Proračun drvene konstrukcije dvostrešnog krovišta

Lušić, Dafne Dea

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:123:673511

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

ZAVRŠNI RAD

Dafne Dea Lušić

Split, 2016.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Proračun drvene konstrukcije dvostrešnog krovišta

Završni rad

Split, 2016.

Sažetak:

Tema ovog završnog rada je dimenzioniranje drvenog dvostrešnog krovišta duljine 20,0 m na lokaciji grada Zagreba, na koju djeluju stalna i promjenjiva djelovanja. Dimenzije glavnog nosača su zadane dok se gornji pojas, donji pojas te dijagonale dimenzioniraju na proračunata opterećenja. Kao dio završnog rada, obrađeno je i rješenje spoja dviju dijagonala na donji pojas.

Ključne riječi:

Drveno dvostrešno krovište, stalno djelovanje, promjenjivo djelovanje, donji pojas, gornji pojas, dijagonale, spoj

Budget wooden structure gabled roof

Abstract:

The theme of this final paper is sizing wooden gabled roof length 20.0 m at the site of the city of Zagreb , on which they operate permanent and variable actions . Dimensions of the main carriers are given until the upper band , the lower belt and diagonal dimensioned to calculated load . As part of the final paper , processed and decision circuit two diagonals on the lower belt .

Keywords:

The wooden gable roof, permanent effect, variable effect, the lower belt, upper belt, diagonals, compound

1. TEHNIČKI OPIS **3**

2. ANALIZA OPTEREĆENJA **5**

2.1. STALNO OPTEREĆENJE – KROVNA PLOHA 5

2.2. PROMJENJIVO OPTEREĆENJE - DJELOVANJE SNIJEGA 5

2.3. PROMJENJIVO OPTEREĆENJE - DJELOVANJE VJETRA 6

3. DIJAGRAMI UNUTRAŠNJIH SILA **12**

3.1. KOMBINACIJA 1 12

3.2. KOMBINACIJA 2 13

4. GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI **14**

5. DIMENZIONIRANJE (REŠETKE) **17**

5.1. GORNJI POJAS 18

5.2. DONJI POJAS 20

5.3. DIJAGONALE 25

5.4. DIMENZIONIRANJE PODROŽNICE 27

5.5. STABILIZACIJA 29

6. PRORAČUN SPOJA A **34**

6.1. DIJAGONALA NA DONJI POJAS 34

7. NACRTI **39**

7.1. GENERALNI NACRT GLAVNOG NOSAČA M 1:200

7.2. RADIONIČKI NACRT GLAVNOG NOSAČA M 1:50

7.3. DETALJ SPOJA A M 1:10

PROGRAMSKI ZADATAK

1. TEHNIČKI OPIS

1. 1. KONSTRUKTIVNI SUSTAV KROVA

Projektom je zadan konstruktivni sustav - rešetkasti nosač raspona l=20,00 (m). Kut nagiba krova prema horizontali iznosi 25^0. Glavni nosači su paralelni u tlocrtu i nalaze se na međusobnom razmaku 4,00 m.

Stabilizacija gornjeg i donjeg pojasa predviđena je prostornim spregovima.

OPIS KONSTRUKTIVNIH ELEMENATA

GLAVNI NOSAČI
Glavni nosači predstavljaju nosivi dio konstrukcije i prenose vertikalna opterećenja na nosive zidove i dalje na temeljno tlo. Glavni nosači su dimenzionirani da prime utjecaj od vlastite težine čitave konstrukcije i opterećenja od snijega i vjetra. Oni su pravokutnog poprečnog presjeka spojeni u čvorovima. Sami elementi geometrije prikazani su na generalnom nacrtu.

PODROŽNICE
Podrožnica prenosi opterećenje s krovne plohe na glavne nosače. Elementi podrožnice koji imaju i funkciju vertikala vjetrovnog sprega, kvadratnog su poprečnog presjeka dimenzija 22/20 i nalaze se na razmaku od 550,0 cm. Podrožnica je okomita na nagib krovne plohe.

SPREG
Spreg služi za prihvaćanje horizontalnih sila vjetra 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 okruglog poprečnog presjeka Ø12.

1. 2. STATIČKA ANALIZA SUSTAVA

Statičkom analizom obuhvaćena su opterećenja koja djeluju na drvenu konstrukciju. Ta opterećenja i njihove kombinacije su:
- stalni teret
- snijeg
- vjetar (1 –s podtlačnim djelovanjem u potkrovlju i 4 –s tlačnim djelovanjem u potkrovlju).

Konstrukcija se nalazi na području Zagreba, a lokalna kategorija terena je IV. Odgovarajući koeficijenti za vjetar i za snijeg uzeti su prema tome iz propisanih tablica.
Za proračun uzimamo najnepovoljniju kombinaciju opterećenja. Za statičku shemu glavnog nosača uzeta je statički određena rešetka sa punim zglobovima u svim čvorovima.
Za proračun statičkog odgovora konstrukcije i izračun unutarnjih sila (momenti savijanja, poprečne i uzdužne sile) korišten je kompjutorski program (“SCIA“). Gornji i donji pojas su izračunati kao kontinuirane grede na koje su zglobno vezane dijagonale. Ovakvim načinom računanja dolazi se do stvarnog stanja naprezanja u presjecima rešetke.
Izvršena je i 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. MATERIJALI IZRADE

Poprečni presjeci:

- Gornji pojas (20 x 22 cm)
- Donji pojas iz dva dijela: 2 x 20 x 16 cm
  20 x 16 cm
- Dijagonale – 20 x 12 cm (L=2,533 m) i 2 x 8 x 16 cm (L=6,057 m)

Drveni elementi konstrukcije izrađeni su od C24, uporabne klase 1.
Karakteristične vrijednosti za ovu klasu :

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

$f_{m,k}$ = 24,0 N/mm^2

$f_{v,k}$ = 2,5 N/mm^2

$E_{0,mean}$ = 11000 N/mm^2

<u>Metalni elementi</u>
U iznimnim slučajevima korišten je lim zaštićen od korozije, debljine 2 mm.
Pokrov je izveden od sendvič panela.

1. 4. NAČIN ZAŠTITE DRVENIH ELEMENATA

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.
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. 5. 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. Zatim se međusobno povezuju preko podrožnice. 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.

