

Proračun drvene konstrukcije rešetkastog krovišta

Puljiz, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

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:123:650103>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-07**



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

Ivan Puljiz

Split, 2021.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Proračun drvene konstrukcije rešetkastog krovišta

Završni rad

Split, 2021.

SVEUČILIŠTE U SPLITU

FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Split, Matice hrvatske 15

STUDIJ: PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

KANDIDAT: Ivan Puljiz

MATIČNI BROJ (JMBAG): 0083221410

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

PREDMET: Drvene konstrukcije

Zadatak za završni rad

Tema:

Proračun drvene konstrukcije rešetkastog krovišta

Opis zadatka:

Potrebno je proračunati drvenu rešetkastu konstrukciju na temelju zadanih dimenzija glavnog nosača konstrukcije, lokacije zadane konstrukcije i zadanih svojstava drva. Navedeno obuhvaća dimenzioniranje svih elemenata glavnog rešetkastog nosača, sekundarne konstrukcije (podrožnica), prostorne stabilizacije (spregova), dimenzioniranje pripadajućih spojeva te proračun nosivosti konstrukcije uslijed djelovanja požara.

U Splitu, lipanj, 2021.

Voditelj završnog rada: **prof. dr. sc. Neno Torić**

Sažetak:

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

Ključne riječi:

Drvo, nosiva konstrukcija, glavni nosač, sekundarni nosač, rešetka, dimenzioniranje, spojevi, vatrootpornost

Designing of wooden roof truss

Abstract:

Based on the given data of the wooden lattice roof structure, it is necessary to dimension on the main girder, the secondary girder of the structure, wind bracings, load-bearing capacity due to fire, and to make drawings of the main girder and details of additional joints.

Keywords:

Wood, load-bearing structure, main girder, secondary girder, grate, dimensioning, joints, fire resistance

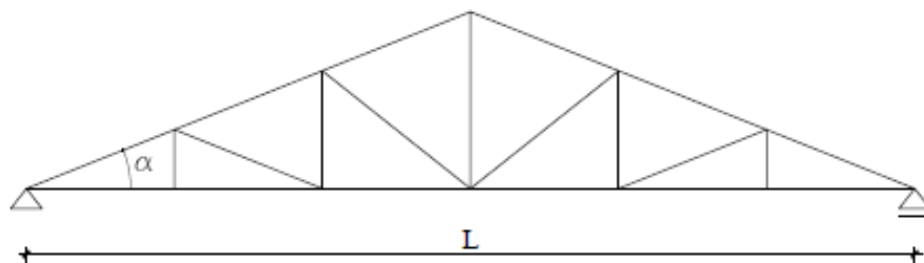
SADRŽAJ

1. TEHNIČKI OPIS.....	1
1.1. Konstruktivni sastav krova.....	1
1.2. Statička analiza sustava.....	1
1.3. Konstruktivni elementi.....	1
1.3.1. Glavni nosač.....	1
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. ANALIZA OPTEREĆENJA.....	4
2.1. Glavna nosiva konstrukcija.....	4
2.2. Građa i propisi.....	4
2.3. Analiza opterećenja.....	4
2.3.1. Stalno djelovanje.....	4
2.3.2. Promjenjivo djelovanje.....	5
-Proračun djelovanja snijega.....	5
-Proračun djelovanja vjetra.....	6
3. STATIČKI PRORAČUN.....	12
4. DEFORMACIJE.....	20
5. DIMENZIONIRANJE ELEMENATA.....	24
5.1. Dimenzioniranje rešetke konstruktivnog sustava.....	24
5.1.1. Gornji pojas.....	25
5.1.2. Donji pojas.....	26
5.1.3. Dijagonale.....	28
5.1.4. Vertikale.....	29
6. VJETROVNI SPREGOVI I PODROŽNICE	30
6.1. Vjetrovni spregovi.....	33
6.2. Primarna podrožnica.....	35
7. PRORAČUN SPOJEVA.....	40
7.1. Detalj 1- vlačni nastavak rešetke.....	40
7.2. Detalj 2 - dvostruki zasjek.....	43
7.3. Detalj 3 – zasjek i čavlandi spoj	46
7.4. Detalj 4 – čavlandi spoj	50

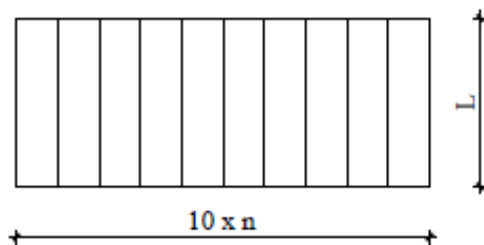
7.5. Detalj 5 – zasjek i čavlani spoj	53
8. VATROOTPORNOST.....	57
8.1 Računske vrijednosti djelovanja.....	58
8.2. Gornji pojas.....	58
8.3. Donji pojas.....	60
8.4. Dijagonale.....	63
8.5. Vertikale.....	65
8.6. Podrožnice.....	67
9. GRAFIČKI PRILOZI.....	72
- Generalni plan pozicija.....	72
- Radionički nacrt glavnog nosača.....	72
- Detalji spojeva	72
- Iskaz materijala.....	72
8. LITERATURA.....	73

Treba konstruirati i dimenzionirati nosivi sustav krovne konstrukcije prema skici.

POPREČNI PRESJEK



TLOCRT



ZADANI PODACI

- Raspon rešetke:	$L = 20.6 \text{ m}$
- Razmak okvira:	$n = 5 \text{ m}$
- Nagib krovne plohe:	17°
- Materijal izrade:	C27
- Uporabna klasa:	1
- Lokacija objekta:	Zagreb
- Kat. zemljišta:	1

Potrebno je izvršiti dimenzioniranje nosive konstrukcije na slici odnosno izvršiti kontrolu graničnog stanja nosivosti i graničnog stanja uporabljivosti konstrukcije prema EC5. Potrebno je napraviti dodatnu analizu nosive konstrukcije kako slijedi:

- dimenzioniranje svih spojeva nosive konstrukcije prema EC5,
- proračun nosivosti konstrukcije uslijed djelovanja požara u trajanju od 30 min prema EC5.

1 TEHNIČKI OPIS

1.1 KONSTRUKTIVNI SASTAV KROVA

Konstruktivni sustav je drveni rešetkasti nosač raspona $L = 20,6$ m. Visina nosača u tjemenu iznosi $h = 3.15$ m. Krovna ploha je u odnosu na horizontalnu ravninu nagnuta pod kutom $\alpha = 17^\circ$. Glavni nosači konstrukcije tlocrtno su paralelni i nalaze se na međusobnom razmaku $l = 5.00$ m. Stabiliziranje konstrukcije predviđeno je horizontalnim spregom. Ukupna dužina same konstrukcije je $50,0$ m.

1.2 STATIČKA ANALIZA SUSTAVA

Proračun je izvršen prema EC 5.

Konstrukcija je izložena djelovanju sljedećih opterećenja: vlastita težina, vjetar i snijeg.

Predmetna građevina se nalazi na području Zagreba, do 100 m nadmorske visine, kategorija zemljišta I.

Odgovarajući koeficijenti za vjetar i snijeg uzeti su prema tome iz propisanih tablica.

Za statički proračun upotrijebljena je kombinacija s najvećim utjecajem, dakle

vlastita težina konstrukcije + djelovanje snijega + djelovanje vjetra i vlastita težina konstrukcije + djelovanje vjetra.

Proračun reznih sila je pomoću računalnog programa Scia Engineer 2019, na način da su umetnuti zglobovi na mjestima spajanja vertikala i dijagonala s gornjim i donjim pojasom.

Ovakav model za proračun daje približan i dovoljno točan rezultat.

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

1.3 OPIS KONSTRUKTIVNIH ELEMENATA

1.3.1 GLAVNI NOSAČI

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

1.3.2 PODROŽNICE

Podrožnica prenosi opterećenje s krovne plohe na glavne nosače. Elementi podrožnice koji imaju i funkciju vertikala vjetrovnog sprega, kvadratnog su poprečnog presjeka dimenzija 22 cm x 24 cm i nalaze se na razmaku 3,60 m.

1.3.3 SPREG

Spreg služi za prihvatanje horizontalnih sila i za pridržavanje glavnih nosača da ne bi došlo do izbočavanja. Horizontalne spregove tvore glavni nosači kao pojasevi, glavne podrožnice kao vertikale i dijagonale koje su izvedene od čelika S275 okruglog poprečnog presjeka M 14.

1.4 MATERIJALI

1.4. DRVENI MATERIJALI

Drveni elementi konstrukcije izrađeni su od drva klase C27. Karakteristične vrijednosti čvrstoća, modula i gustoće za ovu klasu:

$$\begin{aligned}f_{m,k} &= 27 \text{ N/mm}^2 \\f_{t,0,k} &= 16 \text{ N/mm}^2 \\f_{c,0,k} &= 22 \text{ N/mm}^2 \\E_{0,\text{mean}} &= 11500 \text{ N/mm}^2 \\G_{\text{mean}} &= 720 \text{ N/mm}^2 \\\rho &= 370 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

1.4. METALNI ELEMENTI

Za spajanje pojedinih elemenata upotrijebljeni su tijesno ugrađeni vijci. Materijal izrade vijaka je čelična žica. Maksimalna čvrstoća vijka je 400 N/mm^2 te granica elastičnosti 240 N/mm^2 . U iznimnim slučajevima korišten je lim zaštićen od korozije, debljine 3 mm. Pokrov je izveden od aluminijskih sendvič panela.

1.5 ZAŠTITA

1.5. ZAŠTITA DRVENIH ELEMENATA

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

1.5. ZAŠTITA METALNIH ELEMENATA

Ugrađuju se samo pocinčani metalni elementi i spajala.

1.6 MONTAŽA I TRANSPORT

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

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

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

2 ANALIZA OPTEREĆENJA

2.1 GLAVNA NOSIVA KONSTRUKCIJA (OKVIR)

2.1.1 STALNO OPTEREĆENJE

2.1.1.1 KROVNA PLOHA

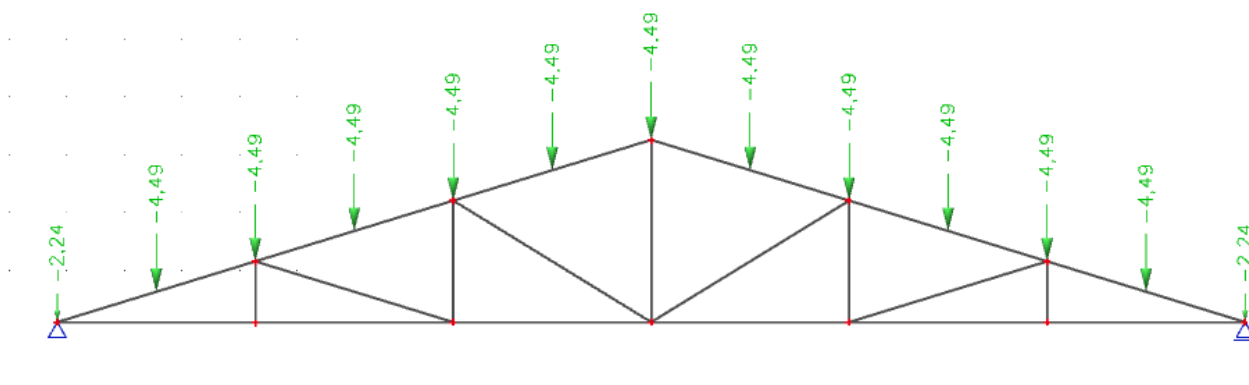
- sendvič paneli (aluminij) $0,10 \text{ kN/m}^2$
- instalacije $0,20 \text{ kN/m}^2$
- sekundarna konstrukcija i spregovi $0,20 \text{ kN/m}^2$

$$\Sigma g_{\text{slojevi}} = 0,50 \text{ kN/m}^2$$

- vlastita težina automatski je uključena u računalni program

$$G_k = 0,50 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * 1,795 = 4.4875 \text{ kN/m'}$$

$$G_{k1} = G_k / 2 = 2.2438 \text{ kN/m'}$$



2.2.1 PROMJENJIVO OPTEREĆENJE

2.2.2 DJELOVANJE SNIJEGA

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

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

$s_k \Rightarrow$ karakteristična vrijednost opterećenja na tlu u kN/m^2

$s_k = 1,00 \text{ kN/m}^2 \Leftrightarrow$ za Zagreb, do 100m nadmorske visine

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

$$0^\circ \leq \alpha = 17^\circ \leq 30^\circ \Rightarrow \mu_i = 0,8$$

$c_e \Rightarrow$ koeficijent izloženosti

$$c_e = 1,0$$

$c_t \Rightarrow$ toplinski koeficijent

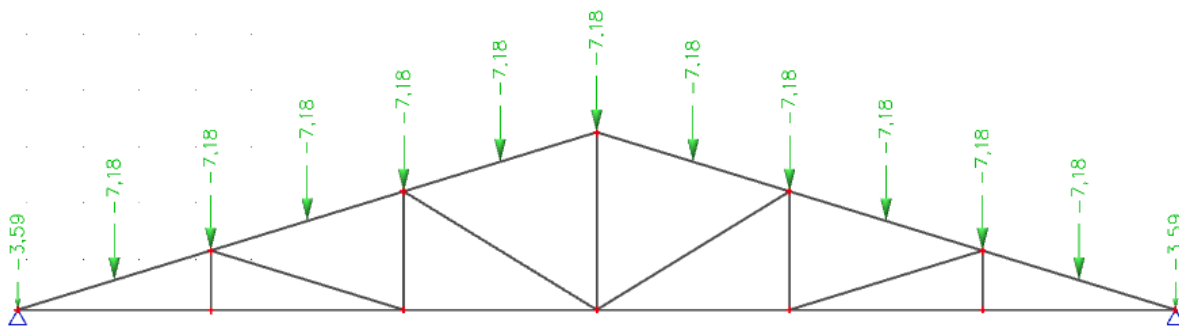
$$c_t = 1,0$$

Opterećenje snijegom preko cijele krovne površine:

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

$$S = 0,80 \text{ (kN/m}^2\text{)} * 5,00 \text{ m} * 1,795 \text{ m} = 7,18 \text{ kN}$$

$$S_{1,14} = 0,80 \text{ (kN/m}^2\text{)} * 5,00 \text{ m} * 0,8975 \text{ m} = 3,59 \text{ kN}$$



2.3.1 OPTEREĆENJE VJETROM

Opterećenje vjetrom okomito na površinu.

$W_s = q_p(z) * c_e(z_e) * c_{pe}$ (kN/m²) – pritisak vjetra na vanjske površine

$w_i = q_p(z) * c_i(z_i) * c_{pi}$ (kN/m²) – pritisak vjetra na unutrašnje površine

$c_e(z_e)$, $c_i(z_i)$ => koeficijenti izloženosti koji uzimaju u obzir neravnine terena

Određivanje osnovnog pritiska brzine vjetra pri udaru:

$$q_b = 1/2 * \rho * v_b^2$$

q_b = referentni pritisak srednje brzine vjetra

ρ => gustoća zraka, $\rho = 1.25$ kg/m³

v_b - osnovna brzina vjetra $v_b = 20$ (m/s)

$$q_b = 1/2 * 1,25 * 20^2$$

$$q_b = 0,25 \text{ (kNm}^2\text{)}$$

Određivanje pritiska brzine vjetra pri udaru:

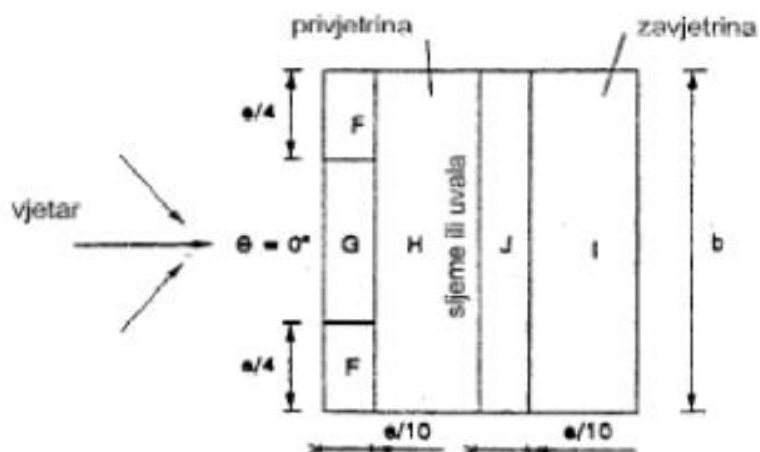
$$q_p(z) = C_e \cdot q_b$$

$C_e = 2,8$ (očitano)

$$q_p(z) = 2,8 \cdot 0,25 = 0,7 \text{ (kNm}^2\text{)}$$

Određivanje koeficijenta vanjskog tlaka:

Za dvostrešne krovove koeficijenti vanjskog pritiska određuju se tako da se krovna površina podijeli na zone, dok se referentna visina z_e uzima kao ukupna visina građevine. Koeficijenti tlaka za svako područje ovise o veličini površine opterećene zone građevine. Dopušta se linearna interpolacija između kutova nagiba krovova (osim kad je kut između -5° i +5°, tada se koriste podaci za ravne krovove).



Koeficijenti unutarnjeg tlaka:

$w_i = q_{ref} \cdot c_i(z_i) \cdot c_{pi}$ [kN/m²] - pritisak vjetra na unutarnje površine

$q_{ref} \Rightarrow$ referentni pritisak srednje brzine vjetra

$c_i(z) \Rightarrow$ koeficijent izloženosti koji uzima u obzir neravnine terena

$z_i \Rightarrow$ referentna visina

$c_{pi} \Rightarrow$ unutarnji koeficijenti pritiska

Koeficijenti unutarnjeg tlaka:

$c_{pi1} = + 0.2$ (odizanje)

$c_{pi2} = - 0.3$ (pritisak)

SMJER VJETRA $\theta=0^\circ$

$e = \min \{ b ; 2h \} = \min \{ 10 \cdot 5 = 50; 2 \cdot 10 = 20 \} = 20$ (m) za nagib 17° linearno interpoliramo između vrijednosti za 15° i 30°

a) C_{pe10-}

	F	G	H	J	I
15°	-0,9	-0,8	-0,3	-1,0	-0,4
30°	-0,5	-0,5	-0,2	-0,5	-0,4
17°	-0,85	-0,76	-0,29	-0,93	-0,4

b) C_{pe10+}

	F	G	H	J	I
15°	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0
30°	0,7	0,7	0,4	0,0	0,0
17°	0,27	0,27	0,23	0,0	0,0

$$q = q_p(z) \cdot (C_{pe} + C_{pi}) ; W = q \cdot n$$

Kombinacija 1 (C_{pe10-} i C_{pi1})

ZONA	VRIJEDNOSTI	$q \text{ (kN/m}^2\text{)}$	W (kN/m)
F	0,7 (0,2+0,85)	0,735	3,675
G	0,7(0,2+0,76)	0,672	3,360
H	0,7(0,2+0,29)	0,343	1,715
I	0,7(0,2+0,4)	0,420	2,100
J	0,7(0,2+0,93)	0,791	3,955

Kombinacija 2 (C_{pe10-} i C_{pi2})

ZONA	VRIJEDNOSTI	$q \text{ (kN/m}^2\text{)}$	W (kN/m)
F	0,7(0,3-0,85)	-0,385	1,925
G	0,7(0,3-0,76)	-0,322	1,610
H	0,7(0,3-0,29)	0,003	0,015
I	0,7(0,3-0,4)	-0,070	0,350
J	0,7(0,3-0,93)	-0,441	2,205

Kombinacija 3 (C_{pe10+} i C_{pi1})

ZONA	VRIJEDNOSTI	q (kN/m ²)	W(kN/m)
F	0,7(0,2-0,27)	-0,049	0,245
G	0,7(0,2-0,27)	-0,049	0,245
H	0,7(0,2-0,23)	-0,021	0,105
I	0,7(0,2-0,0)	0,140	0,700
J	0,7(0,2-0,0)	0,140	0,700

Kombinacija 4 (C_{pe10+} i C_{pi2})

ZONA	VRIJEDNOSTI	q (kN/m ²)	W(kN/m)
F	0,7(0,3+0,27)	0,399	1,995
G	0,7(0,3+0,27)	0,399	1,995
H	0,7(0,3+0,23)	0,371	1,855
I	0,7(0,3+0,0)	0,210	1,050
J	0,7(0,3+0,0)	0,210	1,050

