

Proračun drvene konstrukcije rešetkastog krovišta

Pavlović, Bruno

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

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:123:990458>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-17**



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

Bruno Pavlović

Split, 2020.

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

Split, Matice hrvatske 15

STUDIJ: **STRUČNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**
KANDIDAT: Bruno Pavlović
BROJ INDEKSA: 1763
KATEDRA: **Katedra za metalne i drvene konstrukcije**
PREDMET: Drvene konstrukcije

ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

Tema: Proračun drvene konstrukcije 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.

U Splitu, 21.09.2020.

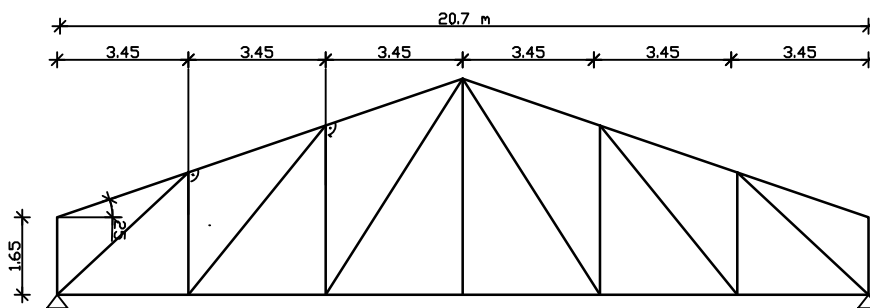
Voditelj Završnog rada: Izv. prof. dr. sc. Neno Torić

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

STRUČNI STUDIJ
PREDMET: DRVENE KONSTRUKCIJE

ZAVRŠNI RAD

Potrebno je konstruirati i dimenzionirati nosivi sustav prema priloženoj skici:



PODACI:

- * Lokacija: područje grada Zagreba
- * Materijal konstrukcije: C16/uporabna klasa II
- * Način izvedbe: montažno
- * ukupno 10 rešetki koji tvore krov
- * oslanjanje: AB zidovi

NACRTI

- * Plan pozicija
- * Detaljni pop. presjek rešetke
- * Detalji: do 5
- * Iskaz materijala

Datum izdavanja završnog rada: 13.04.2020.

STUDENT/ICA:

BRUNO PAVLOVIĆ

PREDMETNI NASTAVNIK:

izv.prof.dr.sc. Neno Torić

PREDMETNI ASISTENT:

Tin Hržić, mag.ing.aedif.

SVEUČILIŠTE U SPLITU

FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Bruno Pavlović

Proračun drvene konstrukcije rešetkastog krovišta

Završni rad

Split, 2020.

Proračun drvene konstrukcije rešetkastog krovišta

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, področnica, dimenzioniranje, spojevi.

Design of wooden roof truss

Abstract:

Based on given data of truss structure it is necessary 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

1. TEHNIČKI OPIS	1
1.1. Konstruktivni sustav krova	1
1.2. Statička analiza krova	1
1.3. Konstruktivni elementi	2
1.3.1. Glavni nosač	2
1.3.2. Podrožnice	2
1.3.3. Spreg	2
1.4. Materijal	2
1.5. Zaštita materijala	3
1.6. Transport i montaža	3
2. OPĆI PODACI, GEOMETRIJA I ANALIZA OPTEREĆENJA	4
2.1. Glavni nosač	4
2.2. Građa i propisi	4
2.3. Analiza opterećenja	4
2.3.1. Stalno djelovanje	4
2.3.2. Promjenjivo djelovanja _Djelovanje snijega	5
2.3.3. Promjenjivo djelovanje _Djelovanje vjetra	7
3. STATIČKI PRORAČUN	14
4. DIMENZIONIRANJE SUSTAVA	20
4.1. Dimenzioniranje rešetke krovnog sustava	20
4.1.1. Gornji pojas	21
4.1.2. Donji pojas	23
4.1.3. Dijagonale	25
4.1.4. Vertikale	28
4.2. Dimenzioniranje podrožnica	30
4.3. Progibi	32
5. PRORAČUN SPOJEVA	35
5.1. Detalj 1 _Dvostruki zasjek i čavalni spoj	35
5.2. Detalj 2 _Vlačni nastavak	40
5.3. Detalj 3 _Jednostruki zasjek i čavalni spoj	43

6. GRAFIČKI PRILOZI

48

6.1. Generalni nacrt

6.2. Radionički nacrt

6.3. Detalj 1

6.4. Detalj 2

6.5. Detalj 3

6.6. Iskaz materijala

7. LITERATURA

1. TEHNIČKI OPIS

1.1. KONSTRUKTIVNI SUSTAV KROVA

Projektom je zadan trokutasti rešetkasti nosač raspona $l=20,70$ (m). Konstrukcija je zamišljena kao okvirni sustav od deset paralelnih okvira koje tvore krov. Rešetke su na međusobnom razmaku $4,00$ (m) ukupne dužine $36,0$ m. Krovna ploha je u odnosu na horizontalnu ravninu pod kutom $\alpha = 25^\circ$. 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
- snijeg
- vjetar

Građevina se nalazi na području grada Zagreba, kategorija zemljišta III . Koeficijenti za vjetar i snijeg su uzeti iz odgovarajućih propisanih tablica. Sukladno tome kombinacija opterećenja je slijedeća: $K1: 1,35(G+G1)+1,35S+1,35W2$ (stalno opterećenje + snijeg + vjetar)(izvana i podtlak iznutra).

Gornji i donji pojas proračunavaju se kao kontinuirane grede na koje su zgloбно pričvršćene dijagonale i vertikale. Progibi i rezne sile računaju se u „SCIA“ programu. Spojevi i nastavci štapova izvedeni su zasjekom, vijcima i čavlima.

1.3. KONSTRUKTIVNI ELEMENTI

1.3.1. GLAVNI NOSAČ

Glavni nosač predstavlja nosivi dio konstrukcije s funkcijom prenošenja opterećenja na nosive elemente koji su ispod njih (na zidove, zatim na temeljno tlo). Nosači su pravokutnog presjeka. Moraju biti dimenzionirani na način da podnesu opterećenje od vlastite težine, snijega i vjetra.

1.3.2. PODROŽNICE

Podrožnice su konstruktivni elementi koji prenose opterećenje s krovne ravnine na glavne nosače. Elementi glavne podrožnice koji imaju funkciju vertikale vjetrovnog sprega dimenzija su 20x24 cm. Podrožnice su razmaknute 1,905 (m).

1.3.3. SPREG

Spreg predstavlja konstruktivne elemente za prihvat sile vjetra i da spriječi bočno izvijanje (izbočavanje) glavnih nosača. Spregovi u ravnini krovne plohe tvore glavni nosači kao pojasevi, glavne podrožnice kao vertikale i dijagonale.

1.4 MATERIJAL

Drveni elementi konstrukcije izrađeni su od punog drva C16/uporabna klasa II.

Karakteristične vrijednosti čvrstoća, modula i gustoće za ovu klasu drveta :

$$f_{m,k} = 16,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,k} = 17,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,90,k} = 2,2 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t,0,k} = 10,0 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{0,mean} = 8000 \text{ N/mm}^2$$

$$G_{mean} = 500 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{mean} = 370 \text{ kg/m}^3$$

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

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 montažu treba obaviti tako da se izbjegnu moguća oštećenja dijelova konstrukcije.

2. OPĆI PODACI, GEOMETRIJA I ANALIZA OPTEREĆENJA

2.1. Glavni nosač

- rešetkasti nosač
- raspon nosača: $L = 20,70$ m
- nagib krovne ravnine: $\alpha = 25^\circ$
- visina nosača: $h = 6,50$ m
- razmak glavnih nosača: $n = 4,00$ m
- razmak vertikala: $a = 3,45$ m ($x = 3,81$ m)
- stalno opterećenje: $dG = 0,40$ kN/m² (pokrov + sek. nosači + stabilizacija)

2.2. Građa i propisi

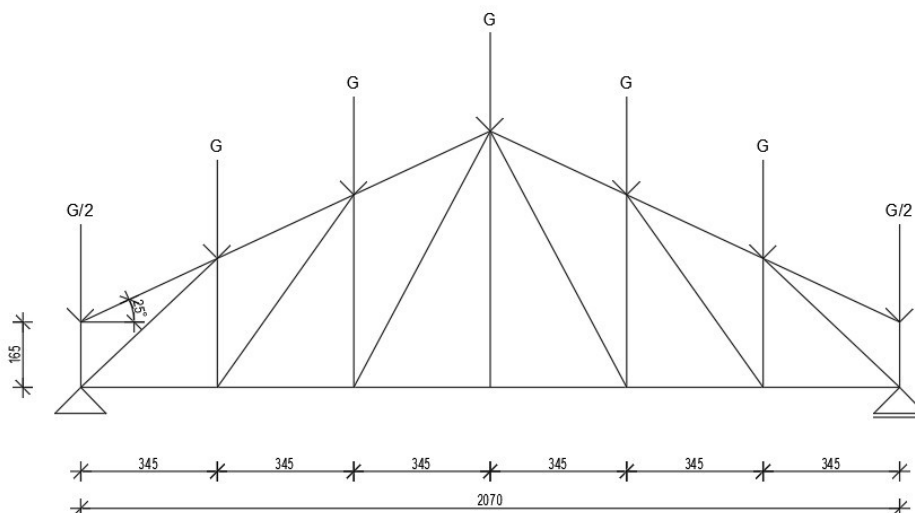
- C16 / uporabna klasa II
- EC5 HRN EN 1995-1-1.

2.3. Analiza opterećenja

2.3.1. Stalno djelovanje

$$G = dG \cdot n \cdot x = 0,40 \cdot 4,00 \cdot 3,81 = 6,10 \text{ kN}$$

$$G/2 = dG \cdot n \cdot x/2 = 0,40 \cdot 4,00 \cdot 3,81/2 = 3,05 \text{ kN}$$



2.3.2. Promjenjivo djelovanje _Djelovanje snijega

Opterećenje snijegom na krovove (gravitacijsko opterećenje) definira se izrazom:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k$$

- μ koeficijent oblika za opterećenje snijegom; za $\alpha = 25^\circ$, $\mu = 0,8$

- S_k karakteristična vrijednost opterećenja snijegom na tlu u kN/m²

(ovisno o lokaciji i nadmorskoj visini objekta); za Zagreb, $s_k = 1,0$ kN/m²

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

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

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

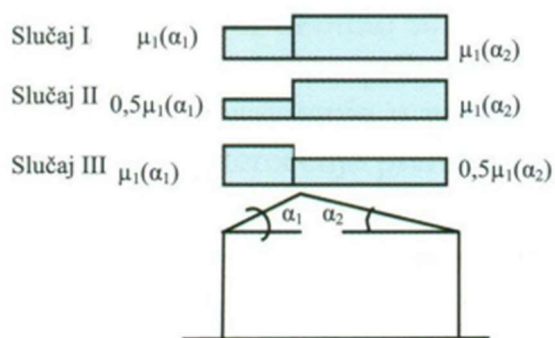
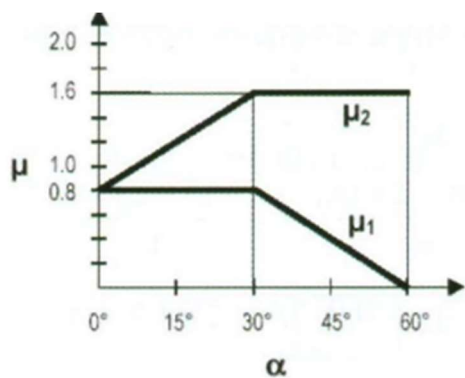
2.3.2.1 Koeficijenti oblika opterećenja snijegom



2.3.2.2. Karta snježnih područja Republike Hrvatske

Nadmorska visina do [m]	1. područje – priobalje i otoci [kN/m ²]	2. područje – zaleđe Dalmacije, Primorja i Istre [kN/m ²]	3. područje – kontinentalna Hrvatska [kN/m ²]	4. područje – gorska Hrvatska [kN/m ²]
100	0,50	0,75	1,00	1,25
200	0,50	0,75	1,25	1,50
300	0,50	0,75	1,50	1,75
400	0,50	1,00	1,75	2,00
500	0,50	1,25	2,00	2,50
600	0,50	1,50	2,25	3,00
700	0,50	2,00	2,50	3,50
800	0,50	2,50	2,75	4,00
900	1,00	3,00	3,00	4,50
1 000	2,00	4,00	3,50	5,00
1 100	3,00	5,00	4,00	5,50
1 200	4,00	6,00	4,50	6,00
1 300	5,00	7,00		7,00
1 400	6,00	8,00		8,00
1 500		9,00		9,00
1 600		10,00		10,00
1 700		11,00		11,00
1 800		12,00		

2.3.2.3. Karakteristične vrijednosti opterećenja snijegom za pojedina područja i nadmorske visine



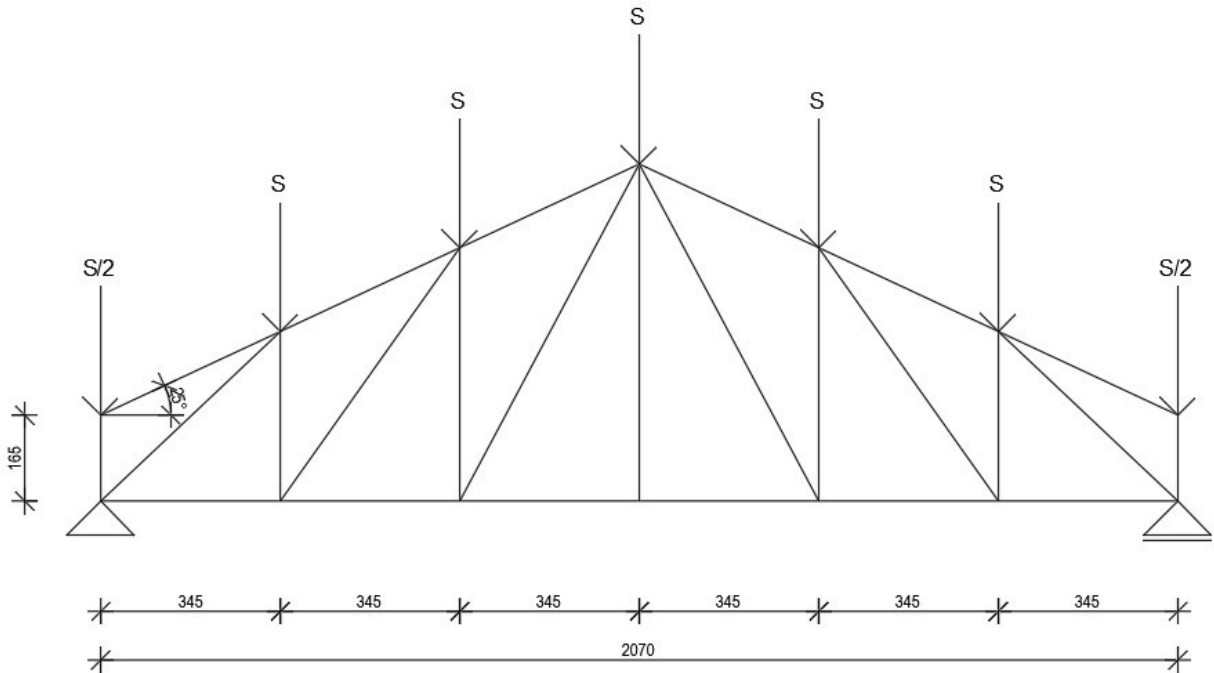
2.3.2.4. Koeficijenti oblika opterećenja snijegom (lijevo) i slučajevi opterećenja snijegom za dvostrešni krov (desno)

Opterećenje snijegom preko cijele krovne površine:

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

$$S = s \cdot n \cdot x = 0,80 \cdot 4,00 \cdot 3,81 = 12,20 \text{ kN}$$

$$S/2 = s \cdot n \cdot x/2 = 0,80 \cdot 4,00 \cdot 3,81/2 = 6,10 \text{ kN}$$



2.3.2.5. Opterećenje snijegom preko krovne površine

2.3.3. Promjenjivo djelovanje _Djelovanje vjetra

Opterećenje vjetrom (okomito na površinu) definira se izrazom:

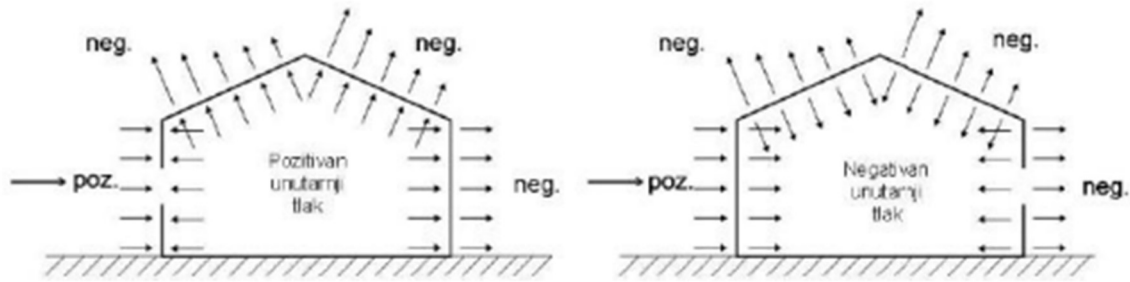
- pritisak vjetra na vanjske površine : $w_e = q_p |z_e| \cdot c_{pe} \text{ [kN/m}^2 \text{]}$

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

$q_p |z_e(i)|$ - pritisak vjetra pri udaru

$z_e(i)$ - referentna visina za vanjski (unutarnji) pritisak

c_{pe} - koeficijent pritiska za vanjski vjetar c_{pi} - koeficijent pritiska za unutarnji vjetar



2.3.3.1. Pozitivni i negativni utjecaji vjetra

Određivanje pritiska brzine vjetra pri udaru

Osnovni pritisak vjetra q_b određuje se prema formuli: $q_b = (\rho/2) \cdot v_b^2$ [kN/m²]

ρ - gustoća zraka (usvaja se vrijednost iz propisa 1,25 kg/m³)

v_b - osnovna brzina vjetra.