OPĆI PODACI, GEOMETRIJA I ANALIZA OPTEREĆENJA

Glavni nosač:

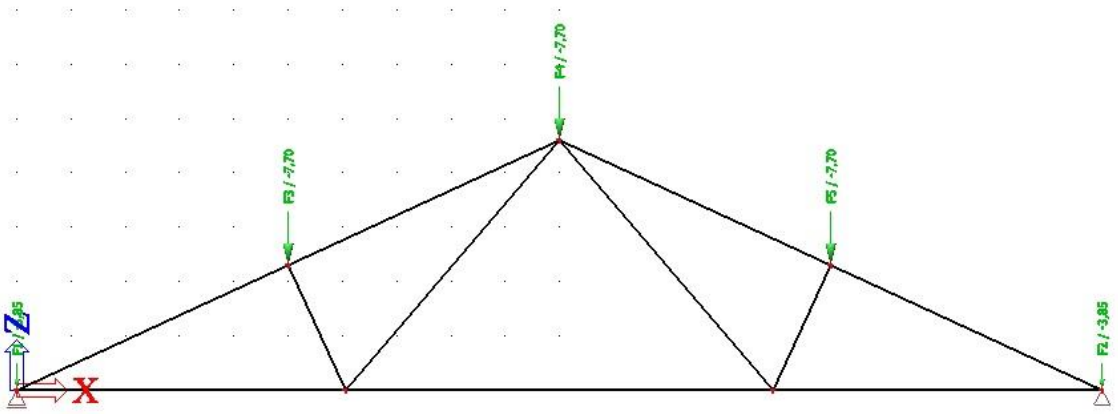
Trokutasti rešetkasti nosač
Raspon: L= 20,0 m
Nagib krovne plohe: α= 25,0°
Visina nosača: H= 10,0 m
Razmak nosača: n= 4,0 m
Razmak vertikala: a= 2,1 m (a'= 5,50 m)
Stalno opterećenje: dG = 0,35 kN/m² (pokrov + stabilizacija + s.n.)

2. ANALIZA OPTEREĆENJA

2.1. Stalno djelovanje

$G_1 = \Delta G * n * a' = 0{,}35 * 4{,}0 * 5{,}50 = 7{,}7$ kN

$\frac{G_1}{2} = 3{,}85\ kN$



Slika 1. *Prikaz stalnog djelovanja G1*

2.2. Djelovanje snijega

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

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

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

s_k - 1 kN/m^2 <=> za Zagreb, područje A, do 100 m nadmorske visine

- Nagib krova :

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

α je nagib krova

μ_i =0,8

c_e- koeficijent izloženosti (1,0)

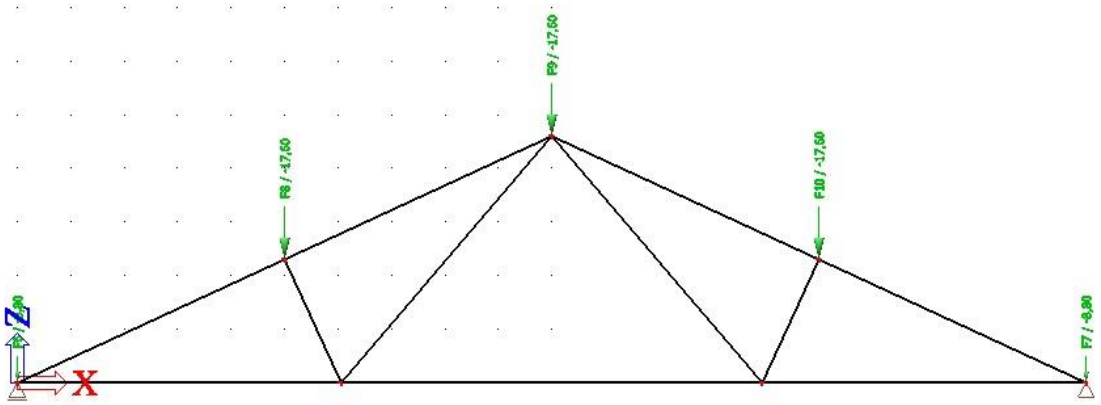
c_t- toplinski koeficijent (1,0)

Opterećenje snijegom preko cijele krovne površine:

s= 1,0 * 0,8 * 1,0 * 1,0 = 0,8[kN/m^2]

S=s * n * a' = 0,8 * 4,0 * 5,50 = 17,6 kN

$$\frac{S}{2} = 8{,}8\ kN$$



Slika 2. *Prikaz djelovanja snijega S*

2.3. Proračun djelovanja vjetra

- pritisak vjetra na vanjske površine: $w_e = q_p|z_e| * c_{pe}\,|kN/m^2|$
- pritisak vjetra na unutarnje površine: $w_i = q_p|z_i| * c_{pi}\,|kN/m^2|$

$q_p|z_e|$ =>pritisak vjetra pri udaru

$z_{e(i)}$ => referentna visina za vanjski (unutarnji) pritisak

c_{pe} => vanjski koeficijent pritiska

c_{pi} =>unutarnji koeficijent pritiska

Određivanje pritiska brzine vjetra pri udaru

Osnovni pritisak vjetra q_b određuje se prema formuli:

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

gdje je:

ρ- gustoća zraka (usvaja se vrijednost iz propisa 1,25 kg/m^3)
v_b - osnovna brzina vjetra.

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

Osnovna brzina vjetra v_b računa se dalje prema izrazu:

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

gdje je:

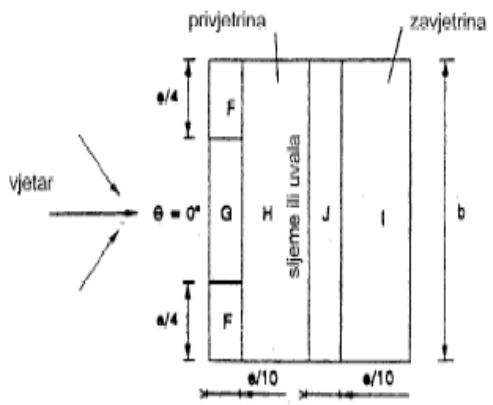
$v_{b,0}$ – fundamentalna vrijednost osnovne brzine vjetra (očitava se iz karte)
c_{dir} – faktor smjera vjetra (obično se uzima **1,0**)
c_{season} – faktor doba godine (obično se uzima **1,0**).

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

<u>Određivanje koeficijenta vanjskog tlaka</u>

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 -5º i +5º, tada se koriste podaci za ravne krovove).



