HRN EN 1995-1-1.

Opterećenja koja djeluju na drvenu konstrukciju:

-stalno opterećenje (teret)

-snijeg (na čitavoj krovnoj plohi)

-vjetar

Njihove kombinacije obuhvaćene su statičkom analizom i kao mjerodavno opterećenje uzeto je ono najnepovoljnije.

Predmetna građevina se nalazi na području grada Osjeka, kategorijazemljišta III .Odgovarajući koeficijenti za vjetar i snijeg uzeti su prema tome iz propisanih tablica. Takvim se ispostavila kombinacija K1: $1,35(G+G1)+1,35S+1,35W2$ →stalno opterećenje + snijeg + vjetar (izvana i podtlak iznutra).

Gornji i donji pojas proračunati su kao kontinuirane grede na koje su zgloбно pričvršćene dijagonale. Rezne sile i progibi izračunati su u „Scia Engineer 2015“ programu. Spojevi i nastavci štapova izvedeni su zasjekom, vijcima i čavlima.

1.3. Konstruktivni elementi

1.3.1. Glavni nosač

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. Promjenjivog su pravokutnog poprečnog presjeka. Glavni nosač oslonjen je neoprenskim ležajevima, dimenzija $220/220/42$ mm, u armirani betonski zid.

1.3.2. Podrožnice

To su konstruktivni elementi koji prenose opterećenje s krovne ravnine na glavne nosače. Elementi glavne podrožnice koji imaju funkciju vertikalne vjetrovnog sprega dimenzija su $18/18$ cm i pravokutnog su poprečnog presjeka.

1.3.3. Spreg

Spreg predstavlja konstruktivne elemente za prihvat sile vjetrova i da spriječi bočno izvijanje (izbočavanje) glavnih nosača. Horizontalne spregove tvore glavni nosači kao pojasevi, glavne podrožnice kao vertikale i dijagonale.

1.4. Materijal

Drveni elementi konstrukcije izrađeni su od punog drva C30. Karakteristične vrijednosti čvrstoća, modula i gustoće za ovu klasu drveta :

$$f_{m,k} = 30,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,k} = 23,0 \text{ N/mm}^2$$

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

$$E_{0,mean} = 12000 \text{ N/mm}^2$$

$$G_{mean} = 750 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{mean} = 380 \text{ kg/m}^3$$

1.5. Zaštita materijala

Zaštitu nosivih elemenata potrebno je provesti s odgovarajućim vodootpornim zaštitnim sredstvima. Zaštita se provodi s tri premaza, s tim da je dva premaza potrebno nanijeti u tvornici prije transporta, a treći završni nakon potpunog „zatvaranja“ konstrukcije. Boja zaštitnog sredstva je prozirno smeđa u tonu drva nosača. Debljina premaza 0,2 mm.

Zaštita metalnih dijelova i spajala izvodi se pocinčavanjem na uobičajen način, a u skladu s važećim propisima sve metalne dijelove prije pocinčavanja potrebno je obraditi.

1.6. Montaža i transport

Planom transporta prikazuje se i opisuje način transporta. Transportni putovi moraju biti utvrđeni, pri čemu se mora voditi računa o radijusima krivina premostovljenja specijalnih vozila i slobodnim profilima.

Montaža se mora provesti prema planu montaže. Izvođač je dužan izraditi plan montaže nosača kojeg treba zajedno s transportnim planom dostaviti nadzornoj službi na suglasnost. Plan montaže ovjerava projektant konstrukcije. Međustanja konstrukcije u fazi montaže potrebno je provjeriti vodeći računa o mjestima inačicama hvatanja/oslanjanja u fazama podizanja i montaže. Mjesta hvatanja potrebno je osigurati od oštećenja. Glavni nosači se izrađuju na podu, zatim se pomoću dizalice podižu u vertikalni položaj. Posebnu pažnju treba posvetiti osiguranju stabilnosti u fazama i elementima koji kod montaže imaju naprezanja suprotna od očekivanih u eksploataciji. Konačno na već postavljenu konstrukciju postavlja se pokrov. Nosači se trebaju transportirati u takvom položaju u kakvom će kasnije primiti opterećenje. Transport i montažu treba obaviti tako da se izbjegniju moguća oštećenja dijelova konstrukcije.

2. OPĆI PODACI, GEOMETRIJA I ANALIZA OPTEREĆENJA

2.1. Glavni nosač

- trokutasti rešetkasti nosač
- raspon: $l=18,60$ (m)
- nagib krovne plohe: $\alpha = 18$
- visina nosača: $h = 10$ (m)
- razmak nosača : $e = 5,5$ (m)

2.2. Građa i propisi

- C30/uporabna klasa 1
- EC5 HRN EN 1995-1-1.

2.3. Analiza opterećenja

2.3.1. Stalno opterećenje

$$dG = 0,40 \text{ kN/m}^2$$

$$\Delta G = dG \cdot n \cdot x' / 2 = 0,4 \cdot 5,5 \cdot 1,63 = 3,59 \text{ kN}$$

2.3.2. Promjenjivo opterećenje

3.2.2. Djelovanje snijega

$$s = s_k * \mu_i * c_e * c_t \text{ [kN/m}^2 \text{]}$$

μ_i - koeficijent oblika opterećenja snijegom,

s_k - karakteristična vrijednost opterećenja snijegom na tlu u kN/m^2

c_e - koeficijent izloženosti (obično se usvaja vrijednost 1,0)

c_t - toplinski koeficijent (obično se usvaja vrijednost 1,0)

s_k - karakteristična vrijednost opterećenja na tlu u kN/m^2

$s_k = 1,00 \text{ kN/m}^2 \Leftrightarrow$ za Osijek

- Nagib krova :

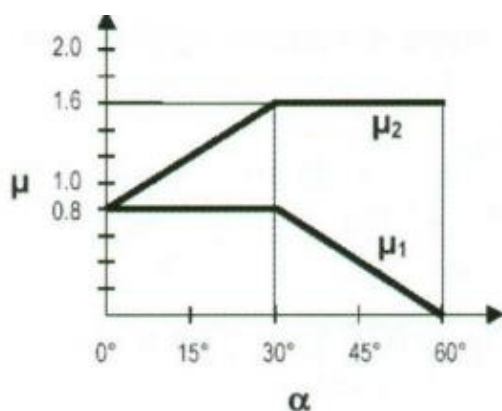
μ_i - koeficijent oblika za opterećenje snijegom , očitamo ga ovisno o α ,

$$\mu_i = 0,8$$

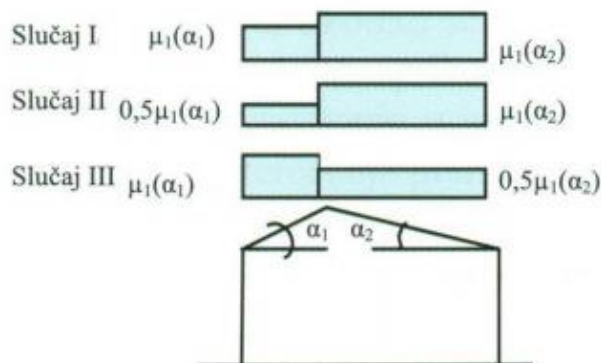
$$s = 1,0 * 0,8 * 1,0 * 1,0 = 0,8 \text{ [kN/m}^2 \text{]}$$

Opterećenje snijegom preko cijele krovne površine:

$$S = s * n * x'/2 = 0,8 * 5,5 * 3,26/2 = 7.17 \text{ kN}$$



Koeficijenti oblika opterećenja snijegom



Slučajevi opterećenja snijegom za dvostrešni krov

| Kut nagiba krova α | $0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$ | $30^\circ < \alpha < 60^\circ$ | $\alpha \geq 60^\circ$ |
|---------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| μ_1 | 0,8 | $0,8 (60 - \alpha) / 30$ | 0,0 |
| μ_2 | $0,8 + 0,8 \alpha / 30$ | 1,6 | – |

Koeficijenti oblika opterećenja snijegom



3.3.3. Proračun djelovanja vjetra

- pritisak vjetra na vanjske površine: $w_e = q_p |z_e| * c_{pe} \text{ [kN/m}^2\text{]}$

- pritisak vjetra na unutarnje površine: $w_i = q_p |z_i| * c_{pi} \text{ [kN/m}^2\text{]}$

$q_p |z_e| \Rightarrow$ pritisak vjetra pri udaru

$z_{e(i)} \Rightarrow$ referentna visina za vanjski (unutarnji) pritisak

$c_{pe} \Rightarrow$ vanjski koeficijent pritiska

$c_{pi} \Rightarrow$ unutarnji koeficijent pritiska

Određivanje pritiska brzine vjetra pri udaru

Osnovni pritisak vjetra q_b određuje se prema formuli:

$$q_b = \frac{1}{2} * \rho * v_b^2 \text{ [kN/m}^2 \text{]}$$

gdje je:

ρ - gustoća zraka (usvaja se vrijednost iz propisa $1,25 \text{ kg/m}^3$)

v_b - osnovna brzina vjetra (Osijek $v_{b,0} = 20 \text{ m/s}$)

$$q_b = \frac{1}{2} * \rho * v_b^2 = \frac{1}{2} * 1,25 * 20^2 = 250,0 \text{ N/m}^2 = 0,250 \text{ kN/m}^2$$

Osnovna brzina vjetra v_b računa se dalje prema izrazu:

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

gdje je:

$v_{b,0}$ – fundamentalna vrijednost osnovne brzine vjetra (za Osijek iznosi 20 m/s)

C_{dir} – faktor smjera vjetra (obično se uzima **1,0**)

C_{season} – faktor doba godine (obično se uzima **1,0**).

$$v_b = C_{dir} * C_{season} * v_{b,0} = 1,0 * 1,0 * 20,0 = 20,0 \text{ m/s}$$

$$z = 10 \text{ m}$$

III. kategorija terena $\rightarrow C_e(z) = 1,7$ - faktor izloženosti, odnosi se na pritisak te ovisi o visini iznad terena (z) i kategoriji terena
Pritisak brzine vjetra pri udaru $q_p(z)$ se računa kao:

$$q_p|z| = c_e|z| * q_b = 1,7 * 250,0 = 425\text{N/m}^2 = 0,425\text{kN/m}^2$$

- određivanje koeficijenta pritiska vjetra

- **koeficijent vanjskog pritiska c_{pe}**

- za vertikalne zidove

$e = b$ ili $2h$ (odabire se manja vrijednost) = 55 ili 20 $\rightarrow e = 20,0$ m

$\rightarrow e = 20$ m ; $e/4 = 5$ m, $e/10 = 2$ m

- za krovna područja (dvostrešni krov)

| $\alpha=18^\circ$ | F | G | H | I | J |
|-------------------|-------|--------|--------|--------|-------|
| c_{pe1} | - 0,8 | - 0,73 | - 0,28 | - 0,58 | - 0,7 |
| c_{pe2} | + 0,3 | + 0,3 | + 0,25 | + 0 | + 0 |

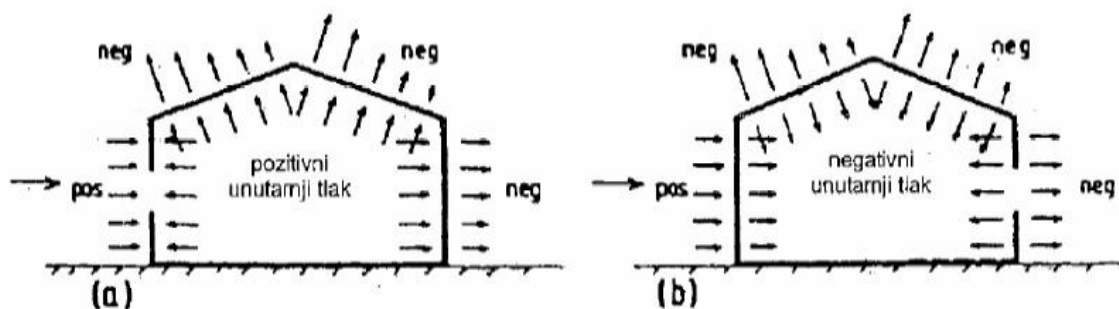
- **koeficijent unutarnjeg pritiska c_{pi}**

- za vertikalne zidove

$$C_{pi} = + 0,2 \quad \rightarrow W_{i1} = q_p \times (0,2)$$

$$C_{pi} = - 0,3 \quad \rightarrow W_{i2} = q_p \times (- 0,3)$$

$$W_{el} = q_p * c_{pe}$$



| PODRUČJE | G | H | I | J |
|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| c_{pe1} | - 0,73 | - 0,28 | - 0,58 | - 0,7 |
| c_{pe2} | + 0,3 | + 0,25 | + 0 | + 0 |
| W_{e1} | - 0,31 | - 0,12 | - 0,25 | - 0,30 |
| W_{e2} | 0,13 | 0,11 | 0 | 0 |
| W_1 (W_{e1} „+“ W_{i1}) | 0,40 | 0,21 | 0,34 | 0,39 |
| W_2 (W_{e1} „-“ W_{i2}) | 0,18 | 0,01 | 0,12 | 0,17 |
| W_3 (W_{e2} „-“ W_{i1}) | 0,04 | 0,02 | 0,09 | 0,09 |
| W_4 (W_{e2} „+“ W_{i2}) | 0,26 | 0,24 | 0,13 | 0,13 |

$$W_{i1} = q_p * (+0,2) = 0,425 * 0,2 = 0,09 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{i2} = q_p * (- 0,3) = 0,425 * (- 0,3) = - 0,13 \text{ kN/m}^2$$

IZNOS KONCENTRIRANIH SILA:

ZONA G:

$$W_1 = -0,40 * n * x'/2 = -0,40 * 5,5 * 1,63 = -3,59 \text{ kN} \quad W_{1/2} = -1,80 \text{ kN}$$

$$W_4 = 0,26 * n * x'/2 = 0,26 * 5,5 * 1,63 = 2,33 \text{ kN} \quad W_{4/2} = 1,17 \text{ kN}$$

ZONA H:

$$W_1 = -0,21 * n * x'/2 = -0,21 * 5,5 * 1,63 = -1,88 \text{ kN} \quad W_{1/2} = -0,94 \text{ kN}$$

$$W_4 = 0,24 * n * x'/2 = 0,24 * 5,5 * 1,63 = 2,15 \text{ kN} \quad W_{4/2} = 1,10 \text{ kN}$$

ZONA I:

$$W_1 = -0,34 * n * x'/2 = -0,34 * 5,5 * 1,63 = -3,05 \text{ kN} \quad W_{1/2} = -1,53 \text{ kN}$$

$$W_4 = 0,13 * n * x'/2 = 0,13 * 5,5 * 1,63 = 1,17 \text{ kN} \quad W_{4/2} = 0,59 \text{ kN}$$

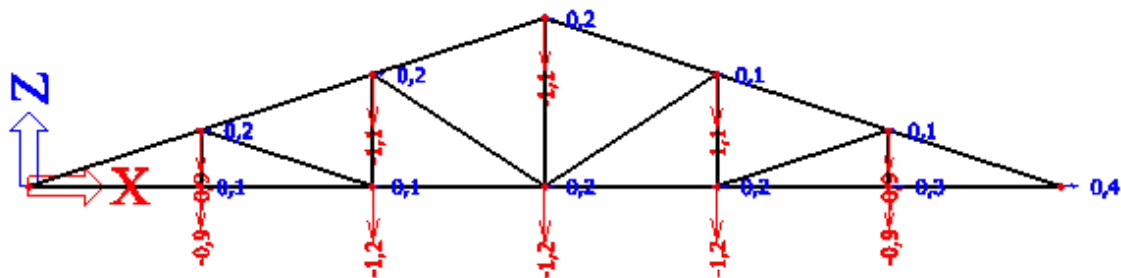
ZONA J:

$$W_1 = -0,39 * n * x'/2 = -0,39 * 5,5 * 1,63 = -3,50 \text{ kN} \quad W_{1/2} = -1,75 \text{ kN}$$

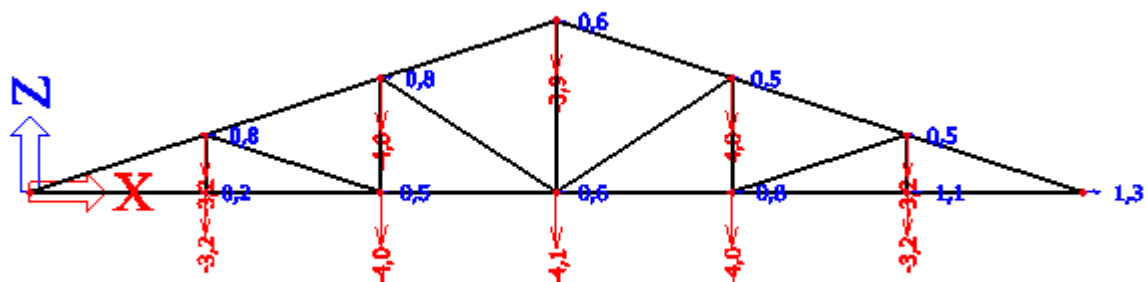
$$W_4 = 0,13 * n * x'/2 = 0,13 * 5,5 * 1,63 = 1,17 \text{ kN} \quad W_{4/2} = 0,59 \text{ kN}$$

3. STATIČKI PRORAČUN

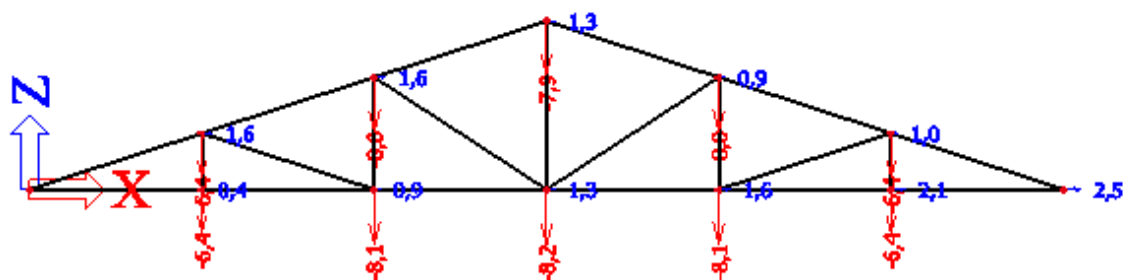
PROGIB-G1 (mm)



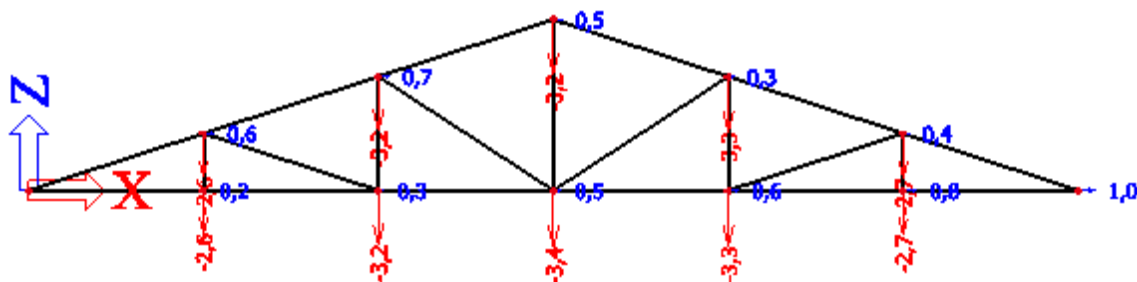
PROGIB-G (mm)



PROGIB-S (mm)



PROGIB-W2 (mm)



KONTROLA PROGIBA (GSU)

Konačne vrijednosti deformacija

$$W_{fin} = W_{inst} * (1 + k_{def})$$

Stalno opterećenje G1

$$W_g = W_{inst} * (1 + k_{def}) = 1,3 * (1 + 0,6) = 2,08 \text{ mm}$$

$k_{def} = 0,60$ - stalno

Stalno opterećenje G

$$W_{g1} = W_{inst} * (1 + k_{def}) = 4,3 * (1 + 0,6) = 6,88 \text{ mm}$$

$k_{def} = 0,60$ - stalno

Promjenjivo opterećenje S

$$W_s = W_{inst} * (1 + k_{def}) = 8,7 * (1 + 0,25) = 10,88 \text{ mm}$$

$k_{def} = 0,25$ – srednje trajno

Promjenjivo opterećenje W1

$$W_{w1} = W_{inst} * (1 + k_{def}) = 3,5 * (1 + 0,50) = 5,25 \text{ mm}$$

$k_{def} = 0,50$ – srednje trajno

Promjenjivo opterećenje W4

$$W_{w4} = W_{inst} * (1 + k_{def}) = 2,2 * (1 + 0,50) = 3,3 \text{ mm}$$

$k_{def} = 0,50$ – srednje trajno

Ukupni progib $W_{q\ inst} < L/300$ $L = 18,6 \text{ m}$

$$W_{q\ inst.} = 14,40 \text{ mm} < 18600/300 = 62,0 \text{ mm}$$

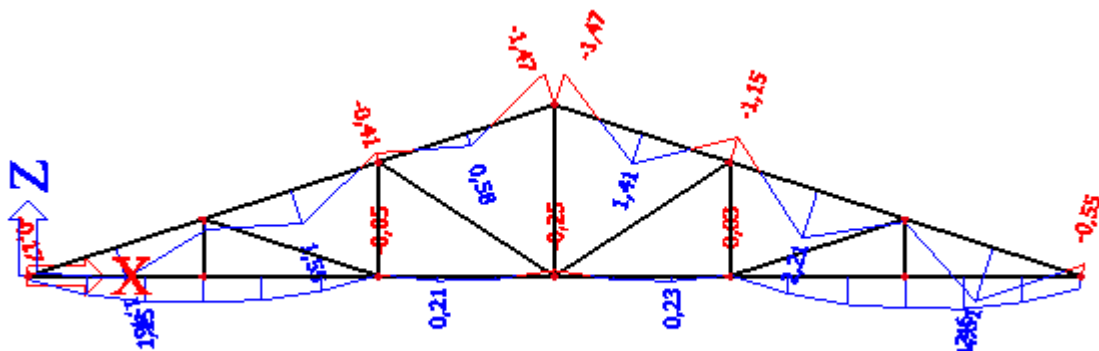
$$W_s < L/300 ; 10,88 \text{ mm} < 62,0 \text{ mm}$$

$$W_{fin} - W_{gfin} < L/200$$

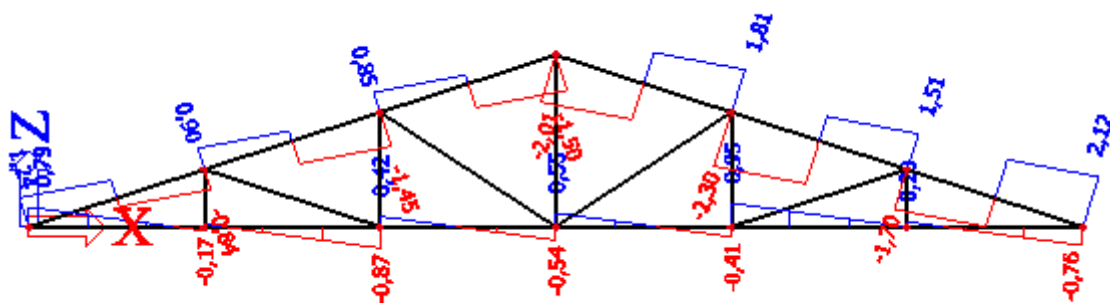
$$28,39 - 8,96 < 18600/200 = 19,43 \text{ mm} < 93 \text{ mm}$$

KOMBINACIJA 1 $-1,35(G+G1) + 1,35S + 1,35W2$

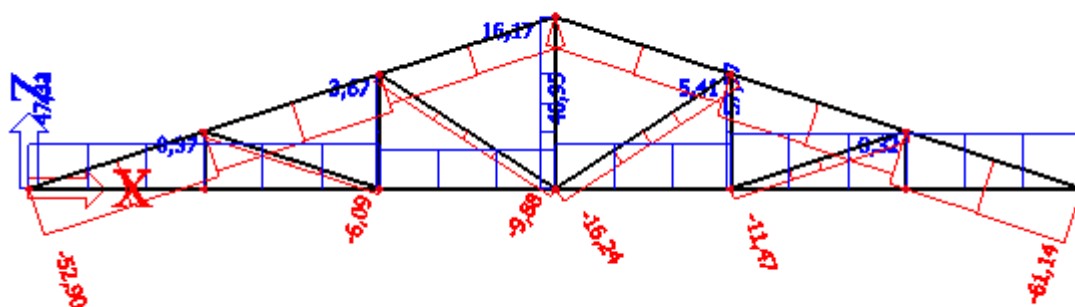
M - K1 (kNm)



V - K1 (kN)

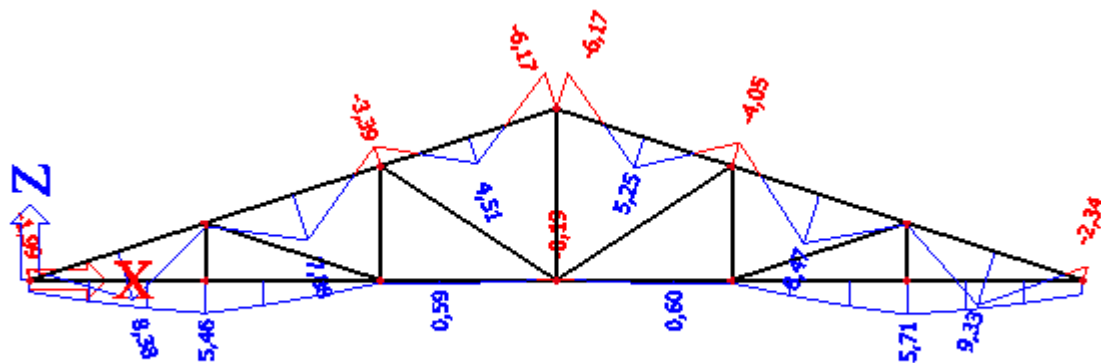


N - K1 (kN)

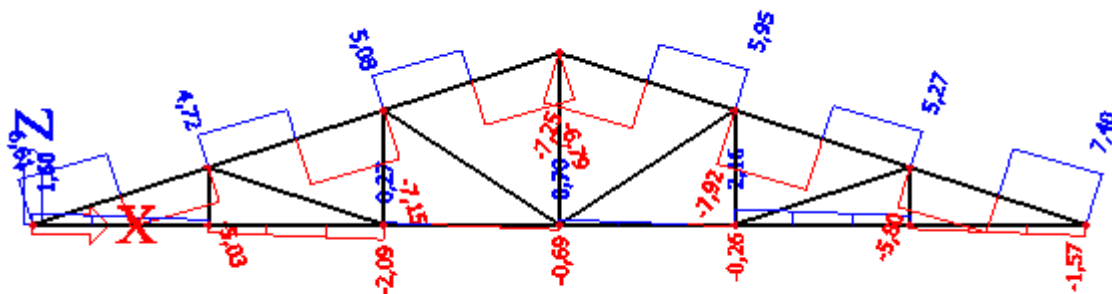


KOMBINACIJA 2 -1,35G + 1,5S

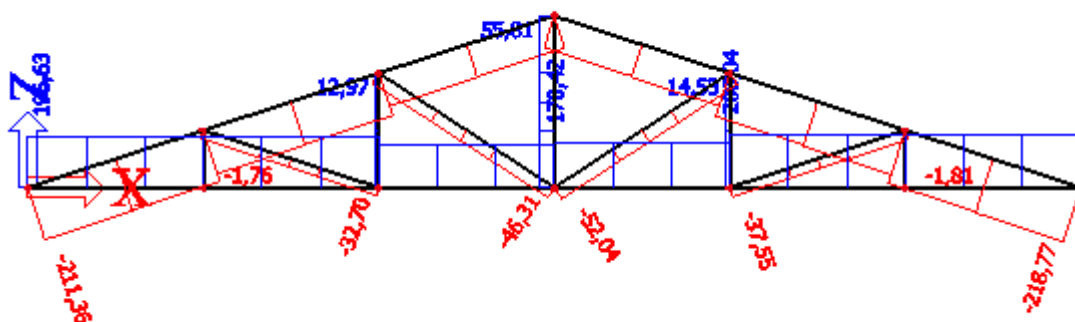
M - K2 (kNm)