Proračun sila u čvorovima usljed djelovanja vjetra za dvije najnepovoljnije kombinacije :

$$W_n = \ln(m) * W\left(\frac{kN}{m}\right)$$

Kombinacija 1-odizanje

$$F_1 = -3,360 \cdot 0,90 = -3,024 \text{ (kN)}$$

$$F_2 = -3,360 \cdot 1,19 + 1,715 \cdot 0,61 = -5,045 \text{ (kN)}$$

$$F_3 = -1,715 \cdot 1,8 = -3,087 \text{ (kN)}$$

$$F_4 = -1,715 \cdot 1,8 = -3,087 \text{ (kN)}$$

$$F_5 = -1,715 \cdot 1,8 = -3,087 \text{ (kN)}$$

$$F_6 = -1,715 \cdot 1,8 = -3,087 \text{ (kN)}$$

$$F_{7L} = -1,715 \cdot 0,9 = -1,544 \text{ (kN)}$$

$$F_{7D} = -3,995 \cdot 0,9 = -3,596 \text{ (kN)}$$

$$F_8 = -3,995 \cdot 1,19 + 2,100 \cdot 0,61 = -6,035 \text{ (kN)}$$

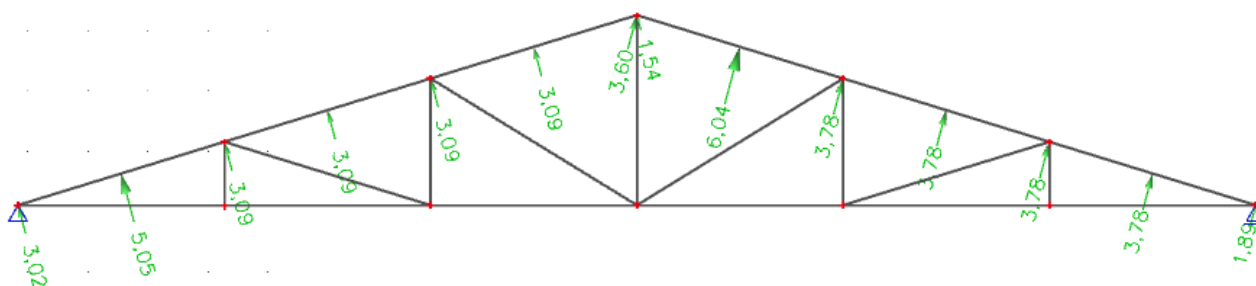
$$F_9 = -2,100 \cdot 1,8 = -3,780 \text{ (kN)}$$

$$F_{10} = -2,100 \cdot 1,8 = -3,780 \text{ (kN)}$$

$$F_{11} = -2,100 \cdot 1,8 = -3,780 \text{ (kN)}$$

$$F_{12} = -2,100 \cdot 1,8 = -3,780 \text{ (kN)}$$

$$F_{13} = -2,100 \cdot 0,9 = -1,890 \text{ (kN)}$$



Kombinacija 4 – pritisak

$$F_1 = -1,995 \cdot 0,90 = -1,796 \text{ (kN)}$$

$$F_2 = -1,995 \cdot 1,19 - 1,855 \cdot 0,61 = -3,506 \text{ (kN)}$$

$$F_3 = -1,855 \cdot 1,8 = -3,339 \text{ (kN)}$$

$$F_4 = -1,855 \cdot 1,8 = -3,339 \text{ (kN)}$$

$$F_5 = -1,855 \cdot 1,8 = -3,339 \text{ (kN)}$$

$$F_6 = -1,855 \cdot 1,8 = -3,339 \text{ (kN)}$$

$$F_{7L} = -1,855 \cdot 0,9 = -1,670 \text{ (kN)}$$

$$F_{7D} = -1,050 \cdot 0,9 = -0,945 \text{ (kN)}$$

$$F_8 = -1,050 \cdot 1,19 - 1,050 \cdot 0,61 = -1,890 \text{ (kN)}$$

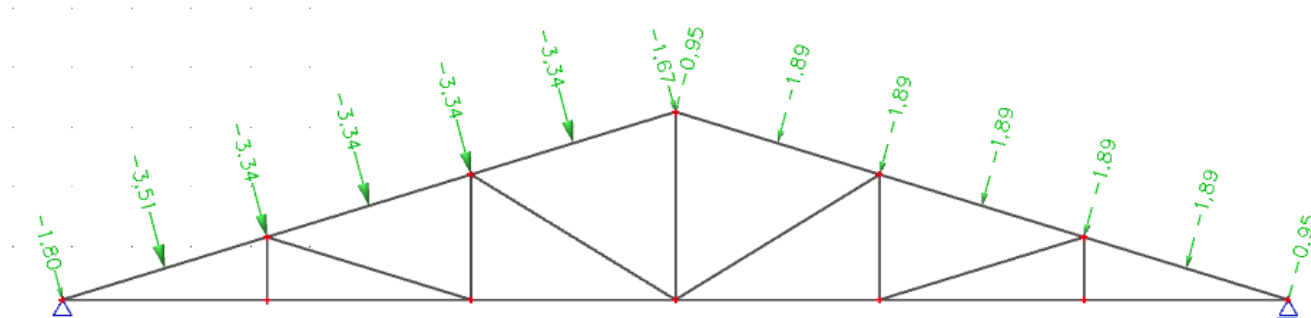
$$F_9 = -1,050 \cdot 1,8 = -1,890 \text{ (kN)}$$

$$F_{10} = -1,050 \cdot 1,8 = -1,890 \text{ (kN)}$$

$$F_{11} = -1,050 \cdot 1,8 = -1,890 \text{ (kN)}$$

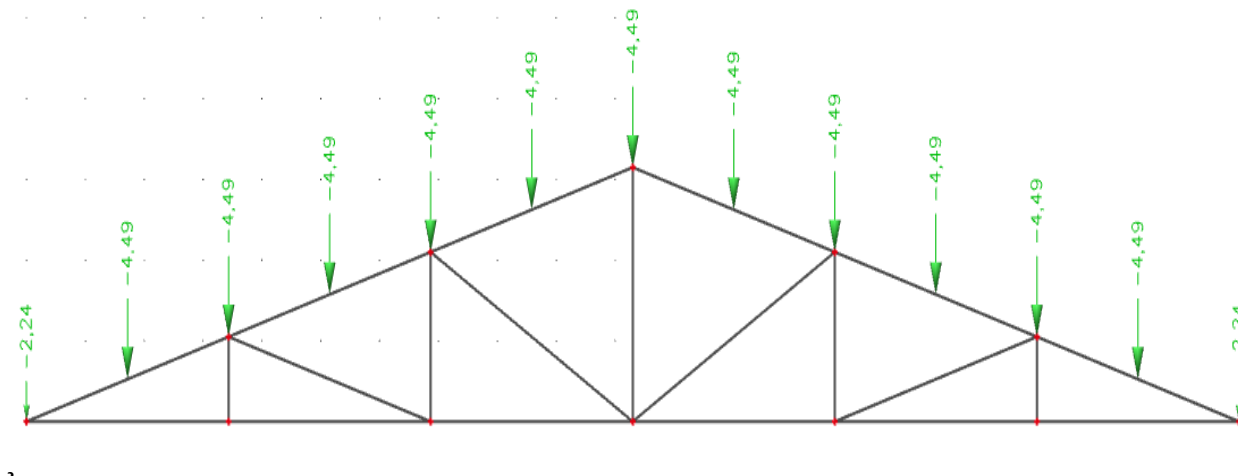
$$F_{12} = -1,050 \cdot 1,8 = -1,890 \text{ (kN)}$$