Slika 3. *Prikaz područja vjetraza dvostrešne krovove (θ=0°)*

Nakon dobivenih vrijednosti v_b i $v_{b,0}$, definira se srednja brzina vjetra $v_m(z)$ iznad terena:

$$\boldsymbol{v_m|z| = c_r|z| * c_0|z| * v_b [\text{m/s }]}$$

gdje je:

$c_r(z)$ – faktor hrapavosti terena
$c_0(z)$ – faktor orografije ili opisivanje brežuljaka ili gora (obično se uzima 1,0).

$$v_m|z| = c_r|z| * c_0|z| * v_b = 0{,}53 * 1{,}0 * 20{,}0 = 10{,}6 \text{ m/s}$$

z = 10 m
IV. kategorija terena → $z_0 - z_{min} = 1{,}0 - 10$

Faktor hrapavosti $c_r(z)$ određuje se prema:

$$\boldsymbol{c_r|z| = k_r * ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} \qquad \textbf{za } z_{min} \leq z \leq z_{max}$$
$$\boldsymbol{c_r|z| = c_r|z_{min}|} \qquad \textbf{za } z \leq z_{min}$$

gdje su:

z_0 – duljina hrapavosti
k_r – faktor terena ovisan o duljini hrapavosti
z_{min} – minimalna visina hrapavosti
z_{max} – maksimalna visina hrapavosti (usvaja se vrijednost **200 m**).

$$5 \text{ m} \leq 10 \text{ m} \leq 200 \text{ m} \rightarrow c_r|z| = k_r * ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0{,}23 * \ln\left(\frac{10}{1{,}0}\right) = 0{,}53$$

Faktor terena k_r određuje se prema:

$$\boldsymbol{k_r = 0{,}19 * \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0{,}07}}$$

gdje je:
$z_{0,II}$ – duljina hrapavosti za kategoriju terena IV (prema tablici iznosi **0,05 m**).
Očitano iz tablice za IV. kategoriju terena: **z_0 = 1,0 m , z_{min} = 10 m**.

$$k_r = 0{,}19 * \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0{,}07} = 0{,}19 * \left(\frac{1{,}0}{0{,}05}\right)^{0{,}07} = 0{,}23$$

Intenzitet turbulencije $I_v(z)$ računa se prema izrazu:

$$\boldsymbol{I_v|z| = \frac{k_I}{c_0|z| * ln\left(\frac{z}{z_0}\right)}}$$

gdje je:
k_I – faktor turbulencije (obično se uzima vrijednost 1,0).

$$I_v|z| = \frac{k_I}{c_0|z| * \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1}{1 * \ln\left(\frac{10}{1{,}0}\right)} = 0{,}43$$

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

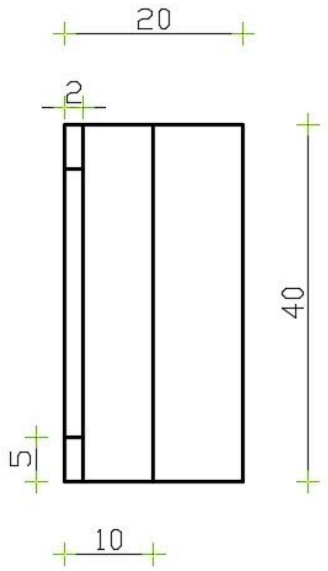
$$\boldsymbol{q_p|z| = c_e|z| * q_b = \left|1 + 7 * I_v|z|\right| * \frac{1}{2} * \rho * v_m^2|z|}$$

gdje je:
$c_e(z)$ – faktor izloženosti i odnosi se na pritisak te ovisi o visini iznad terena z i kategoriji terena

$$q_p|z| = \left|1 + 7 * I_v|z|\right| * \frac{1}{2} * \rho * v_m^2|z| = |1 + 7 * 0{,}43| * \frac{1}{2} * 1{,}25 * 10{,}6^2 = 281{,}60 \text{ N/m}^2$$

$q_p|z|$= 0,28 kN/m^2

<u>Parametar e:</u> $e = \min\{40;2 \cdot 10\} = 20m$



Slika 4. *Prikaz područja vjetra za dvostrešne krovove (θ=0°) sa dimenzijama*

- za krovna područja (dvostrešni krov)

α=25°	F	G	H	I	J
c_{pe1}	- 0,6	- 0,58	- 0,23	- 0,58	- 0,45
c_{pe2}	+ 0,58	+ 0,58	+ 0,35	+ 0,0	+ 0,0

Tablica 1. *Vrijednosti koeficijenata vanjskog pritiska za područja dvostrešnog krova*

PODRUČJE	G	H	I	J
c_{pe1}	- 0,58	- 0,23	- 0,58	- 0,45
c_{pe2}	+ 0,58	+ 0,35	+ 0,0	+ 0,0
W_{e1}	- 0,16	- 0,06	- 0,16	- 0,13
W_{e2}	+ 0,16	+ 0,10	0,0	0,0
W_1 (W_{e1} „+“ W_{i1})	**- 0,22**	**- 0,12**	**- 0,22**	**- 0,19**
W_2 (W_{e1} „-“ W_{i2})	0,08	0,02	0,08	0,05
W_3 (W_{e2} „-“ W_{i1})	0,10	0,04	0,06	0,06
W_4 (W_{e2} „+“ W_{i2})	**+ 0,24**	**+ 0,18**	**+ 0,08**	**+ 0,08**

Tablica 2. *Vrijednosti koeficijenata pritiska vjetra*

$W_{i1} = q_p|z| * (+0,2) = 0,28 * 0,2 = 0,06$ kN/m^2

$W_{i2} = q_p|z| * (- 0,3) = 0,28 * (- 0,3) = - 0,08$ kN/m^2

<u>IZNOS KONCENTRIRANIH SILA</u>:

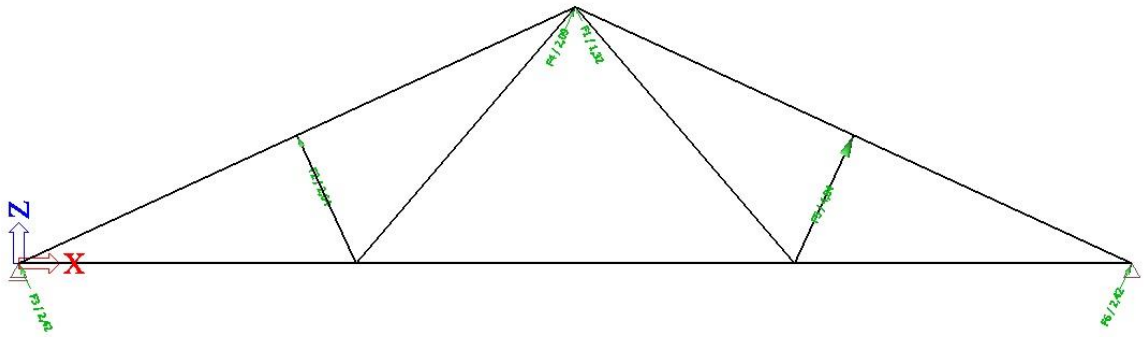
ZONA G:
$W_1 = -0,22 * n * a' = - 0,22 * 4,0 * 5,5 = -4,84$ kN $\quad W_1/2 = -2,42$ kN
$W_4 = 0,24 * n * a' = 0,24 * 4,0 * 5,5 = 5,28$ kN $\quad W_4/2 = 2,64$ kN