V - K2 (kN)

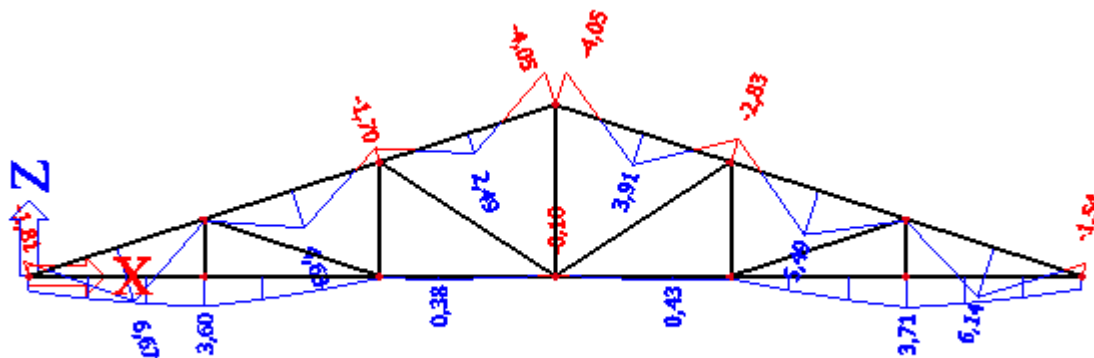


N - K2 (kN)

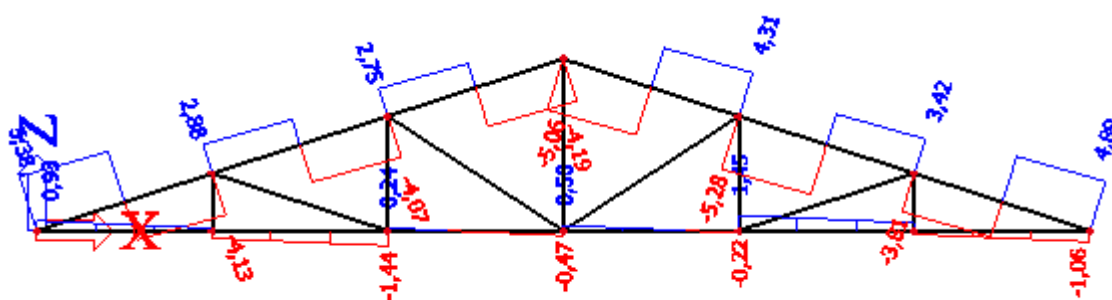


KOMBINACIJA 3 $-1,35G+1,35G1 + 1,5W1$

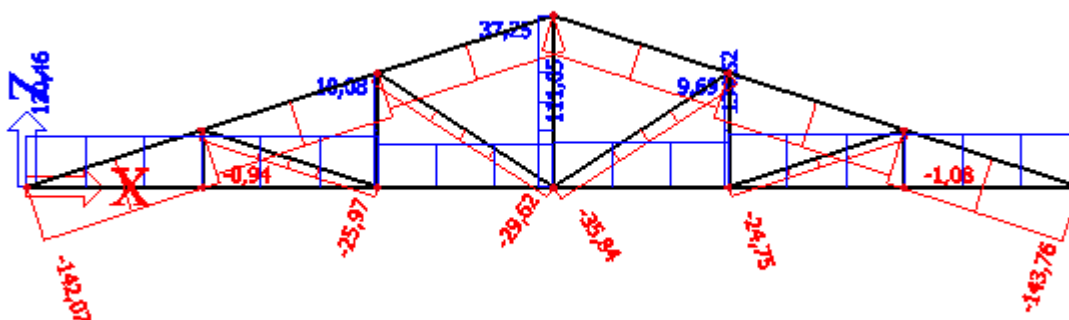
M - K3 (kNm)



V - K3 (kN)



N-K3 (kN)



3. DIMENZIONIRANJE (GLAVNOG NOSAČA)

UPORABNA KLASA 1 (C30)

$k_{\text{mod}} = 0,80$ (srednjetrajno opterećenje)

$\gamma_m = 1,3$

KARAKTERISTIČNE VRIJEDNOSTI:

$$f_{m,k} = 30,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,k} = 23,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t,0,k} = 18,0 \text{ N/mm}^2$$

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

$$E_{0,\text{mean}} = 12000 \text{ N/mm}^2$$

$$G_{\text{mean}} = 750 \text{ N/mm}^2$$

PRORAČUNSKE VRIJEDNOSTI

$$f_{m,d} = k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,80 \cdot \frac{30}{1,3} = 18,50 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_m} = 0,80 \cdot \frac{23}{1,3} = 14,20 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_m} = 0,80 \cdot \frac{18}{1,3} = 11,10 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,80 \cdot \frac{2,7}{1,3} = 1,70 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{0,05} = 2/3 \cdot E_{0,\text{mean}} = 2/3 \cdot 12000 = 8000,00 \text{ N/mm}^2$$

$$G_{0,05} = 2/3 \cdot G_{\text{mean}} = 2/3 \cdot 750 = 500,00 \text{ N/mm}^2$$

3.1 GORNJI POJAS (22/28cm)

$$A = b \cdot h = 220 \cdot 280 = 61600,0 \text{ mm}^2$$

$$W_z = W_y = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{22 \cdot 28^2}{6} = 2874670 \text{ mm}^3$$

PRORAČUNSKE SILE: $N_{sd} = -218,77 \text{ kN}$ (tlak) , $M_{sd} = 9,33 \text{ kNm}$, $V_z = 7,4 \text{ kN}$

PRORAČUN NAPREZANJA

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{sd}}{A} = \frac{218770}{61600} = 3,55 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{sd}}{W_z} = \frac{9330000}{2874670} = 3,24 \text{ N/mm}^2$$

$$T_d = 1,5 \cdot \frac{V_z}{A} = 1,5 \cdot \frac{7400}{61600} = 0,13 \text{ N/mm}^2$$

KOEF. IZVIJANJA OKO OSI y:

$$l_{ef,z} = 326 \text{ cm}$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{0,289 \cdot b} = \frac{326}{0,289 \cdot 22} = 51,00$$

$$\lambda_{rel,c,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{47,00}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{23}{8000}} = 0,8$$

$$k_y = 0,5(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,c,y} - 0,3) + \lambda_{rel,c,y}^2) = 0,5(1 + 0,2 \cdot (0,8 - 0,3) + 0,8^2) = 0,87$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - l_{rel,c,y}^2}} = \frac{1}{0,87 \sqrt{0,87^2 - 0,8^2}} = 0,83$$

KOEFICJENT IZBOČAVANJA

$$\frac{l_{ef} \cdot h}{b^2} = \frac{326 \cdot 28}{22^2} = 18,85 < 140, \text{ km} = 1,0 \text{ (nema izbočavanja)}$$

DOKAZ STABILNOSTI ZA OSI y:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_m \cdot f_{m,y,d}} = \frac{3,55}{0,83 \cdot 14,20} + \frac{3,24}{1 \cdot 18,50} = 0,49 \leq 1,0$$

$$\frac{T_d}{f_{v,d}} = \frac{0,12}{1,70} = 0,071 \leq 1,0 \quad \text{ISKORISTIVOST : 49 \%}$$

DONJI POJAS (22/28 cm)

DIMENZIONIRANJE NA VLAK

$$A = b \cdot h = 220 \cdot 280 = 61600,0 \text{ mm}^2$$

$$W_z = W_y = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{220 \cdot 280^2}{6} = 2874670 \text{ mm}^3$$

PRORAČUNSKE SILE

$$N_{sd} = 206,04 \text{ kN (vlak)}$$

$$M_{sd} = 5,71 \text{ kNm}$$

$$V_z = 2,09 \text{ kN}$$

PRORAČUN NAPREZANJA

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{sd}}{A_1(\text{net})} = \frac{206040}{0,8 \cdot 61600} = 4,19 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{sd}}{W_y} = \frac{5710000}{2874670} = 1,99 \text{ N/mm}^2$$

$$T_d = 1,5 \cdot \frac{V_z}{A} = 1,5 \cdot \frac{2090}{61600} = 0,034 \text{ N/mm}^2$$

DOKAZNOSIVOSTI

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{4,19}{11,1} + \frac{1,99}{18,50} = 0,49 \leq 1,0$$

$$\frac{T_d}{f_{v,d}} = \frac{0,034}{1,70} = 0,02 \leq 1,0$$

ISKORISTIVOST: 49 %

POPREČNI PRESJEK ZADOVOLJAVA

4.1.2.2. DVOSTRUKI POPREČNI PRESJEK (DP2 VERTIKALE)

PRETPOSTAVLJENO: $b/h=2 \times 6/18$ cm

$$A = b \cdot h = 2 \cdot 6 \cdot 18 = 216,0 \text{ cm}^2$$

$$I_y = 2 \cdot \frac{b \cdot h^3}{12} = 2 \cdot \frac{6 \cdot 18^3}{12} = 5832 \text{ cm}^4$$

$$I_z = 2 \cdot \frac{h \cdot b^3}{12} = 2 \cdot \frac{18 \cdot 6^3}{12} = 648 \text{ cm}^4$$

$$W_y = 2 \cdot \frac{b \cdot h^2}{6} = 2 \cdot \frac{6 \cdot 18^2}{6} = 648 \text{ cm}^3$$

PRORAČUNSKE SILE:

$$N_d = 55,81 \text{ kN}$$

PRORAČUN NAPREZANJA

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{t,0,d}}{A_{\text{netto}}} = \frac{55,81}{0,8 \cdot 216} = 3,23 \text{ N/mm}^2$$

PROVJERA NAPREZANJA

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} = \frac{3,23}{11,1} = 0,29 < 1,0$$

ISKORISTIVOST = 29 %

POPREČNI PRESJEK ZADOVOLJAVA

4.1.3. DIJAGONALE 1 (D1)

PRETPOSTAVLJENI POPREČNI PRESJEK: b/h=22/18 cm

$$A = b \cdot h = 18 \cdot 22 = 392,0 \text{ cm}^2$$

$$I_y = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{22 \cdot 18^3}{12} = 10692,0 \text{ cm}^4$$

$$I_z = \frac{h \cdot b^3}{12} = \frac{18 \cdot 22^3}{12} = 15972,0 \text{ cm}^4$$

$$W_y = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{22 \cdot 18^2}{6} = 1188,0 \text{ cm}^3$$

PRORAČUNSKE SILE

$$N_{t,0,d} = 52,04 \text{ kN}$$

PRORAČUN NAPREZANJA

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{t,0,d}}{A_{\text{netto}}} = \frac{52,04 \cdot 10^3}{396 \cdot 10^2} = 1,31 \text{ N/mm}^2$$

KOEF.IZVIJANJA OKO OSI y:

$$l_{\text{ef},z} = 370 \text{ cm}$$

$$\lambda_y = \frac{l_{\text{eff},y}}{0,289 \cdot b} = \frac{370}{0,289 \cdot 20} = 64,01$$

$$\lambda_{\text{rel},c,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{64,01}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{23}{8000}} = 1,10$$

$$k_y = 0,5(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{\text{rel},c,y} - 0,3) + \lambda_{\text{rel},c,y}^2) = 0,5(1 + 0,2 \cdot (1,10 - 0,3) + 1,10^2) = 1,19$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - l_{\text{rel},c,y}^2}} = \frac{1}{1,19 \sqrt{1,19^2 - 1,10^2}} = 0,61$$

PROVJERA NAPREZANJA

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} = \frac{1,31}{0,61 \cdot 14,2} = 0,15 < 1,0$$

ISKORISTIVOST = 15 %

POPREČNI PRESJEK ZADOVOLJAVA

4.2. DIMENZIONIRANJE PODROŽNICA

3. DIMENZIONIRANJE PODROŽNICE (18/18 cm)

UPORABNA KLASA 1 (C30)

$k_{mod} = 0,80$ (srednjetrojno opterećenje)

$\gamma_m = 1,3$

$$A = b \cdot h = 180 \cdot 180 = 32400,0 \text{ mm}^2$$

$$W_z = W_y = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{180^3}{6} = 972000 \text{ mm}^3$$

DJELOVANJA:

$$\Delta g = 0,40 \cdot x' / 2 = 0,40 \cdot 1,63 = 0,650 \text{ kN/m'}$$

$$S = s \cdot x' / 2 = 0,4 \cdot 1,63 = 1,304 \text{ kN/m'}$$

PRORAČUNSKE VRIJEDNOSTI SVOJSTVA MATERJALA

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,80 \cdot \frac{30}{1,3} = 18,50 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,80 \cdot \frac{2,7}{1,3} = 1,70 \text{ N/mm}^2$$