Osnovna brzina vjetra v_b računa se dalje prema izrazu:

$$V_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot V_{b,0} \text{ [m/s]}$$

gdje je:

$V_{b,0}$ - fundamentalna vrijednost osnovne brzine vjetra (za Zagreb iznosi 20 m/s)

c_{dir} - faktor smjera vjetra (obično se uzima 1,0)

c_{season} - faktor doba godine (obično se uzima 1,0).

$$V_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot V_{b,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 20,0 = 20,0 \text{ m/s}$$

$$q_b = (1,25/2) \cdot 20^2 = 250,00 \text{ N/m}^2 = 0,25 \text{ kN/m}^2$$

III. kategorija terena

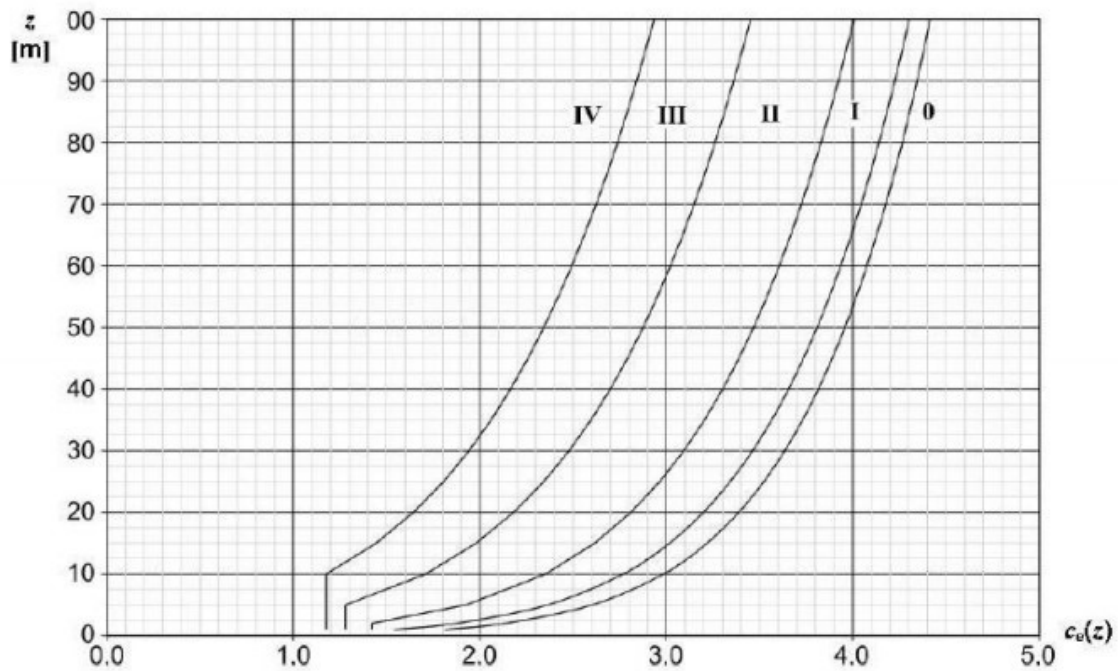
$$z_0 = 0.3 \text{ m}$$

$$z_{min} = 5 \text{ m}$$

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

Kategorija terena		z_0 [m]	z_{min} [m]
0	More ili priobalna područja izložena otvorenom moru	0,003	1
I	Jezera ili ravna i horizontalno položena područja sa zanemarivom vegetacijom i bez prepreka	0,01	1
II	Područja s niskom vegetacijom, npr. travom, i izoliranim preprekama (drveće, zgrade) s razmakom najmanje 20 visina prepreke	0,05	2
III	Područja sa stalnim pokrovom od vegetacije ili zgrade ili područja s izoliranim preprekama s razmakom najviše 20 visina prepreke (npr. sela, predgrađa, stalna šuma)	0,3	5
IV	Područja s najmanje 15 % površine pokrivene zgradama čija prosječna visina premašuje 15 m	1,0	10

2.3.3.2. Vrijednosti z_0 i z_{min} za različite kategorije terena



2.3.3.3. Grafički prikaz faktora izloženosti $c_e(z)$ za $c_0=1,0$ i $k_I=1,0$

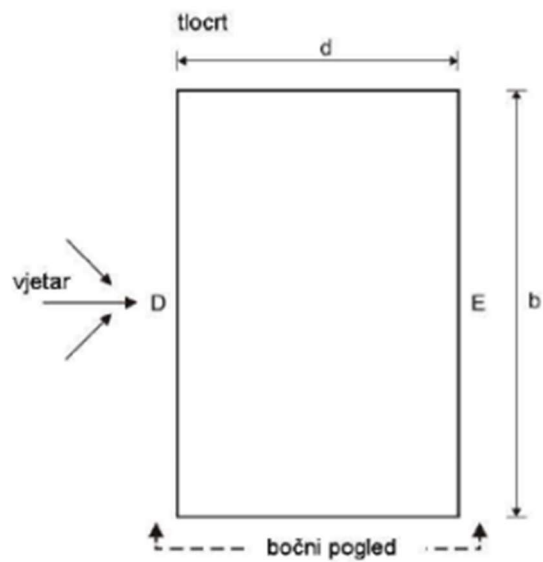
$C_e(z) = 1,7$ - faktor izloženosti, odnosi se na pritisak te ovisi o visini iznad terena (z) i kategoriji terena

Pritisak brzine vjetra pri udaru $q_p(z)$ se računa kao:

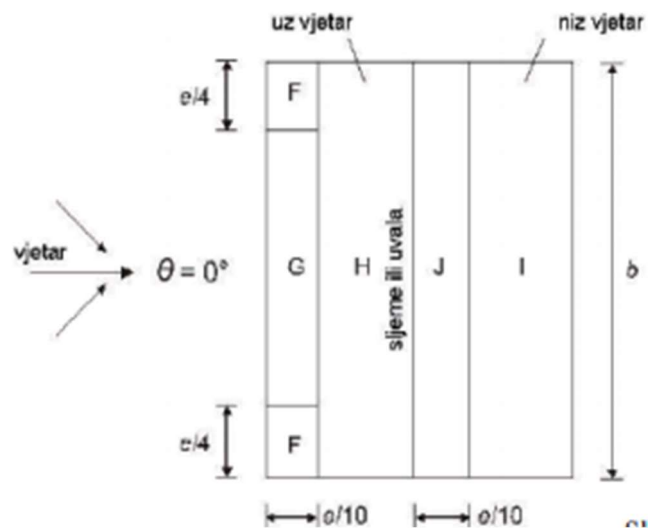
$$q_p(z) = C_e(z) \cdot q_b = 1,7 \cdot 0,25 = 0,425 \text{ kN/m}^2$$

Određivanje koeficijenta pritiska vjetra

Koeficijent vanjskog pritiska c_{pe} :



2.3.3.4. Definiranje područja vjetra za vertikalne zidove



2.3.3.5. Dvostrešni krov

$e = b$ ili $2h$ (odabire se manja vrijednost)

b - dimenzija okomito na vjetar

Nagib α	Područje za smjer vjetra $\theta = 0^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
-45°	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4
-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7	-1,2
-5°	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	+0,2		+0,2	
							-0,6		-0,6	
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,6		+0,2	
	+0,0		+0,0		+0,0				-0,6	
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0	-1,5
	+0,2		+0,2		+0,2		+0,0		+0,0	+0,0
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,5	
	+0,7		+0,7		+0,4		+0,0		+0,0	
45°	-0,0		-0,0		-0,0		-0,2		-0,3	
	+0,7		+0,7		+0,6		+0,0		+0,0	
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,2		-0,3	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,2		-0,3	

NAPOMENA 1: Pri $\theta = 0^\circ$ tiak se naglo mjenja između pozitivnih i negativnih vrijednosti na strani uz vjetar oko kuta $\alpha = -5^\circ$ do $+45^\circ$, stoga su navedene i pozitivne i negativne vrijednosti. Za takve krovove treba uzeti u obzir četiri slučaja gdje su najmanje vrijednosti svih područja F, G i H kombinirane s najvećim ili najmanjim vrijednostima područja I i J. Nije dopušteno miješanje pozitivnih i negativnih vrijednosti na istom pročelju.

NAPOMENA 2: Smije se upotrebljavati linearna interpolacija vrijednosti istog predznaka za međuvrijednosti kutova nagiba istog predznaka. (Ne interpolira se za kutove između $\alpha = -5^\circ$ i $\alpha = +5^\circ$ već se upotrebljavaju podaci za ravne krovove iz točke 7.2.3). Vrijednosti 0,0 dane su za potrebe interpolacije.

2.3.3.6. Vrijednost koeficijent vanjskog pritiska za područja dvostrešnog krova

Kut nagiba $\alpha = 25^\circ$

Smjer vjetra $\theta = 0^\circ$

Parametar $\rightarrow e = \min \{b ; 2h\} = \min \{36,0 ; 20,0\} = 20,0 \text{ m}$

Očitani koeficijenti vanjskog pritiska za dvostrešni krov (interpolacija) :

$\alpha = 25^\circ$	F	G	H	I	J
C_{pe1}	-0,63	-0,60	-0,23	-0,40	-0,67
C_{pe2}	+0,53	+0,53	+0,33	+0,00	+0,00

2.3.3.7. Koeficijenti vanjskog pritiska za dvostrešni krov

Određivanje koeficijenta pritiska C_{pi} na unutarnje površine konstrukcije:

$$C_{pi} = +0,2$$

$$w = w_e + w_i$$

$$G: w = q_p |z| \cdot |c_{pe} + c_{pi}| = 0,425 \cdot |0,60 + 0,20| = 0,340 \text{ kN/m}^2$$

$$H: w = q_p |z| \cdot |c_{pe} + c_{pi}| = 0,425 \cdot |0,23 + 0,20| = 0,183 \text{ kN/m}^2$$

$$I: w = q_p |z| \cdot |c_{pe} + c_{pi}| = 0,425 \cdot |0,40 + 0,20| = 0,255 \text{ kN/m}^2$$

$$J: w = q_p |z| \cdot |c_{pe} + c_{pi}| = 0,425 \cdot |0,67 + 0,20| = 0,369 \text{ kN/m}^2$$

Rezultantno djelovanje vjetra dobije se kombiniranjem vanjskog i unutarnjeg učinka:

$$C_{pe} = -0,3$$

$$w = w_e + w_i$$

$$G: w = q_p |z| \cdot |c_{pe} + c_{pi}| = 0,425 \cdot |0,53 + 0,30| = 0,353 \text{ kN/m}^2$$

$$H: w = q_p |z| \cdot |c_{pe} + c_{pi}| = 0,425 \cdot |0,33 + 0,30| = 0,268 \text{ kN/m}^2$$

$$I: w = q_p |z| \cdot |c_{pe} + c_{pi}| = 0,425 \cdot |0,00 + 0,30| = 0,128 \text{ kN/m}^2$$

$$J: w = q_p |z| \cdot |c_{pe} + c_{pi}| = 0,425 \cdot |0,00 + 0,30| = 0,128 \text{ kN/m}^2$$

SILE VJETRA W1 NA KROV

$$W1 = 0,340 \cdot 4,00 \cdot 3,81/4 = 1,2954 \text{ kN}$$

$$W2 = 0,340 \cdot 4,00 \cdot 1,0475 + 0,183 \cdot 4,00 \cdot 0,8575 = 1,885 \text{ kN}$$

$$W3 = W4 = W5 = W6 = 0,183 \cdot 4,00 \cdot 3,81/2 = 1,394 \text{ kN}$$

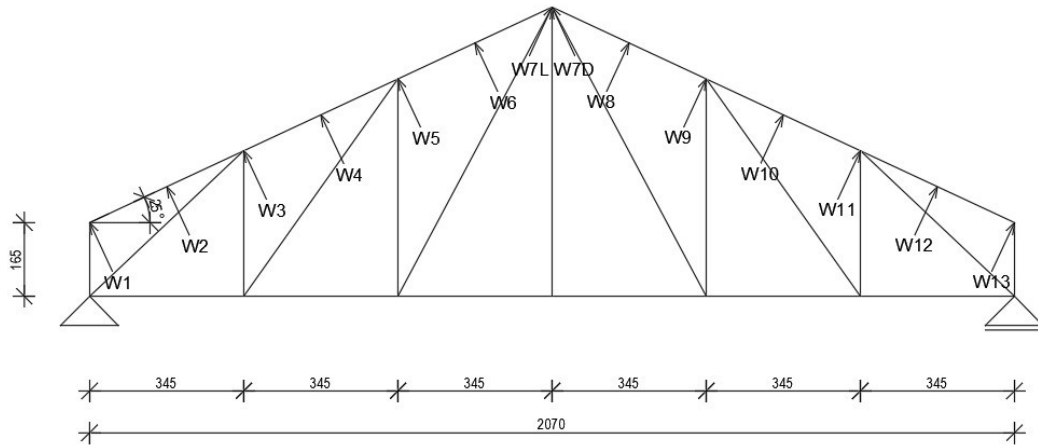
$$W7L = 0,183 \cdot 4,00 \cdot 3,81/4 = 0,697 \text{ kN}$$

$$W7D = 0,369 \cdot 4,00 \cdot 3,81/4 = 1,406 \text{ kN}$$

$$W8 = 0,369 \cdot 4,00 \cdot 1,0475 + 0,255 \cdot 4,00 \cdot 0,8575 = 2,421 \text{ kN}$$

$$W9 = W10 = W11 = W12 = 0,255 \cdot 4,00 \cdot 3,81/2 = 1,943 \text{ kN}$$

$$W13 = 0,255 \cdot 4,00 \cdot 3,81/4 = 0,972 \text{ kN}$$



2.3.3.8. Sile vjetra W1 na krov

SILE VJETRA W2 NA KROV

$$W1 = 0,353 \cdot 4,00 \cdot 3,81/4 = 1,345 \text{ kN}$$

$$W2 = 0,353 \cdot 4,00 \cdot 1,0475 + 0,268 \cdot 4,00 \cdot 0,8575 = 2,398 \text{ kN}$$