$$F_{13} = -1,050 \cdot 0,9 = -0,945 \text{ (kN)}$$



3. OPTEREĆENJE ČVOROVA I PRIKAZ REZNIH SILA (STATIČKI PRORAČUN)

3.1 DODATNO STALNO



N-dijagram

1D internal forces

Values: N

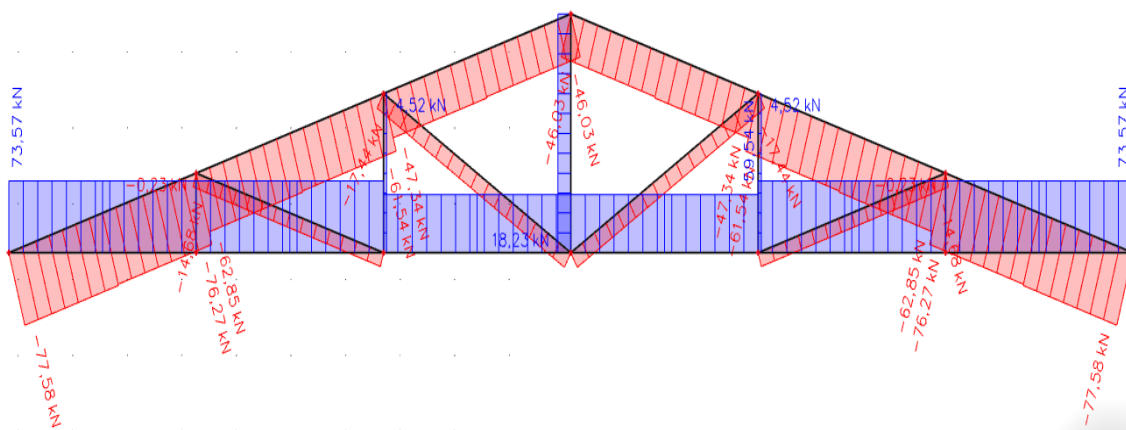
Linear calculation

Load case: Vlastita težina i dodatno

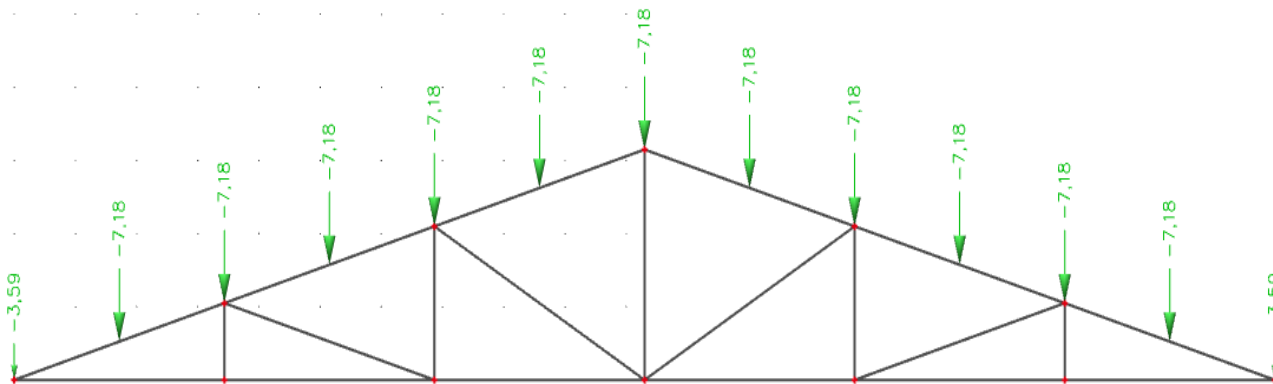
Coordinate system: Member

Extreme 1D: Local

Selection: All



SNIJEG



N-dijagram

1D internal forces

Values: N

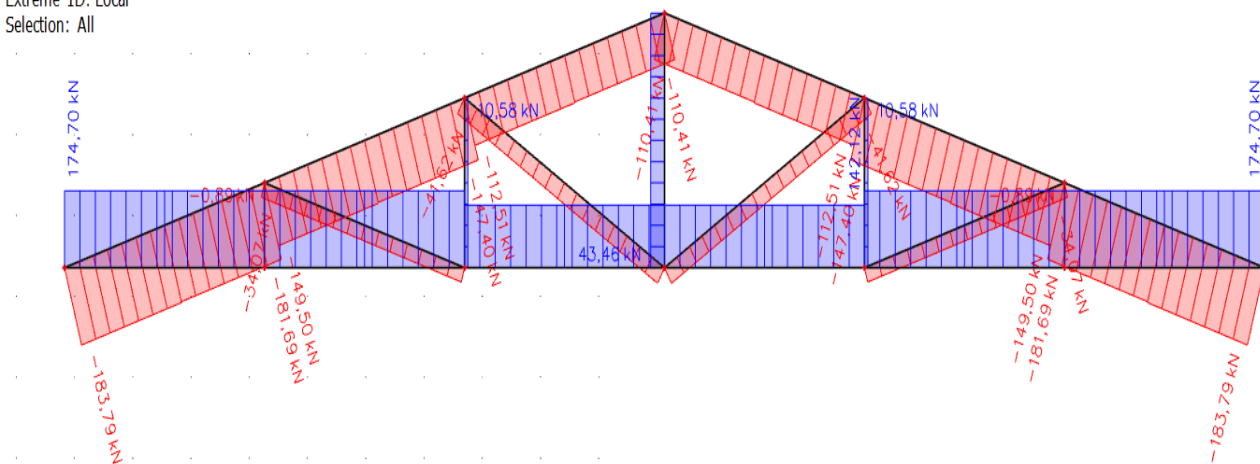
Linear calculation

Load case: Snijeg

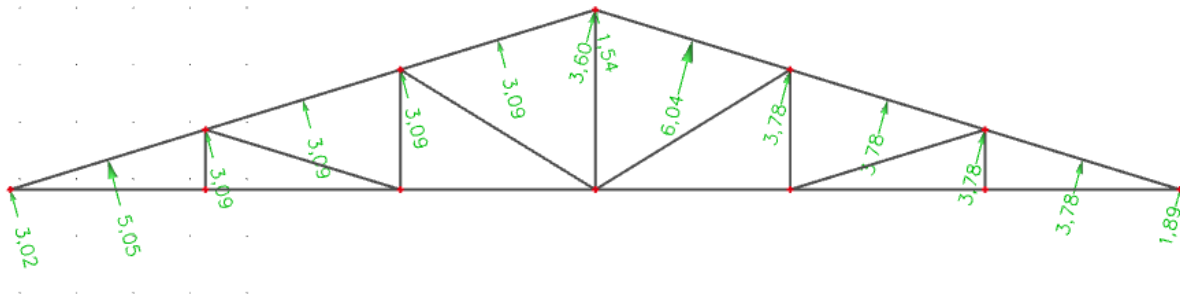
Coordinate system: Member

Extreme 1D: Local

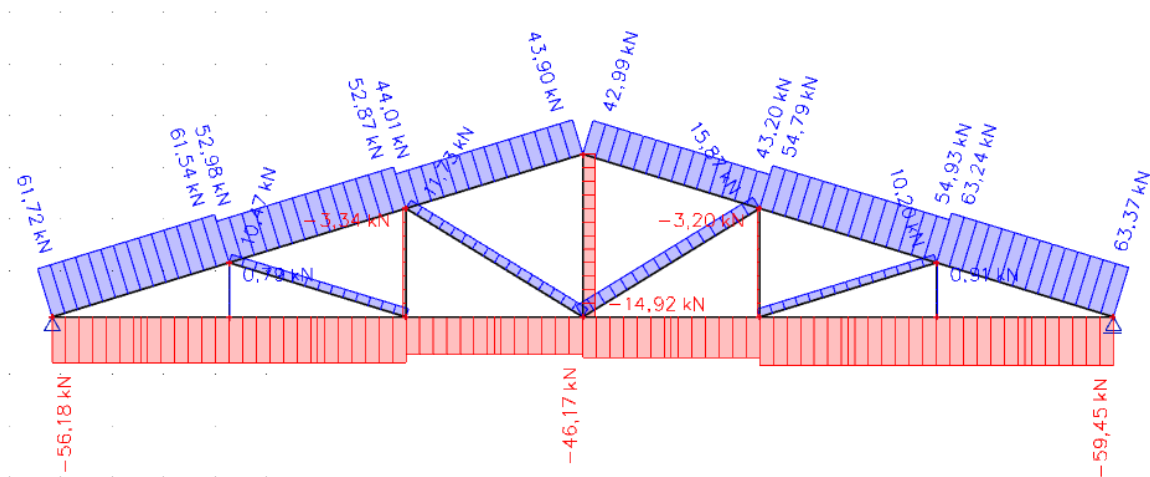
Selection: All



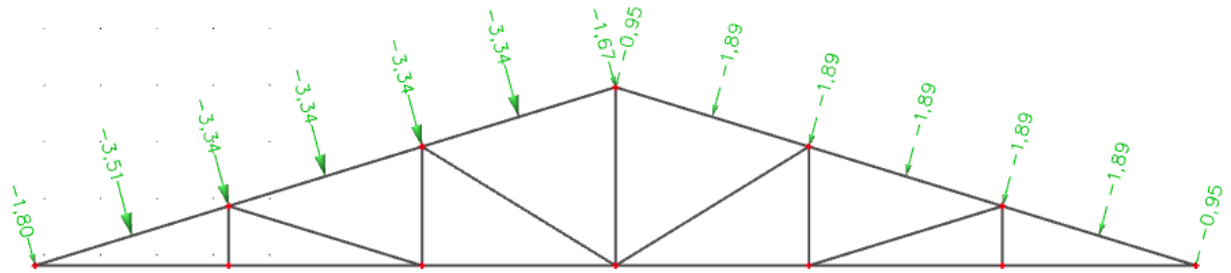
VJETAR-ODIŽUĆI



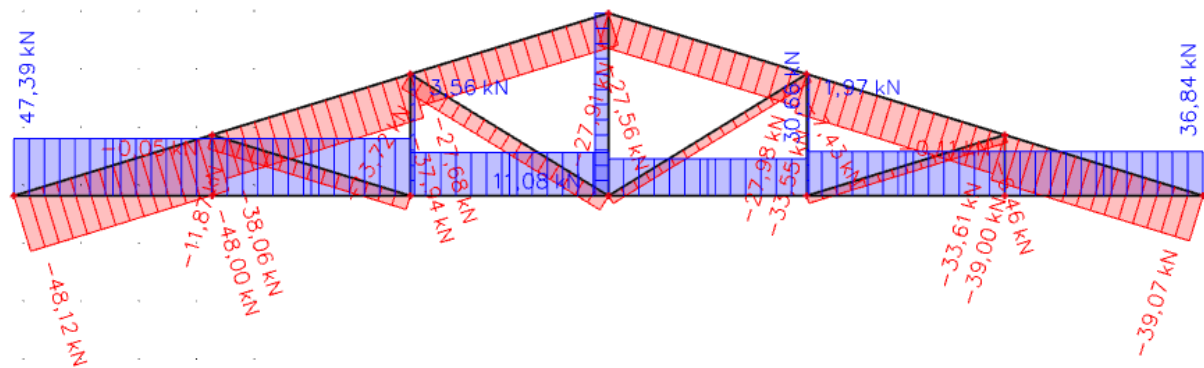
N-dijagram



VJETAR-PRITISKAJUĆI



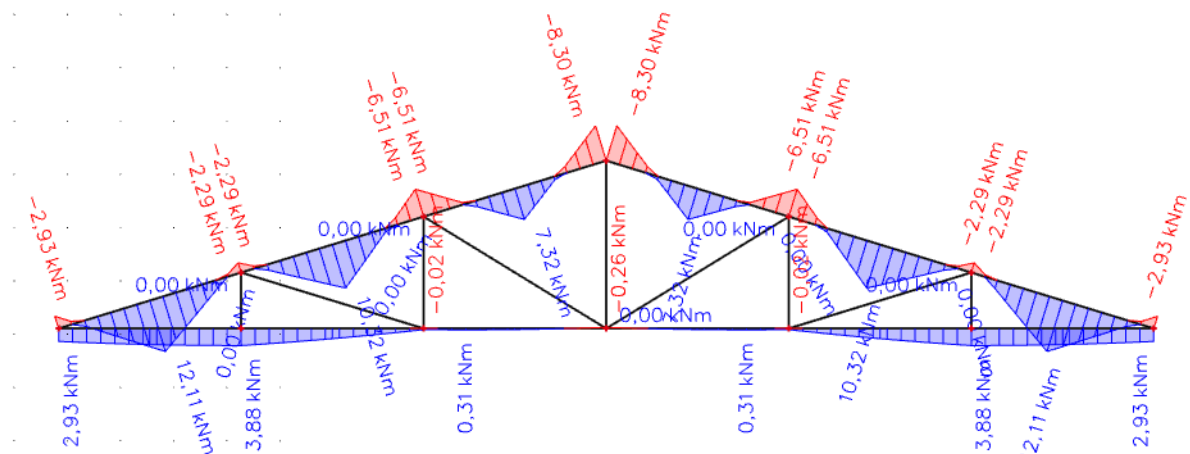
N-dijagram



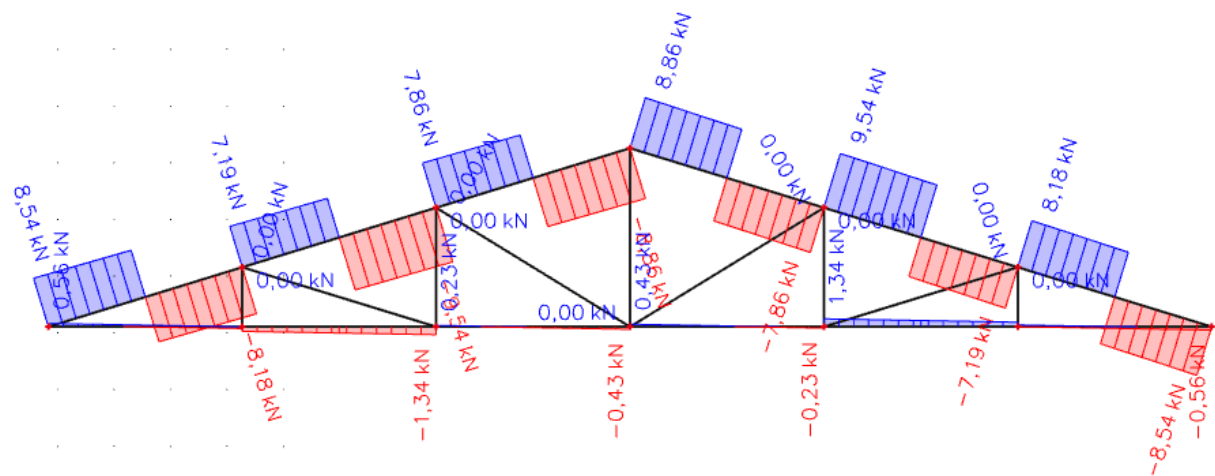
KOMBINACIJE

$$1,35 \cdot G + 1,5 \cdot S$$

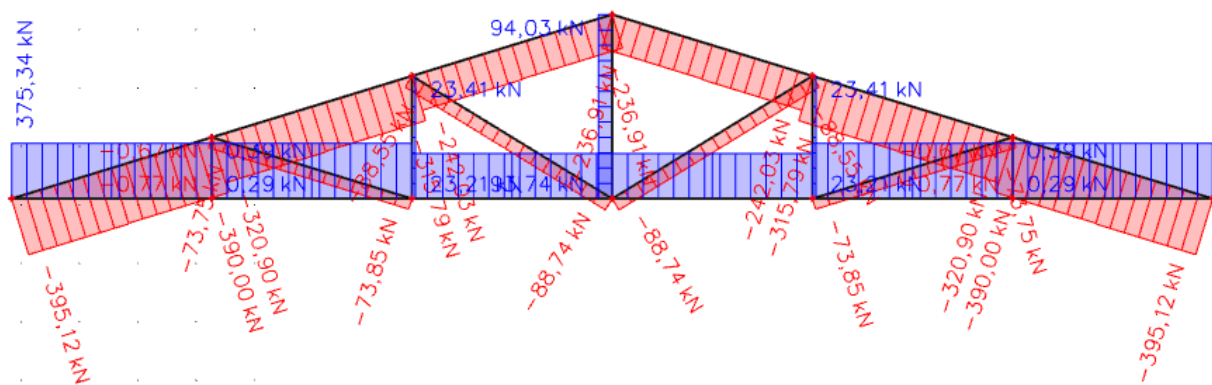
M



V

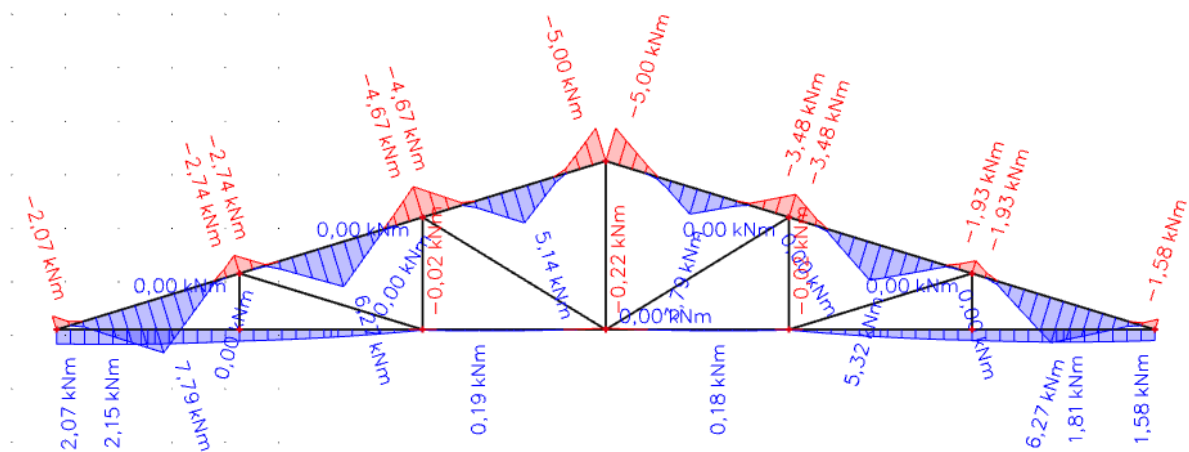


N

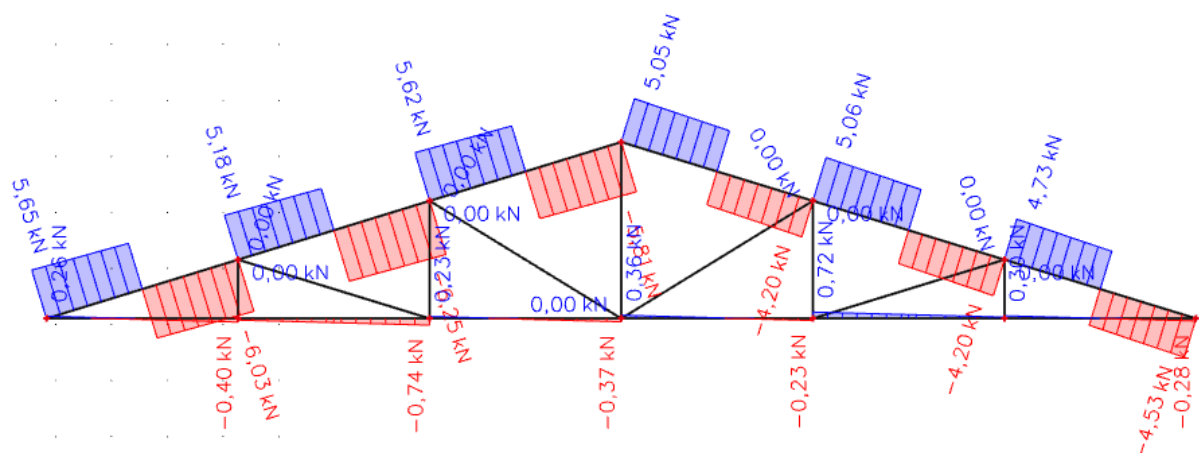


$$1,35 \cdot G + 1,5 \cdot W_{\text{PRITISAK}}$$

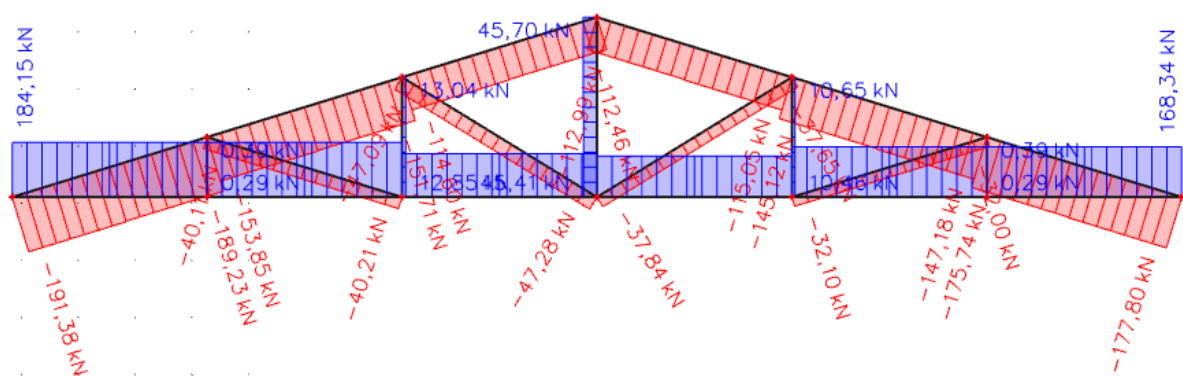
M



V

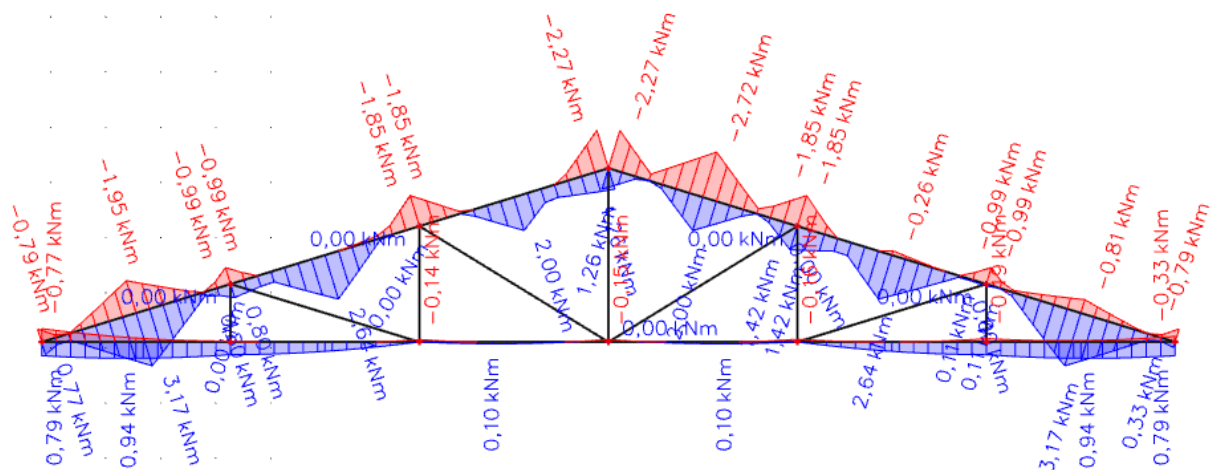


N

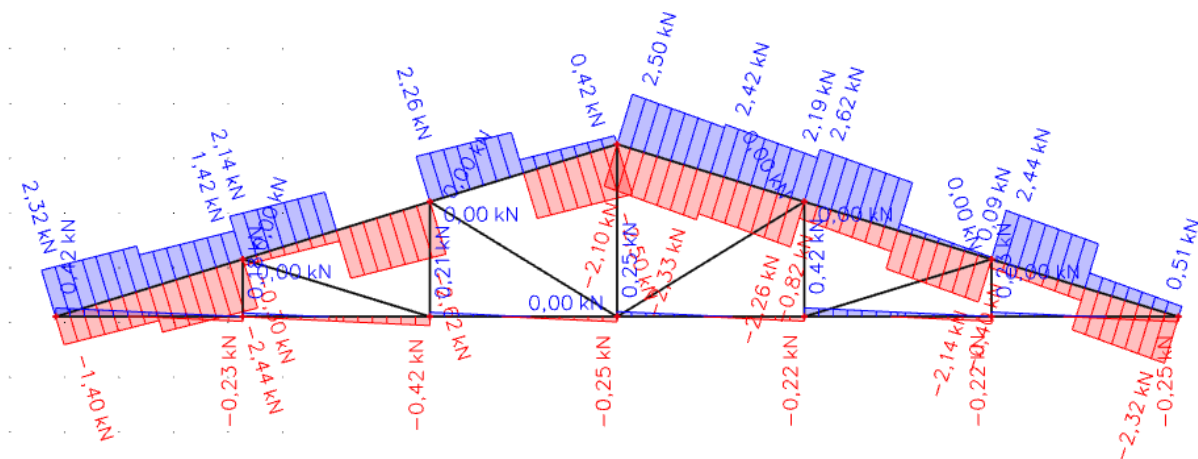


$$1,0 \cdot G + 1,5 \cdot W_{\text{ODIŽUĆI}}$$

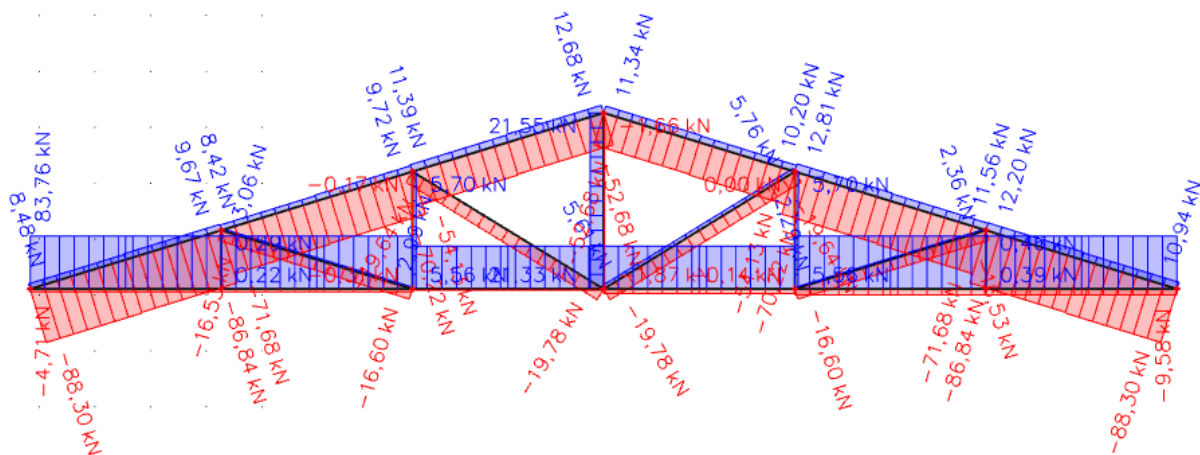
M



V

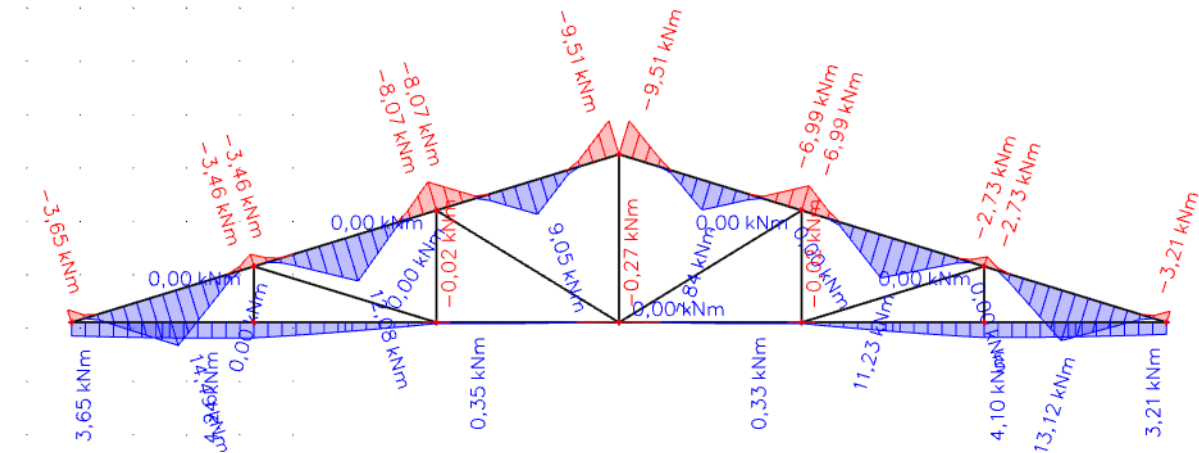


N

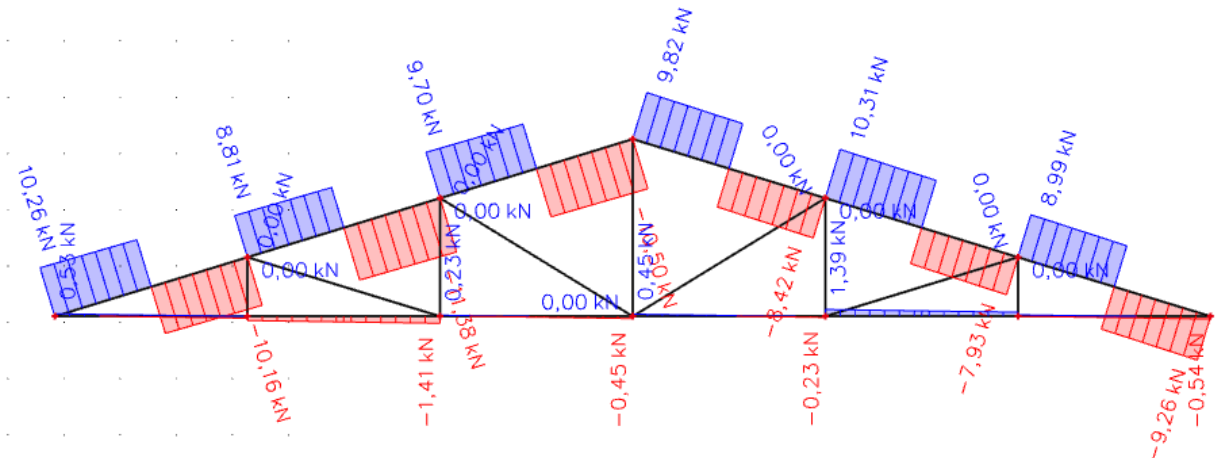


$$1,35 \cdot G + (1,5 \cdot S + 1,5 \cdot W_{\text{PRITISAK}}) \cdot 0,9$$

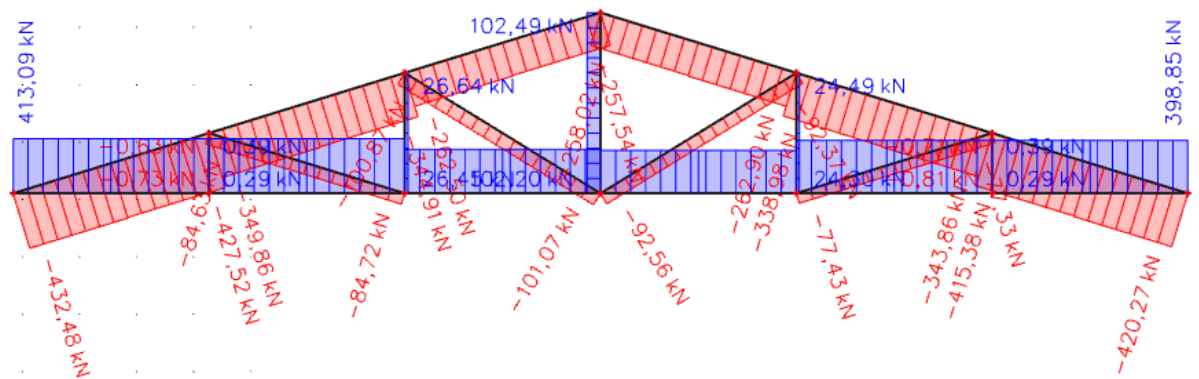
M



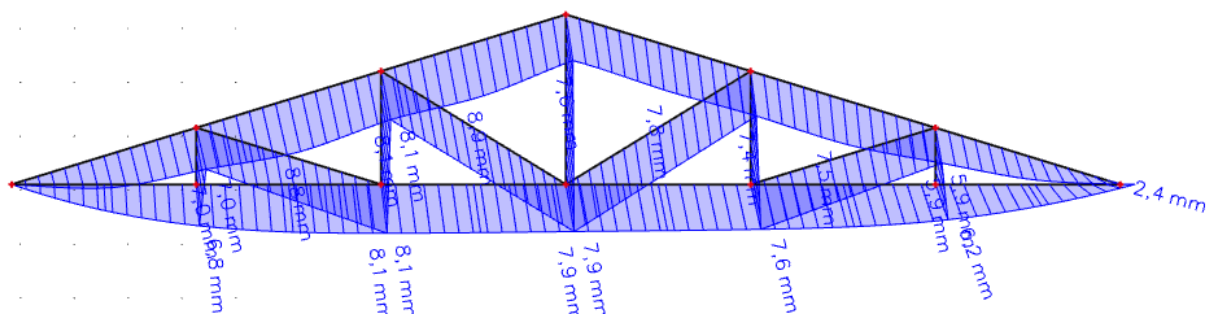
V



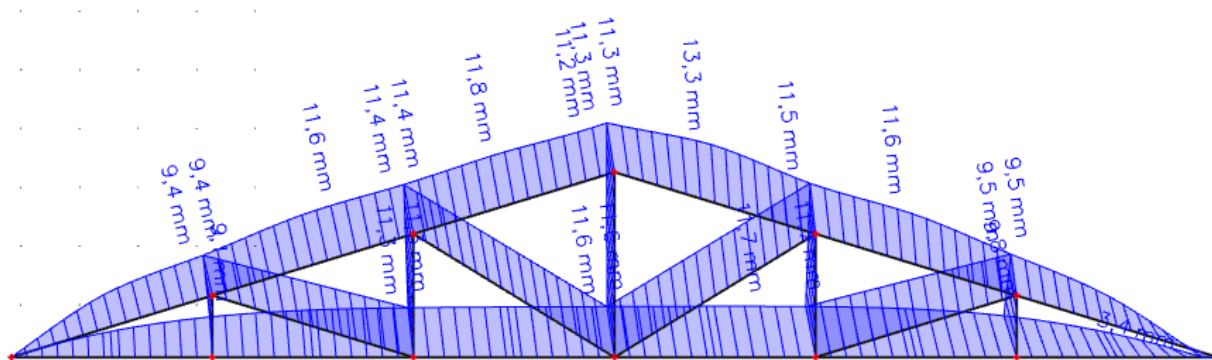
N



VJETARPRITISAK



VJETARODIZANJE



POČETNI PROGIBI:

$$\frac{L}{300} = \frac{20,6}{300} = 0,06867 \text{ m} = 68,67 \text{ mm}$$

Stalno opterećenje $W_{G,inst} = (-1,9-13,7) = -15,6 \text{ mm}$

$$-15,6 \leq \frac{L}{300}$$

$$-15,6 \leq 68,67 \text{ (mm)}$$

Snijeg $W_{S,inst} = -32,7 \text{ mm}$

$$-32,7 \leq 68,67 \text{ (mm)}$$

Vjetar

Pritiskajući $W_{\text{wpritisak,inst}} = -8,1 \text{ mm}$
 $-8,1 \leq 68,67 \text{ (mm)}$

Odižući $W_{\text{wodizanje,inst}} = 11,8 \text{ mm}$
 $11,8 \leq 68,67 \text{ (mm)}$

Početni progibi zadovoljavaju uvjet ($S = 47,62\%$)

KONAČNI PROGIBI

$k_{\text{def}} = 0,6$

$\psi_2 = 0$

1.Kombinacija

za stalno djelovanje

$$W_{G,\text{fin}} = W_{G,\text{inst}} * (1 + k_{\text{def}})$$

$$W_{G,\text{fin}} = -15,6 * (1+0,6) = -24,96 \text{ mm}$$

za prevladavajuće promjenjivo djelovanje Q

$$W_{\text{fin},Q1} = W_{\text{inst},Q} * (1 + \psi_2 * k_{\text{def}})$$

$$W_{\text{fin},Q} = -32,7 * (1 + 0,0 * 0,6) = -32,7 \text{ mm}$$

za prateće promjenjivo djelovanje Q

$$W_{\text{fin},Q2} = W_{\text{inst},Q2} * (\psi_0 + \psi_2 * k_{\text{def}})$$

$$W_{\text{fin},Q2} = -8,1 * (0,6 + 0,0 * 0,6) = -4,86 \text{ mm}$$

$$W_{\text{fin}} = W_{\text{fin},G} + W_{\text{fin},Q1} + W_{\text{fin},Q2}$$

$$W_{\text{fin}} = -24,96 - 32,7 - 4,86 = -62,52 \text{ mm}$$

2.kombinacija

Za stalno djelovanje

$$w_{G,fin} = w_{G,inst} * (1 + k_{def})$$

$$w_{G,fin} = -15,6 * (1+0,6) = -24,96 \text{ mm}$$

Za prevladavajuće promjenjivo djelovanje

$$w_{wodizanje,fin} = w_{wodizanje,inst} * (1 + \psi_2 * k_{def})$$

$$w_{wodizanje,fin} = 11,8 * (1 + 0,0 * 0,6) = 11,8 \text{ mm}$$

$$w_{fin} = w_{G,fin} + w_{wodizanje,fin} = -24,96 + 11,8$$

$$w_{fin} = -13,16 \text{ mm}$$

Ukupni konačni progib

$$\frac{L}{250} = \frac{20,6}{250} = 0,0824 \text{ m} = 82,4 \text{ mm}$$

$$w_{fin} = w_{G,fin} + w_{S,fin} + w_{wpritisak,fin} + w_0$$

$$w_0 = 0 \text{ mm}$$

$$w_{fin} = -24,96 - 32,7 - 4,86 = -62,52 \text{ mm} < 82,40 \text{ mm}$$

Konačni progibi zadovoljavaju uvjet ($S = 75,87\%$)

KORIŠTENI PROFILI

Gornji pojas : $b/h = 160/200 \text{ mm}$

Donji pojas : $b/h = 160/180 \text{ mm}$

Vertikalna ispuna : $b/h = 160/100 \text{ mm}$

Dijagonalna ispuna : $b/h = 160/100 \text{ mm}$

5. Dimenzioniranje

Karakteristične vrijednosti čvrstoća i modula elastičnosti:

$$f_{m,k} = 27 \text{ N/mm}^2$$

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

$$f_{c,0,k} = 22 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,k} = 4 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{o,05} = 7.7 \text{ kN/mm}^2$$

Proračunske vrijednosti čvrstoća:

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

Uporabna klasa 1, kratkotrajno opterećenje

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

Parcijalni koeficijent sigurnosti za drvo $\gamma_M = 1,3$

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,90 \cdot \frac{27 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1,3} = 18,69 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{t,k}}{\gamma_M} = 0,90 \cdot \frac{16 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1,3} = 11,07 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,k}}{\gamma_M} = 0,90 \cdot \frac{22 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1,3} = 15,23 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,90 \cdot \frac{4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1,3} = 2,769 \text{ N/mm}^2$$

5.1 Gornji pojas

Pretpostavljeni poprečni presjek:

Geometrijske karakteristike presjeka:

$$b/h = 24/26 \text{ cm}$$

$$A = 24 \cdot 26 = 624 \text{ cm}^2$$

Kombinacija opterećenja

4) 1,35*vlastita težina"+"1,35*sekundarna konstrukcija"+"1,35*snijeg"+"1,35*vjetar pritisak

$$M_{G1,Ed} = 14.49 \text{ kNm}$$

$$N_{G1,c,o,d} = 432.48 + 36.72 \text{ kN (tlačna sila iz gornjeg pojasa u spregu)} = 469.20 \text{ kN}$$

$$V_{G1,v,d} = 10.31 \text{ kN}$$

Proračun naprezanja nosača:

$$\sigma_{G1,c,o,d} = \frac{N_{G1,t,o,d}}{A_{G1}} = \frac{469.20 \cdot 10^3}{624 \cdot 10^2} = 7.52 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{G1,M,y,d} = \frac{M_{G1,y,d}}{W_{G1}} = \frac{14.49 \cdot 10^3}{2704} = 5.36 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{G1,d} = 1.5 \cdot \frac{V_{G1,v,d}}{A_{G1}} = 1.5 \cdot \frac{10.31 \cdot 10^3}{624 \cdot 10^2} = 0.25 \text{ N/mm}^2$$

Koeficijent izbočavanja oko osi:

$$\text{Buduci da je } \frac{l_{ef}h}{b^2} = \frac{359 \cdot 26}{24^2} = 16,20 < 140 \text{ uzimamo } k_{crit} = 1.0$$

Koeficijent izvijanja oko osi:

$$\text{Za } l_{ef} = 3.59 \text{ (m) izračunamo } k_c = 0.776$$

Dokaz nosivosti i stabilnosti za tlačnu silu i moment savijanja:

$$\frac{\sigma_{G1,c,o,d}}{k_c \cdot f_{c,o,d}} + \frac{\sigma_{G1,m,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} = \frac{7.52}{0.776 \cdot 15,23} + \frac{5.36}{1.0 \cdot 18,69} = 0.923 < 1$$

Stupanj iskorištenosti nosača: $S = 92.3 \%$

Dokaz nosivosti i stabilnosti za poprečnu silu:

$$\frac{\tau_{G1,d}}{f_{v,d}} = \frac{0.25}{2.769} = 0.09 < 1$$

Stupanj iskorištenosti nosača: $S = 9.0 \%$

Poprečni presjek usvojeno $b/h=24/26\text{cm}$, zadovoljava.