PRORAČUNSKE VRIJEDNOSTI OPTEREČENJA

$$E_d = 1,35 \cdot \Delta g + 0,9 \cdot 1,5 \cdot S = 1,35 \cdot 0,652 + (1,35 \cdot 1,304) = 2,64 \text{ kN/m'}$$

$$E_{y,d} = E_d \cdot \sin(18^\circ) = 2,64 \cdot \sin(18^\circ) = 0,82 \text{ kN/m'}$$

$$E_{z,d} = E_d \cdot \cos(18^\circ) = 2,64 \cdot \cos(18^\circ) = 2,51 \text{ kN/m'}$$

REZNE SILE

$$M_y = \frac{Ez \cdot d \cdot l^2}{8} = \frac{2,51 \cdot 5,5^2}{8} = 9,49 \text{ kNm}$$

$$M_z = \frac{Ey \cdot d \cdot l^2}{8} = \frac{0,82 \cdot 5,5^2}{8} = 3,10 \text{ kNm}$$

$$T_y = \frac{Ey \cdot l}{2} = \frac{0,82 \cdot 5,5}{2} = 2,26 \text{ kNm}$$

$$T_z = \frac{Ez \cdot l}{2} = \frac{2,51 \cdot 5,5}{2} = 6,90 \text{ kN}$$

PRORAČUN NAPREZANJA:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{9490000}{972000} = 9,76 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{3100000}{972000} = 3,19 \text{ N/mm}^2$$

$$T_{y,d} = 1,5 \cdot \frac{V_y}{A} = 1,5 \cdot \frac{2260}{32400} = 0,10 \text{ N/mm}^2$$

$$T_{z,d} = 1,5 \cdot \frac{V_z}{A} = 1,5 \cdot \frac{6900}{32400} = 0,32 \text{ N/mm}^2$$

DOKAZI:

$$k_{red} = 0,7$$

$$k_m = 1,0$$

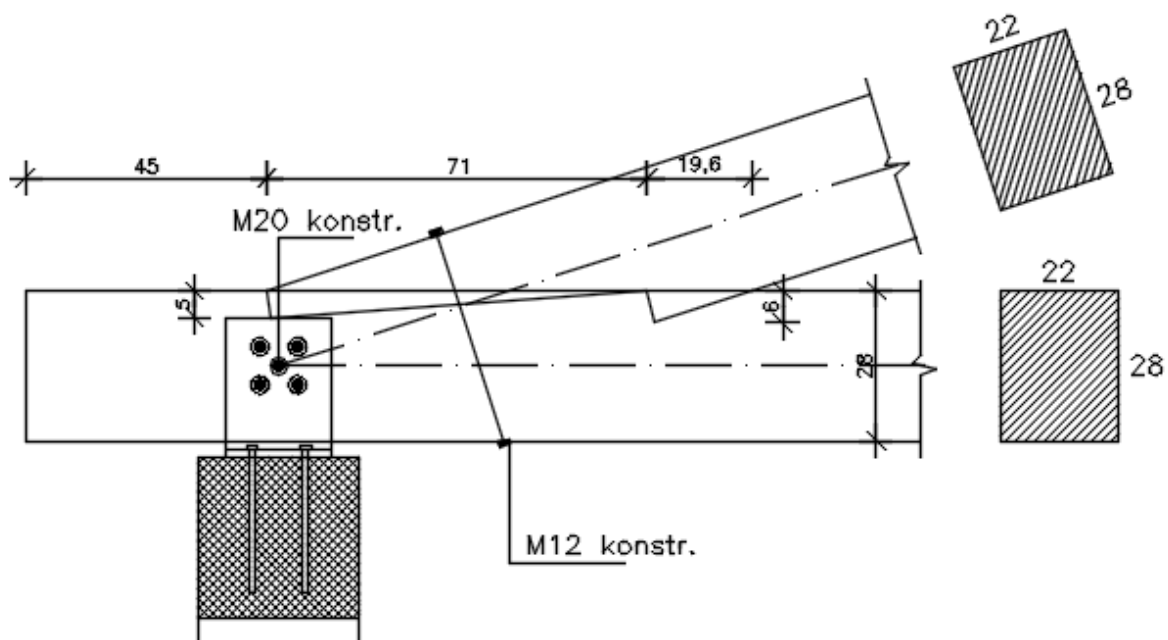
$$\frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_m \cdot f_{m,y,d}} \cdot k_{red} = \frac{3,19}{18,50} + \frac{9,76}{18,50} \cdot 0,7 = 0,54 \leq 1,0$$

$$\frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \cdot k_{red} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_m \cdot f_{m,y,d}} = \frac{3,19}{18,50} \cdot 0,7 + \frac{9,76}{18,50} = 0,65 \leq 1,0$$

$$\left(\frac{T_{y,d}}{f_{v,d}} \right)^2 + \left(\frac{T_{z,d}}{f_{v,d}} \right)^2 = \left(\frac{0,10}{1,70} \right)^2 + \left(\frac{0,32}{1,70} \right)^2 = 0,04 \leq 1,0$$

ISKORISTIVOST: 65 %

4.3. DETALJ A



DVOSTRUKI ZASJEK

$$t_{v1} = 5,0 \text{ cm}$$

$$t_{v2} = 6,0 \text{ cm}$$

$$t_{v,\max} = \frac{h}{4} = \frac{28}{4} = 7,0 \text{ cm}$$

$$5,0 \text{ cm} < 7,0 \text{ cm}$$

$$6,0 \text{ cm} < 7,0 \text{ cm}$$

OSIGURANJEM 12- KONSTRUKTIVNO

DOKAZI NOSIVOSTI:

PREDNJE ČELO ZASJEKA

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

$$\alpha = \frac{\gamma}{2} = \frac{18^\circ}{2} = 9^\circ$$

$$\bar{A} = \frac{22 \cdot 5}{\cos 9^\circ} = 111,38 \text{ cm}^2$$

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

$$f_{c,\alpha,d} = \frac{14,20}{\sqrt{\left(\frac{14,20}{2 \cdot 1,7} \cdot \sin^2 9^\circ\right)^2 + \left(\frac{14,20}{2 \cdot 1,7} \cdot \sin 9^\circ \cdot \cos 9^\circ\right)^2 + \cos^4 9^\circ}}$$

$$f_{c,\alpha,d} = 12,03 \text{ N/mm}^2$$

$$R_{1,\alpha,d} = 12,03 \times 111,38 \times 10^2 = 133990 \text{ N} = 133,99 \text{ KN}$$

$$\text{U osi štapa : } R_{1,c,0,d} = \frac{133,99}{\cos 9^\circ} = 135,67 \text{ KN}$$

ZADNJE ČELO ZASJEKA

$$R_{2,c,0,d} = R_{2,\gamma,d} = f_{c,\gamma,d} \times A_2$$

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

$$f_{c,\gamma,d} = \frac{14,20}{\sqrt{\left(\frac{14,20}{2 \cdot 1,7} \cdot \sin^2 18^\circ\right)^2 + \left(\frac{14,20}{2 \cdot 1,7} \cdot \sin 18^\circ \cdot \cos 18^\circ\right)^2 + \cos^4 18^\circ}}$$

$$f_{c,\gamma,d} = 8,99 \text{ N/mm}^2$$

$$A_2 = \frac{b_2 \times t_2}{\cos 18^\circ} = \frac{22 \times 8}{\cos 18^\circ} = 138,95 \text{ cm}^2$$

$$R_{2,c,0,d} = R_{2,\gamma,d} = 8,99 \times 13895 \times 10^2 = 12491,2 \text{ N} = 124,91 \text{ KN}$$

UKUPNA NOSIVOST ZASJEKA

$$R_{tot,d} = R_{1,c,0,d} + R_{2,c,0,d} = 135,67 + 124,91 = 260,6 \text{ KN}$$

$$R_{tot,d} > F_d$$

$$260,6 \text{ KN} > 218,77 \text{ KN}$$

DOKAZ:

$$\frac{F_d}{R_{tot,d}} = \frac{218,77}{260,6} < 1,0 = 0,84 < 1,0$$

ISKORISTIVOST: 84 %

POSMIČNA NAPREZANJA:

$$\frac{T_d}{f_{vd}} < 1,0$$

$$T_d = \frac{F_{0,d}}{A}$$

$$F_{0,d} = F_{d,1} \cdot \cos \alpha = 218,77 \cdot \cos 18^\circ = 207,8 \text{ KN}$$

$$l_{v,1} = \min \{l_v; (8 \cdot t_{v,1})\}$$

$$8 \cdot t_{v,1} = 8 \cdot 5 = 40,0 \text{ cm}$$

$$\text{odabrano: } l_{v,1} = 45,0 \text{ cm}$$

$$l_{v,2} = \min \{l_{1-2}; (8 \cdot t_{v,2})\}$$

$$\frac{28}{\alpha} = \sin 18^\circ \rightarrow a = 90,32 \text{ cm}$$

$$\frac{6}{b} = \text{tg} 18^\circ \rightarrow b = 18,52 \text{ cm}$$

$$\frac{c}{5} = \text{tg} 9^\circ \rightarrow c = 0,79 \text{ cm}$$

$$l_{1-2} = 90,32 - 18,52 - 0,79 = 71,0 \text{ cm} > 8 \cdot t_{v,2} = 40 \text{ cm}$$

$$l_{v,tot} = 71 + 45 = 116,0 \text{ cm}$$

$$A = 22 \cdot 116 = 2552 \text{ cm}^2$$

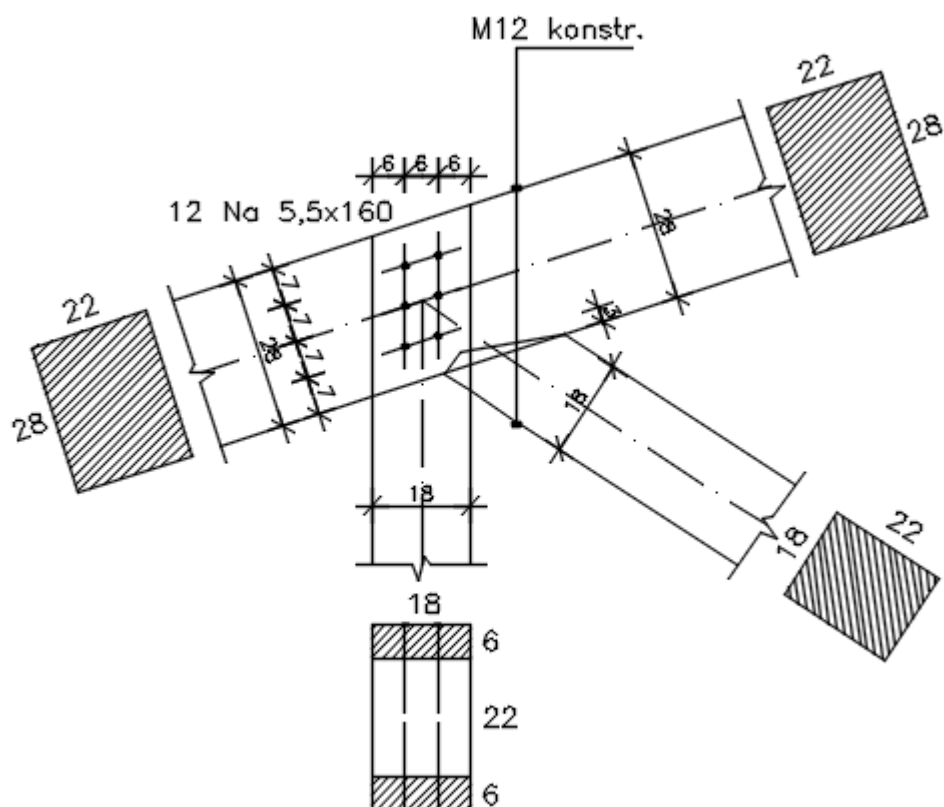
$$\tau_d = \frac{207,8 \cdot 10^3}{2552 \cdot 10^2} = 0,81 \text{ N / cm}^2 < 1,0$$

DOKAZ :

$$\frac{\tau_d}{f_{vd}} = \frac{0,81}{1,7} = 0,48 < 1,0$$

ISKORISTIVOST: 81%

4.4. DETALJ B



ČVOR 5 - ZASJEK I ČAVLANI SPOJ

Spoj štapa - jednostruki zasjek

$$t_{v,\max} = \frac{h}{6} = \frac{28}{6} = 4,67 \text{ cm}$$

$$t_{v,5} = 3 \text{ cm} < 4,67 \text{ cm}$$

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

$$\sigma_{c,\alpha,d} = \frac{F_{c,\alpha,d}}{A_5}$$

$$F_{c,\alpha,d} = F_{c,0,d} \cdot \cos \alpha_5 = N_{c,d} \cdot \cos \alpha_5$$

$$\alpha_5 = \frac{\gamma_5}{2} = \frac{51^\circ}{2} = 25,5^\circ$$

$$F_{c,\alpha,d} = 52,04 \cdot \cos 25,5^\circ = 46,97 \text{ KN}$$

$$A_5 = \frac{22 \cdot 3}{\cos 25,5^\circ} = 73,12 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{c,\alpha,d} = \frac{4697 \cdot 10^3}{73,12 \cdot 10^2} = 6,4 \text{ N/mm}^2$$