ZONA H:
$W_1 = - 0,12 * n * a' = - 0,12 * 4,0 * 5,5 = -2,64$ kN $\quad W_1/2 = -1,32$ kN
$W_4 = 0,18 * n * a' = 0,18 * 4,0 * 5,5 = 3,96$ kN $\quad W_4/2 = 1,98$ kN

ZONA I:
$W_1 = - 0,22 * n * a' = - 0,22 * 4,0 * 5,5 = -4,84$ kN $\quad W_1/2 = -2,42$ kN
$W_4 = 0,08 * n * a' = 0,08 * 4,0 * 5,5 = 1,76$ kN $\quad W_4/2 = 0,88$ kN

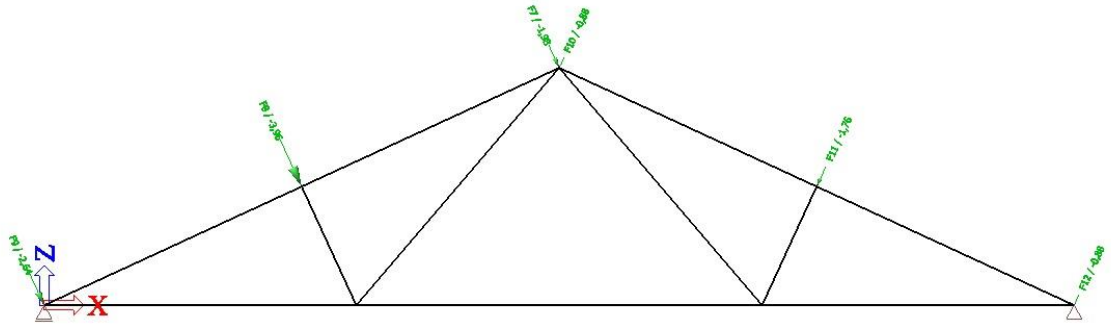
ZONA J:
$W_1 = - 0,19 * n * a' = - 0,19 * 4,0 * 5,5 = -4,18$kN $\quad W_1/2 = -2,09$ kN
$W_4 = 0,08 * n * a' = 0,08 * 4,0 * 5,5 = 1,76$ kN $\quad W_4/2 = 0,88$ Kn

Djelovanje vjetra (W1)



Slika 5. *Prikaz djelovanja vjetra W1*

Djelovanje vjetra (W4)



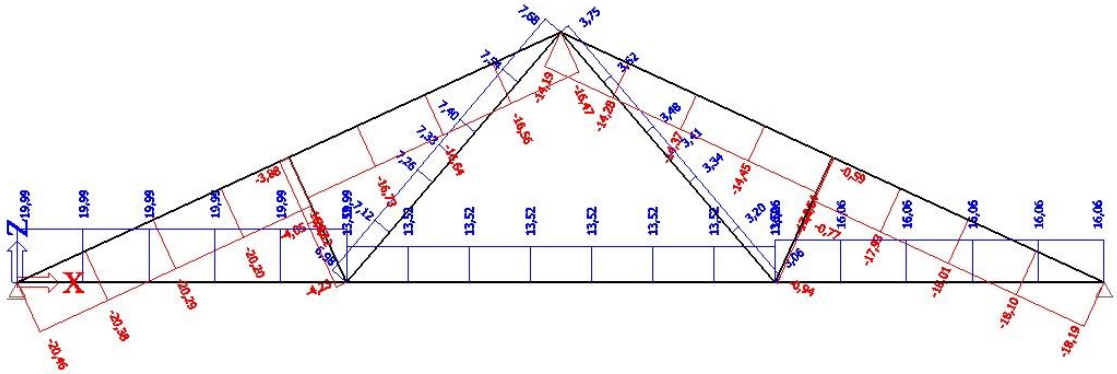
Slika 6. *Prikaz djelovanja vjetra W2*

3. DIJAGRAMI UNUTRAŠNJIH SILA

3.1. Kombinacija GSN=1,0 vlastita težina (G) + 1,0 stalno djelovanje (G_1) + 1,50 vjetar (W_1)

N-dijagram

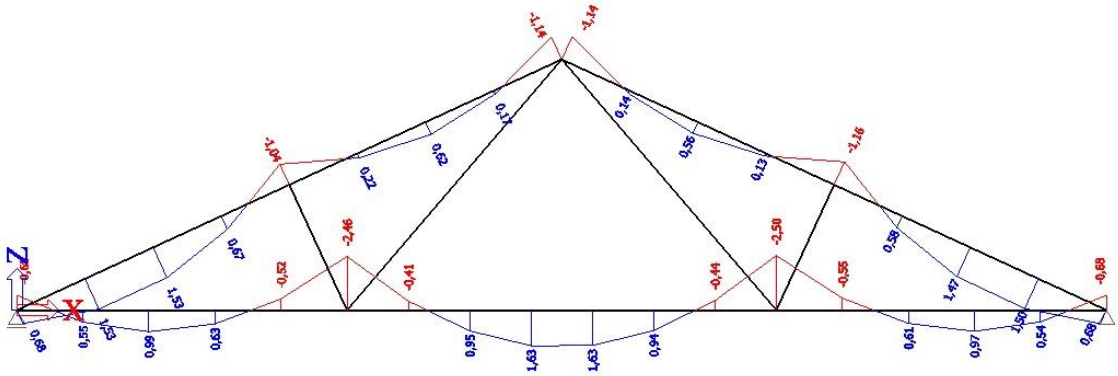
max vlačna sila = 19,99 kN ; max vlačna sila= -20,46 kN **N [kN]**



Slika 7. *N- dijagram za GSN kombinaciju 1.*

M-dijagram

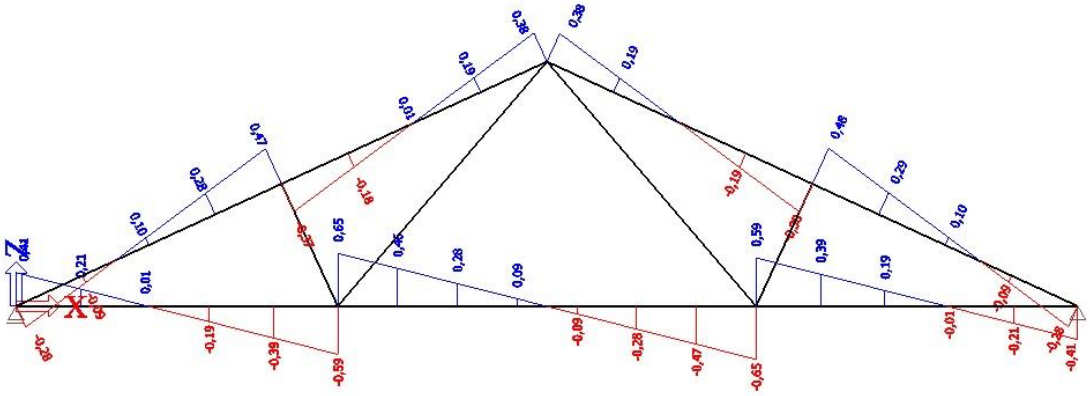
max moment = 1,63 kNm ; max moment = -2,50 kNm **M [kNm]**