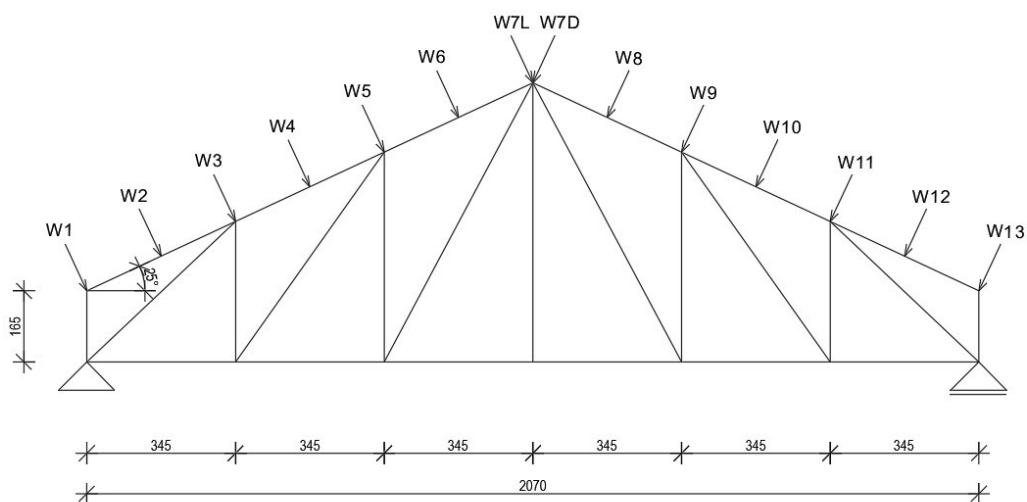
$$W3 = W4 = W5 = W6 = 0,268 \cdot 4,00 \cdot 3,81/2 = 2,042 \text{ kN}$$

$$W7L = 0,268 \cdot 4,00 \cdot 3,81/4 = 1,021 \text{ kN}$$

$$W7D = 0,128 \cdot 4,00 \cdot 3,81/4 = 0,488 \text{ kN}$$

$$W8 = W9 = W10 = W11 = W12 = 0,128 \cdot 4,00 \cdot 3,81/2 = 0,975 \text{ kN}$$

$$W13 = 0,128 \cdot 4,00 \cdot 3,81/4 = 0,488 \text{ kN}$$



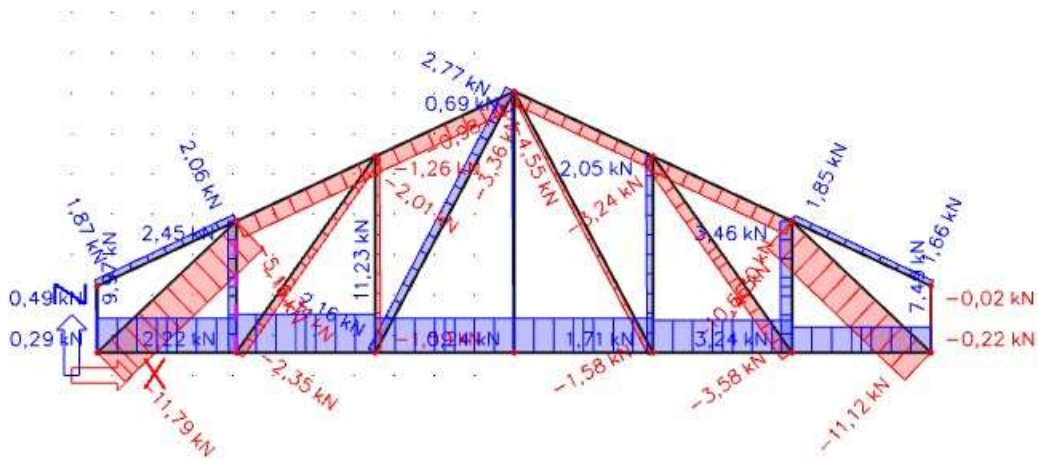
2.3.3.8. Sile vjetra W2 na krov

3.STATIČKI PRORAČUN

DIJAGRAMI REZNIH SILA

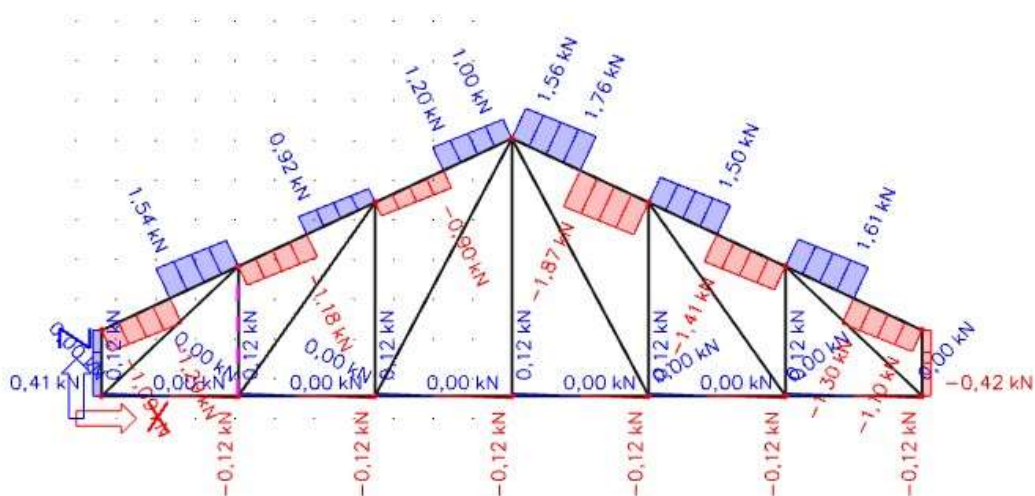
1.) Kombinacija GSN 1 = 1,00 G + 1,00 G1 + 1,50 W1