5.2. Donji pojas

Pretpostavljeni poprečni presjek:

Geometrijske karakteristike presjeka:

$$b/h = 24/26\text{cm}$$

$$A = 24 \cdot 26 = 624 \text{ cm}^2$$

Kombinacija opterećenja

4) $1,35 \cdot \text{vlastita težina} + 1,35 \cdot \text{sekundarna konstrukcija} + 1,35 \cdot \text{snijeg} + 1,35 \cdot \text{vjetar pritisak}$

$$M_{G2,Ed} = 4.24 \text{ kNm}$$

$$N_{G2,t,o,d} = 413,09 \text{ kN}$$

$$V_{G2,v,d} = 1.41 \text{ kN}$$

Proračun naprezanja nosača:

$$\sigma_{G2,t,o,d} = \frac{N_{G2,t,o,d}}{0.8 \cdot A_{G2}} = \frac{413,09 \cdot 10^3}{0.8 \cdot 624 \cdot 10^2} = 8,27 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{G2,M,y,d} = \frac{M_{01,y,d}}{W_{G2y}} = \frac{4.24 \cdot 10^3}{2704} = 1.57 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{G2,d} = 1.5 \cdot \frac{V_{G1,v,d}}{A_{G2}} = 1.5 \cdot \frac{1.41 \cdot 10^3}{624 \cdot 10^2} = 0.03 \text{ N/mm}^2$$

Koeficijent izbočavanja oko osi:

Budući da je $\frac{l_{ef}h}{b^2} = \frac{2060 \cdot 26}{24^2} = 92,99 < 140$ izračunamo $k_{crit}=1.00$

Koeficijent izvijanja oko osi:

Za $l_{ef}=20,6$ (m) izračunamo $k_c= 0.038$

Dokaz nosivosti i stabilnosti za tlačnu silu i moment savijanja:

—

Dokaz nosivosti i stabilnosti za vlačnu silu i moment savijanja:

$$\frac{\sigma_{G2,t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{G2,m,d}}{k_c \cdot f_{m,d}} = \frac{8,27}{11,07} + \frac{1,57}{1,0 \cdot 18,69} = 0.83 < 1$$

Stupanj iskorištenosti nosača: $S= 83.0 \%$

Dokaz nosivosti i stabilnosti za poprečnu silu:

$$\frac{\tau_{G1,d}}{f_{v,d}} = \frac{0.03}{2.769} = 0.01 < 1$$

Stupanj iskorištenosti nosača: $S= 1.0 \%$

Poprečni presjek usvojeno $b/h=24/26$ cm, zadovoljava.

5.3. Dijagonale

Pretpostavljeni poprečni presjek:

Geometrijske karakteristike presjeka:

$$b/h = 24/14 \text{ cm}$$

$$A = 24 \cdot 14 = 336 \text{ cm}^2$$

$$N_{K1,t,o,d} = 101,07 \text{ kN}$$

Proračun naprezanja nosača:

$$\sigma_{K1,t,o,d} = \frac{N_{K1,t,o,d}}{0.8 \cdot A_{K1}} = \frac{101,07 \cdot 10^3}{0.8 \cdot 336 \cdot 10^2} = 3.76 \text{ N/mm}^2$$

Koeficijent izvijanja oko osi:

Za $l_{ef}=4.02$ (m) izračunamo $k_c= 0.31$

Dokaz nosivosti i stabilnosti za tlačnu silu:

$$\frac{\sigma_{K1,c,o,d}}{k_c \cdot f_{c,o,d}} = \frac{3.76}{0.31 \cdot 15,23} = 0.80 < 1$$

Stupanj iskorištenosti nosača: $S= 80.0 \%$

Poprečni presjek usvojeno $b/h=24/14$ cm, zadovoljava.

5.4. Vertikale

Pretpostavljeni poprečni presjek:

Geometrijske karakteristike presjeka:

$$b/h = 24/14 \text{ cm}$$

$$A = 24 \cdot 14 = 336 \text{ cm}^2$$

Napomena:

Za sve kombinacije niti u jednom stupu se ne javlja uzdužna tlačna sila.

Najkritičniji je stup S3, zbog svojih dimenzija (stabilnost).

$$N_{S3,t,o,d} = 102,20 \text{ kN}$$

$$M_{S3,Ed} = 0.0 \text{ kNm}$$

$$V_{S3,Ed} = 0.0 \text{ kN}$$

Proračun naprezanja:

$$\sigma_{U1,t,o,d} = \frac{N_{S3,t,o,d}}{A_{S3}} = \frac{102,20 \cdot 10^3}{0.8 \cdot 336 \cdot 10^2} = 3.80 \text{ N/mm}^2$$

Dokaz nosivosti na vlačnu silu:

$$\frac{\sigma_{S3,t,o,d}}{f_{t,o,d}} = \frac{3.80}{11,07} = 0.34 < 1$$

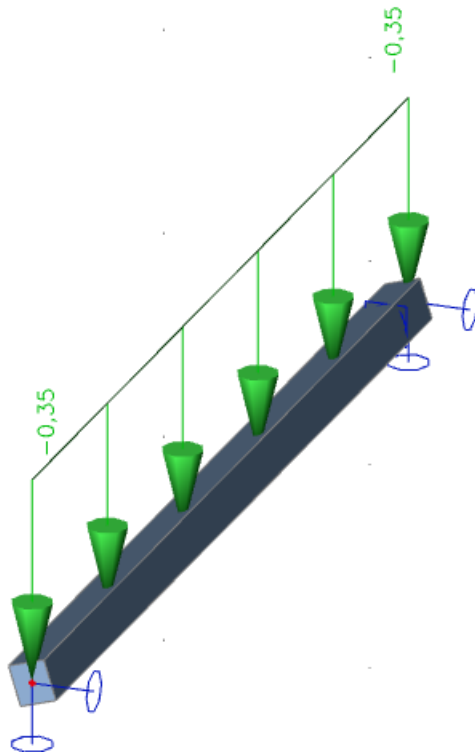
Stupanj iskorištenosti nosača: S= 34.0 %

Poprečni presjek usvojeno b/h=24/14 cm,zadovoljava.

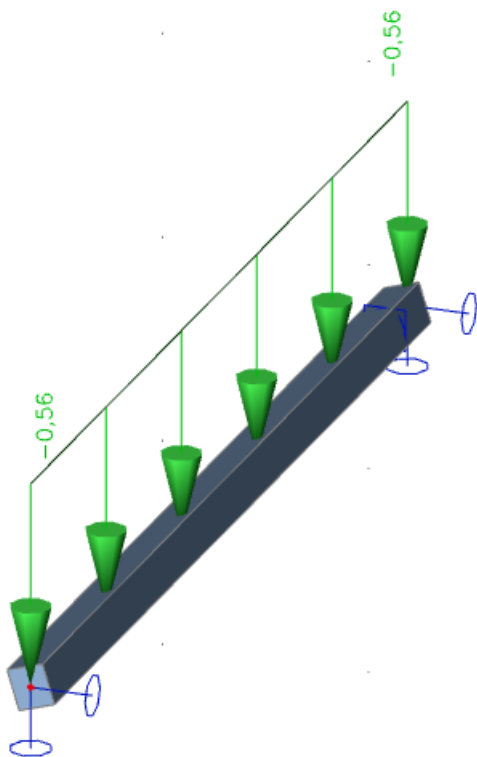
6. DIMENZIONIRANJE VJETROVNOG SPREGA I PODROŽNICA

Sile za svako pojedinačno opterećenje na podrožnicama (G, S, W1, W2)

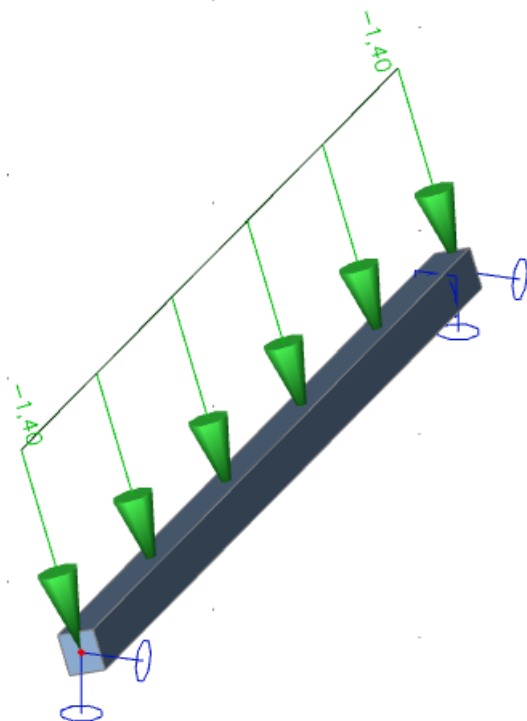
Dodatno stalno $g_d = 0,35$ (kN/m')



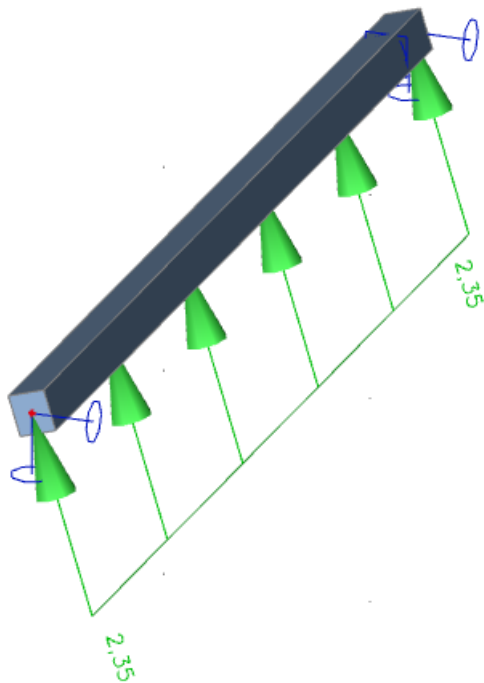
Opterećenje snijegom $q_s = 0,56$ (kN/m')



Opterećenje vjetrom $q_{w1} = 1,40$ (kN/m')



Opterećenje vjetrom $q_{w2} = 2,35$ (kN/m')



6.1 VJETROVNI SPREGOVI

Pritisak vjetra po udaru:

$$q_p(z) = c_e(z) \cdot q_{ref} = 2.8 \cdot 0.25 = 0.7 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$\frac{h}{L} = \frac{10(m)}{20,6(m)} = 0.485 \rightarrow \text{Koeficijent vanjskog tlaka za zonu B: } c_{pe10} = -0.8$$

$$n = 10/2 = 5$$

$$q_d = k_I \cdot \frac{n \cdot N_d}{30 \cdot l} = 2,35 \text{ (kN/m')}$$

$$q_{wd} = c_{pe10} \cdot \frac{h}{2} \cdot \frac{1}{2} = -0.8 \cdot (10.0/2)/2 = -2 \text{ (kN/m')}$$

$$q_{tot,d} = q_{wd} + q_d = 2 + 2,35 = 4.35$$

$$Q_d = q_{tot,d} \cdot 1.79 = 7,79$$

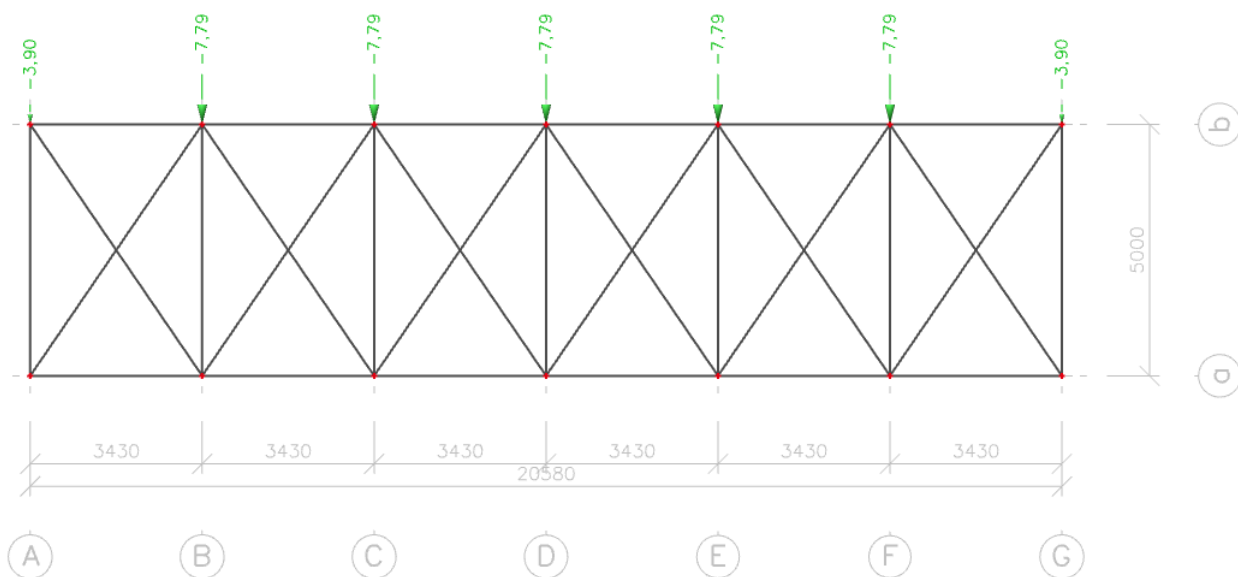
$$\Sigma N_{\text{Gornji pojas}} = 2071,87 \text{ (kN)}$$

$$N_d = \Sigma N_{\text{Gornji pojas}} / 6 = 345,31 \text{ (kN)}$$

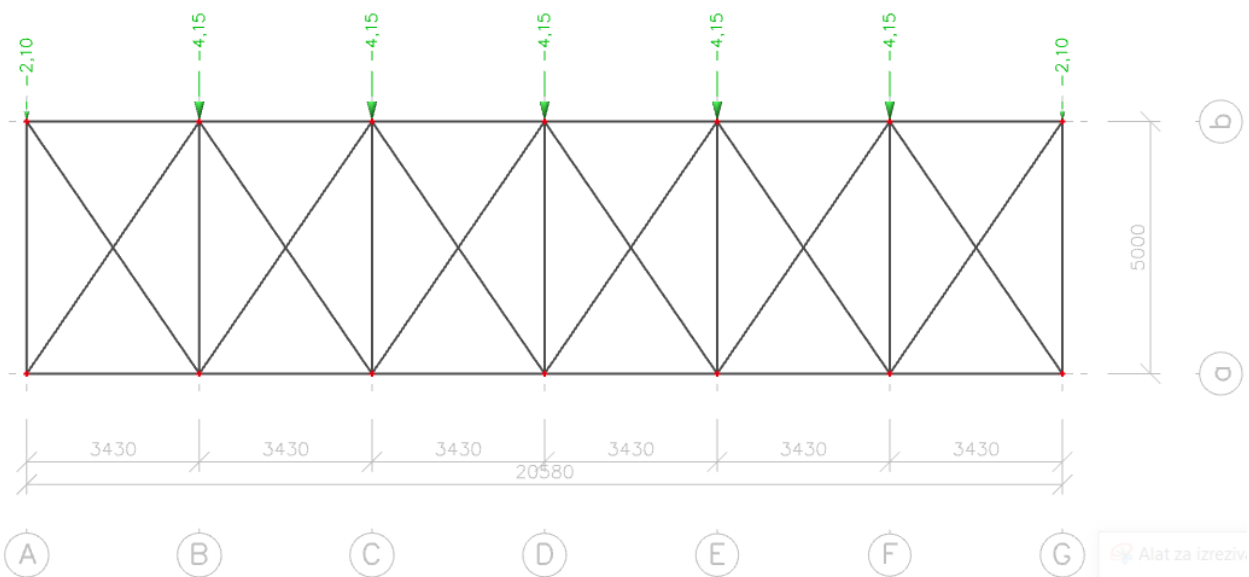
$$F_d = N_d \cdot \frac{1 - kc}{80} = 4,15 \text{ (kN)}$$

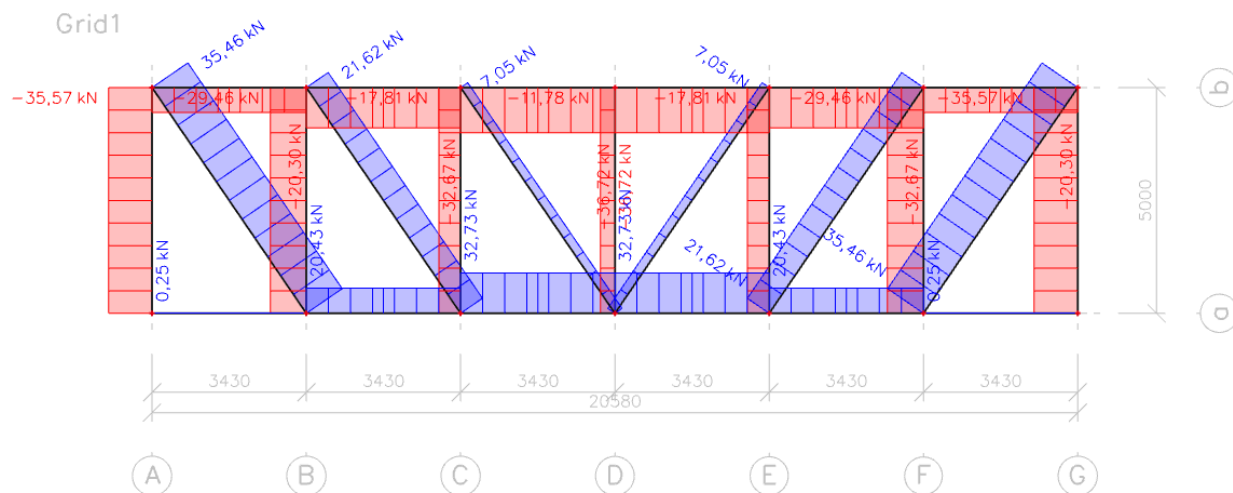
$$k_I = \min \left| 1 ; \sqrt{\frac{15}{l}} \right| = 0.85$$

Opterećenje Q_d

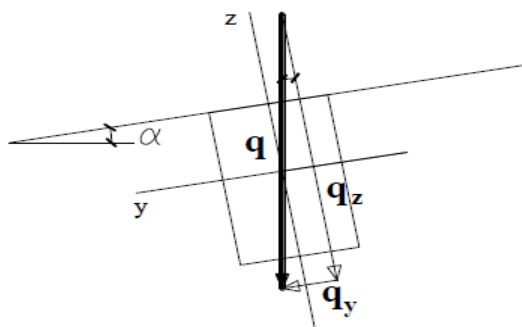


Opterećenje F_d





6.2 DIMENZIONIRANJE PRIMARNIH PODROŽNICA



PRETPOSTAVLJENI POPREČNI PRESJEK PUNOG PROFILA: 22/24 cm

Karakteristične vrijednosti poprečnog presjeka:

$$W_y = \frac{24 \cdot 22^2}{6} = 1936 \text{ cm}^3$$

$$W_z = \frac{22 \cdot 24^2}{6} = 2112 \text{ cm}^3$$

Vrijednosti raspodjeljenog opterećenja po podrožnici:

$$x = 1.80 \text{ (m)}$$

$$g = g_{sl} \cdot 1.80 + g_{vl} = 0.5 \cdot 1.80 = 0.9 \text{ kN/m'}$$

$$s = 0.80 \cdot 1.80 = 1.44 \text{ kN/m'}$$

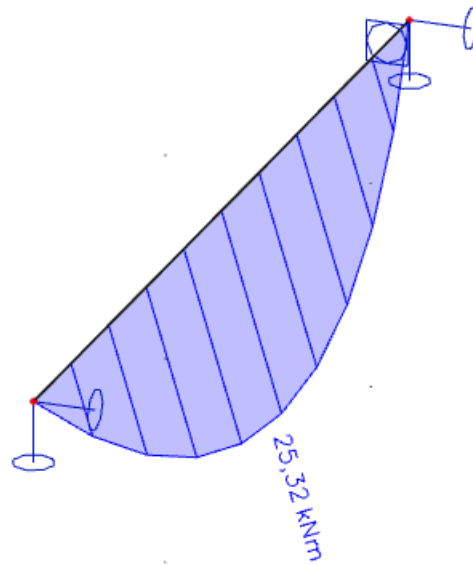
$$w = 1.995 \text{ kN/m}^2 \cdot 1.80 \text{ m} = 3.59 \text{ kN/m'}$$

KOMBINACIJA:

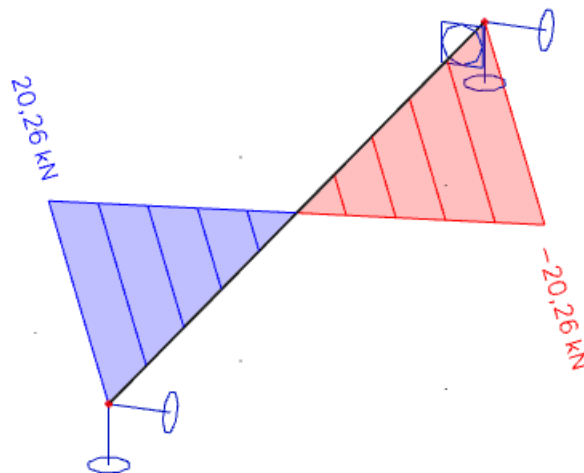
1.) $1.35 G + 1.5 (S+W)$

$$E_{y,d} = g_d \cdot \sin \alpha \cdot 1.35 + (s_d \cdot \sin \alpha + w) \cdot 1.5 \cdot 0.9 = 5.77 \text{ kN/m'}$$

M dijagram kombinacija 1.