Slika 8. *M- dijagram za GSN kombinaciju 1.*

T-dijagram

max tlačna sila = 0,65 kNm ; max tlačna sila = -0,65 kNm **T [kN]**

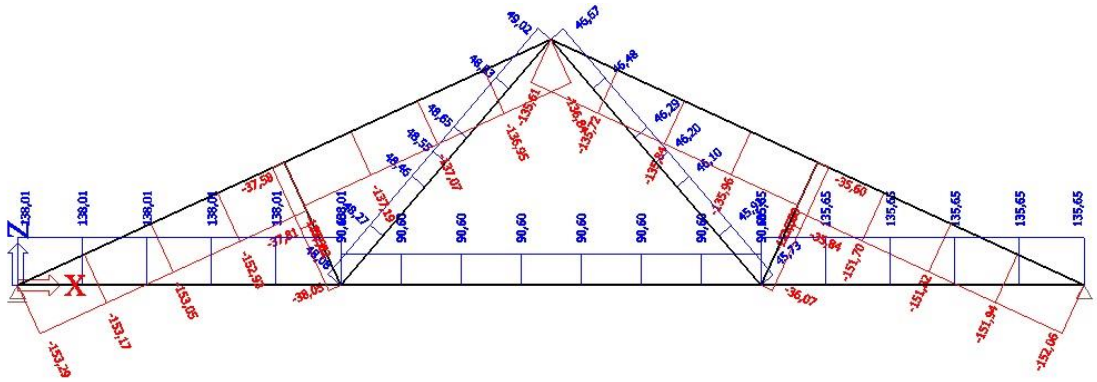


Slika 9. *T- dijagram za GSN kombinaciju 1.*

3.2. Kombinacija GSN=1,35 vlastita težina (G) + 1,35 stalno djelovanje (G_1) + 1,50 snijeg (S) + 0,6 * 1,50 vjetar (W_4)

N-dijagram

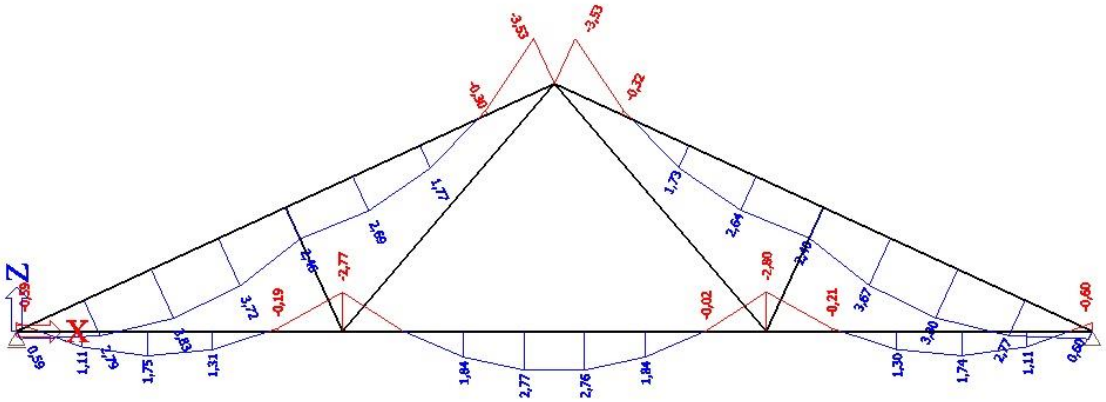
max vlačna sila = 138,01 kN ; max tlačna sila= - 153,29 kN **N [kN]**



Slika 10. *N- dijagram za kombinaciju 2.*

M-dijagram

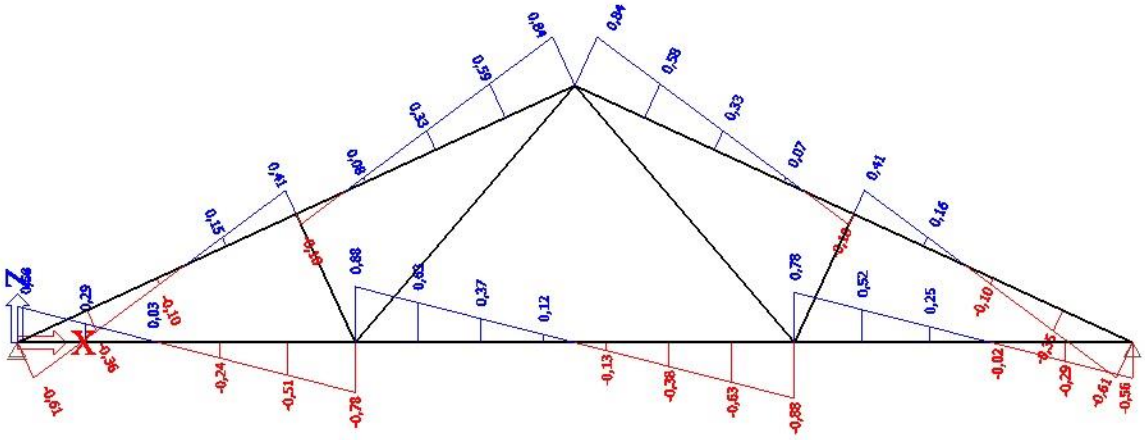
max moment = 3,83 kNm ; max moment= - 3,53 kNm **M [kNm]**



Slika 11. *M- dijagram za kombinaciju 2.*

T-dijagram

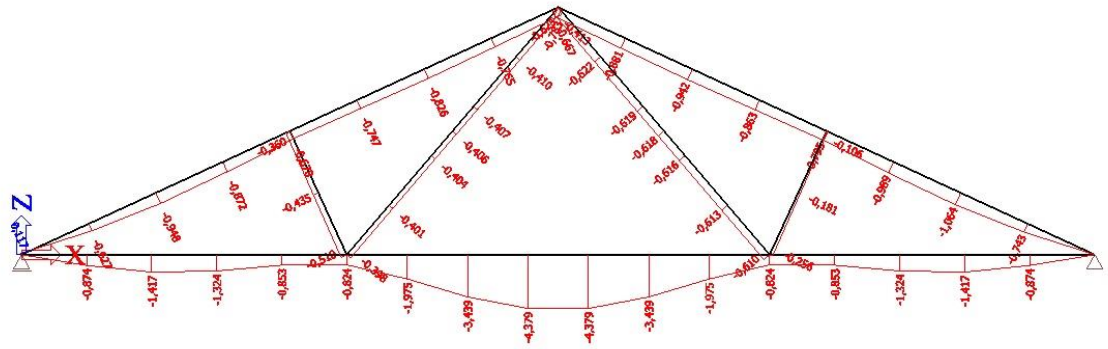
max tlačna sila = 0,88 ; max tlačna sila= - 0,88 kN **T [kN]**