Dijagram uzdužnih sila _ N



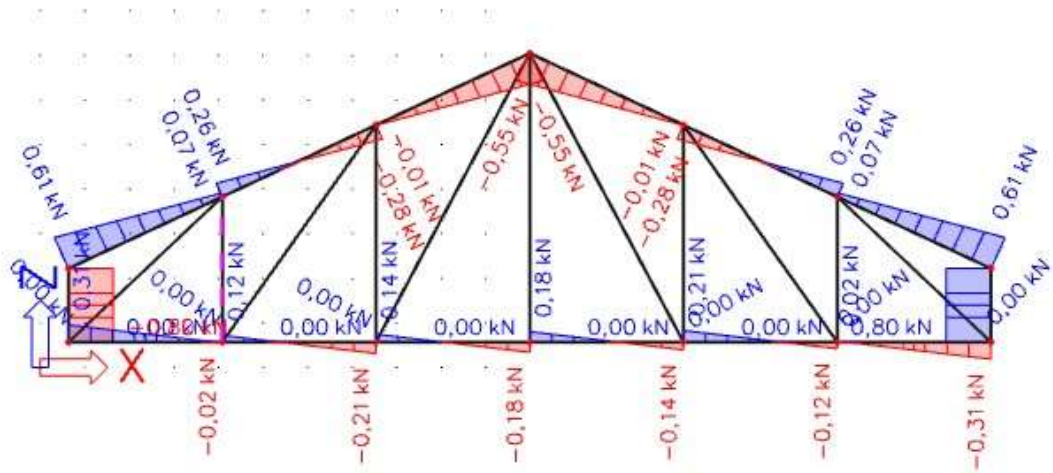
3.1. Dijagram uzdužnih sila N za GSN 1

Dijagram poprečnih sila _ V



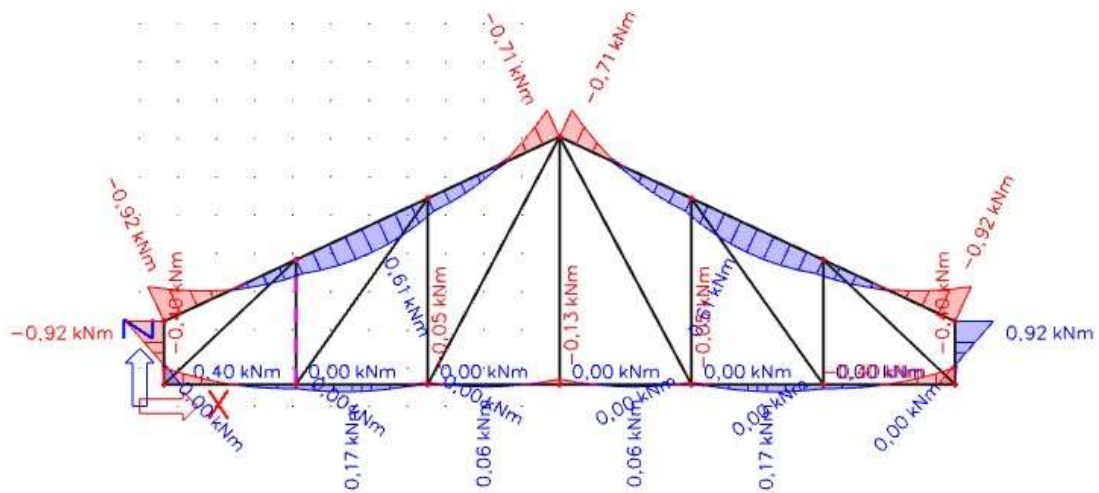
3.2. Dijagram poprečnih sila V za GSN 1

Dijagram poprečnih sila _ V



3.5. Dijagram poprečnih sila V za GSN 2

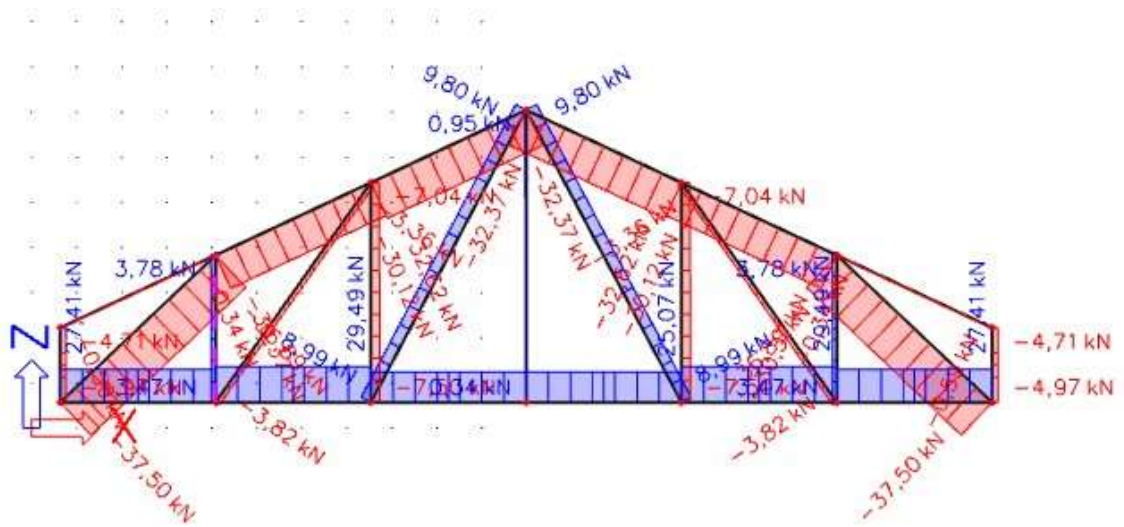
Momentni dijagram _ M



3.6. Momentni dijagram M za GSN 1

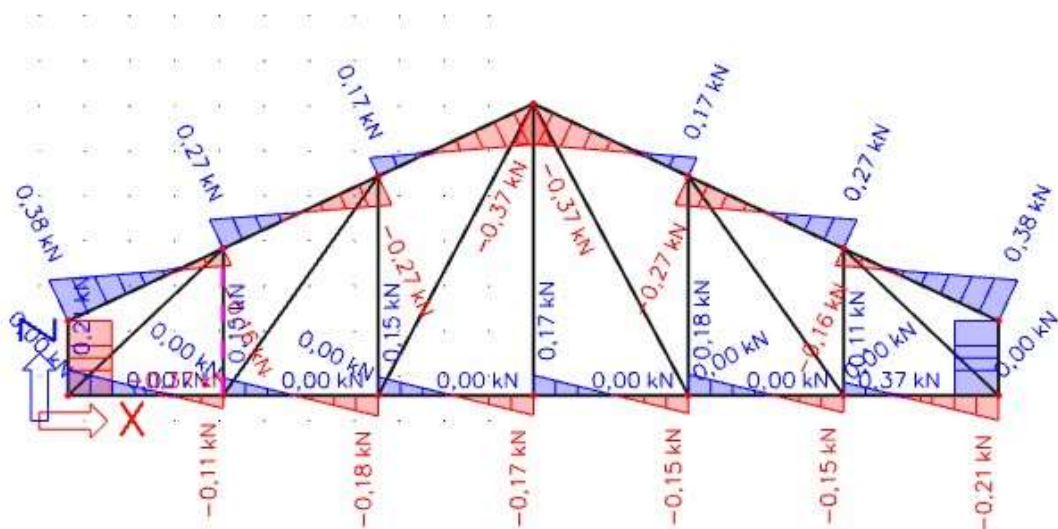
3.) Kombinacija GSN3 = 1,35 G + 1,35 G1

Dijagram poprečnih sila _ N



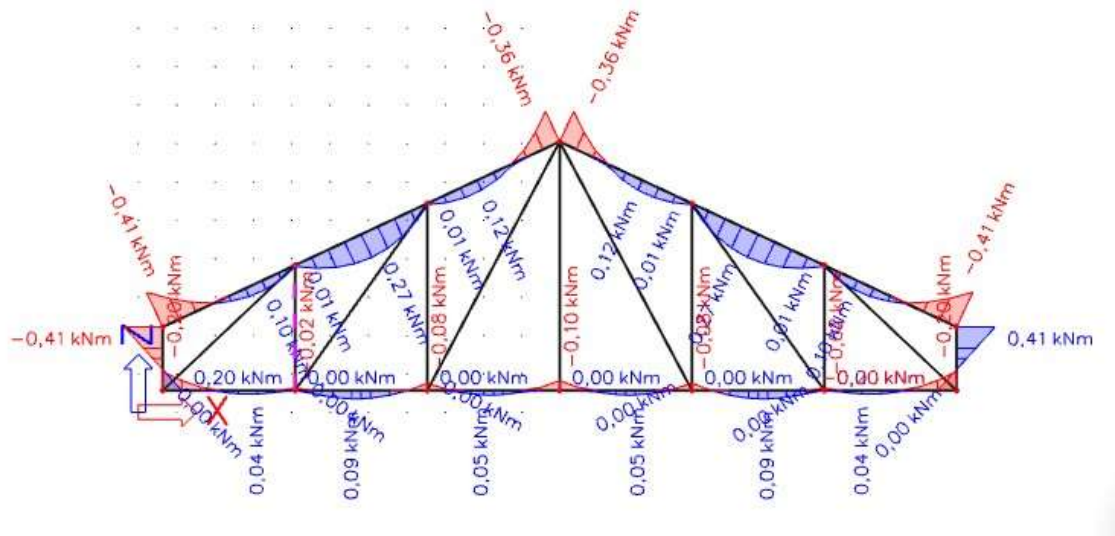
3.7. Dijagram uzdužnih sila N za GSN 3

Dijagram poprečnih sila _ V



3.8. Dijagram poprečnih sila V za GSN 3

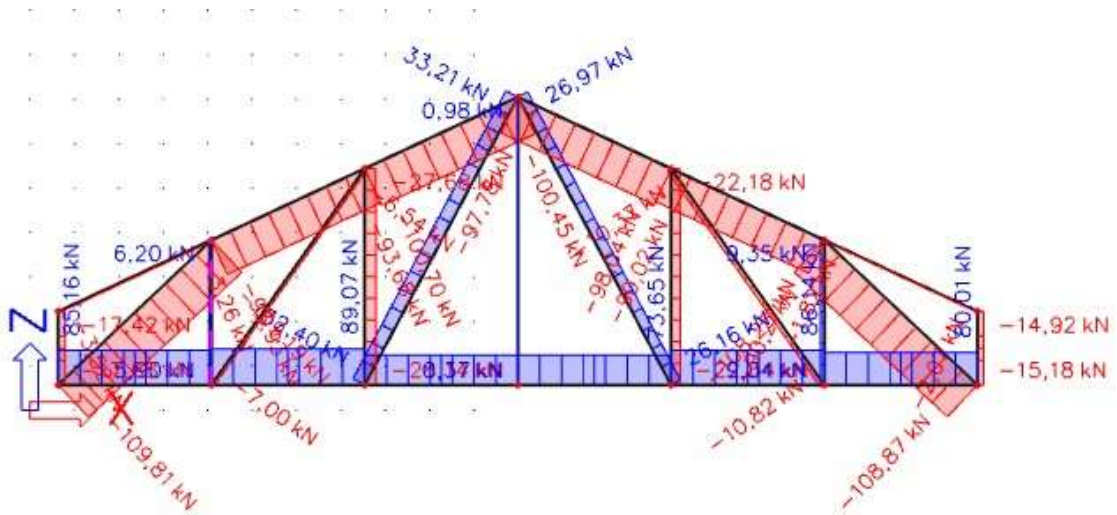
Momentni dijagram _ M



3.9. Momentni dijagram M za GSN 3

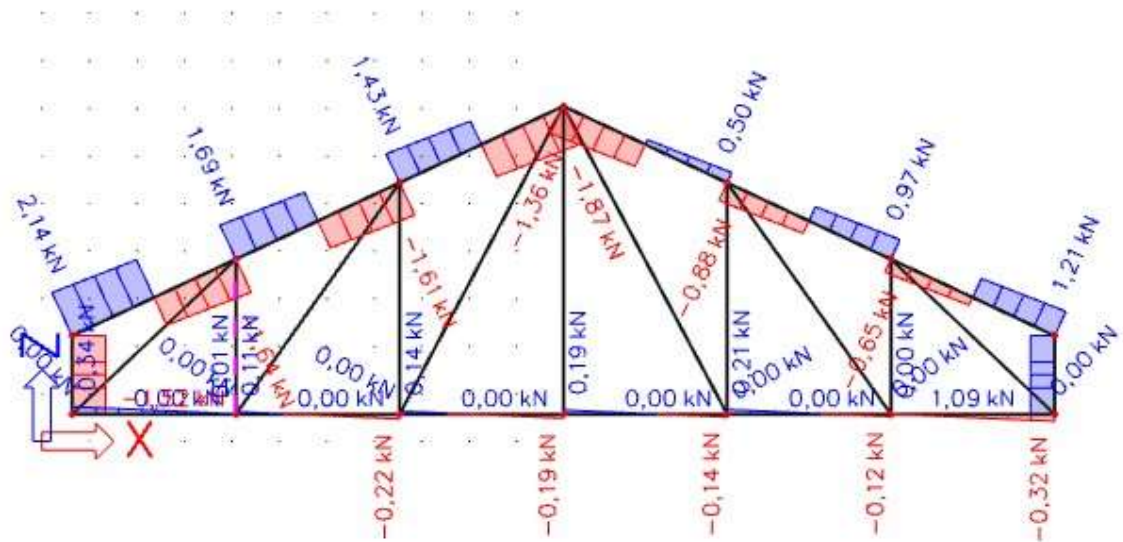
4.) Kombinacija GSN4 = 1,35 G + 1,35 G1 + 1,35 S + 1,35 W2

Dijagram uzdužnih sila _ N



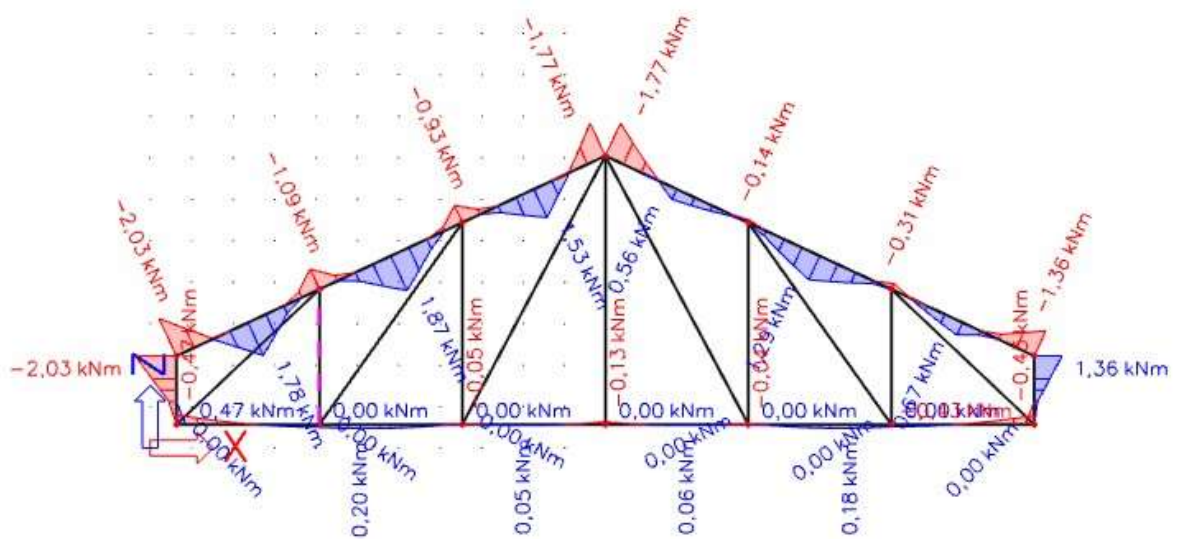
3.10. Dijagram uzdužnih sila N za GSN 4

Dijagram poprečnih sila _ V



3.11. Dijagram poprečnih sila V za GSN 4

Momentni dijagram _ M



3.12. Momentni dijagram M za GSN 4

4. DIMENZIONIRANJE SUSTAVA

4.1. DIMENZIONIRANJE REŠETKE KROVNOG SUSTAVA

UPORABNA KLASA II (C16)

SREDNJE TRAJNO OPTEREĆENJE

$$k_{\text{mod}} = 0,9$$

$$\gamma_m = 1,3$$

KARAKTERISTIČNE VRIJEDNOSTI I PRORAČUNSKE VRIJEDNOSTI:

KARAKTERISTIČNE VRIJEDNOSTI:

$$f_{m,k} = 16,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,k} = 17,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t,0,k} = 10,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,k} = 3,2 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{0,\text{mean}} = 8000 \text{ N/mm}^2$$

$$G_{\text{mean}} = 500 \text{ N/mm}^2$$

PRORAČUNSKE VRIJEDNOSTI

$$f_{m,d} = k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,90 \cdot \frac{16}{1,3} = 11,08 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_m} = 0,90 \cdot \frac{17}{1,3} = 11,77 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t,0,d} = k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_m} = 0,90 \cdot \frac{10}{1,3} = 6,92 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,90 \cdot \frac{3,2}{1,3} = 2,22 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{0,05} = 2/3 \cdot E_{0,\text{mean}} = 2/3 \cdot 8000 = 5333,33 \text{ N/mm}^2$$

$$G_{0,05} = 2/3 \cdot G_{\text{mean}} = 2/3 \cdot 500 = 333,33 \text{ N/mm}^2$$

4.1.1. GORNJI POJAS

KOMBINACIJA: $G_{SN3} = 1,35 G + 1,35 G1 + 1,35 S + 1,35 W2$

PRORAČUNSKE SILE:

$$N_d = -100,70 \text{ kN}$$

$$M_d = -2,03 \text{ kNm}$$

$$V_d = 2,14 \text{ kN}$$

PRETPOSTAVLJENI POPRECNI PRESJEK: $b/h = 16/20 \text{ cm}$

$$A = b \cdot h = 16 \cdot 20 = 320,00 \text{ cm}^2$$

$$I_y = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{16 \cdot 20^3}{12} = 10666,67 \text{ cm}^4$$

$$I_z = \frac{h \cdot b^3}{12} = \frac{20 \cdot 16^3}{12} = 6826,67 \text{ cm}^4$$

$$W_y = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{16 \cdot 20^2}{6} = 1066,67 \text{ cm}^3$$

PRORAČUN NAPREZANJA

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{c,0,d}}{A} = \frac{100,70 \cdot 10^3}{320 \cdot 10^2} = 3,15 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_d}{W_y} = \frac{2,03 \cdot 10^6}{1066,67 \cdot 10^3} = 1,90 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 \cdot \frac{V_d}{A} = \frac{2,14 \cdot 10^3}{320 \cdot 10^2} \cdot 1,5 = 0,099 \text{ N/mm}^2$$

KOEFIČIJNT IZVIJANJA OKO OSI Z:

$$l_{ef,z} = 3,81 \text{ m}$$

$$\lambda_z = \frac{l_{ef,z}}{\sqrt{\frac{I_z}{A}}} = \frac{381}{\sqrt{\frac{6826,67}{320}}} = 82,48$$

$$\lambda_{rel,c,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{82,48}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{17}{5333,33}} = 1,48226$$

$$k_z = 0,5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,c,z} - 0,3) + \lambda_{rel,c,z}^2) = 0,5(1 + 0,2(1,48226 - 0,3) + 1,48226^2) = 1,71677$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,c,z}^2}} = \frac{1}{1,71677 + \sqrt{1,71677^2 - 1,48226^2}} = 0,38716$$

KOEFIČIJNT IZBOČAVANJA

$$\frac{l_{ef} \cdot h}{b^2} = \frac{381 \cdot 20}{16^2} = 29,77 < 140 \rightarrow k_m = 1,0 \text{ (nema izbočavanja)}$$

PROVJERA NAPREZANJA

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_m \cdot f_{m,y,d}} = \frac{3,15}{0,38716 \cdot 11,77} + \frac{1,90}{1,0 \cdot 11,08} = 0,86 < 1,0$$

ZADOVOLJAVA , 86 % ISKORISTIVOSTI

$$\frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} = \frac{0,106}{2,22} = 0,05 < 1,0$$

Poprečni presjek zadovoljava!

4.1.2 DONJI POJAS

KOMBINACIJA: GSN3 = 1,35 G + 1,35 G1 + 1,35 S + 1,35 W2

PRORAČUNSKE SILE:

$$N_d = 89,07 \text{ Kn}$$

$$M_d = -0,47 \text{ kNm}$$

$$V_d = 0,34 \text{ kN}$$

PRETPOSTAVLJENI POPREČNI PRESJEK: b/h= 16/12 cm

$$A = b \cdot h = 16 \cdot 12 = 192 \text{ cm}^2$$

$$I_y = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{16 \cdot 12^3}{12} = 2304 \text{ cm}^4$$

$$I_z = \frac{h \cdot b^3}{12} = \frac{12 \cdot 16^3}{12} = 4096 \text{ cm}^4$$

$$W_y = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{16 \cdot 12^2}{6} = 384 \text{ cm}^3$$

PRORAČUN NAPREZANJA

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{c,0,d}}{A} = \frac{89,07 \cdot 10^3}{192 \cdot 10^2} = 4,64 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_d}{W_y} = \frac{0,47 \cdot 10^6}{384 \cdot 10^3} = 1,22 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 \cdot \frac{V_d}{A} = \frac{0,34 \cdot 10^3}{192 \cdot 10^2} \cdot 1,5 = 0,026 \text{ N/mm}^2$$

KOEFIČIJENT IZBOČAVANJA

$$\frac{l_e \cdot h}{b^2} = \frac{381 \cdot 18}{16^2} = 26,79 < 140 \rightarrow k_m = 1,0 \text{ (nema izbočavanja)}$$

DOKAZ NOSIVOSTI

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d} \cdot k_m} = \frac{4,64}{6,92} + \frac{1,22}{11,08 \cdot 1,0} = 0,78 \leq 1,0$$

ISKORISTIVOST: 78 %

$$\frac{Td}{fv,d} = \frac{0,026}{1,70} = 0,02 \leq 1,0 \text{ Poprečni presjek zadovoljava}$$

4.1.3 DIJAGONALE

KOMBINACIJA: GSN3 = 1,35 G + 1,35 G1 + 1,35 S + 1,35 W2

1. DIJAGONALA

PRORAČUNSKE SILE:

$$N_d = -109,81 \text{ Kn}$$

PRETPOSTAVLJENI POPREČNI PRESJEK: $b/h=16/24 \text{ cm}$

$$A = b \cdot h = 16 \cdot 24 = 384,00 \text{ cm}^2$$

$$I_y = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{16 \cdot 24^3}{12} = 18432 \text{ cm}^4$$

$$I_z = \frac{h \cdot b^3}{12} = \frac{24 \cdot 16^3}{12} = 8192 \text{ cm}^4$$

$$W_y = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{16 \cdot 24^2}{6} = 1536 \text{ cm}^3$$

PRORAČUN NAPREZANJA

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{t,0,d}}{A_{\text{netto}}} = \frac{109,81 \cdot 10^3}{384 \cdot 10^2} = 2,86 \text{ N/mm}^2$$

KOEF. IZVIJANJA OKO OSI z:

$$l_{\text{ef},z} = 474,57 \text{ cm}$$

$$\lambda_z = \frac{l_{\text{eff},z}}{\sqrt{\frac{I_z}{A}}} = \frac{474,57}{\sqrt{\frac{8192}{384}}} = 102,75$$

$$\lambda_{\text{rel},c,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{102,75}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{17}{5333,33}} = 1,84654$$

$$k_z = 0,5(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{\text{rel},c,z} - 0,3) + \lambda_{\text{rel},c,z}^2) = 0,5(1 + 0,2 \cdot (1,84654 - 0,3) + 1,84654^2) = 2,35951$$

$$k_z = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{\text{rel},c,z}^2}} = \frac{1}{2,35951 + \sqrt{2,35951^2 - 1,84654^2}} = 0,26121$$

PROVJERA NAPREZANJA

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} = \frac{2,86}{0,26121 \cdot 11,77} = 0,93 < 1,0$$

ISKORISTIVOST = 93 %

2. DIJAGONALA

PRORAČUNSKE SILE:

$$N_d = 33,21 \text{ Kn}$$

PRETPOSTAVLJENI POPREČNI PRESJEK: $b/h=2 \times 8/12 \text{ cm}$

$$A = 2 \cdot b \cdot h = 2 \cdot 8 \cdot 12 = 192 \text{ cm}^2$$

$$I_y = 2 \cdot \frac{b \cdot h^3}{12} = 2 \cdot \frac{8 \cdot 12^3}{12} = 2304 \text{ cm}^4$$

$$I_z = 2 \cdot \frac{b^3 \cdot h}{12} = 2 \cdot \frac{8^3 \cdot 12}{12} = 1024 \text{ cm}^4$$

$$W_y = 2 \cdot \frac{b \cdot h^2}{6} = 2 \cdot \frac{8 \cdot 12^2}{6} = 384 \text{ cm}^3$$

PRORAČUN NAPREZANJA

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{t,0,d}}{A_{\text{netto}}} = \frac{33,21 \cdot 10^3}{192 \cdot 10^2} = 1,73 \text{ N/mm}^2$$

DOKAZ NOSIVOSTI

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} = \frac{1,73}{6,92 \cdot 1,0} = 0,25 \leq 1,0$$

ISKORISTIVOST: 25 %

3. DIJAGONALA

PRORAČUNSKE SILE:

$$N_d = -10,82 \text{ Kn}$$

PRETPOSTAVLJENI POPREČNI PRESJEK: $b/h=16/12 \text{ cm}$

$$A = b \cdot h = 16 \cdot 12 = 192 \text{ cm}^2$$

$$I_y = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{16 \cdot 12^3}{12} = 2304 \text{ cm}^4$$

$$I_z = \frac{h \cdot b^3}{12} = \frac{12 \cdot 16^3}{12} = 4096 \text{ cm}^4$$

$$W_y = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{16 \cdot 12^2}{6} = 384 \text{ cm}^3$$

PRORAČUN NAPREZANJA

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{t,0,d}}{A_{\text{netto}}} = \frac{10,82 \cdot 10^3}{192 \cdot 10^2} = 0,56 \text{ N/mm}^2$$

KOEFIJICIJENT IZVIJANJA OKO OSI y :

$$l_{\text{ef},y} = 596,62 \text{ cm}$$

$$\lambda_y = \frac{l_{\text{ef},y}}{\sqrt{\frac{I_y}{A}}} = \frac{596,62}{\sqrt{\frac{2304,00}{192}}} = 172,23$$

$$\lambda_{\text{rel},c,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{172,23}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{17}{5333,33}} = 3,09516$$

$$k_y = 0,5(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{\text{rel},c,y} - 0,3)) + \lambda_{\text{rel},c,y}^2 = 0,5(1 + 0,2 \cdot (3,09516 - 0,3)) + 3,09516^2 = 5,56952$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{\text{rel},c,y}^2}} = \frac{1}{5,56952 + \sqrt{5,56952^2 - 3,09516^2}} = 0,09804$$