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

$$f_{c,\alpha,d} = \frac{14,20}{\sqrt{\left(\frac{14,20}{2 \cdot 1,7} \cdot \sin^2 22,5^\circ\right)^2 + \left(\frac{14,20}{2 \cdot 1,7} \cdot \sin 22,5^\circ \cdot \cos 22,5^\circ\right)^2 + \cos^4 22,5^\circ}}$$

$$f_{c,\alpha,d} = 7,17 \text{ N/mm}^2$$

DOKAZ:

$$\frac{\sigma_{c,\alpha,d}}{f_{c,\alpha,d}} = \frac{6,4}{7,17} = 0,89 < 1,0$$

SPOJ ŠTAPA - ČAVLANI SPOJ

$$N_d = 14,53 \text{ kN}$$

$$\text{Čavli } 5,5 / 160 - \text{zabijani} \quad f_{m,k} = 600 \text{ N/mm}^2$$

Karakteristične vrijednosti tlačne čvrstoće po plaštu rupe i momenta popuštanja:

$$f_{h,0,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 5,5) \cdot 380 = 29,44 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{y,k} = 0,3 \cdot f_{uk} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 600 \cdot 5,5^{2,6} = 15143,13 \text{ Nmm}$$

Karakteristična vrijednost nosivosti po rezu:

$$R_k = \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} = \sqrt{2 \cdot 15143,13 \cdot 29,44 \cdot 5,5 \cdot 10^{-3}} = 2,21 \text{ kN}$$

Tražena debljina drva za punu nosivost:

$$t_{1,req} = 9 \cdot d = 9 \cdot 5,5 = 49,5 > 40mm$$

Reducirana nosivost:

$$R_{k,red} = R_k \cdot \frac{t_1}{t_{req}} = 2,21 \cdot \frac{40}{49,5} = 1,79kN$$

Reducirana proračunska vrijednost nosivosti:

$$R_d = k_{mod} \cdot \frac{R_{k,red}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{1,79}{1,1} = 1,30kN$$

Potreban broj čavala:

$$n_{req} = \frac{N_d}{R_d} = \frac{14,53}{1,3} = 11,18 \approx 12kom$$

Odabrano: 12 kom (JEDNOREZNIH)

$$a_{1,req} = (5 + 5 \cos \alpha) \cdot d = (5 + 5 \cos 0^\circ) \cdot 5,5 = 55mm < 70mm$$

$$a_{2,req} = 5 \cdot d = 5 \cdot 5,5 = 27,5mm < 50mm$$

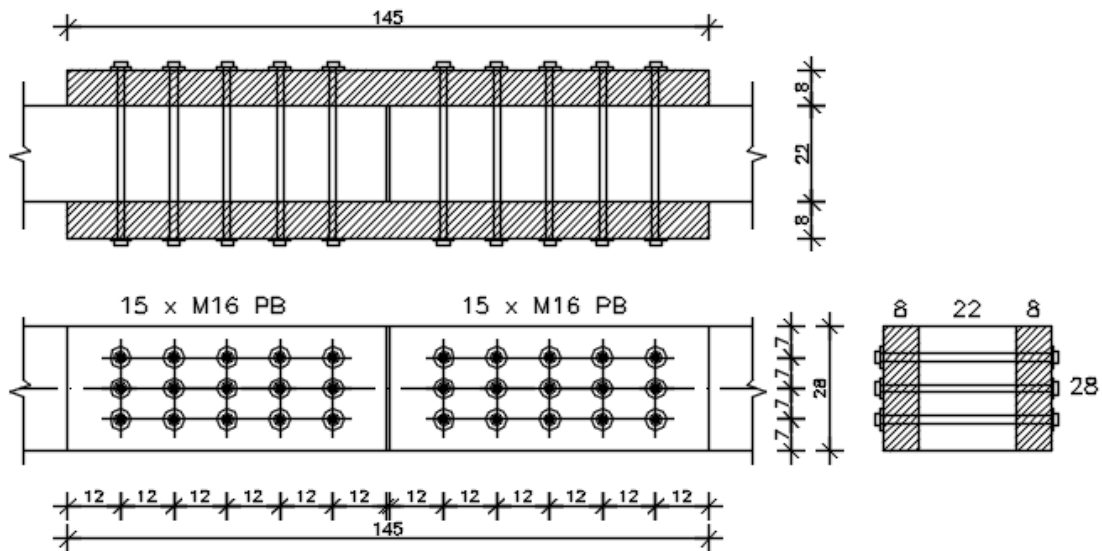
$$a_{1,t,req} = (7 + 5 \cos \alpha) \cdot d = 66mm < 70mm$$

$$a_{2,c,req} = 5 \cdot d = 3 \cdot 5,5 = 25,5mm < 40mm$$

$$a_{2,t,req} = (7 + 5 \sin \alpha) \cdot d = 38mm < 40mm$$

DOKAZ:

$$\frac{N_d}{n \cdot R_d} = \frac{14,53}{15 \cdot 1,3} = 0,93 < 1,0$$

DETALJ C – SPOJ TIJESNO UGRAĐENIM VIJCIMA**TIJESNO UGRAĐENI VIJCI (PB)**

$$N_d = 178,34 \text{ kN}$$

Tijesno ugrađeni vijci M-16 / 8.8

Puno drvo C 30 – $\rho_k = 380 \text{ kg / m}^3$

KARAKTRISTIČNE VRIJEDNOSTI TLAČNE ČVRSTOĆE PO PLAŠTU RUPE I MOMENTA POPUŠTANJA

Vezica :

$$f_{h,0k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 16) \cdot 380 = 26,17 \text{ N/mm}^2$$

Štap :

$$M_{y,k} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 800 \cdot 16^{2,6} = 324282 \text{ Nmm}$$

$$\beta = 1,0$$

Karakteristična vrijednost nosivosti vijka po rezu

$$R_k = \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,0k} \cdot d}$$

$$R_k = \sqrt{2 \cdot 324282 \cdot 26,17 \cdot 16} = 16479,28 \text{ N}$$

Tražene debljine elemenata za punu nosivost

Vezice:

$$t_{\text{req}} = 1,15 \cdot \left(2 \cdot \sqrt{\frac{\beta}{1,0 + \beta}} + 2 \right) \cdot \sqrt{\frac{M_{y,k}}{f_{h,0k} \cdot d}}$$

$$t_{\text{req}} = 1,15 \cdot \left(2 \cdot \sqrt{\frac{1,0}{1,0 + 1,0}} + 2 \right) \cdot \sqrt{\frac{324282}{26,17 \cdot 16}}$$

$$t_{\text{req}} = 109,27 \text{ mm} > 80 \text{ mm}$$

UVJET NE ZADOVOLJAVA - smanjenje nosivosti

$$R_{k,\text{red}} = R_k \cdot \frac{t}{t_{\text{req}}} = 16479,28 \cdot \frac{80}{109,27} = 12065 \text{ N}$$

Štap nije potrebno kontrolirati.

Proračunska vrijednost nosivosti vijka po rezu

$$R_d = k_{\text{mod}} \cdot \frac{R_{k,\text{red}}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{12065}{1,1} = 8774,55 \text{ N}$$

Potreban broj vijaka

$$n = \frac{N}{R_d} = \frac{170,42 \cdot 10^3}{8774,55} = 9,71 \approx 15 \text{ kom}$$

Odabrano : 15 vijaka

Smanjenje nosivosti zbog opasnosti od cijepanja kod ugradnje više vijaka u jednom redu paralelno sa vlakancima

$$n_{\text{ef}} = \left[\min \left\{ n ; n^{0,9} \cdot \sqrt[4]{\frac{a_1}{10 \cdot d}} \right\} \right] \cdot \frac{90 - \alpha}{90} + 2 \cdot \frac{\alpha}{90}$$

$$\alpha = 0^\circ \quad n = 6 \quad a_1 = 120 \text{ mm}$$

$$n_{\text{ef}} = \left[\min \left\{ 2 ; 5^{0,9} \cdot \sqrt[4]{\frac{120}{10 \cdot 16}} \right\} \right] \cdot \frac{90 - 0}{90} + 2 \cdot \frac{0}{90}$$

$$n_{\text{ef}} = \left[\min \{ 2 ; 4,01 \} \right] \cdot \frac{90 - 0}{90} + 2 \cdot \frac{0}{90}$$

$$n_{\text{ef}} = 4,01$$

DOKAZ

$$\frac{N}{R_{d,\text{tot}}} = \frac{178,42 \cdot 10^3}{3 \cdot 4,01 \cdot 2 \cdot 8774,55} = 0,91 < 1,0$$

ZADOVOLJAVA

Konstruktivni zahtjevi

-međusobno paralelni sa vlakancima(dvodijelni štap)

$$a_{1,\text{req}} = (3 + 2 \cdot \cos\alpha) \cdot d = (3 + 2 \cdot \cos 0^\circ) \cdot 16 = 80 \text{ mm} < a_1 = 120 \text{ mm}$$

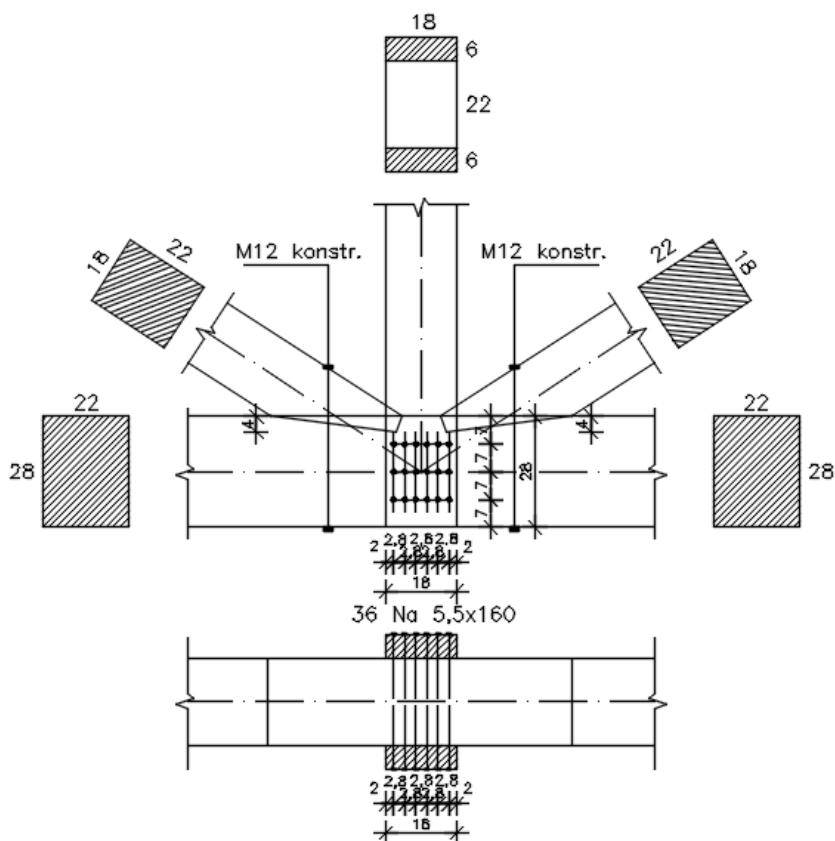
-paralelni od opterećenog kraja(dvodijelni štap)

$$a_{1,t,\text{req}} = 7 \cdot d = 7 \cdot 16 = 112 \text{ mm} < a_1 = 120 \text{ mm}$$

-okomiti međusobno, od opterećenog ruba i od neopterećenog ruba

$$a_{2,\text{req}} = 3 \cdot d = 3 \cdot 16 = 48 \text{ mm} < a_1 = 70 \text{ mm}$$

SPOJ ŠTAPA- jednostruki zasjek



$$t_{v,\max} = \frac{h}{6} = \frac{28}{6} = 4,67 \text{ cm}$$

$$t_{v,5} = 4 \text{ cm} < 4,67 \text{ cm}$$

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

$$\sigma_{c,\alpha,d} = \frac{F_{c,\alpha,d}}{A_5}$$

$$F_{c,\alpha,d} = F_{c,0,d} \cdot \cos \alpha_5 = N_{c,d} \cdot \cos \alpha_5$$

$$\alpha_5 = \frac{\gamma_5}{2} = \frac{33^\circ}{2} = 16,5^\circ$$

$$F_{c,\alpha,d} = 55,81 \cdot \cos 16,5^\circ = 53,58 \text{ N}$$

$$A_5 = \frac{22 \cdot 4}{\cos 16,5^\circ} = 91,66 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{c,\alpha,d} = \frac{53,58 \cdot 10^3}{91,66 \cdot 10^2} = 5,8 \text{ N / mm}^2$$

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

$$f_{c,\alpha,d} = \frac{14,20}{\sqrt{\left(\frac{14,20}{2 \cdot 1,7} \cdot \sin^2 16,5^\circ\right)^2 + \left(\frac{14,20}{2 \cdot 1,7} \cdot \sin 16,5^\circ \cdot \cos 16,5^\circ\right)^2 + \cos^4 16,5^\circ}}$$

$$f_{c,\alpha,d} = 6,43 \text{ N/mm}^2$$

DOKAZ:

$$\frac{\sigma_{\alpha,c,d}}{f_{c,\alpha,d}} = \frac{5,8}{6,43} = 0,9 < 1,0$$

ČAVLANI SPOJ

$$N_d = 59,94 \text{ kN}$$

Čavli Na 5,5 x 180 mm – bušeni

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

$$\text{Puno drvo C 30} - \rho_k = 380 \text{ kg / m}^3$$

KARAKTRISTIČNE VRIJEDNOSTI TLAČNE ČVRSTOĆE PO PLAŠTU RUPE I MOMENTA POPUŠTANJA

$$f_{h,1,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 5,5) \cdot 380 = 29,45 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{y,k} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 600 \cdot 5,5^{2,6} = 15143,12 \text{ Nmm}$$

$$\beta = 1,0$$

Karakteristična vrijednost nosivosti po reznoj ravnini

$$R_k = \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,0,k} \cdot d}$$

$$R_k = \sqrt{2 \cdot 15143,12 \cdot 29,45 \cdot 5,5} = 2214,86 \text{ N}$$

Minimalna dubina zabijanja u zadnje drvo

$$t_{\text{req}} = 1,15 \cdot \left(2 \cdot \sqrt{\frac{\beta}{1,0 + \beta}} + 2 \right) \cdot \sqrt{\frac{M_{y,k}}{f_{h,1k} \cdot d}}$$

$$t_{\text{req}} = 1,15 \cdot \left(2 \cdot \sqrt{\frac{1,0}{1,0 + 1,0}} + 2 \right) \cdot \sqrt{\frac{15143,12}{29,45 \cdot 5,5}}$$

$$t_{\text{req}} = 37,96 \text{ mm} < 100 \text{ mm}$$

UVJET ZADOVOLJAVA

Proračunska vrijednost nosivosti čavla po rezu

$$R_d = k_{\text{mod}} \cdot \frac{R_{k,\text{red}}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{2214,86}{1,1} = 1610,81 \text{ N}$$