Slika 12. *T- dijagram za kombinaciju 2.*

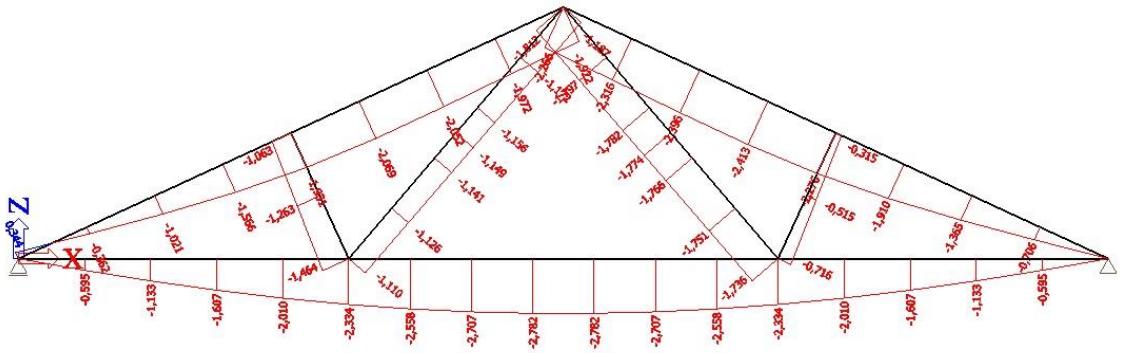
4. GRANIČNO STANJE UPORABLJIVOSTI

GSU- progib G



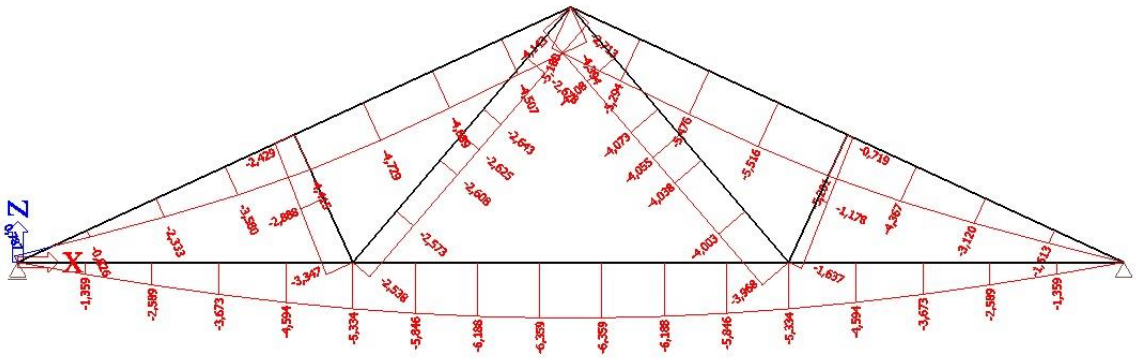
Slika 13. *Prikaz progiba od vlastite težine G*

GSU- progib G1



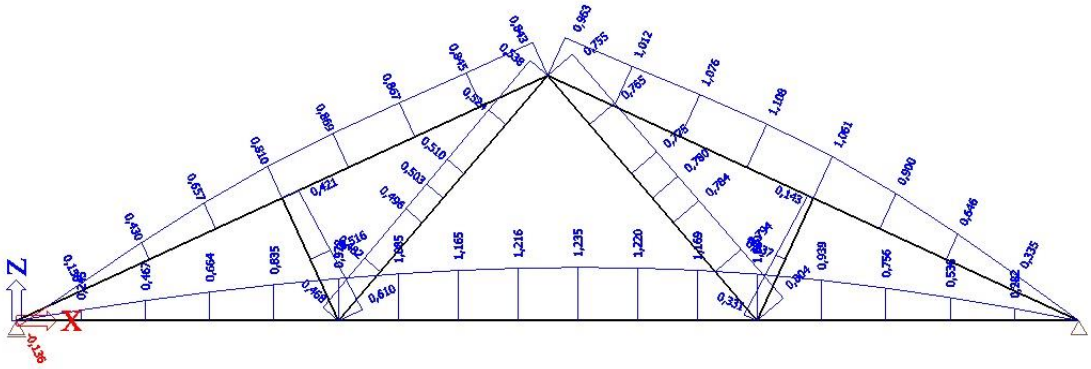
Slika 14. *Prikaz progiba od stalnog djelovanja G1*

GSU- progib snijeg (S)



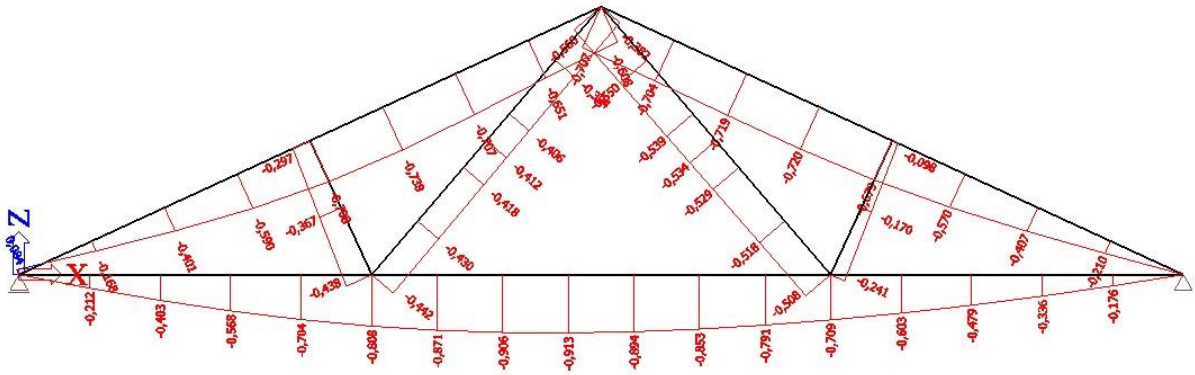
Slika 15. *Prikaz progiba od snijega S*

GSU- progib vjetar (W1)



Slika 16. *Prikaz progiba od vjetra W1*

GSU- progib vjetar (W4)



Slika 17. *Prikaz progiba od vjetra W2*

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

Stalno opterećenje **G**
$W_{g=}W_{inst}*(1+k_{def})$= 4,379 *(1+0,6)= 7,01 mm
k_{def}=0,60 - stalno

Stalno opterećenje **G1**
$W_{g1=}W_{inst}*(1+k_{def})$= 2,782*(1+0,6)= 4,45 mm
k_{def}=0,60 - stalno