PROVJERA NAPREZANJA

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} = \frac{0,56}{0,09804 \cdot 11,77} = 0,49 < 1,0$$

$$\text{ISKORISTIVOST} = 49 \%$$

4.1.4. VERTIKALE

KOMBINACIJA: GSN3 = 1,35 G + 1,35 G1 + 1,35 S + 1,35 W2

PRORAČUNSKE SILE:

$$N_d = -28,14 \text{ Kn}$$

PRETPOSTAVLJENI POPREČNI PRESJEK: b/h = 16/12 cm

$$A = b \cdot h = 16 \cdot 12 = 192 \text{ cm}^2$$

$$I_y = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{16 \cdot 12^3}{12} = 2304 \text{ cm}^4$$

$$I_z = \frac{b^3 \cdot h}{12} = \frac{16^3 \cdot 12}{12} = 4096 \text{ cm}^4$$

$$W_y = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{16 \cdot 12^2}{6} = 384 \text{ cm}^3$$

PRORAČUN NAPREZANJA

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{t,0,d}}{A_{\text{netto}}} = \frac{28,16 \cdot 10^3}{192 \cdot 10^2} = 1,47 \text{ N/mm}^2$$

KOEFICIJNT IZVIJANJA OKO OSI y :

$$l_{ef,y} = 4,86 \text{ m}$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{\sqrt{\frac{I_y}{A}}} = \frac{486}{\sqrt{\frac{2304}{192}}} = 140,29$$

$$\lambda_{rel,c,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{140,29}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{17}{5333,33}} = 2,52118$$

$$k_y = 0,5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,c,y} - 0,3) + \lambda_{rel,c,y}^2) = 0,5(1 + 0,2(2,52118 - 0,3) + 2,52118^2) = 3,90029$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,c,y}^2}} = \frac{1}{3,900 + \sqrt{3,90029^2 - 2,52118^2}} = 0,15$$

PROVJERA NAPREZANJA

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} = \frac{1,47}{0,15 \cdot 11,77} = 0,83 < 1,0$$

ISKORISTIVOST = 83 %

4.2 DIMENZIONIRANJE PODROŽNICA

PRETPOSTAVLJENI POPREČNI PRESJEK: $b/h = 20/24$ cm

DJELOVANJA

$$G_k = 0,40 \cdot 3,81 = 1,524 \text{ kN/m'}$$

$$S_k = 0,80 \cdot 3,81 = 3,048 \text{ kN/m'}$$

$$Q_w = 0,353 \cdot 3,81 = 1,345 \text{ kN/m'}$$

$$E_d = 1,35 \cdot G_k + 1,5 \cdot 0,9 \cdot S_k + 1,5 \cdot 0,9 \cdot Q_w$$

$$E_d = 1,35 \cdot 1,524 + 1,5 \cdot 0,9 \cdot 3,048 + 1,5 \cdot 0,9 \cdot 1,345$$

$$E_d = 7,988 \text{ kN/m'}$$

$$E_{y,d} = E_d \cdot \sin(25^\circ) = 3,376 \text{ kN/m'}$$

$$E_{z,d} = E_d \cdot \cos(25^\circ) = 7,239 \text{ kN/m'}$$

KARAKTERISTIKE POPREČNOG PRESJEKA

$$A = b \cdot h = 20 \cdot 24 = 480,00 \text{ cm}^2$$

$$W_y = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{20 \cdot 24^2}{6} = 1920,00 \text{ cm}^3$$

$$W_z = \frac{h \cdot b^2}{6} = \frac{24 \cdot 20^2}{6} = 1600,00 \text{ cm}^3$$

REZNE SILE

$$M_y = \frac{7,239 \cdot 4,00^2}{8} = 14,478 \text{ kNm}$$

$$M_z = \frac{3,376 \cdot 4,00^2}{8} = 6,752 \text{ kNm}$$

$$T_z = \frac{E_{z,d} \cdot l}{2} = \frac{7,239 \cdot 4,00}{2} = 14,478 \text{ kNm}$$

$$T_y = \frac{E_{y,d} \cdot l}{2} = \frac{3,376 \cdot 4,00}{2} = 6,752 \text{ kNm}$$

PRORAČUN NAPREZANJA

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{14,478 \cdot 10^6}{1920 \cdot 10^3} = 7,541 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{6,752 \cdot 10^6}{1600 \cdot 10^3} = 4,220 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 \cdot \frac{T_y}{A} = 1,5 \cdot \frac{6,752}{480} = 0,021 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{z,d} = 1,5 \cdot \frac{T_z}{A} = 1,5 \cdot \frac{14,478}{480} = 0,045 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{l_{ef} \cdot h}{b^2} = \frac{400 \cdot 24}{20^2} = 24,00 < 140 \rightarrow k_m = 1,0$$

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

DOKAZ NOSIVOSTI I STABILNOSTI

$$k_{red} \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_m \cdot f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1,0$$

$$0,7 \cdot \frac{7,541}{1,0 \cdot 11,08} + \frac{4,220}{11,08} \leq 1,0$$

$$0,857 < 1,0$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_m \cdot f_{m,y,d}} + k_{red} \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1,0$$

$$\frac{7,541}{1,0 \cdot 11,08} + 0,7 \cdot \frac{4,220}{11,08} \leq 1,0$$

$$0,947 < 1,0$$

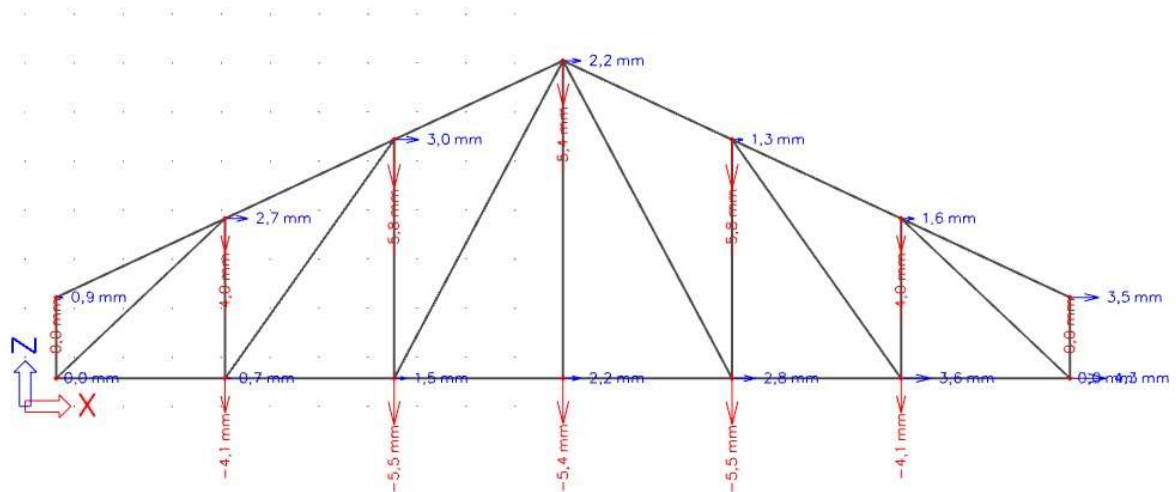
ISKORISTIVOST : 95 %

$$\left(\frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \right)^2 \leq 1,0$$

$$\left(\frac{0,021}{2,220} \right)^2 + \left(\frac{0,045}{2,220} \right)^2 = 0,0005 < 1,0$$

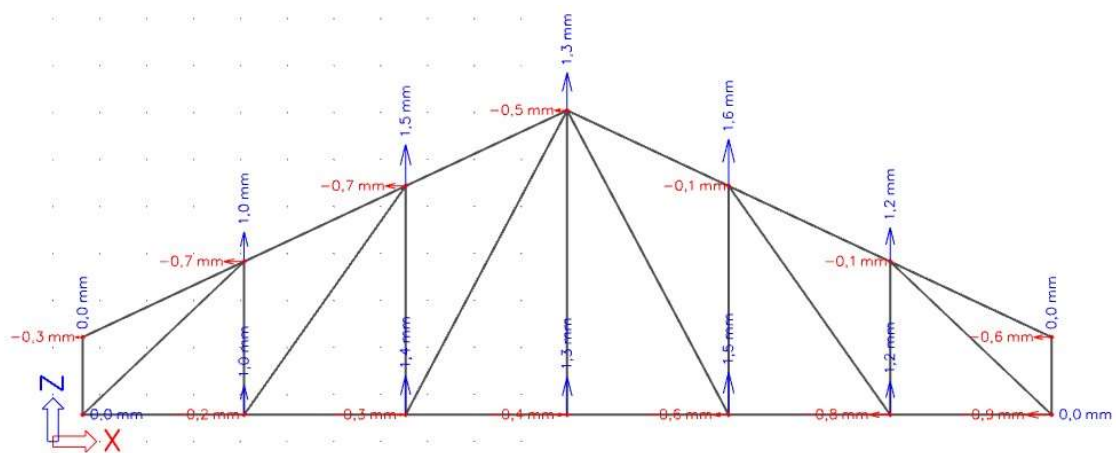
POPREČNI PRESJEK ZADOVOLJAVA

PROGIB - stalno djelovanje S (mm)



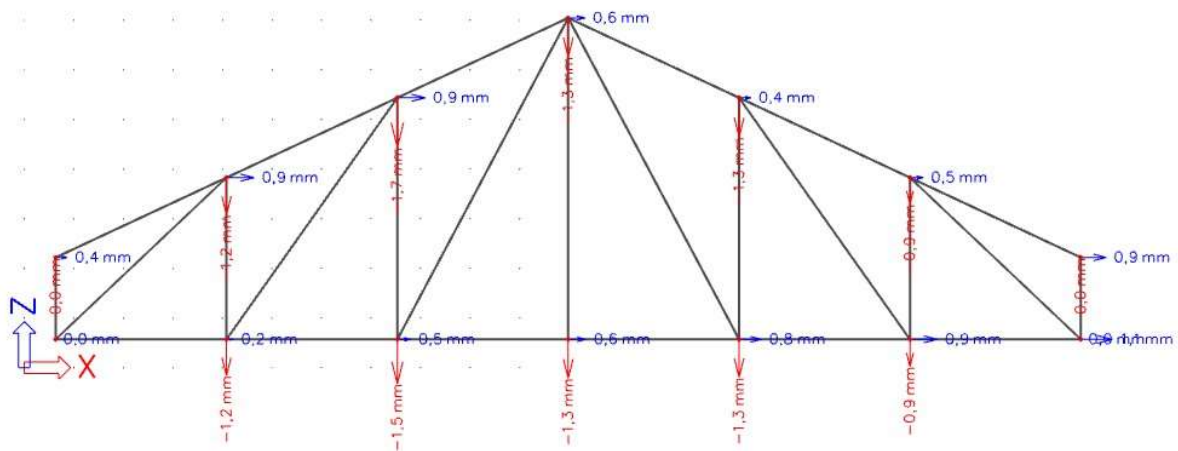
4.3.3. Opterećenje krovnog sustava djelovanjem snijega S

PROGIB - stalno djelovanje W1 (mm)



4.3.4. Opterećenje krovnog sustava djelovanjem vjetra W1

PROGIB - stalno djelovanje W2 (mm)



4.3.5. Opterećenje krovnog sustava djelovanjem vjetra W2

$$1) W_{S,inst} \leq L/300 = 5,5 \text{ mm} \leq 20700/300 \text{ mm} \rightarrow 5,4 \text{ mm} \leq 69 \text{ mm}$$

$$W_{W2,inst} \leq L/300 = 1,5 \text{ mm} \leq 20700/300 \text{ mm} \rightarrow 1,5 \text{ mm} \leq 69 \text{ mm}$$

$$2) W_{fin} - W_{G,inst} \leq L/200$$

$$W_{fin} = W_{G,fin} + W_{G1,fin} + W_{S,fin} + W_{W1,fin}$$

$$W_{G,fin} = W_{G,inst} (1 + k_{det}) = 2,7(1 + 0,8) = 4,86 \text{ mm}$$

$$W_{G1,fin} = W_{G1,inst} (1 + k_{det}) = 0,8(1 + 0,8) = 1,44 \text{ mm}$$

$$W_{S,fin} = W_{S,inst} (1 + k_{det}) = 5,4(1 + 0,0) = 5,4 \text{ mm}$$

$$W_{W2,fin} = W_{W2,inst} (1 + k_{det}) = 1,5(1 + 0,0) = 1,5 \text{ mm}$$

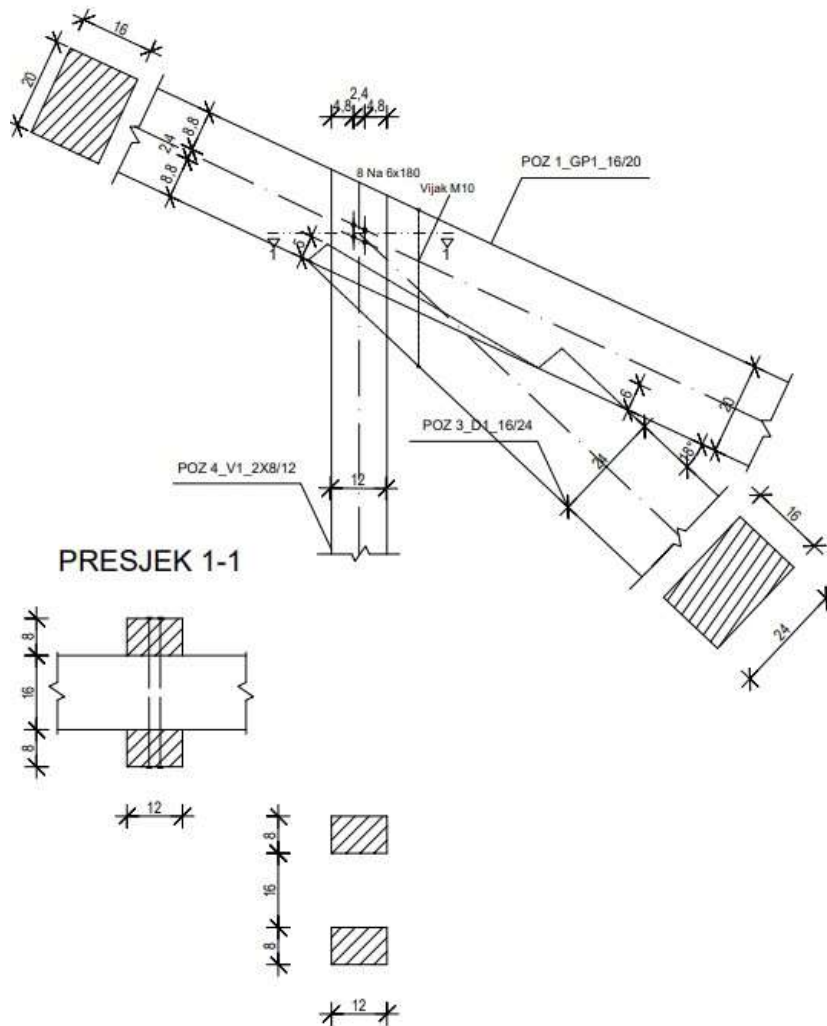
$$W_{fin} = 13,20 \text{ mm}$$

$$W_{fin} - W_{G1,inst} \leq L/200 \rightarrow 13,20 - 0,8 \leq 103,5$$

$$12,40 \text{ mm} \leq 103,5 \text{ mm}$$

5. PRORAČUN SPOJEVA

5.1 Detalj A _ Zasjek i čavalni spoj



5.1.1. Detalj dvostrukog zasjeka i čavalnog spoja

$$b / h = 16 / 24 \text{ cm}$$

$$N_d = 108,25 \text{ kN}$$

$$t_{v,ma} = \frac{h}{4} = \frac{24}{4} = 6 \text{ cm}$$

$$t_{v,1} = 5 \text{ cm} < 6 \text{ cm}$$

$$t_{v,2} = 6 \text{ cm} < 6 \text{ cm}$$

$$y = 55^\circ$$

PREDNJI ZASJEK

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

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

$$\alpha = \frac{y}{2} = \frac{55^\circ}{2} = 27,5^\circ$$

$$f_{c,\alpha,d} = \frac{11,77}{\sqrt{\left(\frac{11,77}{2 \cdot 1,52} \cdot \sin^2 9\right)^2 + \left(\frac{11,77}{2 \cdot 2,22} \cdot \cos^2 9\right)^2 + \cos^4 9}}$$

$$f_{c,\alpha,d} = 5,28 \text{ N/mm}^2$$

$$A_1 = \frac{b_1 \cdot t_{v,1}}{\cos \alpha} = \frac{16 \cdot 5}{\cos 9^\circ} = 97,19 \text{ cm}^2$$

$$R_{1,d} = 5,28 \cdot 97,19 \cdot 10^2 = 51316,32 \text{ N}$$

$$\overline{R_{1,d}} = \frac{R_{1,d}}{\cos \alpha} = \frac{51316,32}{\cos 9} = 51955,98 \text{ N}$$