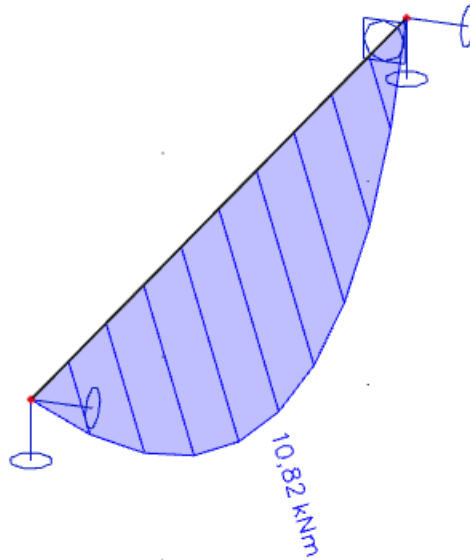
V dijagram kombinacija 1.



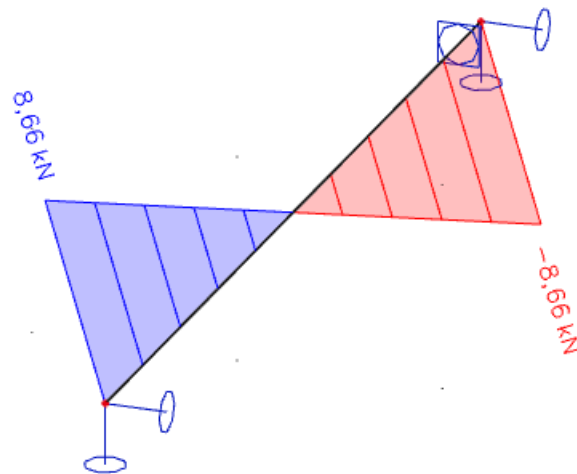
1.) $1.35 G + 1.5 S$

$$E_{z,d} = g_d \cdot \cos \alpha \cdot 1.35 + s_d \cdot \cos \alpha \cdot 1.5 = 3.23 \text{ kN/m'}$$

M dijagram kombinacija 2.



V dijagram kombinacija 2.



Vrijednosti reznih sila:

$$M_{y,d} = \frac{E_{y,d} \cdot l^2}{8} = \frac{5.77 \cdot 5^2}{8} = 18.03 \text{ kNm}$$

$$M_{z,d} = \frac{E_{z,d} \cdot l^2}{8} = \frac{3.23 \cdot 5^2}{8} = 10.09 \text{ kNm}$$

$$V_{y,d} = \frac{E_{y,d} \cdot l}{2} = \frac{5.77 \cdot 5}{2} = 14.43 \text{ kN}$$

$$V_{z,d} = \frac{E_{z,d} \cdot l}{2} = \frac{3.23 \cdot 5}{2} = 8.08 \text{ kN}$$

$$N_{c,0,d} = 35.57 \text{ kN}$$

Koeficijent redukcije dvoosnog savijanja:

$k_{red}=0.8 \rightarrow$ za pravokutne presjeke

Koeficijent izbočavanja oko osi:

Budući da je $\frac{l_{ef}h}{b^2} = \frac{500 \cdot 24}{22^2} = 24.79 < 140$ uzimamo $k_{crit}=1.0$

Koeficijent izvijanja oko slabije osi:

Za $l_{ef}=5.00$ (m) izračunamo $k_c=0.460$

Proračun naprezanja:

$$\sigma_{y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y} = \frac{18.03 \cdot 10^6}{1936 \cdot 10^3} = 9.31 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{z,d} = \frac{M_{z,d}}{W_z} = \frac{10.09 \cdot 10^6}{2112 \cdot 10^3} = 4.78 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{c,0,d}}{A} = \frac{35.57 \cdot 10^3}{52800} = 0.67 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{y,d} = 1.5 \cdot \frac{V_{y,d}}{A} = 1.5 \cdot \frac{14.43 \cdot 10^3}{52800} = 0.41 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot \frac{V_{z,d}}{A} = 1.5 \cdot \frac{8.08 \cdot 10^3}{52800} = 0.23 \text{ N/mm}^2$$

Dokaz nosivosti i stabilnosti na tlačnu silu i moment savijanja:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} + k_{red} \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} = \frac{9.31}{1.0 \cdot 18.69} + 0.8 \frac{4.78}{18.69} + \frac{0.67}{0.460 \cdot 15.23} = 0.798 < 1$$

Stupanj iskorištenosti nosača: $S=80\%$

$$k_{red} \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} = 0.8 \frac{9.31}{1.0 \cdot 18.69} + \frac{4.78}{18.69} + \frac{0.67}{0.460 \cdot 15.23} = 0.75 < 1$$

Stupanj iskorištenosti nosača: S= 75 %

Dokaz nosivosti i stabilnosti za poprečnu silu:

$$\left(\frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \right)^2 \leq 1,0$$
$$\left(\frac{0.41}{2.769} \right)^2 + \left(\frac{0.23}{2.769} \right)^2 \leq 1,0$$
$$0.029 \leq 1$$

Stupanj iskorištenosti nosača: S= 3.0 %

Dokaz za dijagonale

$$\emptyset 14 \quad A_{netto} = 1.53 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{D_1d} = \frac{N_{D_1d}}{A_{netto}} = \frac{35.46 \cdot 10^3}{1.53 \cdot 10^2} = 231.76 \text{ N/mm}^2$$

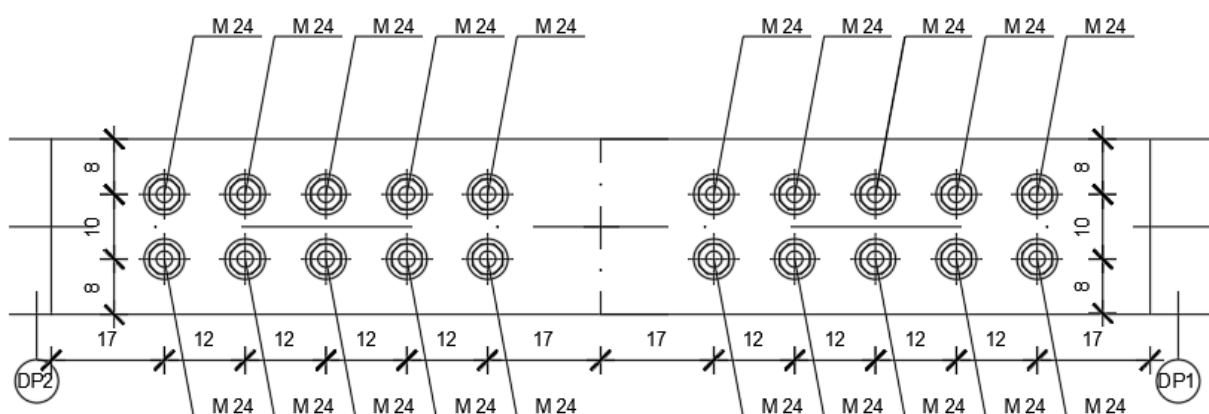
S275

$$\sigma_{R,d} = \frac{f_{y,k}}{\gamma_M} = \frac{275}{1.1} = 250 \text{ N/mm}^2$$

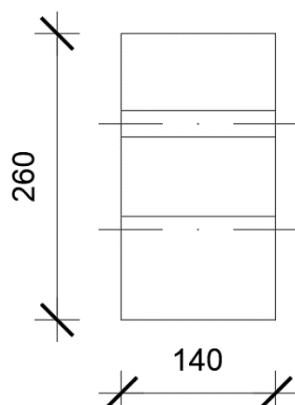
$$\frac{\sigma_{D_1d}}{\sigma_{R,d}} = \frac{231.76}{250} = 0.93 < 1,0$$

7. PRORAČUN SPOJEVA

7.1. DETALJ 1



Presjek



Osnovni materijal: puno drvo, 2x14/26 cm

klasa čvrstoće C27

Djelovanja: stalno + promjenjivo kratkotrajno

$F_d = 332.11 \text{ kN}$

Uporabna klasa 1

Tijesno ugrađeni vijci $\Phi 24 \text{ mm}$ (M24) kl. čvrstoće 5,6

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

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

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

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

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

$$C27 \rightarrow \rho_{k,1} = 370 \text{ kg/m}^3$$

$$f_{h,o,k,1} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 24) \cdot 370 = 23,06 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{y,k} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 500 \cdot 24^{2,6} = 581621,6 \text{ Nmm}$$

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

$$R_k = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,0}{1 + 1,0}} \cdot \sqrt{2 \cdot 581621,6 \cdot 23,06 \cdot 24} = 25372,9 \text{ N}$$

Kontrola debljine elemenata

$$\text{Bočna drva: } t_{1,REQ} = 1,15 \cdot \left(\sqrt{\frac{1,0}{1+1,0}} \cdot 2 + 2 \right) \cdot \sqrt{\frac{581621,6}{23,06 \cdot 24}} = 127,28 \text{ mm}$$

$$t_{1,REQ} = 127,28 \text{ mm} < t_1 = 140 \text{ mm}$$

$$\text{Srednje drvo: } t_{2,REQ} = 1,15 \cdot \left(\frac{4}{\sqrt{1+\beta}} \right) \cdot \sqrt{\frac{M_{y,k}}{f_{H,2,k} \cdot d}} = 1,15 \cdot \left(\frac{4}{\sqrt{1+1,0}} \right) \cdot \sqrt{\frac{581621,6}{23,06 \cdot 24}} = 105,45 \text{ mm}$$

$$t_{2,REQ} = 105,45 \text{ mm} < t_2 = 260 \text{ mm}$$

Proračunska vrijednost nosivosti vijaka/rezu:

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

$$R_d = 0,9 \cdot \frac{25372,9}{1,1} = 20759,6 \text{ N}$$

Potreban broj vijaka:

$$n = \frac{F_d}{R_d} = \frac{332,11}{2 \cdot 20,76} = 7,99 \quad \text{ODABRANO : 10 vijaka}$$

Smanjenje nosivosti zbog opasnosti od cijepanja kod ugradnje više spajala u jednom redu paralelno s vlakancima :

$$n_{ef} = (\min(5; 4,03)) \cdot 1 + 0 = 4,03$$

Dokaz:

$$\frac{F_d}{R_{d,TOT}} = \frac{332,11}{2 \cdot 4,03 \cdot 2 \cdot 20,76} = 0,99 < 1$$

KONSTRUKTIVNI ZAHTJEVI-MINIMALNI RAZMACI

Paralelno sa vlakancima:

$$a_{1,req} = (3 + 2 \cdot \cos \alpha) \cdot d$$
$$a_{1,req} = (3 + 2 \cdot \cos 0) \cdot 24 = 120 \text{ mm} \leq 120 \text{ mm}$$

Okomito na vlakanca:

$$a_{2,req} = 3 \cdot d$$
$$a_{2,req} = 3 \cdot 24 = 72 \text{ mm} \leq 80 \text{ mm}$$

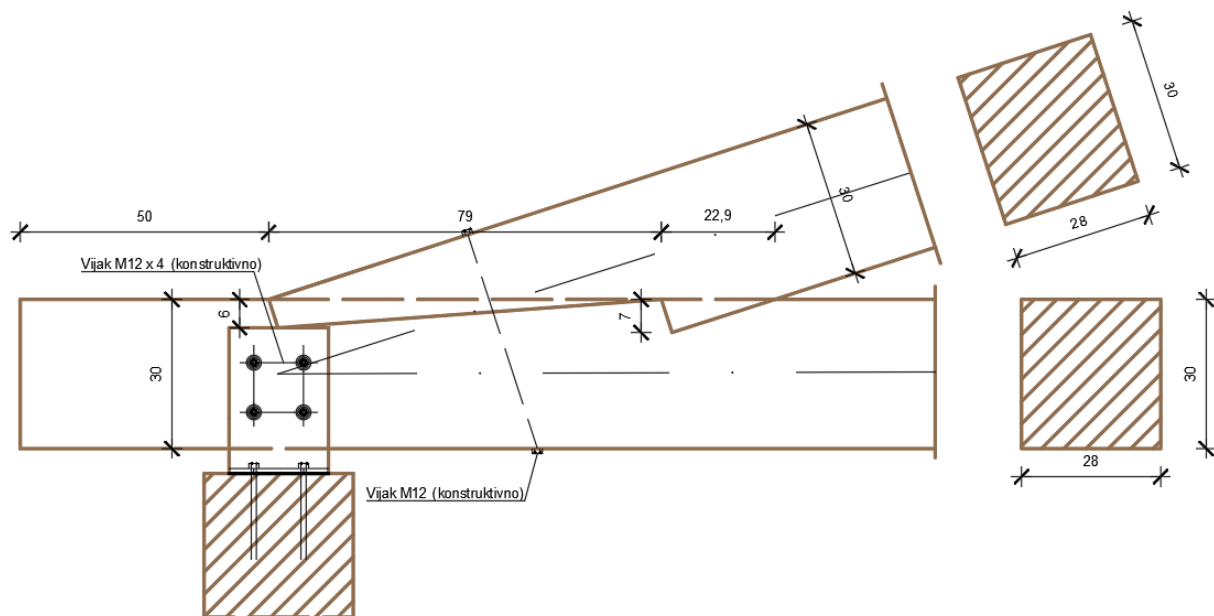
Od opterećenog kraja (paralelno s vlakancima):

$$a_{1,t} = \min(7d; 180 \text{ mm}) = \min(7 \cdot 24; 180) = \min(168; 180) = 168 \text{ mm} \leq 170 \text{ mm}$$

Od neopterećenog ruba (okomito na vlakanca):

$$a_{2,c} = 3 \cdot d = 3 \cdot 24 = 72 \text{ mm} \leq 80 \text{ mm}$$

7.2. DETALJ 2 – DVOSTRUKI ZASJEK



$$b / h = 28 / 30 \text{ cm}$$

$$N_d = 469,20 \text{ kN}$$

$$t_{v,max} = \frac{h}{4} = \frac{30}{4} = 7,5 \text{ cm}$$

$$t_{v,1} = 6 \text{ cm} < 7,5 \text{ cm}$$

$$t_{v,2} = 7 \text{ cm} < 7,5 \text{ cm}$$

$$y = 17^\circ$$

OSIGURANJE M (12)-KONSTRUKTIVNO

PREDNJI ZASJEK

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

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

$$\alpha = \frac{y}{2} = \frac{17^\circ}{2} = 8,5^\circ$$

$$f_{c,\alpha,d} = \frac{15,23}{\sqrt{\left(\frac{15,23}{2 \cdot 1,8} \cdot \sin^2(8,5)\right)^2 + \left(\frac{15,23}{2 \cdot 2,77} \cdot \cos^2(8,5)\right)^2 + \cos^4(8,5)}}$$

$$f_{c,\alpha,d} = 14,35 \text{ N/mm}^2$$

$$A_1 = \frac{b_1 \cdot t_{v,1}}{\cos(\alpha)} = \frac{28 \cdot 6}{\cos(8,5)} = 169,87 \text{ cm}^2$$

$$R_{1,d} = 14,35 \cdot 169,87 \cdot 10^2 = 243763,45 \text{ N}$$

$$\overline{R}_{1,d} = \frac{R_{1,d}}{\cos(\alpha)} = 250051,20 \text{ N}$$

STRAŽNJI ZASJEK

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

$$\alpha = y = 17^\circ$$

$$f_{c,\alpha,d} = \frac{15,23}{\sqrt{\left(\frac{15,23}{2 \cdot 1,8} \cdot \sin^2(17)\right)^2 + \left(\frac{15,23}{2 \cdot 2,77} \cdot \cos^2(17)\right)^2 + \cos^4(17)}}$$

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

$$A_2 = \frac{b_2 \cdot t_{v,2}}{\cos(\alpha)} = \frac{28 \cdot 7}{\cos(17)} = 204,96 \text{ cm}^2$$

$$R_{2,d} = \overline{R}_{2,d} = 12,2 \cdot 204,96 \cdot 10^2 = 250051,2 \text{ N}$$

$$R_{tot,d} = \overline{R}_{1,d} + \overline{R}_{2,d} = 246470,72 + 250051,2 = 496521,92 \text{ N} = 496,52 \text{ kN}$$

$$R_{tot,d} = 496,52 \text{ kN} > N_d = 469,20 \text{ kN}$$

DOKAZ

$$\frac{N_d}{R_{tot,d}} = \frac{469,20}{496,52} = 0,94 < 1,0$$

ISKORISTIVOST: 94 %

POSMIČNA NAPREZANJA

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \leq 1$$

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

$$F_{0,d} = N_d \cdot \cos(\alpha) = 469,20 \cdot \cos(17) = 448,70 \text{ kN}$$

$$l_{v,1} = \min\{l_v \cdot (8 \cdot t_{v,1})\}$$
$$8 \cdot t_{v,1} = 8 \cdot 6 = 48 \text{ cm} \rightarrow \text{Odabrano } l_v = 50 \text{ cm}$$

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

$$\frac{30}{a} = \sin(17) \rightarrow a = 102,60 \text{ cm}$$

$$\frac{7}{b} = \operatorname{tg}(17) \rightarrow b = 22,90 \text{ cm}$$

$$\frac{c}{6} = \operatorname{tg}(8,5) \rightarrow c = 0,90 \text{ cm}$$

$$l_{1-2} = 102,60 - 22,90 - 0,90 = 78,8 \approx 79 \text{ cm} \geq 8 \cdot t_{v,2} = 8 \cdot 7 = 56 \text{ cm}$$

$$l_{v,tot} = 79 + 50 = 129 \text{ cm}$$

$$A = 28 \cdot 129 = 3612 \text{ cm}^2$$

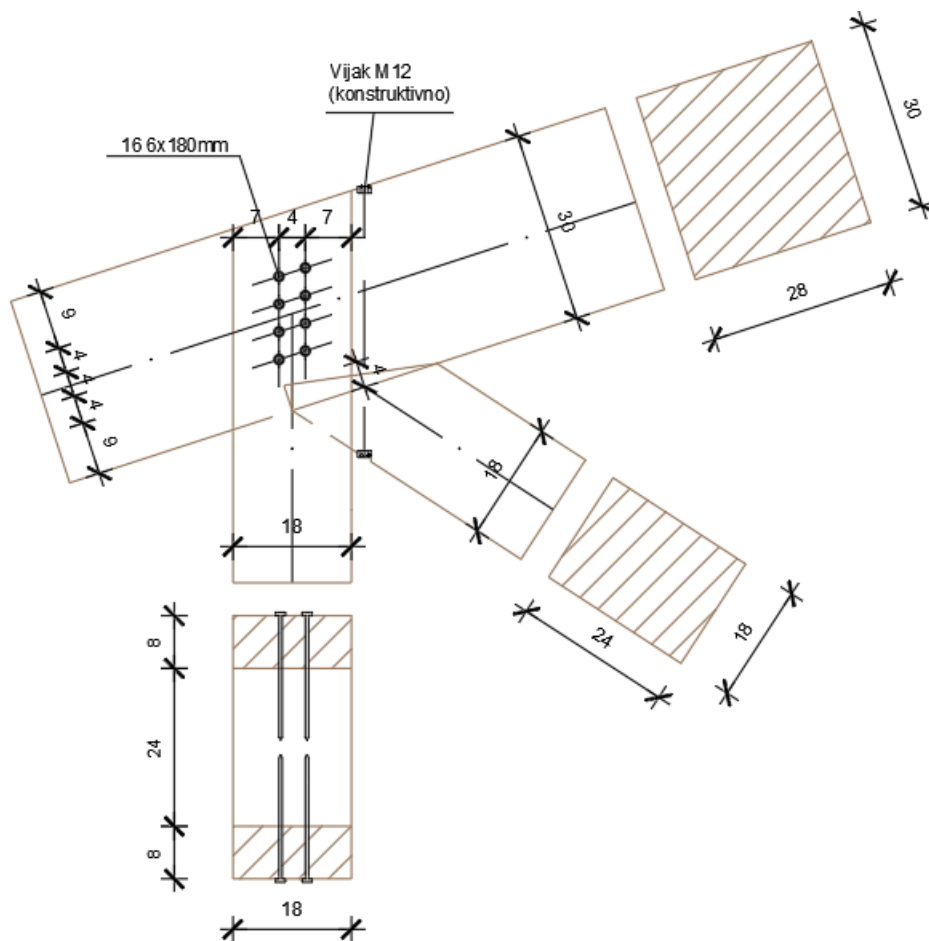
$$\tau_d = \frac{448,70 \cdot 10^3}{3612 \cdot 10^2} = 1,24 \text{ N/mm}^2$$

DOKAZ

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} = \frac{1,24}{2,77} = 0,45 < 1,0$$

ISKORISTIVOST: 45 %

7.3. DETALJ 3 – ZASJEK I ČAVLANI SPOJ



Spoj štapa – jednostruki zasjek

$$t_{v,max} = \frac{h}{6} = \frac{30}{6} = 5 \text{ cm}$$

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

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

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

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

$$\alpha_5 = \frac{y_5}{2} = \frac{51^\circ}{2} = 25,5^\circ$$

$$F_{c,\alpha,d} = 101,07 \cdot \cos 25,5^\circ = 91,22 \text{ kN}$$

$$A_5 = \frac{24 \cdot 4}{\cos 25,5^\circ} = 106,36 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{c,\alpha,d} = \frac{91,22 \cdot 10^3}{106,36 \cdot 10^2} = 8,58 \text{ N/mm}^2$$

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

$$f_{c,\alpha,d} = \frac{15,23}{\sqrt{\left(\frac{15,23}{2 \cdot 1,8} \cdot \sin^2(25,5^\circ)\right)^2 + \left(\frac{15,23}{2 \cdot 2,77} \cdot \sin(25,5^\circ) \cdot \cos(25,5^\circ)\right)^2 + \cos^4(25,5^\circ)}}$$

$$f_{c,\alpha,d} = 9,79 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{\alpha,c,d}}{f_{c,\alpha,d}} = \frac{8,58}{9,79} = 0,88 < 1,0$$