Promjenjivo opterećenje **S**
$W_{s=}W_{inst}*(1+k_{def})$= 6,359 *(1+0,50)= 9,54 mm
k_{def}=0,50 – dugo

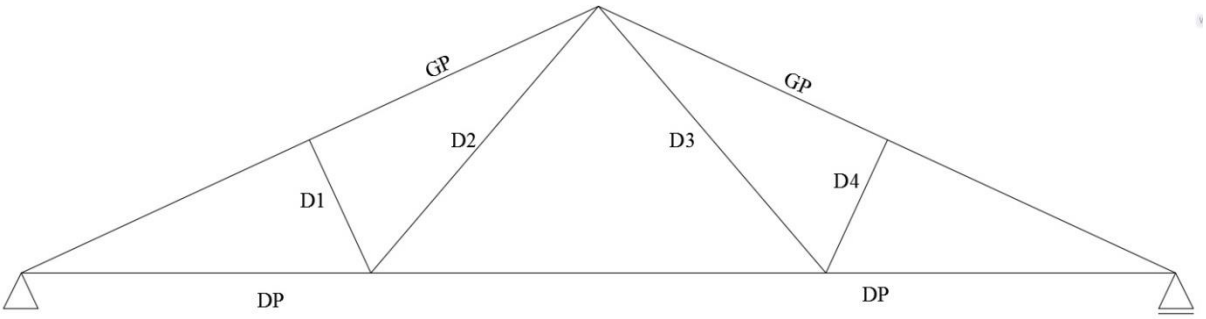
Promjenjivo opterećenje **W1**
$W_{w1=}W_{inst}*(1+k_{def})$= 1,235 *(1+0,25) = 1,54 mm
k_{def}=0,25 – srednje trajno

Promjenjivo opterećenje **W4**
$W_{w4=}W_{inst}*(1+k_{def})$= 0,913 *(1+0,25)= 1,14 mm
k_{def}=0,25 – srednje trajno

Ukupni progib $W_{q\ fin}$ < L/300 L= 20,0 m
$W_{q\ inst.}$= 15,7 mm < 20000/300 = 66,7 mm
W_{w4}<L/300 ; 1,14 mm < 66,7 mm

W_{fin} - W_{gfin} < L/200
23,68 – 7,16 < 20000/200
16,52mm < 100 mm

5. DIMENZIONIRANJE (REŠETKE)



Slika 18. *Prikaz zadanog okvira sa pripadajućim oznakama pozicija*

UPORABNA KLASA 1
KRATKOTRAJNO OPTEREĆENJE

$k_{\text{mod}} = 0{,}8$

$\gamma_M = 1{,}3$

<u>Karakteristične vrijednosti :</u>

$$f_{m,k} = 24{,}0 N/mm^2$$
$$f_{v,k} = 2{,}70 N/mm^2$$
$$f_{c,o,k} = 21{,}0 N/mm^2$$
$$f_{t,o,k} = 14{,}0 N/mm^2$$
$$E_{o,mean} = 11000 N/mm^2$$
$$G_{mean} = 690 N/mm^2$$

<u>Proračunske vrijednosti :</u>

$$f_{m,d} = k_{\text{mod}} \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0{,}8 \cdot \frac{24{,}0}{1{,}3} = 14{,}8 N/mm^2$$
$$f_{V,d} = k_{\text{mod}} \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0{,}8 \cdot \frac{2{,}50}{1{,}3} = 1{,}5 N/mm^2$$
$$f_{c,0,d} = k_{\text{mod}} \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_m} = 0{,}8 \cdot \frac{21{,}0}{1{,}3} = 12{,}9 N/mm^2$$
$$f_{t,0,d} = k_{\text{mod}} \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_m} = 0{,}8 \cdot \frac{14{,}0}{1{,}3} = 8{,}6 N/mm^2$$
$$E_{0.05} = \frac{2}{3} E_{0,mean} = \frac{2}{3} \cdot 11000 = 7333{,}33 N/mm^2$$
$$G_{0.05} = \frac{2}{3} G_{mean} = \frac{2}{3} \cdot 690 = 460 N/mm^2$$

5.1. Gornji pojas (POZ 1)

Materijal: C24, uporabna klasa 1
Djelovanja: N_{sd}= - 153,29 kN (tlak)
M_{sd}= 3,53 kNm
V_{sd}= 0,84 kN

Pretpostavljeni poprečni presjek: b/h = 20/22 cm

Geometrijske karakteristike:

A= b * h = 200 * 220 = 44000 mm^2

$$W = \frac{200 * 220^2}{6} = 1613333{,}3\ mm^3$$

$l_{eff,y}$ = 5,50 m = $l_{eff,z}$ (b/b presjek)

Karakteristične vrijednosti čvrstoća i modula:

Uporabna klasa 1, srednjetrajno opterećenje → k_{mod} = 0,8

$f_{c,0,k}$ = 21,0 N/mm^2 $\qquad f_{c,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M} = 0{,}8 * \frac{21}{1{,}3} = 12{,}9\ N/mm^2$

$f_{m,k}$ = 24,0 N/mm^2 $\qquad f_{m,d} = k_{mod} * \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0{,}8 * \frac{24}{1{,}3} = 14{,}8\ N/mm^2$

$f_{v,k}$ = 2,5 N/mm^2 $\qquad f_{v,d} = k_{mod} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0{,}8 * \frac{2{,}5}{1{,}3} = 1{,}5\ N/mm^2$

$E_{0,mean}$ = 11000 N/mm^2 $\qquad E_{0,05} = \frac{2}{3} * E_{0,mean} = \frac{2}{3} * 11000 = 7333{,}3\ N/mm^2$

Proračun naprezanja:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{F_d}{A} = \frac{153{,}29 * 1000}{44000} = 3{,}5\ N/mm^2$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_d}{W} = \frac{3{,}53 * 1000000}{1613333{,}3} = 2{,}2\ N/mm^2$$

$$\tau_d = \frac{H_d * S}{I * b} = 1{,}5 * \frac{H_d}{A} = 1{,}5 * \frac{0{,}84\ * 1000}{44000} = 0{,}03\ \frac{N}{mm^2}$$

$$k_c = min\left\{\frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel,c}^2}};\ 1{,}0\right\} \leq 1{,}0\ \ \rightarrow k_c = \frac{1}{1{,}94 + \sqrt{1{,}94^2 - 1{,}62^2}} = 0{,}33$$

$k = 0{,}5 * \left[1 + \beta_c * \left(\lambda_{rel,c} - 0{,}3\right) + \lambda_{rel,c}^2\right] = 0{,}5 * [1 + 0{,}2 * (1{,}62 - 0{,}3) + 1{,}62^2] =$
k = 1,94

$$\lambda_y = \frac{l_{eff,y}}{0{,}289 * b} = \frac{550}{0{,}289 * 20} = 95{,}1$$
$$\beta_c = 0{,}2 \ (\ za\ puno\ drvo)$$

$$\lambda_{rel,c,y} = \frac{\lambda}{\pi} * \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{95{,}1}{\pi} * \sqrt{\frac{21}{7333{,}3}} = 1{,}62$$

<u>Dokaz stabilnosti i nosivosti</u>:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c * f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{k_m * f_{m,d}} \leq 1{,}0 \qquad \frac{\tau_d}{f_{v,d}} \leq 1{,}0$$

$$\frac{3{,}5}{0{,}33 * 12{,}9} + \frac{2{,}2}{1 * 14{,}8} = \ 0{,}97 < \ 1{,}0 \qquad \frac{0{,}03}{1{,}5} = 0{,}01 \ < 1{,}0$$

ISKORISTIVOST: 97 %

Zaključak: pretpostavljeni poprečni presjek zadovoljava uvjete nosivosti i stabilnosti!