STRAŽNJI ZASJEK

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

$$\alpha = y = 18^\circ$$

$$f_{c,\alpha,d} = \frac{11,77}{\sqrt{\left(\frac{11,77}{2 \cdot 1,52} \cdot \sin^2 18\right)^2 + \left(\frac{11,77}{2 \cdot 1,52} \cdot \cos^2 18\right)^2 + \cos^4 18}}$$

$$f_{c,\alpha,d} = 5,69 \text{ N/mm}^2$$

$$A_2 = \frac{b_2 \cdot t_{v,2}}{\cos \alpha} = \frac{16 \cdot 6}{\cos 18^\circ} = 100,94 \text{ cm}^2$$

$$R_{2,d} = 5,69 \cdot 100,94 \cdot 10^2 = 57434,86 \text{ N}$$

$$\overline{R_{2,d}} = 57434,86 \text{ N}$$

$$R_{tot,d} = \overline{R_{1,d}} + \overline{R_{2,d}} = 51955,98 + 57434,86 = 109,39 \text{ kN}$$

$$R_{tot,d} = 109,39 \text{ kN} > N_d = 108,25 \text{ kN}$$

DOKAZ

$$\frac{N_d}{R_{tot,d}} = \frac{108,25}{109,39} = 0,98 < 1,0$$

ZADOVOLJAVA

ČAVLANI SPOJ

b/h = 16/20 cm (gornji pojas) , b/h = 2 x 8/12 cm (vertikalna)

$$N_d = 9,20 \text{ kN}$$

Čavli Na 6 x 180 mm – bušeni

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

Puno drvo C 16 – $\rho_k = 310 \text{ kg / m}^3$

$$k_{mod} = 0,9$$

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

$$y_m = 1,1 \text{ (čavli)}$$

KARAKTRISTIČNE VRIJEDNOSTI TLAČNE ČVRSTOĆE PO PLAŠTU RUPE I MOMENTA POPUŠTANJA

$$f_{h,1,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 6) \cdot 310 = 23,89 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{y,k} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 600 \cdot 6^{2,6} = 18987,41 \text{ Nmm}$$

$$\beta = 1,0$$

Karakteristična vrijednost nosivosti po reznoj ravnini

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

$$R_k = \sqrt{2 \cdot 18987,41 \cdot 23,89 \cdot 6} = 2333,09 \text{ N}$$

Minimalna dubina zabijanja u zadnje drvo

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

$$t_{\text{req}} = 1,15 \cdot \left(2 \cdot \sqrt{\frac{1,0}{1,0 + 1,0}} + 2 \right) \cdot \sqrt{\frac{18987,41}{23,89 \cdot 6}}$$

$$t_{\text{req}} = 45,19 \text{ mm} < 100 \text{ mm}$$

UVJET ZADOVOLJAVA

Proračunska vrijednost nosivosti čavla po rezu

$$R_d = k_{\text{mod}} \cdot \frac{R_{k,\text{red}}}{\gamma_M} = 0,9 \cdot \frac{2333,09}{1,1} = 1908,89 \text{ N}$$

Potreban broj čavala

$$n = \frac{N}{R_d} = \frac{9,20 \cdot 10^3}{1908,89} = 4,82 \approx 8 \text{ kom}$$

Odabrano : 8 čavla

DOKAZ

$$\frac{N}{R_{d,tot}} = \frac{9,20 \cdot 10^3}{8 \cdot 1908,89} = 0,60 < 1$$

ZADOVOLJAVA

Konstruktivni zahtjevi (bušeni čavli)

-međusobno paralelni sa vlakancima(dvodijelni štap)

$$a_{1,req} = (3 + 2 \cdot \cos\alpha) \cdot d = (3 + 2 \cdot \cos 0^\circ) \cdot 6 = 30 \text{ mm} < 40 \text{ mm}$$

-okomito na vlakanca (dvodijelni štap)

$$a_{2,req} = 3 \cdot d = 3 \cdot 6 = 18 \text{ mm} < 40 \text{ mm}$$

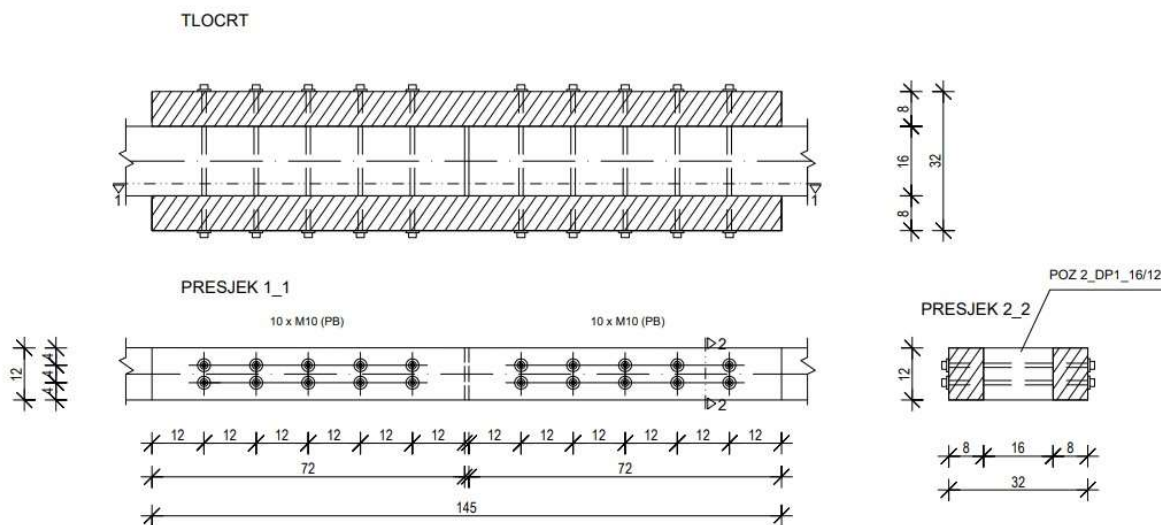
-paralelni od opterećenog kraja(dvodijelni štap)

$$a_{1,t,req} = (7 + 5 \cdot \cos\alpha) \cdot d = (7 + 5 \cdot \cos 0^\circ) \cdot 6 = 72 \text{ mm} < 90 \text{ mm}$$

-okomito od neopterećenog ruba

$$a_{2,req} = 3 \cdot d = 3 \cdot 6 = 18 \text{ mm} < 80 \text{ mm}$$

5.2 Detalj B _ Vlačni nastavak ,spoj tijesno ugrađenim vijcima



5.2.1. Detalj vlačnog nastavka

TIJESNO UGRAĐENI VIJCI (PB)

$$N_d = 73,65 \text{ kN}$$

Tijesno ugrađeni vijci M-10 / 5,6

Puno drvo C 16 – $\rho_k = 310 \text{ kg / m}^3$

KARAKTRISTIČNE VRIJEDNOSTI TLAČNE ČVRSTOĆE PO PLAŠTU RUPE I MOMENTA POPUŠTANJA

Vezica :

$$f_{h,0,k} = 0,082 \cdot (1-0,01 \cdot d) \cdot \rho_k = 0,082 \cdot (1-0,01 \cdot 10) \cdot 310 = 22,88 \text{ N/mm}^2$$

Štap :

$$M_{y,k} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 500 \cdot 10^{2,6} = 59716,08 \text{ Nmm}$$

$$\beta = 1,0$$

Karakteristična vrijednost nosivosti vijka po rezu

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

$$R_k = \sqrt{2 \cdot 59716,08 \cdot 22,88 \cdot 10} = 5227,43 \text{ N}$$

Tražene debljine elemenata za punu nosivost

Vezice:

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

$$t_{\text{req}} = 1,15 \cdot \left(2 \cdot \sqrt{\frac{1,0}{1,0 + 1,0}} + 2 \right) \cdot \sqrt{\frac{59716,08}{22,88 \cdot 10}}$$

$$t_{\text{req}} = 63,43 \text{ mm} < 80 \text{ mm}$$

ZADOVOLJAVA

Proračunska vrijednost nosivosti vijka po rezu

$$R_d = k_{\text{mod}} \cdot \frac{R_k}{\gamma_M} = 0,9 \cdot \frac{5227,43}{1,1} = 4276,99 \text{ N}$$

Potreban broj vijaka

$$n = \frac{N}{R_d} = \frac{73,65 \cdot 10^3}{4276,99 \cdot 2} = 8,58 \approx 10 \text{ kom}$$

Odabrano : 10 vijaka

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

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

$$\alpha = 0^\circ \quad n = 5 \quad a_1 = 120 \text{ mm}$$

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

$$n_{ef} = [\min\{5 ; 4,66\}] \cdot \frac{90 - 0}{90} + 2 \cdot \frac{0}{90}$$

$$n_{ef} = 4,66$$

DOKAZ

$$\frac{N}{R_{d,tot}} = \frac{73,65 \cdot 10^3}{2 \cdot 4,66 \cdot 2 \cdot 4276,99} = 0,92 < 1,00$$

ZADOVOLJAVA

Konstruktivni zahtjevi

-međusobno paralelni sa vlakancima(dvodijelni štap)

$$a_{1,req} = (3 + 2 \cdot \cos\alpha) \cdot d = (3 + 2 \cdot \cos 0^\circ) \cdot 10 = 50 \text{ mm} < a_1 = 120 \text{ mm}$$

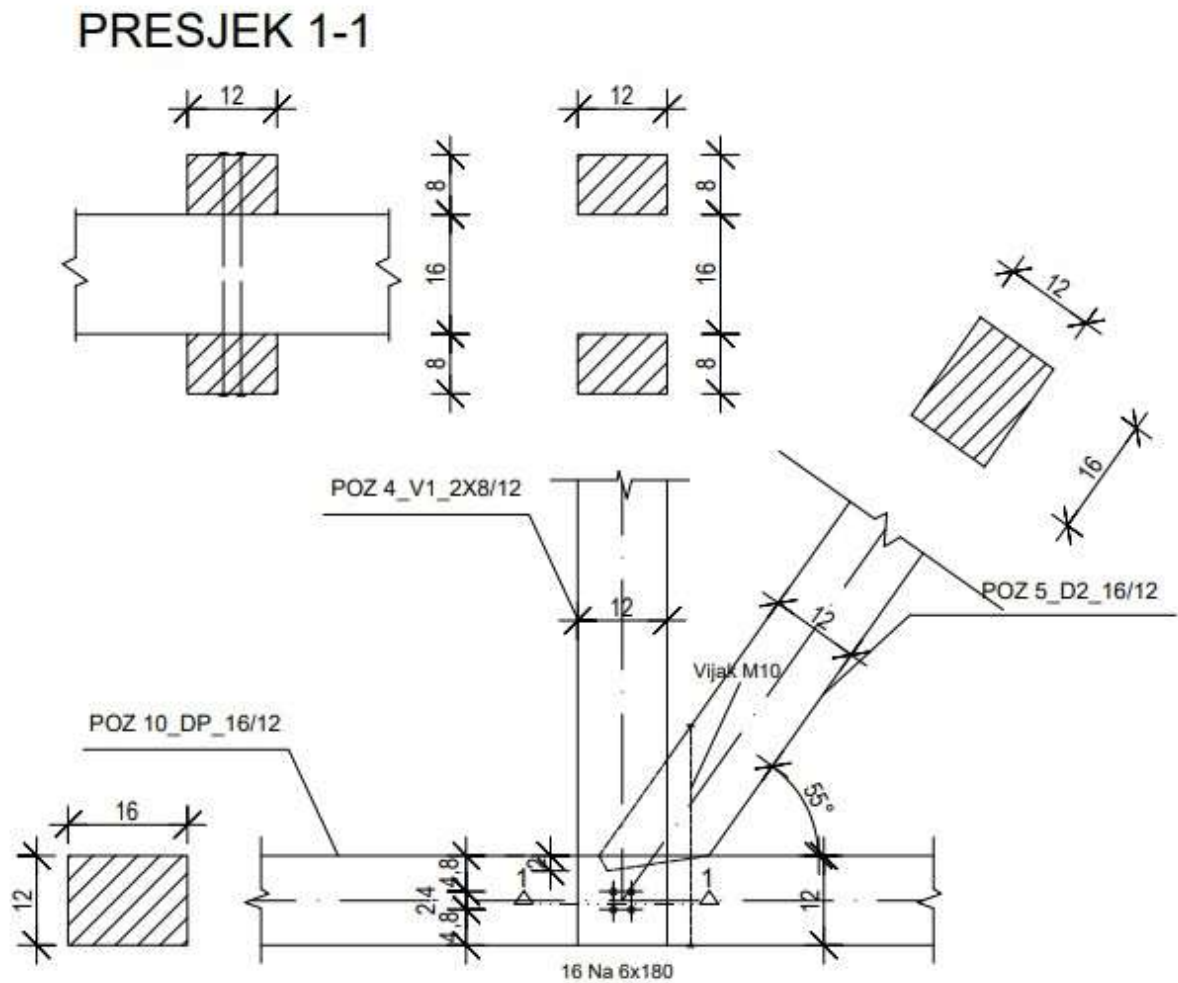
-paralelni od opterećenog kraja(dvodijelni štap)

$$a_{1,t,req} = 7 \cdot d = 7 \cdot 10 = 70 \text{ mm} < a_1 = 120 \text{ mm}$$

-okomiti međusobno, od opterećenog ruba i od neopterećenog ruba

$$a_{2,req} = 3 \cdot d = 3 \cdot 10 = 30 \text{ mm} < a_1 = 75 \text{ mm}$$

5.3 Detalj C _ Jednostruki zasjek i čavalni spoj



5.3.1. Detalj jednostrukog zasjeka i čavalnog spoja

JEDNOSTRUKI ZASJEK

$b / h = 16 / 20$ cm (gornji pojas) , $b / h = 16 / 12$ cm (dijagonala)

$N_d = 7,00$ kN

$$t_{v,max} = \frac{h}{6} = \frac{12}{6} = 2 \text{ cm}$$

$$t_v = 2 \text{ cm} < 2 \text{ cm}$$

$$\gamma = 55^\circ$$

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

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

$$\alpha = \frac{\gamma}{2} = \frac{55^\circ}{2} = 27,5^\circ$$

$$f_{c,\alpha,d} = N_d \cdot \cos \alpha = 7,00 \cdot \cos 27,5 = 6,21 \text{ kN}$$

$$A = \frac{b_1 \cdot t_v}{\cos \alpha} = \frac{16 \cdot 2}{\cos 27,5^\circ} = 36,08 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{c,\alpha,d} = \frac{F_{c,\alpha,d}}{A} = \frac{7,00 \cdot 10^3}{36,08 \cdot 10^2} = 1,94 \text{ N / mm}^2$$