Potreban broj čavala

$$n = \frac{N}{R_d} = \frac{55,81 \cdot 10^3}{1610,81} = 34,67 \approx 36 \text{ kom}$$

Odabrano : 36 čavala

DOKAZ

$$\frac{N}{R_{d,\text{tot}}} = \frac{55,81 \cdot 10^3}{36 \cdot 1610,81} = 0,96 < 1,0$$

ZADOVOLJAVA

Konstruktivni zahtjevi (bušeni čavli)

-međusobno paralelni sa vlakancima(dvodijelni štap)

$$a_{1,\text{req}} = (3 + 2 \cdot \cos\alpha) \cdot d = (3 + 2 \cdot \cos 0^\circ) \cdot 6,0 = 27,5 \text{ mm} < 70 \text{ mm}$$

-okomito na vlakanca (dvodijelni štap)

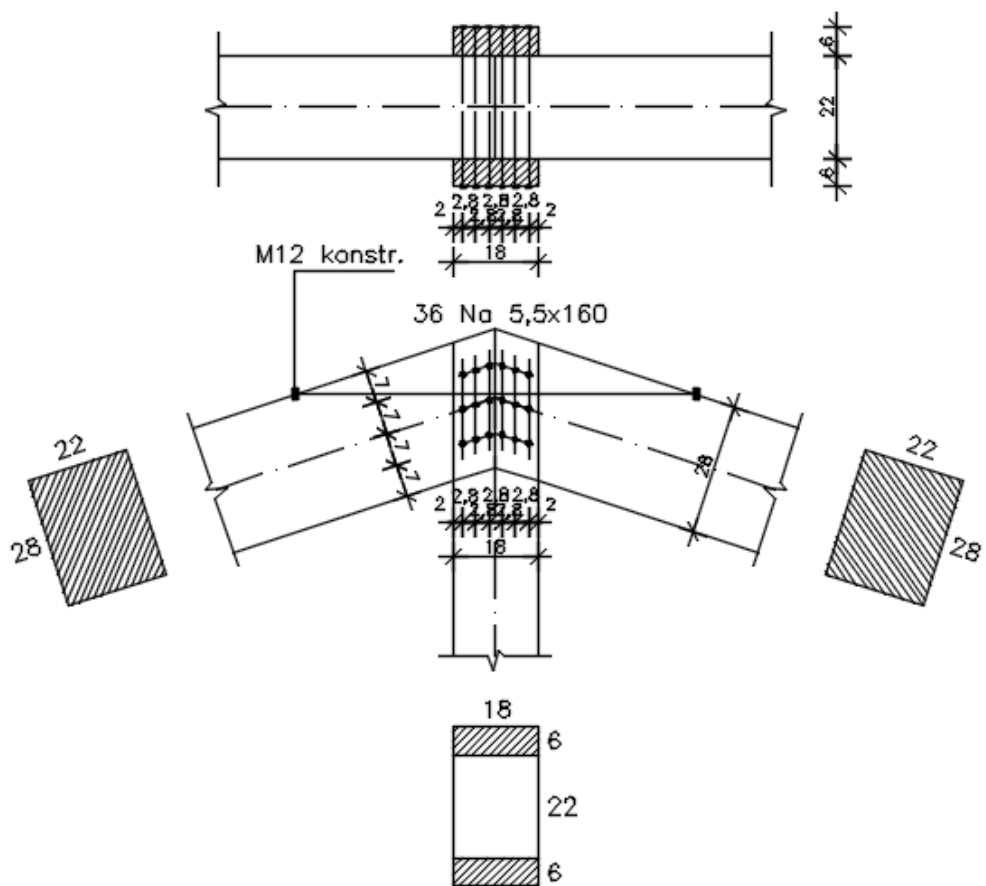
$$a_{2,\text{req}} = 3 \cdot d = 3 \cdot 5,5 = 16,5 \text{ mm} < 28 \text{ mm}$$

-paralelni od opterećenog kraja(dvodijelni štap)

$$a_{1,t,\text{req}} = (7 + 5 \cdot \cos\alpha) \cdot d = (7 + 5 \cdot \cos 0^\circ) \cdot 5,5 = 66 \text{ mm} < 70 \text{ mm}$$

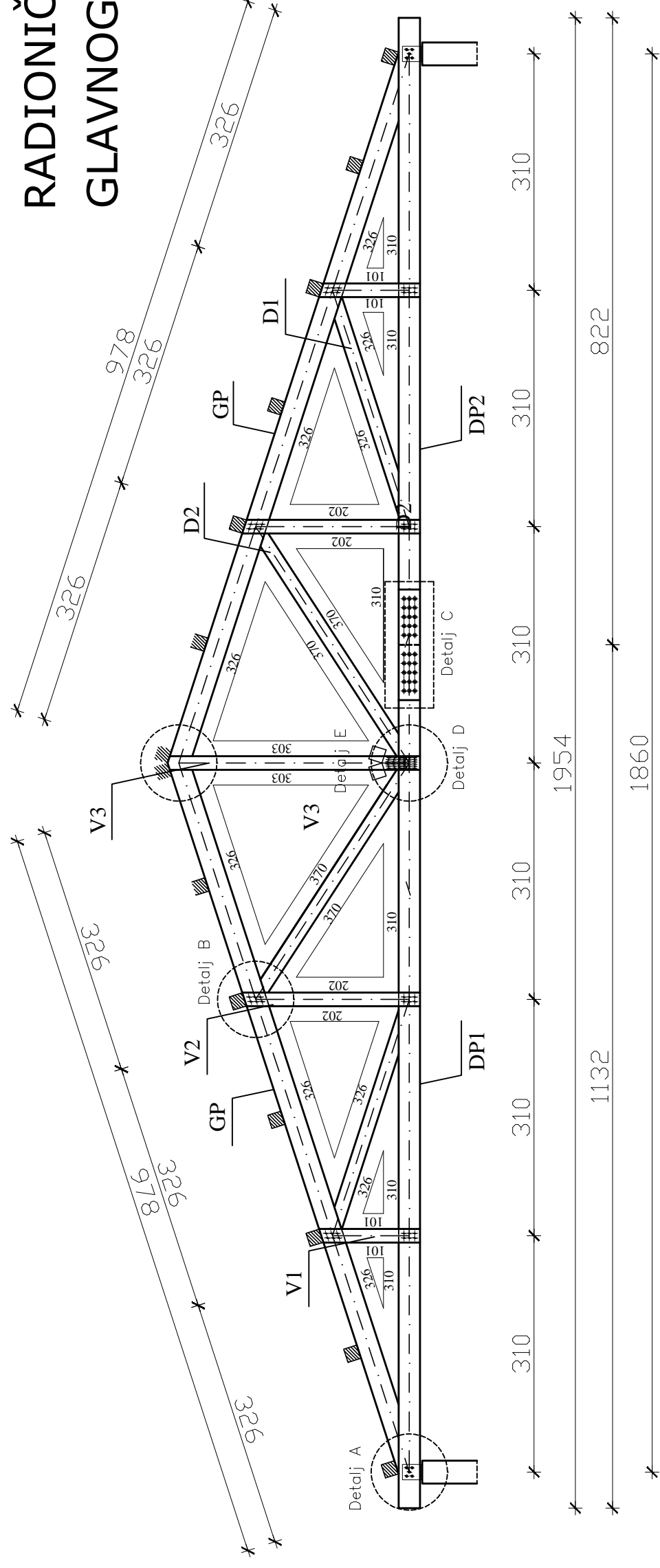
-okomito od neopterećenog ruba

$$a_{2,\text{req}} = 3 \cdot d = 3 \cdot 5,5 = 16,5 \text{ mm} < 20 \text{ mm}$$



5. GRAFIČKI PRILOZI

RADIONIČKI NACRT GLAVNOG NOSAČA MJ 1:50



ISKAZ MATERIJALA JEDINICNI

| OZNAKA | DULJINA | P.P. | KOMADA |
|--------|---------|--------|--------|
| GP | 978 | 22x28 | 2 |
| DP1 | 1132 | 22x28 | 1 |
| DP2 | 822 | 22x28 | 1 |
| V1 | 133 | 2x6x18 | 2 |
| V2 | 233 | 2x6x18 | 2 |
| V3 | 328 | 2x6x18 | 1 |
| D1 | 326 | 22x18 | 2 |
| D2 | 370 | 22x18 | 2 |
| P | 1200 | 18x18 | 14 |

60,47

ISKAZ MATERIJALA UKUPNI

| OZNAKA | DULJINA | P.P. | KOMADA |
|--------|---------|--------|--------|
| GP | 978 | 22x28 | 22 |
| DP1 | 1132 | 22x28 | 11 |
| DP2 | 822 | 22x28 | 11 |
| V1 | 133 | 2x6x18 | 22 |
| V2 | 233 | 2x6x18 | 22 |
| V3 | 328 | 2x6x18 | 11 |
| D1 | 326 | 22x18 | 22 |
| D2 | 370 | 22x18 | 22 |
| P | 1200 | 18x18 | 65 |



DRVENE KONSTRUKCIJE

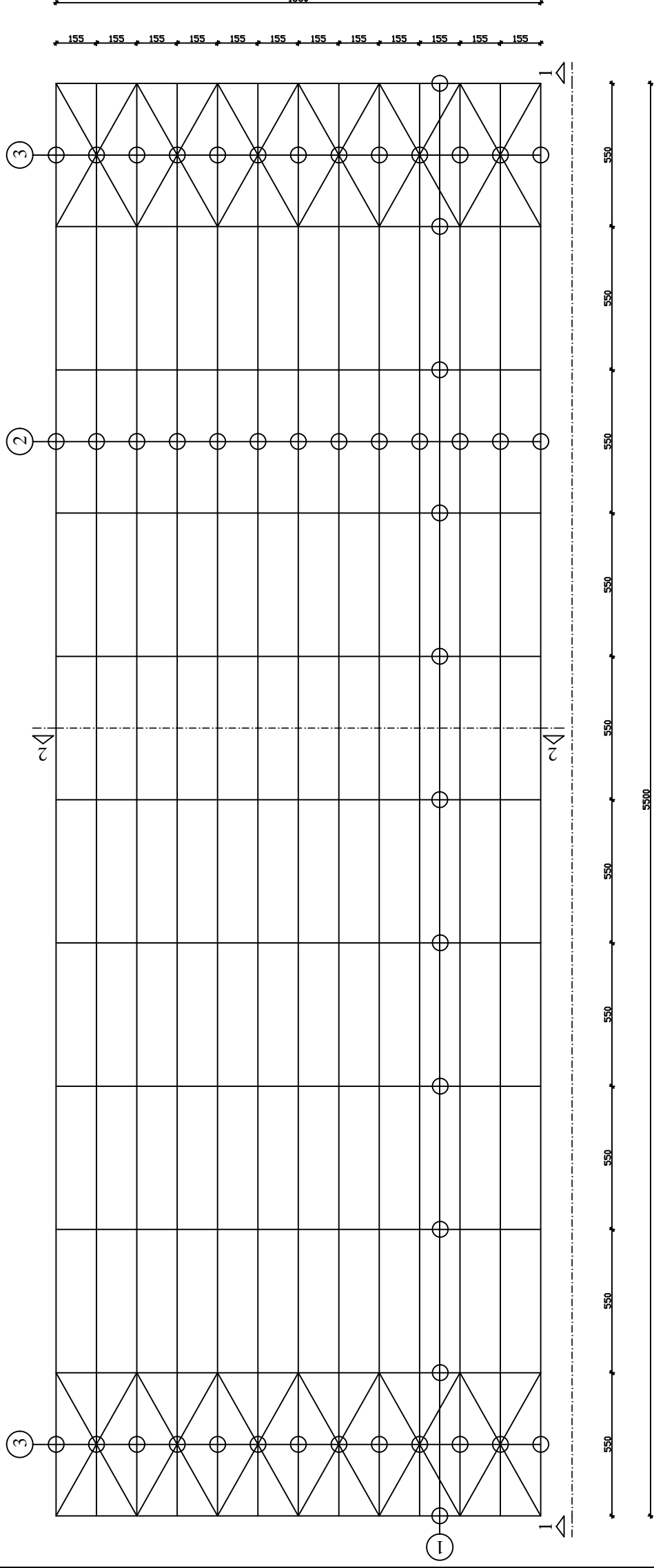
| | |
|----------|---|
| TEMA: | PRORAČUN DRVENE KONSTRUKCIJE REŠETKASTOG KROVIŠTA |
| STUDENT: | ANDRIJA RADIĆ, 1627 |
| SADRŽAJ: | RADIONIČKI NACRT GLAVNOG NOSAČA |
| DATUM: | RUJAN 2017. |