ZADOVOLJAVA

Čavljani spoj

b/h = 28/30 cm (gornji pojas) , b/h = 2 x 8/18 cm (vertikalna)

N_d = 26,64 kN

Čavli na 6,0 x 180 mm – bušeni

f_{u,k} = 600 N/mm²

Puno drvo C 27 – ρ_k = 370 kg/m³

k_{mod} = 0,9

y_m = 1,3 (drvo)

y_m = 1,1 (čavli)

Karakteristične vrijednosti tlačne čvrstoće po plaštu rupe i momenta popuštanja

$$f_{h,1,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 6,0) \cdot 370 = 28,52 \text{ N/mm}^2$$

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

$$\beta = 1,0$$

Karakteristična vrijednost nosivosti po reznoj ravnini

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

$$R_k = \sqrt{2 \cdot 18987,41 \cdot 28,52 \cdot 6,0} = 2549,17 N$$

Minimalna dubina zabijanja u zadnje drvo

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

$$t_{req} = 1,15 \cdot \left(2 \cdot \sqrt{\frac{1,0}{1,0 + 1,0}} + 2 \right) \cdot \sqrt{\frac{18987,41}{28,52 \cdot 6,0}}$$

$$t_{req} = 41,36 \text{ mm} < 100 \text{ mm}$$

UVJET ZADOVOLJAVA

Proračunska vrijednost nosivosti čavla po rezu

$$R_d = k_{mod} \cdot \frac{R_{k,red}}{y_m} = 0,9 \cdot \frac{2549,17}{1,1} = 2085,68 N$$

Potreban broj čavala

$$n = \frac{N}{R_d} = \frac{26,64 \cdot 10^3}{2085,68} = 12,77 \approx 16 \text{ kom}$$

Odabrano : 16 čavala

Dokaz

$$\frac{N}{R_{d,tot}} = \frac{26,64 \cdot 10^3}{16 \cdot 2085,68} = 0,80 < 1,0$$

ZADOVOLJAVA

Konstruktivni zahtjevi (bušeni čavli)

- međusobno paralelni sa vlakancima (dvodijelni štap)

$$a_{1,req} = (3 + 2 \cdot \cos \alpha) \cdot d$$

$$a_{1,req} = (3 + 2 \cdot \cos 0) \cdot 6 = 30 \text{ mm} \leq 40 \text{ mm}$$

- okomito na vlakanca (dvodijelni štap)

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

- paralelni od opterećenog kraja (dvodijelni štap)

$$a_{1,treq} = (7 + 5 \cdot \cos 0) \cdot 6 = 72 \text{ mm} \leq 90 \text{ mm}$$

- okomito od neopterećenog ruba

$$a_{2,req} = 3 \cdot d = 18 \text{ mm} \leq 70 \text{ mm}$$

$$f_{h,1,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 6,2) \cdot 370 = 28,46 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{y,k} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 600 \cdot 6,2^{2,6} = 20677,16 \text{ Nmm}$$

$$\beta = 1,0$$

Karakteristična vrijednost nosivosti po reznoj ravnini

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

$$R_k = \sqrt{2 \cdot 20677,16 \cdot 28,46 \cdot 6,2} = 2701,31 \text{ N}$$

Minimalna dubina zabijanja u zadnje drvo

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

$$t_{req} = 1,15 \cdot \left(2 \cdot \sqrt{\frac{1,0}{1,0 + 1,0}} + 2 \right) \cdot \sqrt{\frac{20677,16}{28,46 \cdot 6,2}}$$

$$t_{req} = 42,50 \text{ mm} < 100 \text{ mm}$$

UVJET ZADOVOLJAVA

Proračunska vrijednost nosivosti čavla po rezu

$$R_d = k_{mod} \cdot \frac{R_{k,red}}{\gamma_m} = 0,9 \cdot \frac{2701,31}{1,1} = 2210,16 \text{ N}$$

Potreban broj čavala

$$n = \frac{N}{R_d} = \frac{102,49 \cdot 10^3}{2210,16} = 46,37 \approx 48 \text{ kom}$$

Odabrano : 2 x 24 = 48 čavala

Dokaz

$$\frac{N}{R_{d,tot}} = \frac{102,49 \cdot 10^3}{48 \cdot 2210,16} = 0,96 < 1,0$$

ZADOVOLJAVA

Konstruktivni zahtjevi (bušeni čavli)

- međusobno paralelni sa vlakancima (dvodijelni štap)

$$a_{1,req} = (3 + 2 \cdot \cos \alpha) \cdot d$$

$$a_{1,req} = (3 + 2 \cdot \cos 0) \cdot 6,2 = 31 \text{ mm} \leq 40 \text{ mm}$$

- okomito na vlakanca (dvodijelni štap)

$$a_{2,req} = 3 \cdot d = 18,6 \text{ mm} \leq 28 \text{ mm}$$

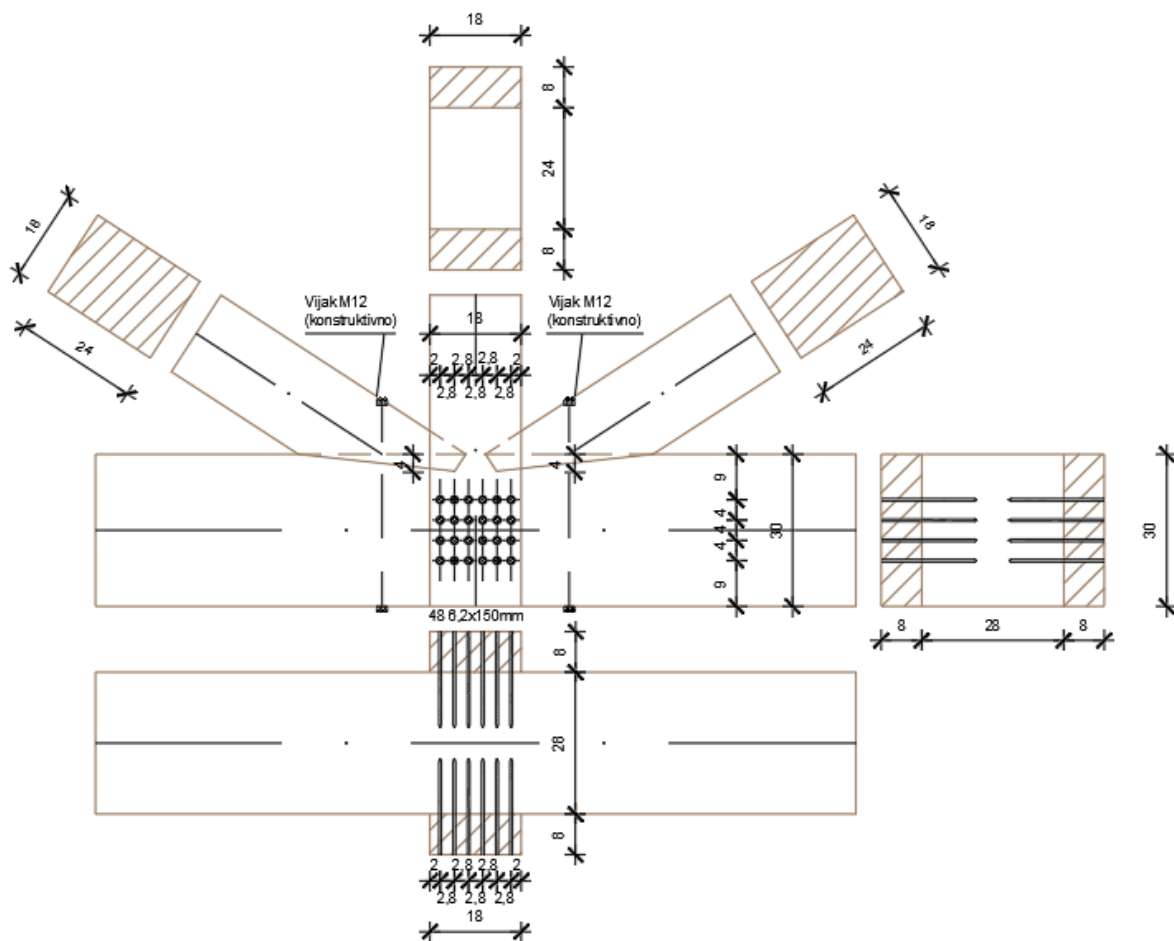
- paralelni od opterećenog kraja (dvodijelni štap)

$$a_{1,treq} = (7 + 5 \cdot \cos 0) \cdot 6 = 74,4 \text{ mm} \leq 90 \text{ mm}$$

- okomito od neopterećenog ruba

$$a_{2,req} = 3 \cdot d = 18,6 \text{ mm} \leq 20 \text{ mm}$$

7.5. DETALJ 5 – JEDNOSTRUKI ZASJEK I ČAVLANI SPOJ



Spoj štapa – jednostruki zasjek

$$t_{v,max} = \frac{h}{6} = \frac{30}{6} = 5 \text{ cm}$$

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

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

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

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

$$\alpha_5 = \frac{y_5}{2} = \frac{32^\circ}{2} = 16^\circ$$

$$F_{c,\alpha,d} = 101,07 \cdot \cos 16^\circ = 97,15 \text{ kN}$$

$$A_5 = \frac{28 \cdot 4}{\cos 16^\circ} = 116,51 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{c,\alpha,d} = \frac{97,15 \cdot 10^3}{116,51 \cdot 10^2} = 8,34 \text{ N/mm}^2$$

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

$$f_{c,\alpha,d} = \frac{15,23}{\sqrt{\left(\frac{15,23}{2 \cdot 1,8} \cdot \sin^2(16^\circ)\right)^2 + \left(\frac{15,23}{2 \cdot 2,77} \cdot \sin(16^\circ) \cdot \cos(16^\circ)\right)^2 + \cos^4(16^\circ)}}$$

$$f_{c,\alpha,d} = 12,49 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{\alpha,c,d}}{f_{c,\alpha,d}} = \frac{8,34}{12,49} = 0,67 < 1,0$$

ZADOVOLJAVA

Čavljani spoj

b/h = 28/30 cm (gornji pojas) , b/h = 2 x 8/18 cm (vertikala)

N_d = 102,49 kN

Čavli na 6,2 x 150 mm – bušeni

f_{u,k} = 600 N/mm²

Puno drvo C 27 – ρ_k = 370 kg/m³

k_{mod} = 0,9

y_m = 1,3 (drvo)

y_m = 1,1 (čavli)

Karakteristične vrijednosti tlačne čvrstoće po plaštu rupe i momenta popuštanja

$$f_{h,1,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 6,2) \cdot 370 = 28,46 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{y,k} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 600 \cdot 6,2^{2,6} = 20677,16 \text{ Nmm}$$
$$\beta = 1,0$$

Karakteristična vrijednost nosivosti po reznoj ravnini

$$R_k = \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,0,k} \cdot d}$$
$$R_k = \sqrt{2 \cdot 20677,16 \cdot 28,46 \cdot 6,2} = 2701,31 \text{ N}$$

Minimalna dubina zabijanja u zadnje drvo

$$t_{req} = 1,15 \cdot \left(2 \cdot \sqrt{\frac{\beta}{1,0 + \beta}} + 2 \right) \cdot \sqrt{\frac{M_{y,k}}{f_{h,1,k} \cdot d}}$$
$$t_{req} = 1,15 \cdot \left(2 \cdot \sqrt{\frac{1,0}{1,0 + 1,0}} + 2 \right) \cdot \sqrt{\frac{20677,16}{28,46 \cdot 6,2}}$$

$$t_{req} = 42,50 \text{ mm} < 100 \text{ mm}$$

UVJET ZADOVOLJAVA

Proračunska vrijednost nosivosti čavla po rezu

$$R_d = k_{mod} \cdot \frac{R_{k,red}}{y_m} = 0,9 \cdot \frac{2701,31}{1,1} = 2210,16 \text{ N}$$

Potreban broj čavala

$$n = \frac{N}{R_d} = \frac{102,49 \cdot 10^3}{2210,16} = 46,37 \approx 48 \text{ kom}$$

Odabrano : 2 x 24 = 48 čavala

Dokaz

$$\frac{N}{R_{d,tot}} = \frac{102,49 \cdot 10^3}{48 \cdot 2210,16} = 0,96 < 1,0$$

ZADOVOLJAVA

Konstruktivni zahtjevi (bušeni čavli)

- međusobno paralelni sa vlakancima (dvodijelni štap)

$$a_{1,req} = (3 + 2 \cdot \cos \alpha) \cdot d$$

$$a_{1,req} = (3 + 2 \cdot \cos 0) \cdot 6,2 = 31 \text{ mm} \leq 75 \text{ mm}$$

- okomito na vlakanca (dvodijelni štap)

$$a_{2,req} = 3 \cdot d = 18,6 \text{ mm} \leq 20 \text{ mm}$$

- paralelni od opterećenog kraja (dvodijelni štap)

$$a_{1,treq} = (7 + 5 \cdot \cos 0) \cdot 6 = 74,4 \text{ mm} \leq 75 \text{ mm}$$

- okomito od neopterećenog ruba

$$a_{2,req} = 3 \cdot d = 18,6 \text{ mm} \leq 20 \text{ mm}$$

8. VATROOTPORNOST

$$E_{dA} = E \left\{ \sum_{j \geq 1} \gamma_{GA,j} * G_{k,j} \oplus \psi_{1,1} * Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} * Q_{k,i} \right\}$$

$$\gamma_{G,A,j} = 1.0$$

$$\psi_{1,1} = 0.2 \text{ (EN 1991-1-3)}$$

Računske vrijednosti djelovanja :

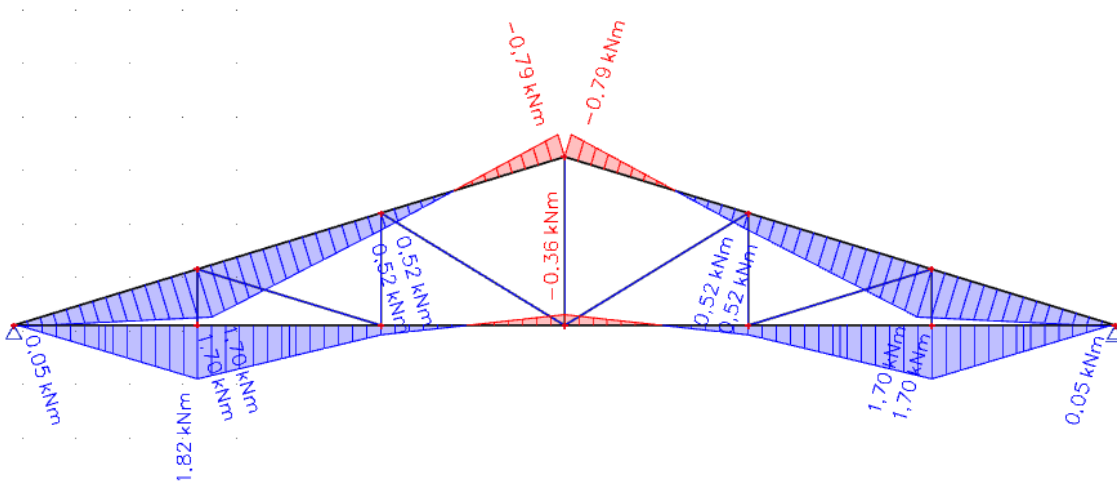
$$q_{G,d,fi} = \gamma_{G,A,j} * q_{G,k} = 1.0 * 4,49 = 4,49 \text{ kN/m'}$$

$$q_{Q,d,fi} = \psi_{1,1} * q_{Q,k} = 0.2 * 7,18 = 1.44 \text{ kN/m'}$$

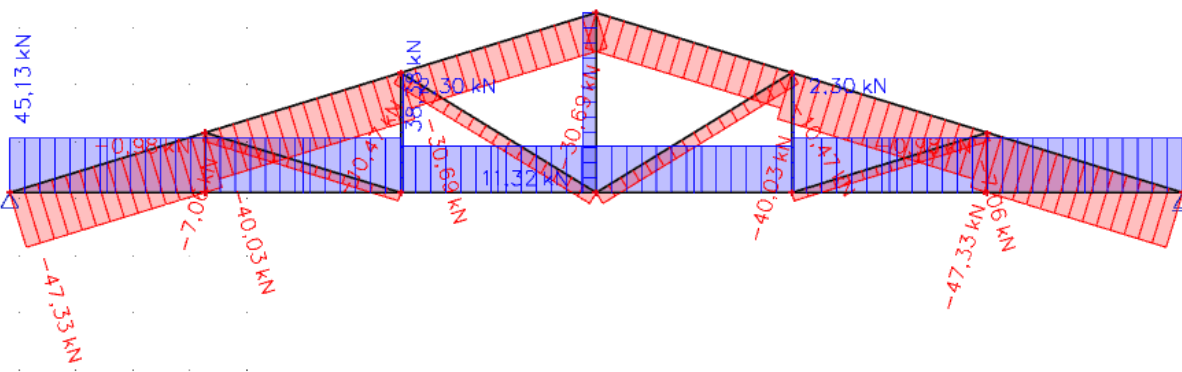
$$q_{d,fi} = 5.93 \text{ kN/m}$$

Računske vrijednosti reznih sila :

M



N



8.1. GORNJI POJAS:

$$b/h = 28/30$$

$$N_{d,fi} = 47.33 \text{ kN (tlak)}$$

$$M_{d,fi} = 1.70 \text{ kNm}$$

Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka :

Tražena klasa – F 30 ($t_f = 30\text{min}$)

Brzina sagorijevanja - $\beta_n = 0.8 \text{ mm/min}$ (cjelovito drvo karakteristične gustoće $\rho_k \geq 290 \text{ kg/m}^3$)

Gubitak presjeka : $d_{(tf)} = \beta_n \cdot t_f = 0.8 \cdot 30 = 24 \text{ mm}$

Dimenzija poprečnog presjeka nakon 30 minuta požara :

$$b_{(tf)} = b - 2 \cdot d_{(tf)} = 28 - 2 \cdot 2.4 = 23.2 \text{ cm}$$

$$h_{(tf)} = h - 2 \cdot d_{(tf)} = 30 - 2 \cdot 2.4 = 25.2 \text{ cm}$$

Ostatak poprečnog presjeka :

„opseg“ – zbroj duljina nagorenih stranica :

$$u_r = 2b_{(tf)} + 2h_{(tf)} = 2 \cdot 23.2 + 2 \cdot 25.2 = 96.8 \text{ cm}$$

Površina nagorenog presjeka :

$$A_r = b_{(tf)} \cdot h_{(tf)} = 23.2 \cdot 25.2 = 584.64 \text{ cm}^2$$

$$W_{y,r} = \frac{b_{(tf)} \cdot h_{(tf)}^2}{6} = \frac{23.2 \cdot 25.2^2}{6} = 2455.488 \text{ cm}^3$$

Proračunske vrijednosti naprezanja nakon 30 min požara :

$$\sigma_{m,d,fi} = \frac{M_{d,fi}}{W_{y,r}} = \frac{1.70 \cdot 10^6}{2455.488 \cdot 10^3} = 0.69 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{c,d,fi} = \frac{N_{d,fi}}{A_r} = \frac{47.33 \cdot 10^3}{584.64 \cdot 10^2} = 0.81 \text{ N/mm}^2$$

Proračunske vrijednosti čvrstoća i modula u požaru :

$$f_{d,fi} = k_{mod,fi} * k_{fi} * \frac{f_k}{\gamma_{M,fi}}$$

$$E_{d,fi} = k_{mod,fi} * k_{fi} * \frac{E_{0,05}}{\gamma_{M,fi}}$$

$$G_{d,fi} = k_{mod,fi} * k_{fi} * \frac{\frac{2}{3} G_{0,5}}{\gamma_{M,fi}}$$

$k_{fi} = 1.25$ (puno drvo – prijelaz na 20 % fraktilu)

$\gamma_{M,fi} = 1.0$ – parcijalni koeficijent svojstava materijala u požaru

f_k – karakteristične vrijednosti čvrstoća pri normalnoj temperaturi

$E_{0,05}$ – karakteristična vrijednost E – modula pri normalnoj temperaturi

G_{05} – karakteristična vrijednost G – modula pri normalnoj temperaturi

$$k_{mod,m,fi} = 1 - \frac{1}{125} \cdot \frac{u_r}{A_r}$$

$$k_{mod,m,fi} = 1 - \frac{1}{125} \cdot \frac{96.8 \cdot 10^{-2}}{584.64 \cdot 10^{-4}} = 0.868$$

$$k_{mod,m,fi} = 1 - \frac{1}{200} \cdot \frac{u_r}{A_r}$$

$$k_{mod,m,fi} = 1 - \frac{1}{200} \cdot \frac{96.8 \cdot 10^{-2}}{584.64 \cdot 10^{-4}} = 0.917$$

$$k_{mod,E,G,fi} = 1 - \frac{1}{300} \cdot \frac{u_r}{A_r}$$

$$k_{mod,E,G,fi} = 1 - \frac{1}{300} \cdot \frac{96.8 \cdot 10^{-2}}{584.64 \cdot 10^{-4}} = 0.945$$

$$f_{m,d,fi} = 0.917 \cdot 1.25 \cdot \frac{27}{1} = 30.95 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,d,fi} = 0.868 \cdot 1.25 \cdot \frac{22}{1} = 23.87 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{d,fi} = 0.945 \cdot 1.25 \cdot \frac{9583}{1} = 11319.92 \text{ N/mm}^2$$

$$G_{d,fi} = 0.945 \cdot 1.25 \cdot \frac{\frac{2}{3} 600}{1} = 472.5 \text{ N/mm}^2$$

Dokaz stabilnosti :

$$\lambda_{rel,m,fi} = \sqrt{\frac{l_{ef,fi} \cdot h_{(tf)}}{\pi \cdot b_{(tf)}^2}} \cdot \sqrt{\frac{f_{m,d,fi}}{E_{d,fi} \cdot G_{d,fi}}}$$

$$l_{ef,fi} = 3.59 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel,m,fi} = \sqrt{\frac{3.59 \cdot 25.2}{\pi \cdot 23.2^2}} \cdot \sqrt{\frac{30.95}{\sqrt{11319.92 \cdot 472.5}}} = 0.253 < 0.75$$

$$k_{m,fi} = 1$$

Za $l_{ef} = 3.59$ (m) izračunamo $k_c = 0.891$

$$\frac{\sigma_{m,d,fi}}{k_{m,fi} \cdot f_{m,d,fi}} + \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{k_c \cdot f_{c,0,d,fi}}$$

DOKAZ:

$$\frac{0.69}{1 \cdot 30.95} + \frac{0.81}{0.891 \cdot 23.87} = 0.061 < 1.0$$

POPREČNI PRESJEK ZADOVOLJAVA POŽARNU KLASU F-30

8.2. DONJI POJAS:

$$b/h = 28/30$$

$$N_{d,fi} = 45.13 \text{ kN (vlak)}$$

$$M_{d,fi} = 1.82 \text{ kNm}$$

Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka :

Tražena klasa – F 30 ($t_f = 30$ min)

Brzina sagorijevanja - $\beta_n = 0.8$ mm/min (cjelovito drvo karakteristične gustoće $\rho_k \geq 290$ kg/m³)

Gubitak presjeka : $d_{(tf)} = \beta_n \cdot t_f = 0.8 \cdot 30 = 24$ mm

Dimenzija poprečnog presjeka nakon 30 minuta požara :

$$b_{(tf)} = b - 2 \cdot d_{(tf)} = 28 - 2 \cdot 2.4 = 23.2 \text{ cm}$$

$$h_{(tf)} = h - 2 \cdot d_{(tf)} = 30 - 2 \cdot 2.4 = 25.2 \text{ cm}$$

Ostatak poprečnog presjeka :

„opseg“ – zbroj duljina nagorenih stranica :

$$u_r = 2b_{(tf)} + 2h_{(tf)} = 2 \cdot 23.2 + 2 \cdot 25.2 = 96.8 \text{ cm}$$

Površina nagorenog presjeka :

$$A_r = b_{(tf)} \cdot h_{(tf)} = 23.2 \cdot 25.2 = 584.64 \text{ cm}^2$$

$$W_{y,r} = \frac{b_{(tf)} \cdot h_{(tf)}^2}{6} = \frac{23.2 \cdot 25.2^2}{6} = 2455.488 \text{ cm}^3$$

Proračunske vrijednosti naprezanja nakon 30 min požara :

$$\sigma_{m,d,fi} = \frac{M_{d,fi}}{W_{y,r}} = \frac{1.82 \cdot 10^6}{2455.488 \cdot 10^3} = 0.74 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{t,d,fi} = \frac{N_{d,fi}}{A_r} = \frac{45.13 \cdot 10^3}{0.8 \cdot 584.64 \cdot 10^2} = 0.96 \text{ N/mm}^2$$

Proračunske vrijednosti čvrstoća i modula u požaru :

$$f_{d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot \frac{f_k}{\gamma_{M,fi}}$$

$$E_{d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot \frac{E_{0,05}}{\gamma_{M,fi}}$$

$$G_{d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot \frac{\frac{2}{3} G_{0,5}}{\gamma_{M,fi}}$$

$k_{fi} = 1.25$ (puno drvo – prijelaz na 20 % fraktilu)

$\gamma_{M,fi} = 1.0$ – parcijalni koeficijent svojstava materijala u požaru

f_k – karakteristične vrijednosti čvrstoća pri normalnoj temperaturi

$E_{0,05}$ – karakteristična vrijednost E – modula pri normalnoj temperaturi

G_{05} – karakteristična vrijednost G – modula pri normalnoj temperaturi

$$k_{mod,m,fi} = 1 - \frac{1}{125} \cdot \frac{u_r}{A_r}$$

$$k_{mod,m,fi} = 1 - \frac{1}{125} \cdot \frac{96.8 \cdot 10^{-2}}{584.64 \cdot 10^{-4}} = 0.868$$

$$k_{mod,m,fi} = 1 - \frac{1}{200} \cdot \frac{u_r}{A_r}$$

$$k_{mod,m,fi} = 1 - \frac{1}{200} \cdot \frac{96.8 \cdot 10^{-2}}{584.64 \cdot 10^{-4}} = 0.917$$

$$k_{mod,E,G,fi} = 1 - \frac{1}{300} \cdot \frac{u_r}{A_r}$$

$$k_{mod,E,G,fi} = 1 - \frac{1}{300} \cdot \frac{96.8 \cdot 10^{-2}}{584.64 \cdot 10^{-4}} = 0.945$$

$$f_{m,d,fi} = 0.917 \cdot 1.25 \cdot \frac{27}{1} = 30.95 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t,0,d,fi} = 0.945 \cdot 1.25 \cdot \frac{16}{1} = 18.90 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{d,fi} = 0.945 \cdot 1.25 \cdot \frac{9583}{1} = 11319.92 \text{ N/mm}^2$$

$$G_{d,fi} = 0.945 \cdot 1.25 \cdot \frac{\frac{2}{3} \cdot 600}{1} = 472.5 \text{ N/mm}^2$$

Dokaz stabilnosti :

$$\lambda_{rel,m,fi} = \sqrt{\frac{l_{ef,fi} \cdot h_{(tf)}}{\pi \cdot b_{(tf)}^2}} \cdot \sqrt{\frac{f_{m,d,fi}}{\sqrt{E_{d,fi} \cdot G_{d,fi}}}}$$

$$l_{ef,fi} = 3.43 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel,m,fi} = \sqrt{\frac{3.43 \cdot 25.2}{\pi \cdot 23.2^2}} \cdot \sqrt{\frac{30.95}{\sqrt{11319.92 \cdot 472.5}}} = 0.253 < 0.75$$

$$k_{m,fi} = 1$$

$$\frac{\sigma_{m,d,fi}}{k_{m,fi} \cdot f_{m,d,fi}} + \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{k_c \cdot f_{c,0,d,fi}}$$

DOKAZ:

$$\frac{0.74}{1 \cdot 30.95} + \frac{0.96}{18.90} = 0.075 < 1.0$$

POPREČNI PRESJEK ZADOVOLJAVA POŽARNU KLASU F-30

8.3. DIJAGONALE:

$$b/h = 24/18$$

$$N_{d,fi} = 10.47 \text{ kN (tlak)}$$

Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka :

Tražena klasa – F 30 ($t_f = 30\text{min}$)

Brzina sagorijevanja - $\beta_n = 0.8 \text{ mm/min}$ (cjelovito drvo karakteristične gustoće $\rho_k \geq 290 \text{ kg/m}^3$)

Gubitak presjeka : $d_{(tf)} = \beta_n * t_f = 0.8 * 30 = 24 \text{ mm}$

Dimenzija poprečnog presjeka nakon 30 minuta požara :

$$b_{(tf)} = b - 2 * d_{(tf)} = 24 - 2 * 2.4 = 19.2 \text{ cm}$$

$$h_{(tf)} = h - 2 * d_{(tf)} = 18 - 2 * 2.4 = 13.2 \text{ cm}$$

Ostatak poprečnog presjeka :

„opseg“ – zbroj duljina nagorenih stranica :

$$u_r = 2b_{(tf)} + 2h_{(tf)} = 2 * 19.2 + 2 * 13.2 = 64.8 \text{ cm}$$

Površina nagorenog presjeka :

$$A_r = b_{(tf)} * h_{(tf)} = 19.2 * 13.2 = 253.44 \text{ cm}^2$$

$$W_{y,r} = \frac{b_{(tf)} * h_{(tf)}^2}{6} = \frac{19.2 * 13.2^2}{6} = 557.57 \text{ cm}^3$$

Proračunske vrijednosti naprezanja nakon 30 min požara :

$$\sigma_{c,d,fi} = \frac{N_{d,fi}}{A_r} = \frac{10.47 * 10^3}{253.44 * 10^2} = 0.413 \text{ N/mm}^2$$

Proračunske vrijednosti čvrstoća i modula u požaru :

$$f_{d,fi} = k_{mod,fi} * k_{fi} * \frac{f_k}{\gamma_{M,fi}}$$

$$E_{d,fi} = k_{mod,fi} * k_{fi} * \frac{E_{0,05}}{\gamma_{M,fi}}$$

$$G_{d,fi} = k_{mod,fi} * k_{fi} * \frac{\frac{2}{3}G_{0,5}}{\gamma_{M,fi}}$$

$k_{fi} = 1.25$ (puno drvo – prijelaz na 20 % fraktilu)

$\gamma_{M,fi} = 1.0$ – parcijalni koeficijent svojstava materijala u požaru

f_k – karakteristične vrijednosti čvrstoća pri normalnoj temperaturi

$E_{0,05}$ – karakteristična vrijednost E – modula pri normalnoj temperaturi

G_{05} – karakteristična vrijednost G – modula pri normalnoj temperaturi

$$k_{mod,m,fi} = 1 - \frac{1}{125} \cdot \frac{u_r}{A_r}$$

$$k_{mod,m,fi} = 1 - \frac{1}{125} \cdot \frac{64.8 \cdot 10^{-2}}{253.44 \cdot 10^{-4}} = 0.795$$

$$k_{mod,m,fi} = 1 - \frac{1}{200} \cdot \frac{u_r}{A_r}$$

$$k_{mod,m,fi} = 1 - \frac{1}{200} \cdot \frac{64.8 \cdot 10^{-2}}{253.44 \cdot 10^{-4}} = 0.872$$

$$k_{mod,E,G,fi} = 1 - \frac{1}{300} \cdot \frac{u_r}{A_r}$$

$$k_{mod,E,G,fi} = 1 - \frac{1}{300} \cdot \frac{64.8 \cdot 10^{-2}}{253.44 \cdot 10^{-4}} = 0.915$$

$$f_{m,d,fi} = 0.872 \cdot 1.25 \cdot \frac{27}{1} = 29.43 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,d,fi} = 0.795 \cdot 1.25 \cdot \frac{22}{1} = 21.86 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{d,fi} = 0.872 \cdot 1.25 \cdot \frac{9583}{1} = 10445.47 \text{ N/mm}^2$$

$$G_{d,fi} = 0.872 \cdot 1.25 \cdot \frac{\frac{2}{3}600}{1} = 436 \text{ N/mm}^2$$

Za $l_{ef} = 4.05$ (m) izračunamo $k_c = 0.472$

$$\frac{\frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{k_c \cdot f_{c,0,d,fi}}}{0.413} = 0.040 < 1.0$$

POPREČNI PRESJEK ZADOVOLJAVA POŽARNU KLASU F-30

8.4. VERTIKALE :

$$b/h = 24/18$$

$$N_{d,fi} = 11.32 kN \text{ (vlak)}$$

Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka :

Tražena klasa – F 30 ($t_f = 30 \text{ min}$)

Brzina sagorijevanja - $\beta_n = 0.8 \text{ mm/min}$ (cjelovito drvo karakteristične gustoće $\rho_k \geq 290 \text{ kg/m}^3$)

Gubitak presjeka : $d_{(tf)} = \beta_n \cdot t_f = 0.8 \cdot 30 = 24 \text{ mm}$

Dimenzija poprečnog presjeka nakon 30 minuta požara :

$$b_{(tf)} = b - 2 \cdot d_{(tf)} = 24 - 2 \cdot 2.4 = 19.2 \text{ cm}$$

$$h_{(tf)} = h - 2 \cdot d_{(tf)} = 18 - 2 \cdot 2.4 = 13.2 \text{ cm}$$

Ostatak poprečnog presjeka :

„opseg“ – zbroj duljina nagorenih stranica :

$$u_r = 2b_{(tf)} + 2h_{(tf)} = 2 \cdot 19.2 + 2 \cdot 13.2 = 64.8 \text{ cm}$$

Površina nagorenog presjeka :

$$A_r = b_{(tf)} \cdot h_{(tf)} = 19.2 \cdot 13.2 = 253.44 \text{ cm}^2$$
$$W_{y,r} = \frac{b_{(tf)} \cdot h_{(tf)}^2}{6} = \frac{19.2 \cdot 13.2^2}{6} = 557.57 \text{ cm}^3$$

Proračunske vrijednosti naprezanja nakon 30 min požara :

$$\sigma_{t,d,fi} = \frac{N_{d,fi}}{A_r} = \frac{11.32 \cdot 10^3}{0.8 \cdot 253.44 \cdot 10^2} = 0.558 \text{ N/mm}^2$$

Proračunske vrijednosti čvrstoća i modula u požaru :

$$f_{d,fi} = k_{mod,fi} * k_{fi} * \frac{f_k}{\gamma_{M,fi}}$$

$$E_{d,fi} = k_{mod,fi} * k_{fi} * \frac{E_{0,05}}{\gamma_{M,fi}}$$

$$G_{d,fi} = k_{mod,fi} * k_{fi} * \frac{\frac{2}{3}G_{0,5}}{\gamma_{M,fi}}$$

$k_{fi} = 1.25$ (puno drvo – prijelaz na 20 % fraktilu)

$\gamma_{M,fi} = 1.0$ – parcijalni koeficijent svojstava materijala u požaru

f_k – karakteristične vrijednosti čvrstoća pri normalnoj temperaturi

$E_{0,05}$ – karakteristična vrijednost E – modula pri normalnoj temperaturi

$G_{0,5}$ – karakteristična vrijednost G – modula pri normalnoj temperaturi

$$k_{mod,m,fi} = 1 - \frac{1}{125} \cdot \frac{u_r}{A_r}$$

$$k_{mod,m,fi} = 1 - \frac{1}{125} \cdot \frac{64.8 \cdot 10^{-2}}{253.44 \cdot 10^{-4}} = 0.795$$

$$k_{mod,m,fi} = 1 - \frac{1}{200} \cdot \frac{u_r}{A_r}$$

$$k_{mod,m,fi} = 1 - \frac{1}{200} \cdot \frac{64.8 \cdot 10^{-2}}{253.44 \cdot 10^{-4}} = 0.872$$

$$k_{mod,E,G,fi} = 1 - \frac{1}{300} \cdot \frac{u_r}{A_r}$$

$$k_{mod,E,G,fi} = 1 - \frac{1}{300} \cdot \frac{64.8 \cdot 10^{-2}}{253.44 \cdot 10^{-4}} = 0.915$$

$$f_{m,d,fi} = 0.872 \cdot 1.25 \cdot \frac{27}{1} = 29.43 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t,0,d,fi} = 0.915 \cdot 1.25 \cdot \frac{16}{1} = 18.30 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{d,fi} = 0.915 \cdot 1.25 \cdot \frac{9583}{1} = 10445.47 \text{ N/mm}^2$$

$$G_{d,fi} = 0.915 \cdot 1.25 \cdot \frac{\frac{2}{3}600}{1} = 436 \text{ N/mm}^2$$

Dokaz stabilnosti :

$$\frac{\sigma_{t,0,d,fi}}{f_{t,0,d,fi}} < 1.0$$

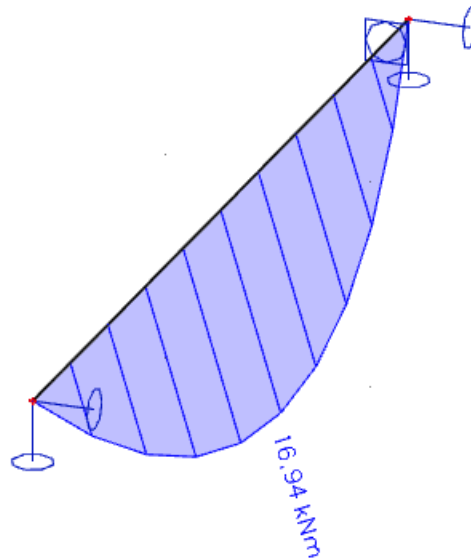
$$\frac{0.558}{18.30} = 0.031 < 1.0$$

POPREČNI PRESJEK ZADOVOLJAVA POŽARNU KLASU F-30

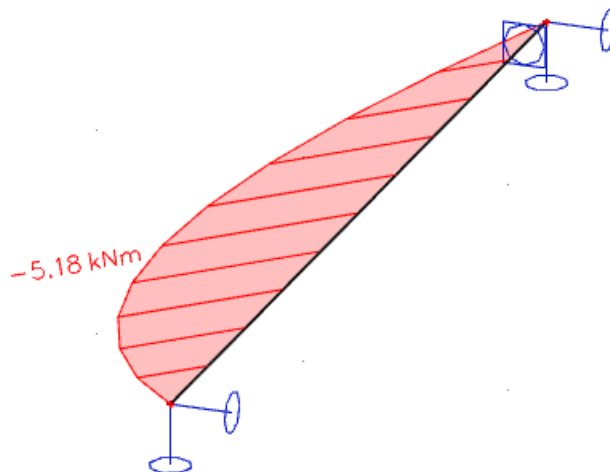
8.5. PODROŽNICE

$$b/h = 22/24$$

My



Mz



$$N_{d,fi} = 35.57 \text{ kN (tlak)}$$

$$M_{d,y,fi} = 16.64 \text{ kNm}$$

$$M_{d,z,fi} = 5.18 \text{ kNm}$$

Geometrijske karakteristike poprečnog presjeka :

Tražena klasa – F 30 ($t_f = 30\text{min}$)

Brzina sagorijevanja - $\beta_n = 0.8 \text{ mm/min}$ (cjelovito drvo karakteristične gustoće $\rho_k \geq 290 \text{ kg/m}^3$)

Gubitak presjeka : $d_{(tf)} = \beta_n * t_f = 0.8 * 30 = 24 \text{ mm}$

Dimenzija poprečnog presjeka nakon 30 minuta požara :

$$b_{(tf)} = b - 2 * d_{(tf)} = 22 - 2 * 2.4 = 17.2 \text{ cm}$$

$$h_{(tf)} = h - 2 * d_{(tf)} = 24 - 2 * 2.4 = 19.2 \text{ cm}$$

Ostatak poprečnog presjeka :

„opseg“ – zbroj duljina nagorenih stranica :

$$u_r = 2b_{(tf)} + 2h_{(tf)} = 2 * 17.2 + 2 * 19.2 = 72.8 \text{ cm}$$

Površina nagorenog presjeka :

$$A_r = b_{(tf)} \cdot h_{(tf)} = 17.2 \cdot 19.2 = 330.24 \text{ cm}^2$$
$$W_{y,r} = \frac{b_{(tf)} \cdot h_{(tf)}^2}{6} = \frac{17.2 \cdot 19.2^2}{6} = 1056.77 \text{ cm}^3$$
$$W_{z,r} = \frac{b_{(tf)} \cdot h_{(tf)}^2}{6} = \frac{19.2 \cdot 17.2^2}{6} = 946.69 \text{ cm}^3$$

Proračunske vrijednosti naprežanja nakon 30 min požara :

$$\sigma_{m,d,y,fi} = \frac{M_{d,y,fi}}{W_{y,r}} = \frac{16.94 \cdot 10^6}{1056.77 \cdot 10^3} = 16.03 \text{ N/mm}^2$$
$$\sigma_{m,d,z,fi} = \frac{M_{d,z,fi}}{W_{z,r}} = \frac{5.18 \cdot 10^6}{946.69 \cdot 10^3} = 5.47 \text{ N/mm}^2$$
$$\sigma_{c,d,fi} = \frac{N_{c,fi}}{A_r} = \frac{35.57 \cdot 10^3}{330.24 \cdot 10^2} = 1.08 \text{ N/mm}^2$$

Proračunske vrijednosti čvrstoća i modula u požaru :

$$f_{d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot \frac{f_k}{\gamma_{M,fi}}$$

$$E_{d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot \frac{E_{0,05}}{\gamma_{M,fi}}$$

$$G_{d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot \frac{\frac{2}{3} G_{0,5}}{\gamma_{M,fi}}$$

$k_{fi} = 1.25$ (puno drvo – prijelaz na 20 % fraktilu)

$\gamma_{M,fi} = 1.0$ – parcijalni koeficijent svojstava materijala u požaru

f_k – karakteristične vrijednosti čvrstoća pri normalnoj temperaturi

$E_{0,05}$ – karakteristična vrijednost E – modula pri normalnoj temperaturi

G_{05} – karakteristična vrijednost G – modula pri normalnoj temperaturi

$$k_{mod,m,fi} = 1 - \frac{1}{125} \cdot \frac{u_r}{A_r}$$

$$k_{mod,m,fi} = 1 - \frac{1}{125} \cdot \frac{72.8 \cdot 10^{-2}}{330.24 \cdot 10^{-4}} = 0.824$$

$$k_{mod,m,fi} = 1 - \frac{1}{200} \cdot \frac{u_r}{A_r}$$

$$k_{mod,m,fi} = 1 - \frac{1}{200} \cdot \frac{72.8 \cdot 10^{-2}}{330.24 \cdot 10^{-4}} = 0.890$$

$$k_{mod,E,G,fi} = 1 - \frac{1}{300} \cdot \frac{u_r}{A_r}$$

$$k_{mod,E,G,fi} = 1 - \frac{1}{300} \cdot \frac{72.8 \cdot 10^{-2}}{330.24 \cdot 10^{-4}} = 0.927$$

$$f_{m,d,fi} = 0.890 \cdot 1.25 \cdot \frac{27}{1} = 30.04 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,d,fi} = 0.824 \cdot 1.25 \cdot \frac{22}{1} = 22.66 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{d,fi} = 0.927 \cdot 1.25 \cdot \frac{9583}{1} = 11104.30 \text{ N/mm}^2$$

$$G_{d,fi} = 0.927 \cdot 1.25 \cdot \frac{\frac{2}{3} \cdot 600}{1} = 463.5 \text{ N/mm}^2$$