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

$$f_{c,\alpha,d} = \frac{11,77}{\sqrt{\left(\frac{11,77}{2 \cdot 1,52} \cdot \sin^2 27,5\right)^2 + \left(\frac{11,77}{2 \cdot 2,22} \cdot \cos 27,5 \cdot \sin 27,5\right)^2 + \cos^4 27,5}}$$

$$f_{c,\alpha,d} = 7,46 \text{ N / mm}^2$$

DOKAZ

$$\frac{\sigma_{c,\alpha,d}}{f_{c,\alpha,d}} = \frac{1,94}{7,46} = 0,26 < 1,0$$

ZADOVOLJAVA

ČAVLANI SPOJ

$b/h = 16/12 \text{ cm}$ (donji pojas) , $b/h = 2 \times 8/12 \text{ cm}$ (vertikalna)

$$N_d = 5,90 \text{ kN}$$

Čavli Na 6 x 180 mm – bušeni

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

Puno drvo C 16 – $\rho_k = 310 \text{ kg / m}^3$

$$k_{\text{mod}} = 0,9$$

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

$$y_m = 1,1 \text{ (čavli)}$$

KARAKTRISTIČNE VRIJEDNOSTI TLAČNE ČVRSTOĆE PO PLAŠTU RUPE I MOMENTA POPUŠTANJA

$$f_{h,1,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 6) \cdot 310 = 23,89 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{y,k} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 600 \cdot 6^{2,6} = 18987,41 \text{ Nmm}$$

$$\beta = 1,0$$

Karakteristična vrijednost nosivosti po reznoj ravnini

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

$$R_k = \sqrt{2 \cdot 18987,41 \cdot 23,89 \cdot 6} = 2333,09 \text{ N}$$

Minimalna dubina zabijanja u zadnje drvo

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

$$t_{\text{req}} = 1,15 \cdot \left(2 \cdot \sqrt{\frac{1,0}{1,0 + 1,0}} + 2 \right) \cdot \sqrt{\frac{18987,41}{23,89 \cdot 6}}$$

$$t_{\text{req}} = 45,19 \text{ mm} < 100 \text{ mm}$$

UVJET ZADOVOLJAVA

Proračunska vrijednost nosivosti čavla po rezu

$$R_d = k_{\text{mod}} \cdot \frac{R_{k,\text{red}}}{\gamma_M} = 0,9 \cdot \frac{2333,09}{1,1} = 1908,89 \text{ N}$$

Potreban broj čavala

$$n = \frac{N}{R_d} = \frac{5,90 \cdot 10^3}{1908,89} = 3,09 \approx 8 \text{ kom}$$

Oabrano : 8 čavla

DOKAZ

$$\frac{N}{R_{d,\text{tot}}} = \frac{5,90 \cdot 10^3}{8 \cdot 1908,89} = 0,39 < 1$$

ZADOVOLJAVA

Konstruktivni zahtjevi (bušeni čavli)

-međusobno paralelni sa vlakancima(dvodijelni štap)

$$a_{1,\text{req}} = (3 + 2 \cdot \cos\alpha) \cdot d = (3 + 2 \cdot \cos 0^\circ) \cdot 6 = 30 \text{ mm} < 40 \text{ mm}$$

-okomito na vlakanca (dvodijelni štap)

$$a_{2,\text{req}} = 3 \cdot d = 3 \cdot 6 = 18 \text{ mm} < 40 \text{ mm}$$

-paralelni od opterećenog kraja(dvodijelni štap)

$$a_{1,t,\text{req}} = (7 + 5 \cdot \cos\alpha) \cdot d = (7 + 5 \cdot \cos 0^\circ) \cdot 6 = 72 \text{ mm} < 90 \text{ mm}$$

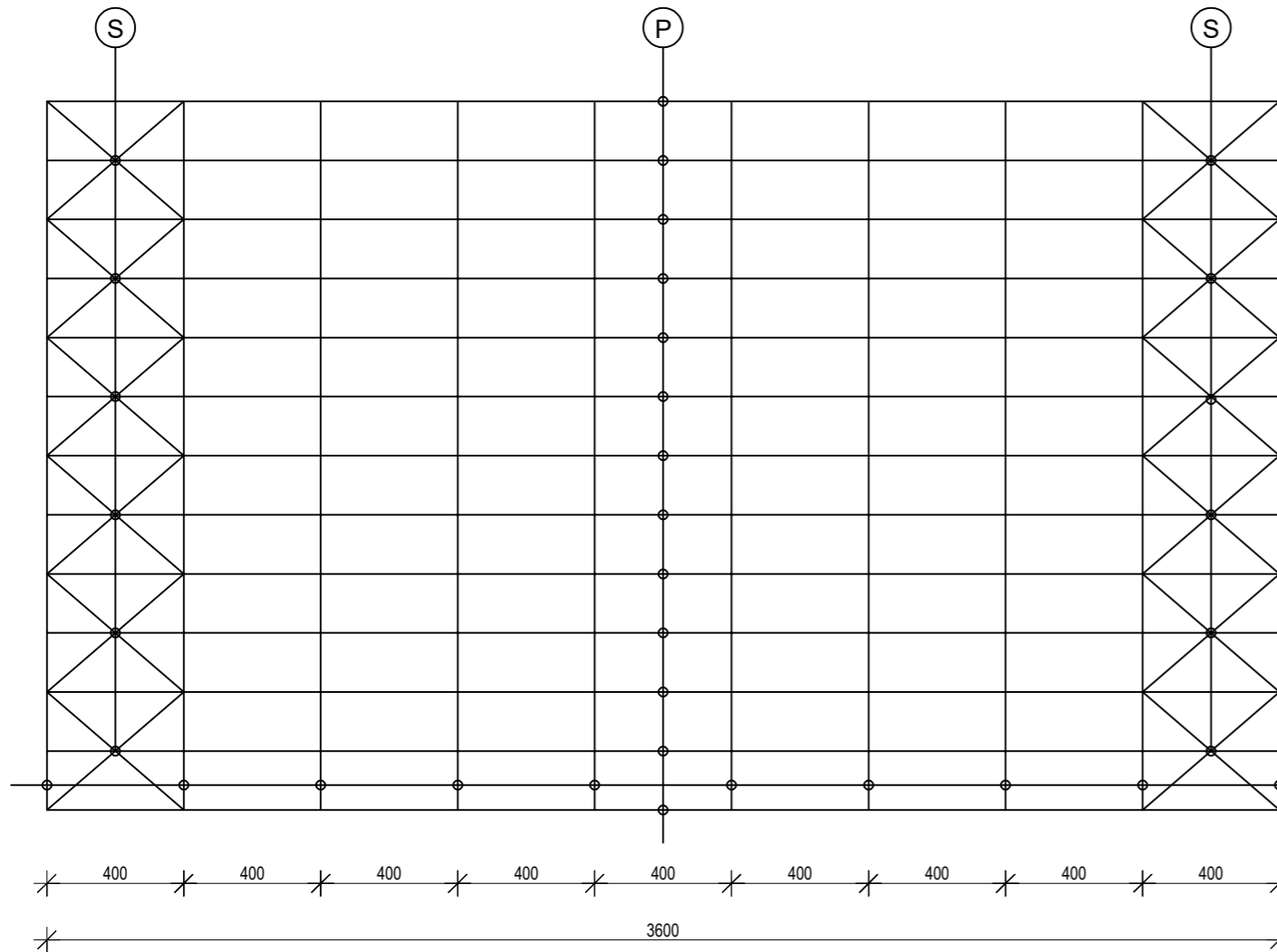
-okomito od neopterećenog ruba

$$a_{2,\text{req}} = 3 \cdot d = 3 \cdot 6 = 18 \text{ mm} < 80 \text{ mm}$$

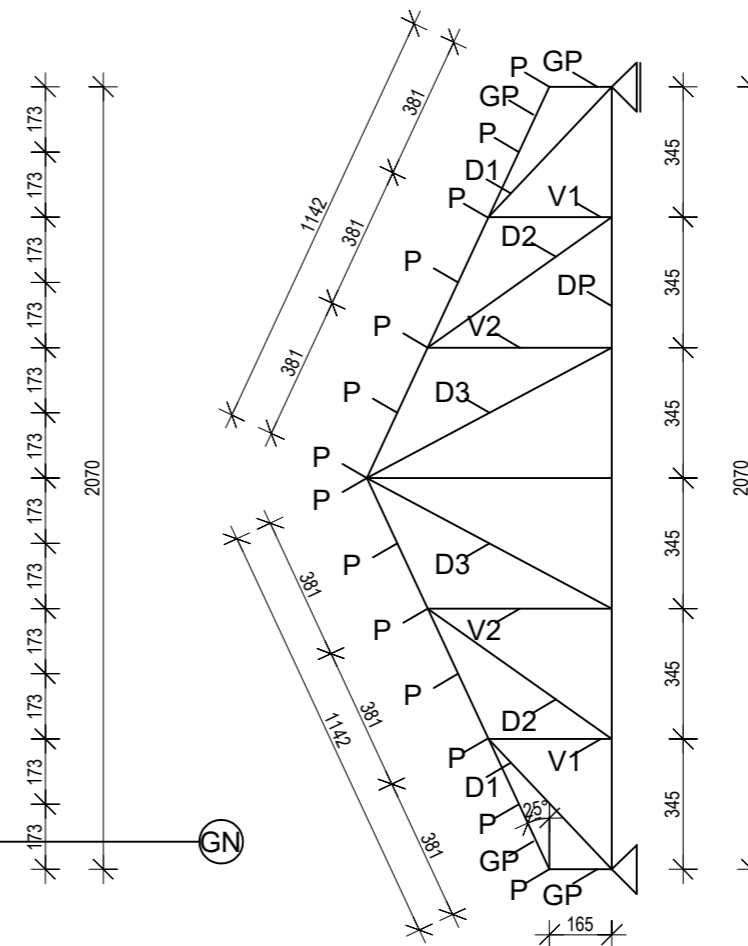
6. GRAFIČKI PRILOZI

GENERALNI NACRT GLAVNOG NOSAČA_MJ 1:200

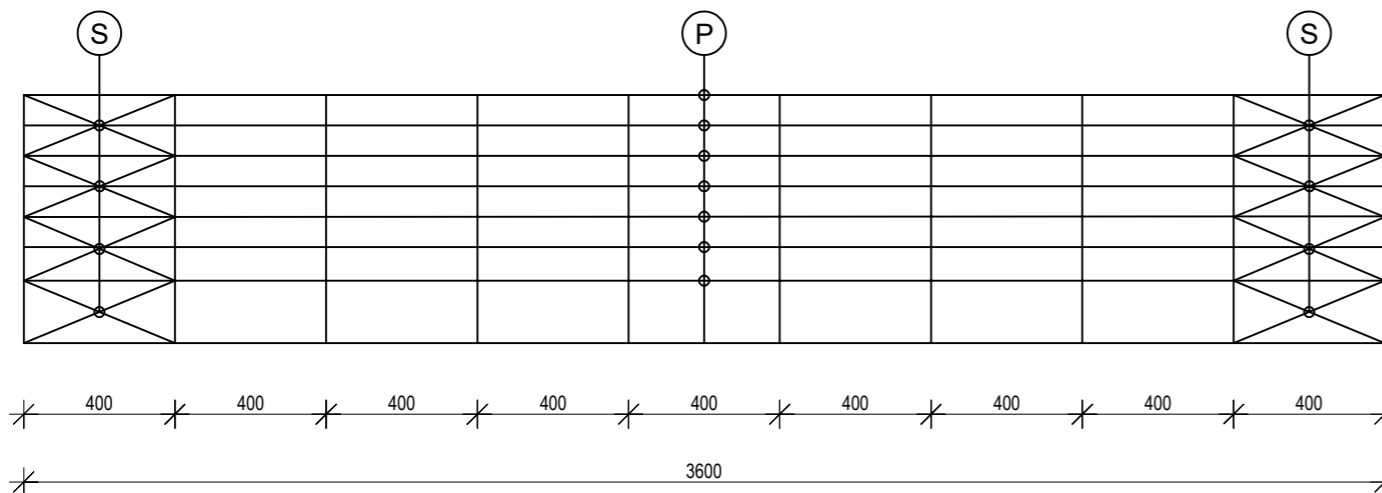
TLOCRT



POPREČNI PRESJEK



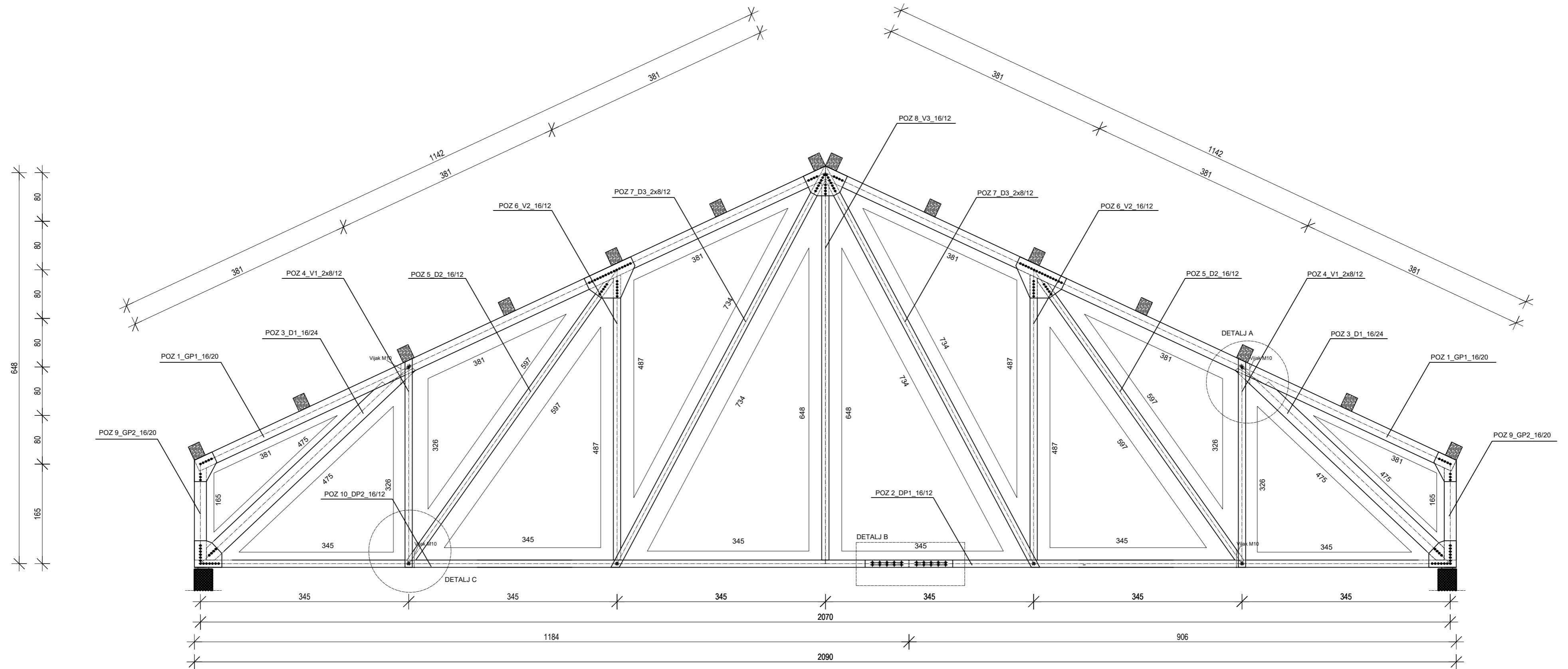
UZDUŽNI PRESJEK



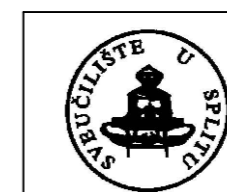
OZNAKA	DIMENZIJA	OPIS
GP	16/20	gornji pojas
DP	16/12	donji pojas
V1	2x8/16	vertikala
V2	16/20	vertikala
D1	16/24	dijagonala
D2	2x8/12	dijagonala
D3	16/12	dijagonala
P	20/24	podrožnica
S	Ø14	spregovi
GN	—	glavni nosač

	ZAVRŠNI RAD	
	TEMA: PRORAČUN DRVENE KONSTRUKCIJE REŠETKASTOG KROVIŠTA	
	STUDENT: BRUNO PAVLOVIĆ	M 1:200
	SADRŽAJ: GENERALNI NACRT	BROJ PRILOGA: 1
DATUM: 09. 2020.		