M 1:50

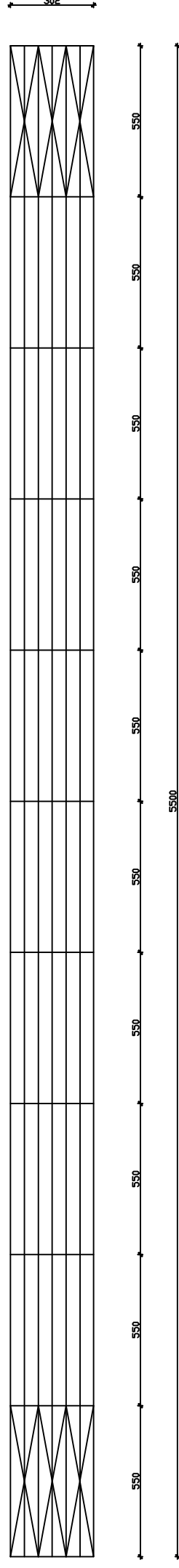
BROJ PRILOGA:

2

TLOCRT

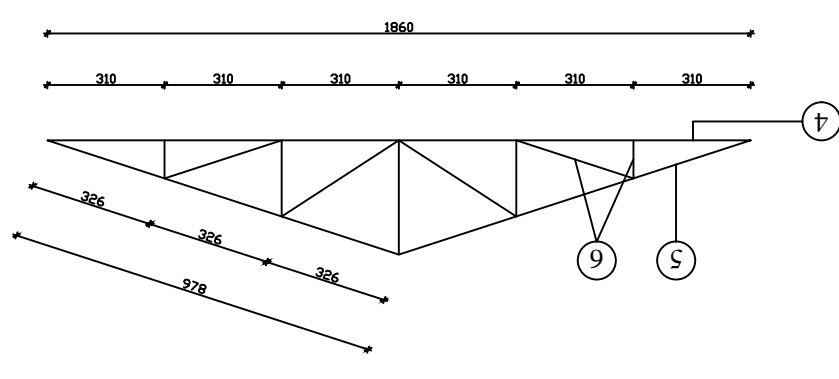


UZDUŽNI PRESJEK 1-1




1. GLAVNI NOSAČI
2. PODROŽNICA
3. SPREG
4. DONJI POJAS
5. GORNJI POJAS
6. ISPUNE(VERTIKALE I DIJAGONALE)

POPREČNI PRESJEK 2-2

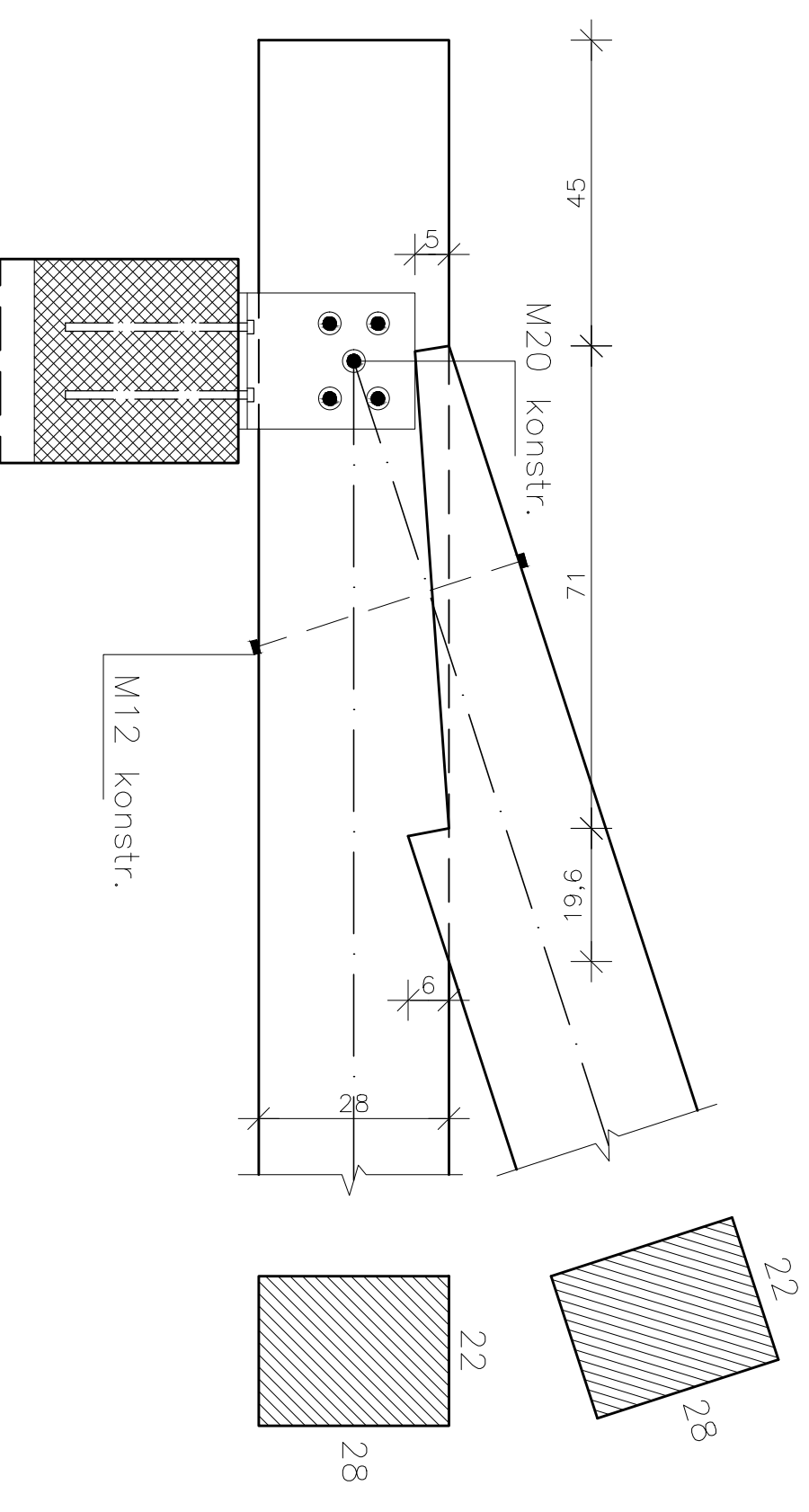
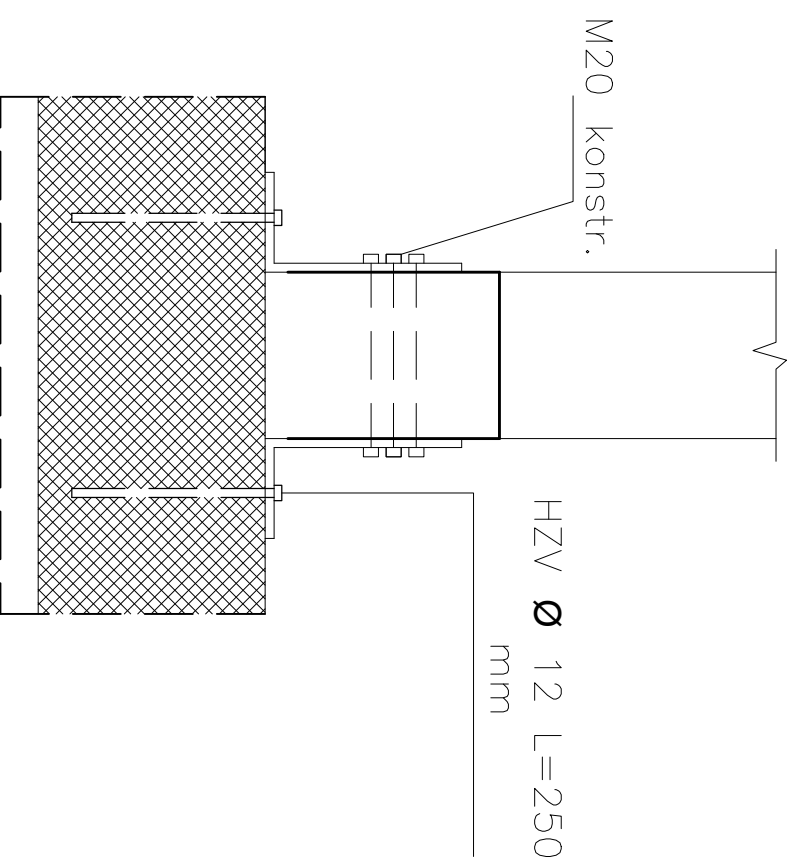


GENERALNI NACRT GLAVNOG NOSAČA MJ 1:200

| | | | |
|---|--|---|--------------------------------|
|  | | FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE U SPLITU | |
| | | PREDMET | DRVENE KONSTRUKCIJE |
| | | ZADATAK | DIMENZIONIRANJE SUSTAVA |
| | | SADRŽAJ LISTA | GENERALNI NACRT GLAVNOG NOSAČA |
| | | STUDENTI | ANDRIJA RADIĆ, 1627 |
| | | DATUM: | 14.06.2016 |
| | | M | 1:200 |

DETALJ A M 1:10

Sidreni vijci HZV \emptyset 12 L=250 mm
Vijak M20 konstr.

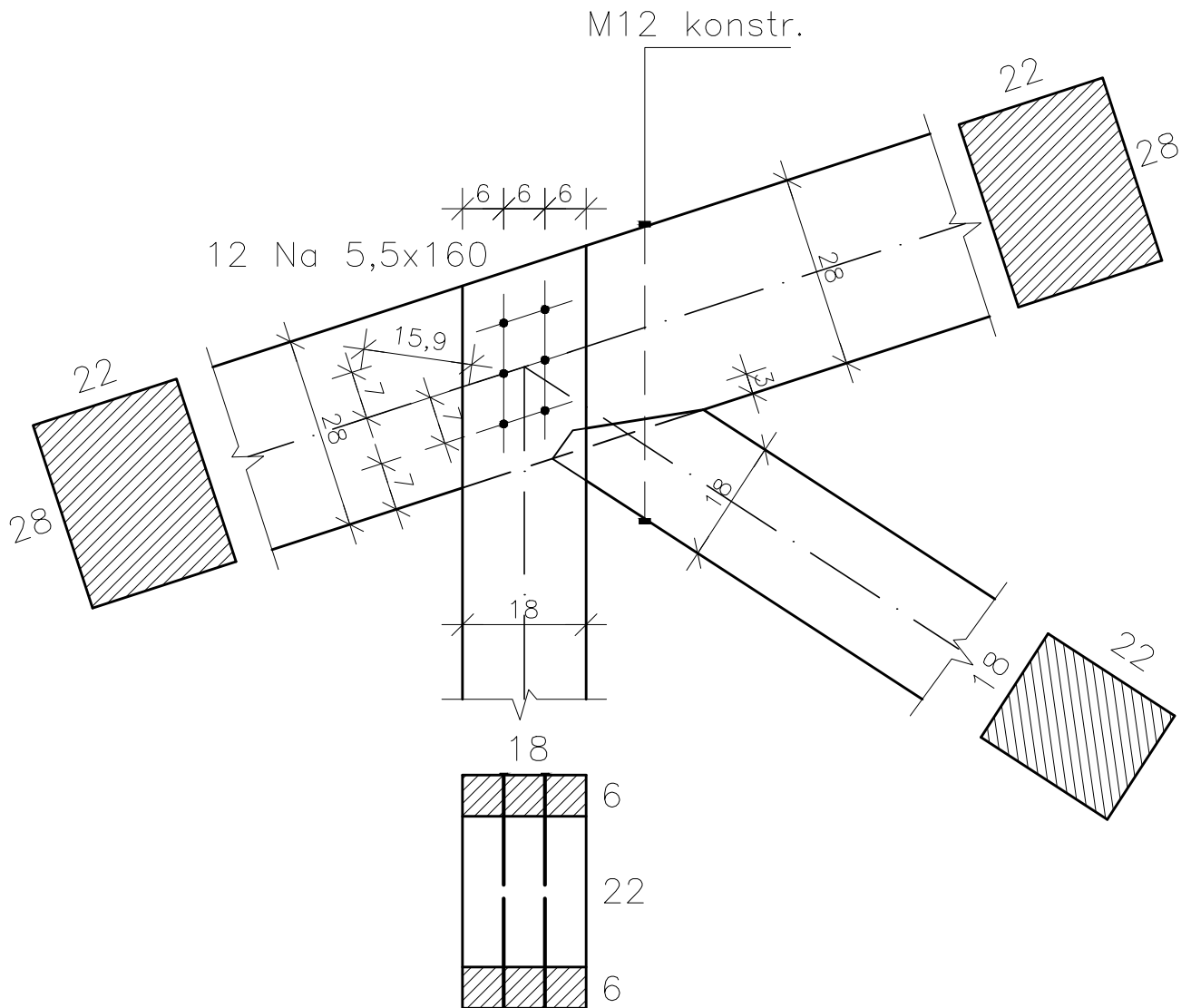


DRVENE KONSTRUKCIJE

| | | |
|----------|---|---------------|
| TEMA: | PRORAČUN DRVENE KONSTRUKCIJE REŠETKASTOG KROVIŠTA | |
| STUDENT: | ANDRIJA RADIĆ, 1627 | M 1:10 |
| SADRŽAJ: | DETALJ A | BROJ PRILOGA: |
| DATUM: | Rujan 2017. | 3 |



DETALJ B M 1:10



DRVENE KONSTRUKCIJE

TEMA:

PRORAČUN DRVENE KONSTRUKCIJE REŠETKASTOG KROVIŠTA

STUDENT:

ANDRIJA RADIĆ, 1627

M 1:10

SADRŽAJ:

DETALJ B

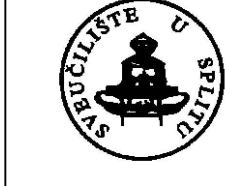
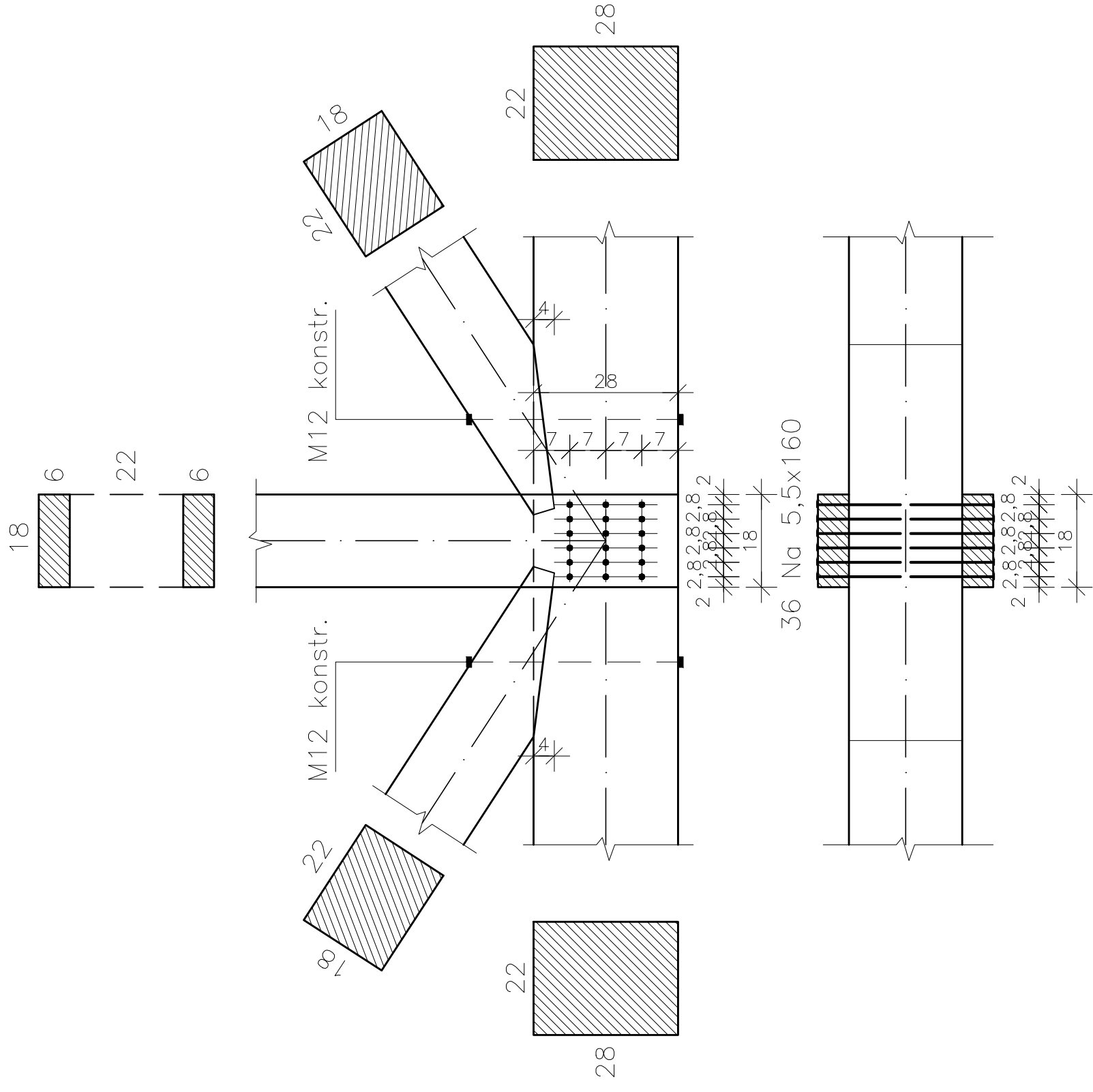
BROJ PRILOGA:

DATUM:

RUJAN 2017.

4

DETALJ C M 1:10



DRVENE KONSTRUKCIJE

TEMA:

PRORAČUN DRVENE KONSTRUKCIJE REŠETKASTOG KROVIŠTA

STUDENTI:

ANDRIJA RADIĆ, 1627

SADRŽAJ:

DETALJ C

DATUM:

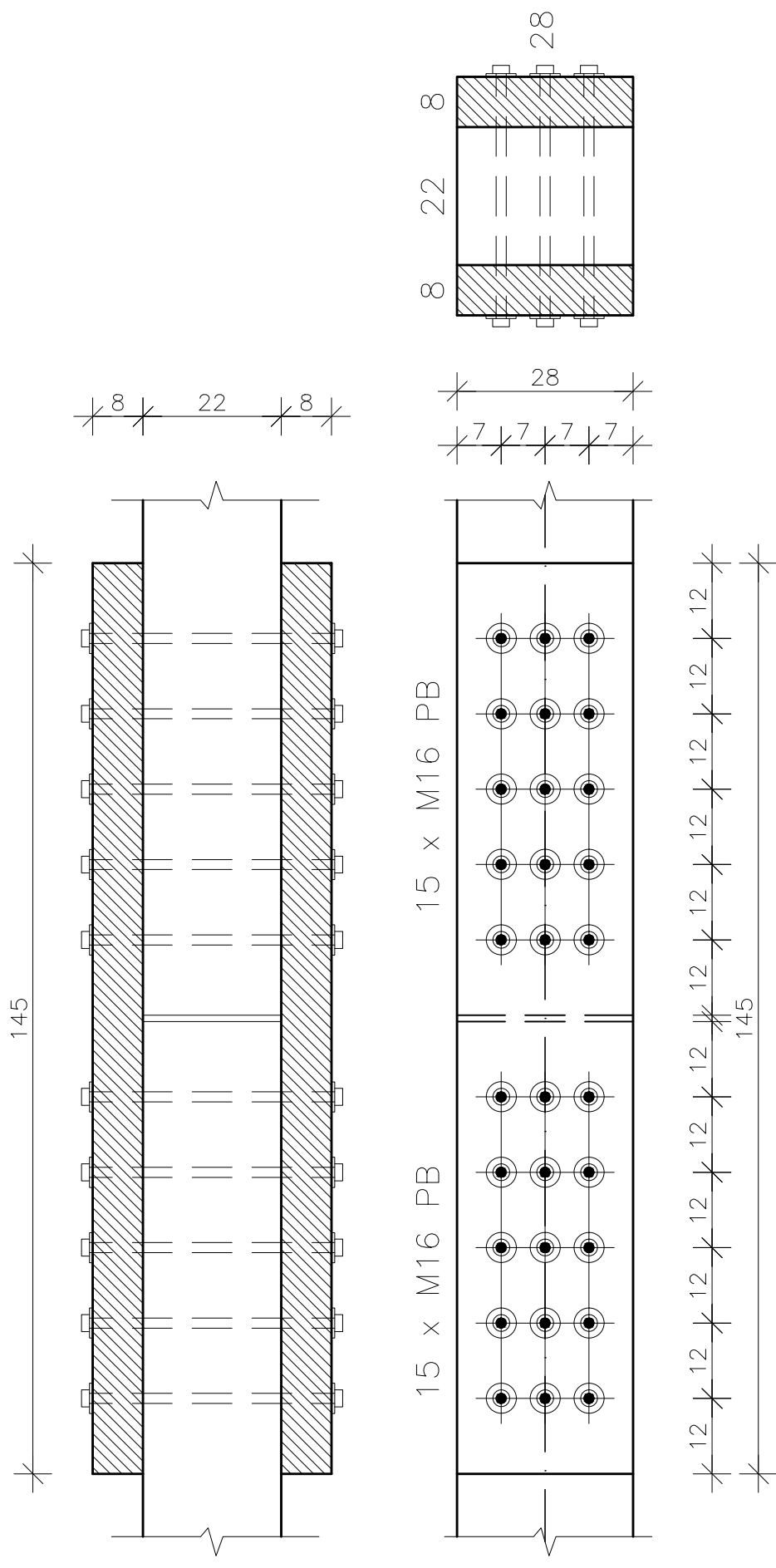
RUJAN 2017.

M 1:10

BROJ PRILOGA:

5

DETALJ D M 1:10



DRVENE KONSTRUKCIJE

TEMA:

PRORAČUN DRVENE KONSTRUKCIJE REŠETKASTOG KROVIŠTA

STUDENT:

ANDRIJA RADIĆ, 1627

SADRŽAJ:

DETALJ D

DATUM:

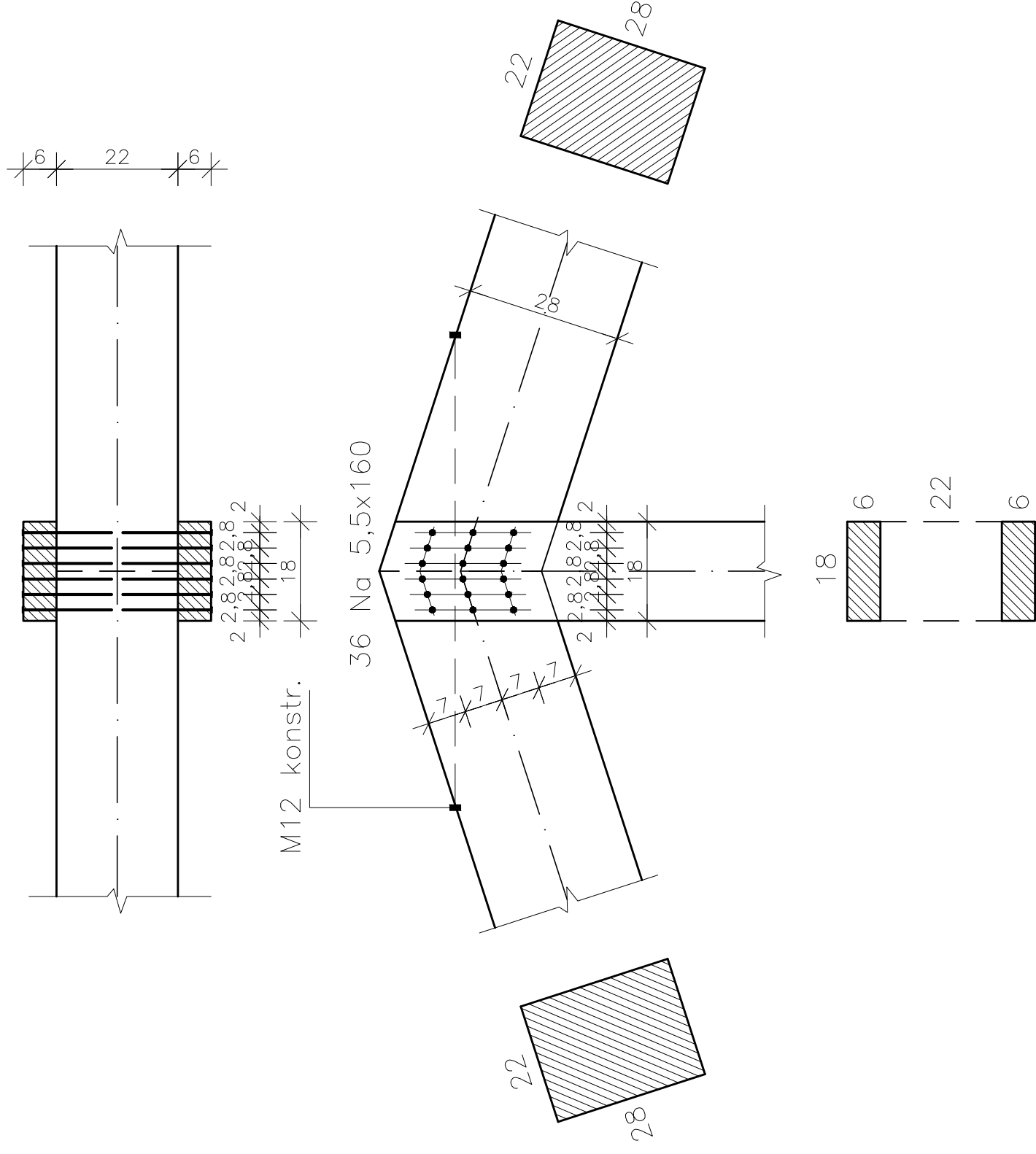
RUJAN 2017.



BROJ PRILOGA:

6

DETALJ E M 1:10



DRVENE KONSTRUKCIJE

TEMA:

PRORAČUN DRVENE KONSTRUKCIJE REŠETKASTOG KROVIŠTA

STUDENT:

ANDRIJA RADIĆ, 1627

SADRŽAJ:

DETALJ E

DATUM:

RUJAN 2017.



BROJ PRILOGA: 6

ISKAZ MATERIJALA

ISKAZ MATERIJALA ZA JEDAN OKVIR

| OZNAKA | DULJINA | P.P. | KOMADA |
|--------|---------|--------|-----------------------------|
| GP | 978 | 22x28 | 2 |
| DP1 | 1132 | 22x28 | 1 |
| DP2 | 822 | 22x28 | 1 |
| V1 | 133 | 2x6x18 | 2 |
| V2 | 233 | 2x6x18 | 2 |
| V3 | 328 | 2x6x18 | 1 |
| D1 | 326 | 22x18 | 2 |
| D2 | 370 | 22x18 | 2 |
| P | 1200 | 18x18 | 14 |
| | | | Σ 8,61m ³ |

ISKAZ MATERIJALA - UKUPNO

| OZNAKA | DULJINA | P.P. | KOMADA |
|--------|---------|--------|------------------------------|
| GP | 978 | 22x28 | 2 |
| DP1 | 1132 | 22x28 | 1 |
| DP2 | 822 | 22x28 | 1 |
| V1 | 133 | 2x6x18 | 2 |
| V2 | 233 | 2x6x18 | 2 |
| V3 | 328 | 2x6x18 | 1 |
| D1 | 326 | 22x18 | 2 |
| D2 | 370 | 22x18 | 2 |
| P | 1200 | 18x18 | 14 |
| | | | Σ 60,47m ³ |