Dokaz stabilnosti :

$$\lambda_{rel,m,fi} = \sqrt{\frac{l_{ef,fi} \cdot h_{(tf)}}{\pi \cdot b_{(tf)}^2}} \cdot \sqrt{\frac{f_{m,d,fi}}{\sqrt{E_{d,fi} \cdot G_{d,fi}}}}$$

$$l_{ef,y,fi} = l_{ef,z,fi} = 5.0 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel,m,fi} = \sqrt{\frac{5.0 \cdot 19.2}{\pi \cdot 17.2^2}} \cdot \sqrt{\frac{30.04}{\sqrt{11104.30 \cdot 463.5}}} = 0.302 < 0.75$$

$$k_{m,fi} = 1$$

Za $l_{ef} = 5.0$ (m) izračunamo $k_c = 0.460$

$$\frac{\sigma_{m,d,y,fi}}{k_{m,fi} \cdot f_{m,d,fi}} + \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{k_c \cdot f_{c,0,d,fi}}$$

$$\frac{16.03}{1 \cdot 30.04} + \frac{1.08}{0.460 \cdot 22.66} = 0.637 < 1.0$$

$$\frac{\sigma_{m,d,z,fi}}{k_{m,fi} \cdot f_{m,d,fi}} + \frac{\sigma_{c,0,d,fi}}{k_c \cdot f_{c,0,d,fi}}$$

$$\frac{5.47}{1 \cdot 30.04} + \frac{1.08}{0.460 \cdot 22.66} = 0.286 < 1.0$$

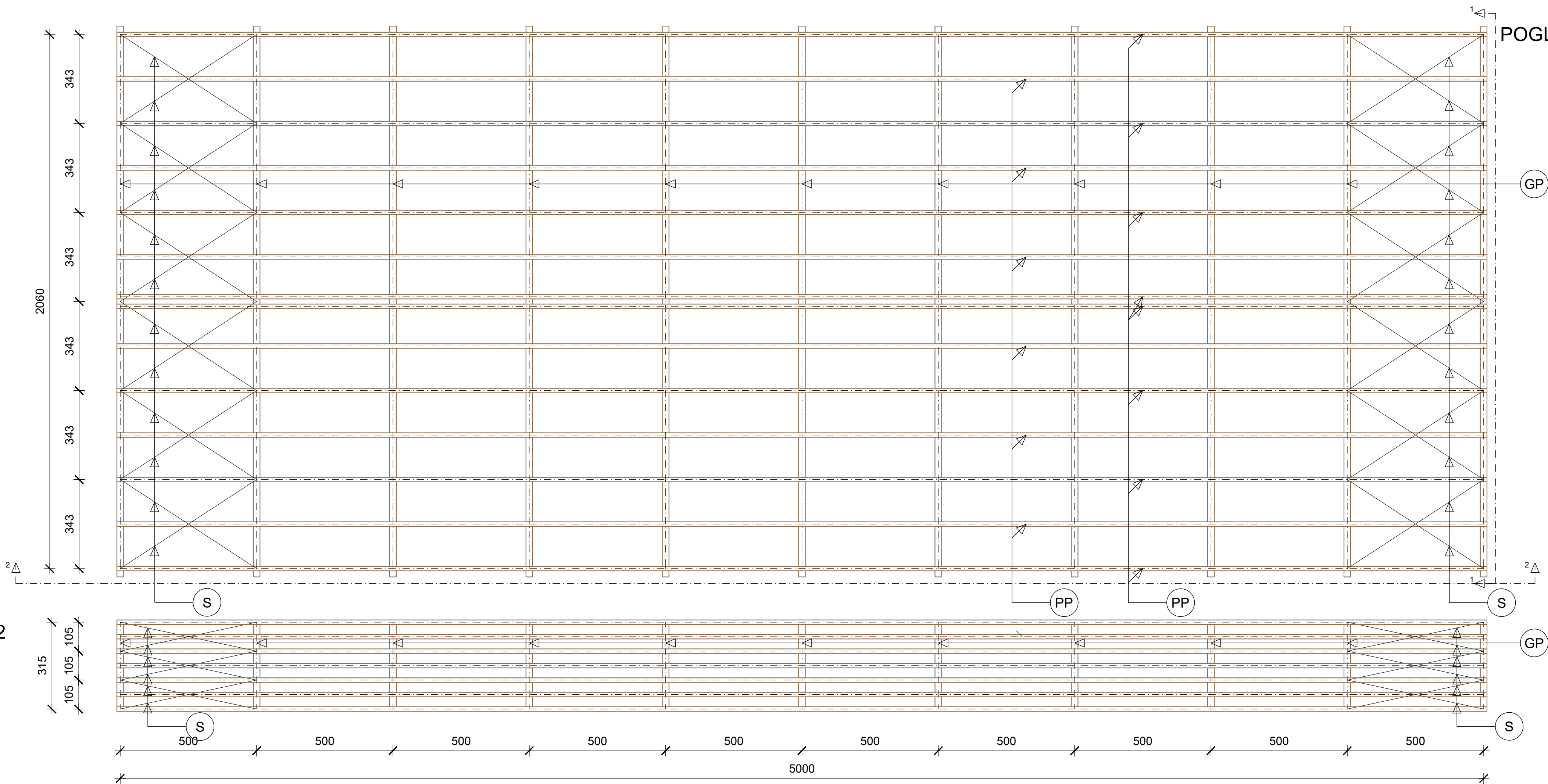
POPREČNI PRESJEK ZADOVOLJAVA POŽARNU KLASU F-30

9. GRAFIČKI PRILOZI

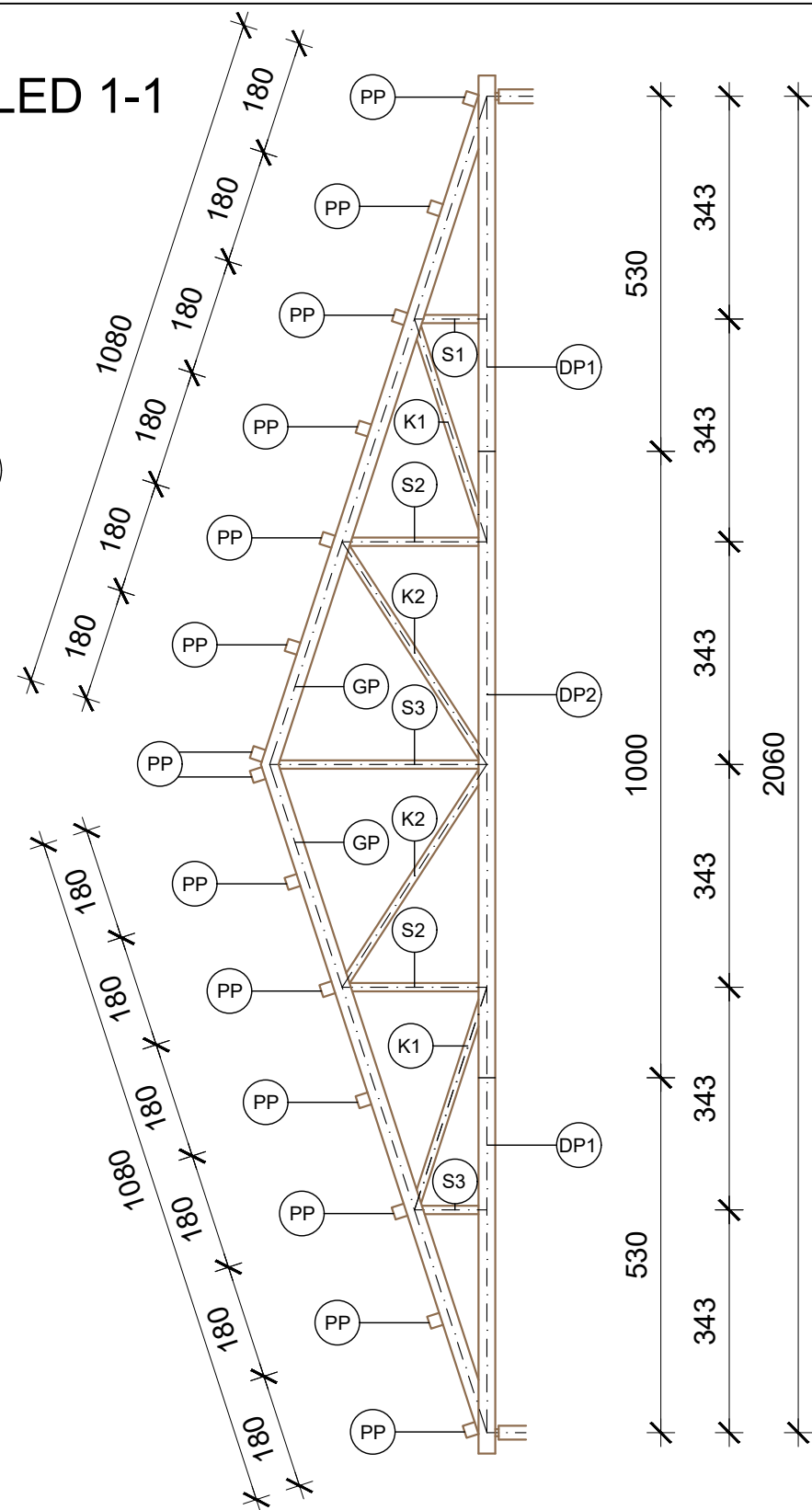
10. LITERATURA

- [1] Predavanja iz predmeta Osnove drvenih konstrukcija, dr.sc. Neno Torić
- [2] Vježbe iz predmeta Osnove drvenih konstrukcija, dr.sc. Neno Torić
- [3] Norma HRN EN 1991-1-3, Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-3: Opća djelovanja -- Opterećenja snijegom (EN 1991-1-3:2003+AC:2009)
- [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-:2004+AC:2006+A1:2008)

TLOCRT



POGLED 1-1



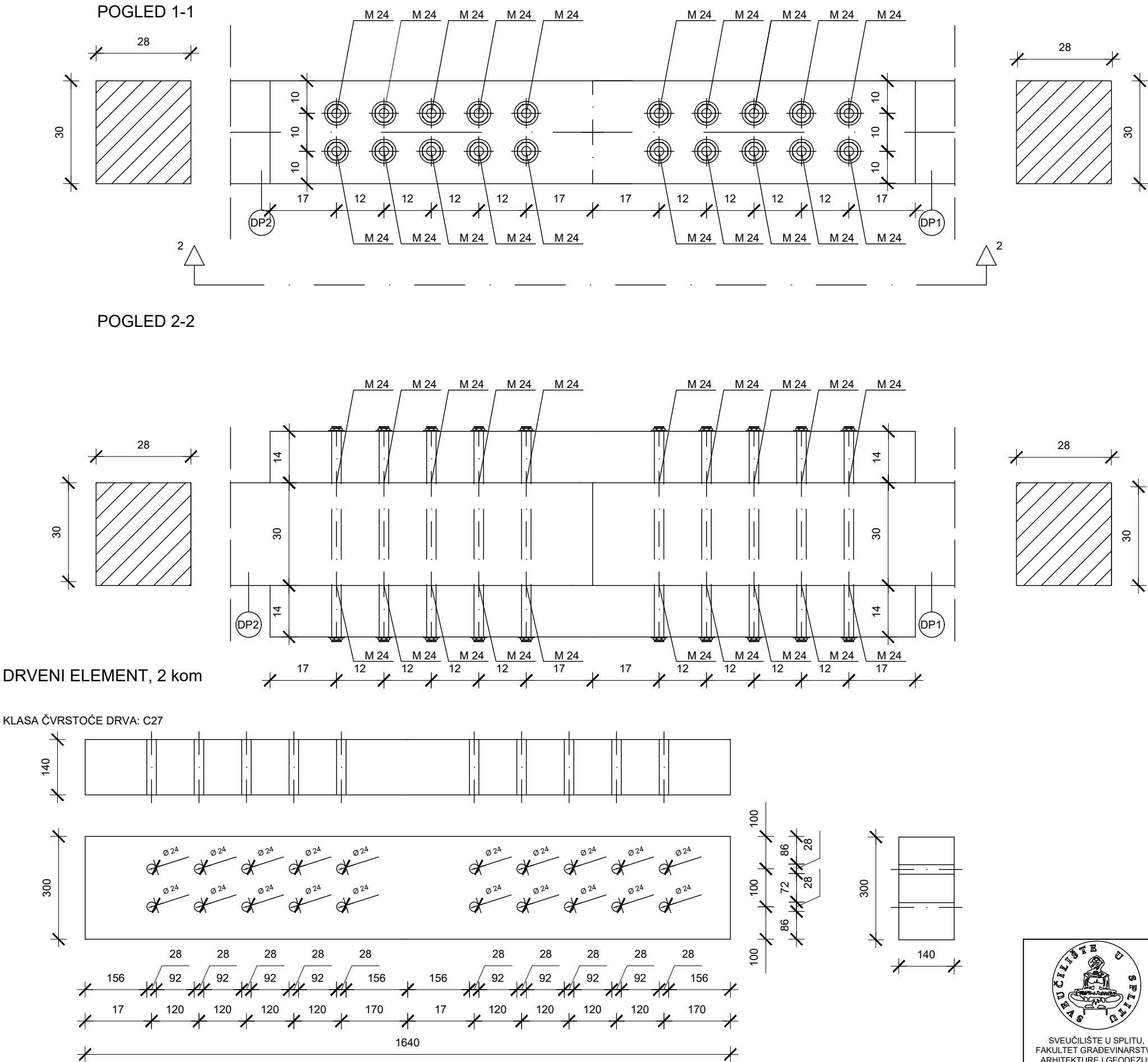
GENERALNI PLAN
POZICIJA M 1:100

KAZALO	DIMENZIJE
GN-GLAVNI NOSAČ	28/30 cm
PP-PRIMARNA PODROŽNICA	22/24 cm
GP-GORNJI POJAS	28/30 cm
S1-S3-STUPOVI	24/18 cm
K1-K2-KOSNICI	24/18 cm
DP-DONJI POJAS	28/30 cm
S-SPREGOVI	Ø 14 mm

			
OSNOVE DRVENIH KONSTRUKCIJA			
PRORAČUN DRVENOG KROVIŠTA			
STUDENTI:	IVAN PULJIZ	PREDMETNI NASTAVNIK:	NENIO TORIĆ
SADRŽAJ:	GENERALNI PLAN POZICIJA	MIJERLO:	M 1 : 100
DATUM:	Lipanj 2021.	PRELOG:	1



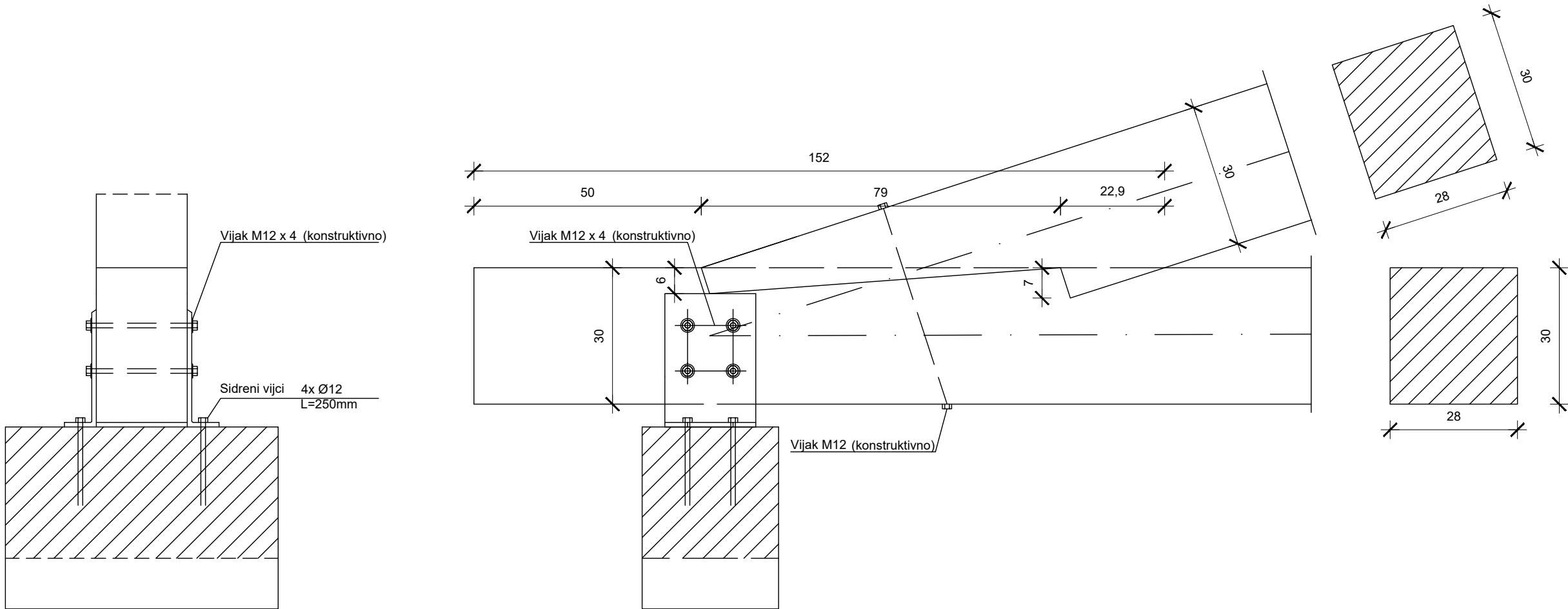
DETALJ 1
SPOJ DONJEG POJASA
M 1:10



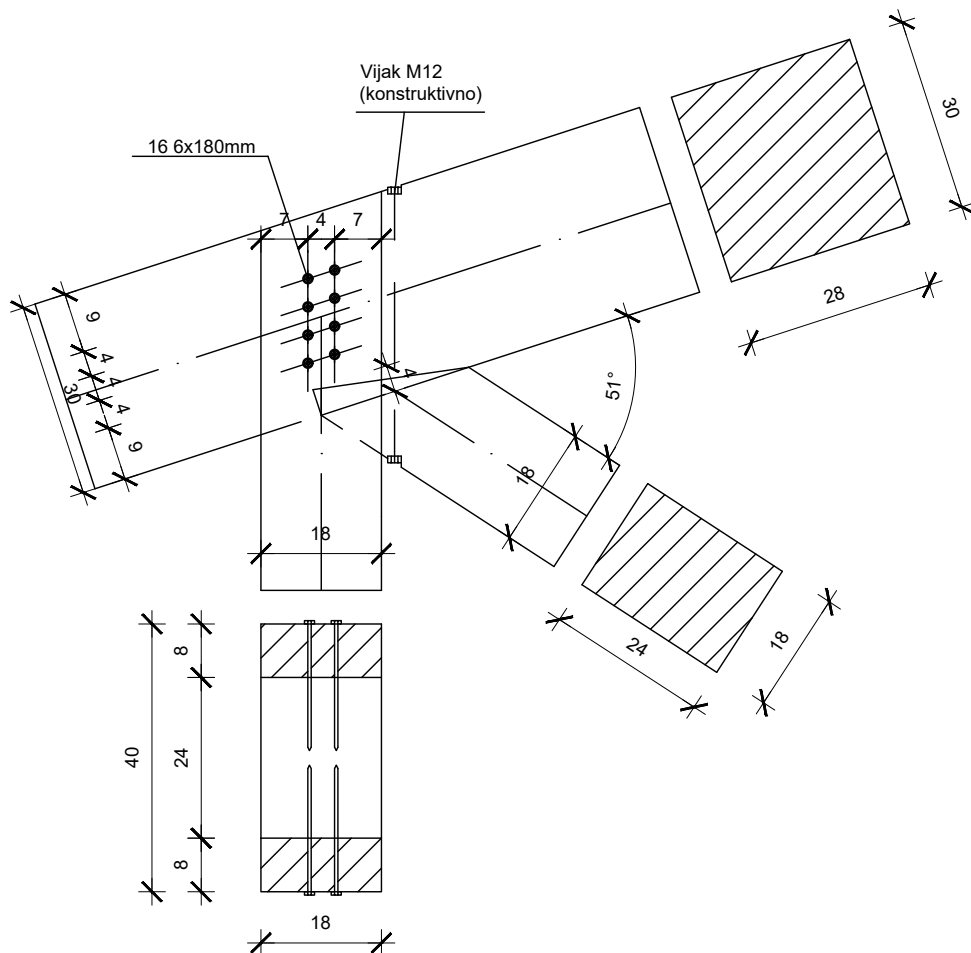
OSNOVE DRVENIH KONSTRUKCIJA		
PRORAČUN DRVENOG KROVIŠTA		
STUDENTI: IVAN PULJIZ	PREDMETNI NASTAVNIK	NENO TORIĆ
	ASISTENT	TIN HRŽIĆ
SADRŽAJ:	DETALJ SPOJA DONJEG POJASA	MJERILO: M 1 : 10
DATUM:	Lipanj 2021.	PRILOG: 3



DETALJ 2
M 1:10



 SVEUČILIŠTE U SPLITU, FAKULTET GRAĐEVINARSTVA ARHITEKTURE I GEODEZIJE 2100 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15	OSNOVE DRVENIH KONSTRUKCIJA		
	PRORAČUN DRVENOG KROVIŠTA		
	STUDENTI:	PREDMETNI NASTAVNIK	NENO TORIĆ
	IVAN PULJIZ	ASISTENT	TIN HRŽIĆ
	SADRŽAJ:	DETALJ 2 - DVOSTRUKI ZASJEK	MJERILO: M 1 : 10
DATUM:	Lipanj 2021.	PRILOG:	4

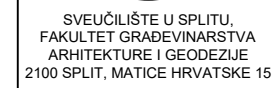
DETALJ 3
M 1:10

OSNOVE DRVENIH KONSTRUKCIJA

PRORAČUN DRVENOG KROVIŠTA

STUDENTI: IVAN PULJIZ	PREDMETNI NASTAVNIK	NENO TORIĆ
	ASISTENT	TIN HRŽIĆ
SADRŽAJ:	DETALJ 3 - ZASJEK I SPOJ	MJERILO: M 1 : 10
DATUM:	Lipanj 2021.	PRILOG: 5

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



STUDENTI: IVAN PULJIZ	PREDMETNI NASTAVNIK	NENO TORIČ
	ASISTENT	TIN HRŽIČ
SADRŽAJ: DETALJ 4 - ČAVLANI SPOJ		MJERO: M 1 : 10
DATUM: Lipanj 2021.		PRILOG: 6

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PRORAČUN DRVENOG KROVIŠTA

5	STUDENTI: IVAN PULJIZ		PREDMETNI NASTAVNIK	NEKO TORIĆ
			ASISTENT	TIN HRŽIĆ
	SADRŽAJ: DETALJ 5 - ZASJEK I ČAVLANI SPOJ			MJEROLO: M 1 : 10
	DATUM: Lipanj 2021.			PRILOG: 7

ISKAZ MATERIJALA

ISKAZ MATERIJALA ZA JEDAN OKVIR					
POZICIJA	OZNAKA	DULJINA (CM)	POPREČNI PRESJEK	KOMADA	m ³
POZ 1	GP	1080	28/30	2	1.814
POZ 2	DP 1	857	28/30	2	1.440
POZ 3	DP 2	346	28/30	1	0.291
POZ 4	S 1	105	24/18	2	0.091
POZ 5	S 2	210	24/18	2	0.181
POZ 6	S 3	315	24/18	1	0.136
POZ 7	K 1	360	24/18	2	0.311
POZ 8	K 2	402	24/18	2	0.347
UKUPNO					4.611

ISKAZ MATERIJALA UKUPNO				
OZNAKA	m ³ /PO OKVIRU	POPREČNI PRESJEK	KOMADA	m ³
GP	1.814	28/30	11	19.954
DP 1	1.440	28/30	11	18.840
DP 2	0.291	28/30	11	3.201
S 1	0.091	24/18	11	1.001
S 2	0.181	24/18	11	1.991
S 3	0.136	24/18	11	1.496
K 1	0.311	24/18	11	3.421
K 2	0.347	24/18	11	3.817
UKUPNO				53.721



SVEUČILIŠTE U SPLITU,
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA
ARHITEKTURE I GEODEZIJE
2100 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

OSNOVE DRVENIH KONSTRUKCIJA

PRORAČUN DRVENOG KROVIŠTA

STUDENTI: IVAN PULJIZ	PREDMETNI NASTAVNIK	NENO TORIĆ
	ASISTENT	TIN HRŽIĆ
SADRŽAJ:	ISKAZ	
DATUM:	Lipanj 2021.	
MJERILO: M 1 : 10		PRILOG: 8