RADIONIČKI NACRT GLAVNOG NOSAČA M 1:50

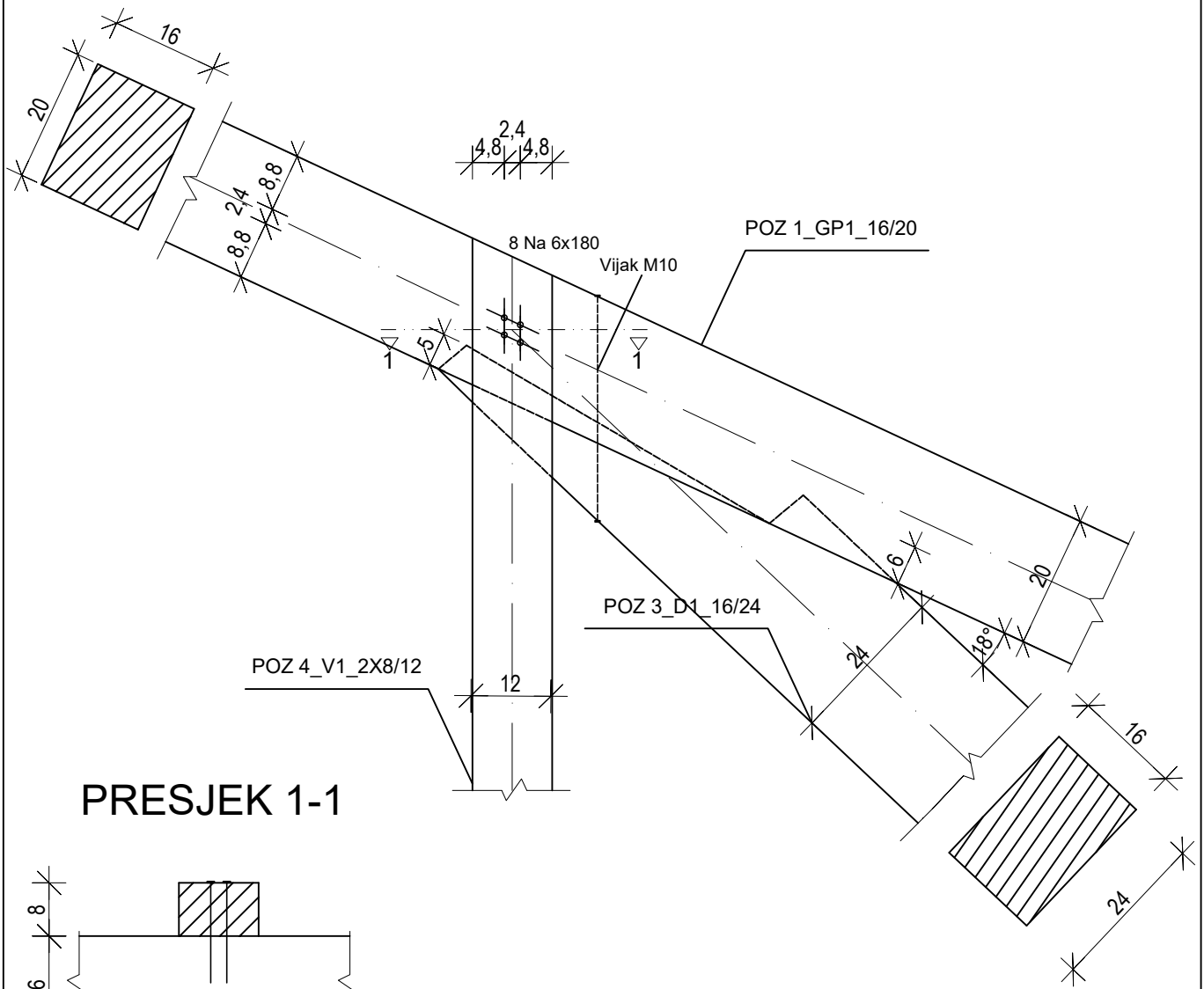


POZICIJA	DIMENZIJA	OPIS	POZICIJA	DIMENZIJA	OPIS
POZ1	16/20	gornji pojas	POZ6	16/12	vertikala
POZ2	16/12	donji pojas	POZ7	2x8/12	dijagonala
POZ3	16/24	dijagonala	POZ8	16/12	vertikala
POZ4	2x8/12	vertikala	POZ9	16/12	gornji pojas
POZ5	16/12	dijagonala	POZ10	16/12	donji pojas

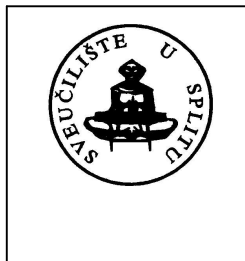
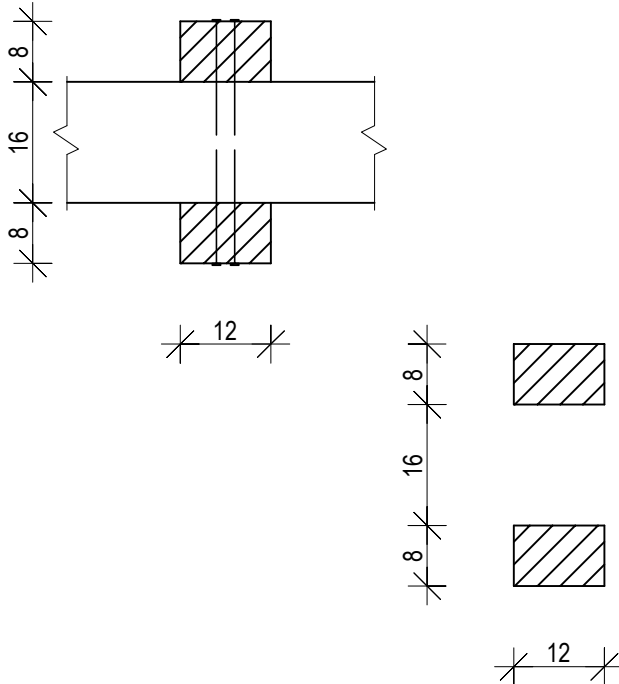


ZAVRŠNI RAD		
TEMA:	PRORAČUN DRVENE KONSTRUKCIJE REŠETKASTOG KROVIŠTA	
STUDENT:	BRUNO PAVLOVIĆ	M 1:50
SADRŽAJ:	RADIONIČKI NACRT	
DATUM:	09. 2020.	BROJ PRILOGA: 2

DETALJ A _ M 1:10



PRESJEK 1-1



ZAVRŠNI RAD

TEMA: PRORAČUN DRVENE KONSTRUKCIJE REŠETKASTOG KROVIŠTA

STUDENT: BRUNO PAVLOVIĆ

M 1:10

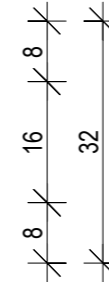
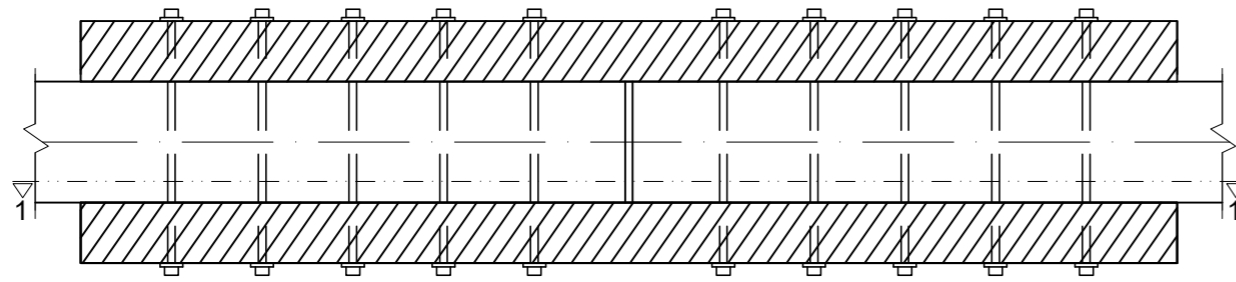
SADRŽAJ: DVOSTRUKI ZASJEK I ČAVALNI SPOJ

DATUM: 09. 2020.

BROJ PRILOGA: 3

DETALJ B _ M 1:10

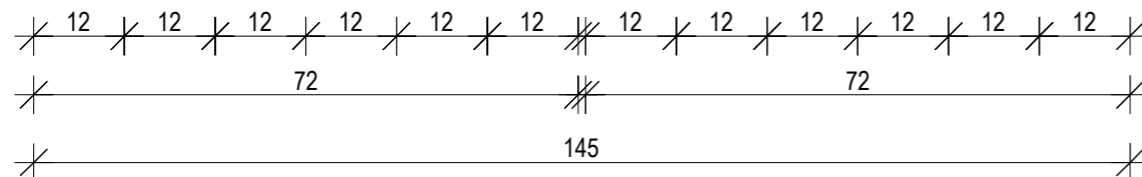
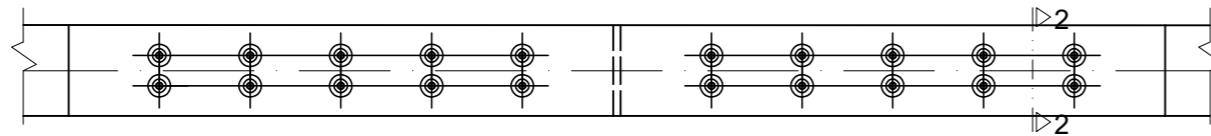
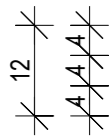
TLOCRT



PRESJEK 1_1

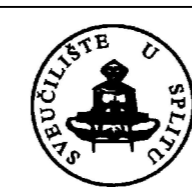
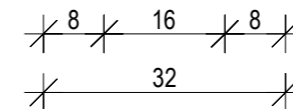
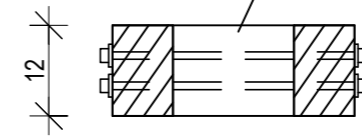
10 x M10 (PB)

10 x M10 (PB)



POZ 2_DP1_16/12

PRESJEK 2_2



ZAVRŠNI RAD

TEMA: PRORAČUN DRVENE KONSTRUKCIJE REŠETKASTOG KROVIŠTA

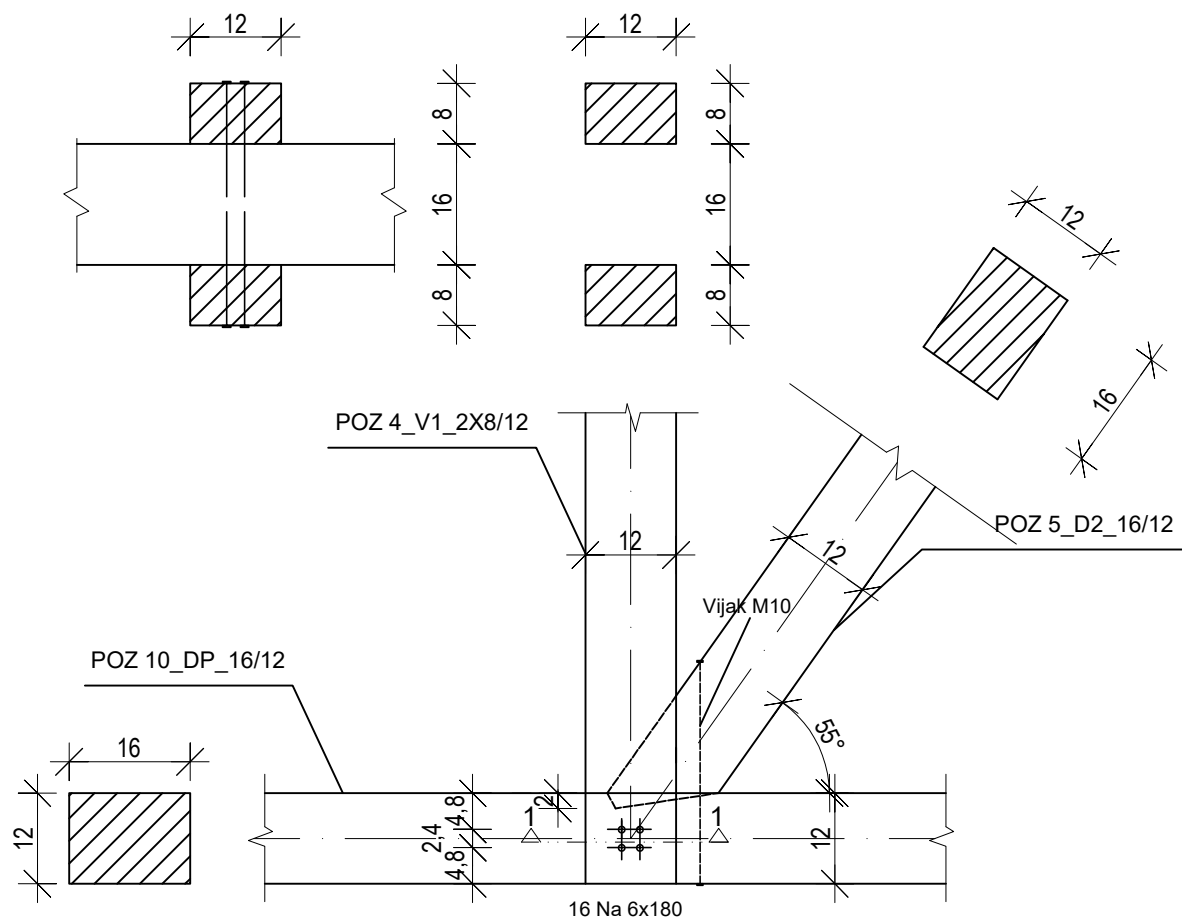
STUDENT: BRUNO PAVLOVIĆ M 1:10

SADRŽAJ: VLAČNI NASTAVAK BROJ

DATUM: 09. 2020. PRILOGA: 4

DETALJ C _ M 1:10

PRESJEK 1-1



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

	ZAVRŠNI RAD	
	TEMA: PRORAČUN DRVENE KONSTRUKCIJE REŠETKASTOG KROVIŠTA	
	STUDENT: BRUNO PAVLOVIĆ	M 1:10
	SADRŽAJ: JEDNOSTRUKI ZASJEK I ČAVALNI SPOJ	BROJ PRILOGA: 5
DATUM: 09. 2020.		

ISKAZ MATERIJALA

ISKAZ MATERIJALA ZA JEDAN OKVIR					
POZICIJA	OZNAKA	DULJINA (cm)	POP. PRESJ.	KOMADA	m ³
POZ 1	GP1	1142	16/20	4	1,462
POZ 2	DP1	1563	16/12	1	0,300
POZ 3	D1	475	16/24	2	0,365
POZ 4	V1	326	2X8/12	2	0,125
POZ 5	D2	597	16/12	2	0,229
POZ 6	V2	487	16/12	2	0,185
POZ 7	D3	734	2X8/12	2	0,282
POZ 8	V3	648	16/12	1	0,124
POZ 9	GP2	165	16/20	2	0,063
POZ 10	DP2	527	16/12	1	0,101
UKUPNO					3,236

ISKAZ MATERIJALA - UKUPNO				
OZNAKA	POP. PRESJ.	m ³ / PO OKVIRU	KOMADA	m ³
GP1	16/20	1,462	10	14,62
DP1	16/12	0,300	10	3,00
D1	16/24	0,365	10	3,65
V1	2X8/12	0,125	10	1,25
D2	16/12	0,229	10	2,29
V2	16/12	0,185	10	1,85
D3	2X8/12	0,282	10	2,82
V3	16/12	0,124	10	1,24
GP2	16/20	0,063	10	0,63
DP2	16/12	0,101	10	1,01
UKUPNO				32,36

	ZAVRŠNI RAD	
	TEMA: PRORAČUN DRVENE KONSTRUKCIJE REŠETKASTOG KROVIŠTA	
	STUDENT: BRUNO PAVLOVIĆ	M 1:100
	SADRŽAJ: RADIONIČKI NACRT	BROJ PRILOGA: 6
	DATUM: 09. 2020.	

7. LITERATURA

1. pred. Neno Torić, izv. prof. dr. sc, Predavanja iz predmeta Drvenih konstrukcija, 2020.

<http://cigla.gradst.hr/moodle26/mod/folder/view.php?id=3410>

2. pred. Neno Torić, izv. prof. dr. sc; Tin Hržić mag. ing.aedif., Vježbe iz predmeta Drvenih konstrukcija, 2020.

<http://cigla.gradst.hr/moodle26/mod/folder/view.php?id=3410>

3. Norma DIN 1052:2004-08

4. Norma HRN EN 1995-1-1, Eurokod 5: Projektiranje drvenih konstrukcija – Dio 1-1:

Općenito – Opća pravila i pravila za zgrade (EN 1995-1-1:2004+AC:2006 +A1:2008)

https://www.hzn.hr/UserDocsImages/pdf/nHRN%20EN%201995-1-1_2013_NA_2013_9.pdf