5.2. Donji pojas

a) Donji dio (POZ 2)

Materijal: C24, uporabna klasa 1
Djelovanja: N_{sd}= 138,01 kN
M_{sd}=1,75 kNm
V_{sd}= 0,78 kN

Pretpostavljeni poprečni presjek: b/h = 20/12 cm

Geometrijske karakteristike:

A= 2 * b * h =2 * 200 * 120 = 48000 mm^2

A_N= 0,8 * b * h =0,8 * 200 * 120 = 38400 mm^2

$$W = \frac{200 * 120^2}{6} = 480000\ mm^3$$

$l_{eff,y}$ = 6,06 m

Karakteristične vrijednosti čvrstoća i modula:

Uporabna klasa 1,srednjetrajno opterećenje → k_{mod} = 0,8

$f_{c,0,k}$ = 21,0 N/mm^2 $\quad f_{c,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M} = 0{,}8 * \frac{21}{1{,}3} = 12{,}9\ N/mm^2$

$f_{t,0,k}$ = 14,0 N/mm^2 $\quad f_{t,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_M} = 0{,}8 * \frac{14}{1{,}3} = 8{,}6\ N/mm^2$

$f_{m,k}$ = 24,0 N/mm^2 $\quad f_{m,d} = k_{mod} * \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0{,}8 * \frac{24}{1{,}3} = 14{,}8\ N/mm^2$

$f_{v,k}$ = 2,5 N/mm^2 $\quad f_{v,d} = k_{mod} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0{,}8 * \frac{2{,}5}{1{,}3} = 1{,}5\ N/mm^2$

$E_{0,mean}$ = 11000 N/mm^2 $\quad E_{0,05} = \frac{2}{3} * E_{0,mean} = \frac{2}{3} * 11000 = 7333{,}3\ N/mm^2$

$$\frac{l_{eff,y} * h}{b^2} = \frac{606 * 12}{20^2} = 18{,}2 < 140 \rightarrow k_m = 1{,}0$$

Proračun naprezanja:

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{F_d}{A_N} = \frac{138{,}01 * 1000}{38400} = 3{,}6\ N/mm^2$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_d}{W} = \frac{1{,}75 * 1000000}{480000} = 3{,}6\ N/mm^2$$

$$\tau_{m,d} = \frac{H_d * S}{I * b} = 1{,}5 * \frac{H_d}{A} = 1{,}5 * \frac{0{,}78 * 1000}{48000} = 0{,}02\ \frac{N}{mm^2}$$

Dokaz stabilnosti i nosivosti:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{k_m * f_{m,d}} \leq 1{,}0 \qquad \frac{\tau_{m,d}}{f_{v,d}} \leq 1{,}0$$

$$\frac{3{,}6}{8{,}6} + \frac{3{,}6}{1 * 14{,}8} = 0{,}66 < 1{,}0 \qquad \frac{0{,}02}{1{,}5} = 0{,}01 < 1{,}0$$

ISKORISTIVOST: 66 %

Zaključak: pretpostavljeni poprečni presjek zadovoljava uvjete nosivosti i stabilnosti!

b) Donji dio (POZ 3)

Materijal: C24, uporabna klasa 1
Djelovanja: N_{sd}= 90,60 kN
M_{sd}=2,77 kNm
V_{sd}= 0,88 kN

Pretpostavljeni poprečni presjek: b/h = 20/12 cm

Geometrijske karakteristike:

A= b * h =200 * 120 = 24000 mm^2

A_N= 0,8 * b * h =0,8 * 200 * 120 = 19200 mm^2

$$W = \frac{200 * 120^2}{6} = 480000\ mm^3$$

$l_{eff,y}$ = 6,06 m

Karakteristične vrijednosti čvrstoća i modula:

Uporabna klasa 1,srednjetrajno opterećenje → k_{mod} = 0,8

$f_{c,0,k}$ = 21,0 N/mm^2 $\qquad f_{c,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M} = 0{,}8 * \frac{21}{1{,}3} = 12{,}9\ N/mm^2$

$f_{t,0,k}$ = 14,0 N/mm^2 $\qquad f_{t,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_M} = 0{,}8 * \frac{14}{1{,}3} = 8{,}6\ N/mm^2$

$f_{m,k}$ = 24,0 N/mm^2 $\qquad f_{m,d} = k_{mod} * \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0{,}8 * \frac{24}{1{,}3} = 14{,}8\ N/mm^2$

$f_{v,k}$ = 2,5 N/mm^2 $\qquad f_{v,d} = k_{mod} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0{,}8 * \frac{2{,}5}{1{,}3} = 1{,}5\ N/mm^2$

$E_{0,mean}$ = 11000 N/mm^2 $\qquad E_{0,05} = \frac{2}{3} * E_{0,mean} = \frac{2}{3} * 11000 = 7333{,}3\ N/mm^2$

$$\frac{l_{eff,y} * h}{b^2} = \frac{606 * 12}{20^2} = 18{,}2 < 140 \rightarrow k_m = 1{,}0$$

Proračun naprezanja:

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{F_d}{A_N} = \frac{90{,}60 * 1000}{19200} = 4{,}7\ N/mm^2$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_d}{W} = \frac{2{,}77 * 1000000}{480000} = 5{,}8\ N/mm^2$$

$$\tau_{m,d} = \frac{H_d * S}{I * b} = 1{,}5 * \frac{H_d}{A} = 1{,}5 * \frac{0,88 * 1000}{24000} = 0{,}1\ \frac{N}{mm^2}$$

Dokaz stabilnosti i nosivosti:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{k_m * f_{m,d}} \leq 1{,}0 \qquad \frac{\tau_{m,d}}{f_{v,d}} \leq 1{,}0$$

$$\frac{4{,}7}{8{,}6} + \frac{5{,}8}{1 * 14{,}8} = 0{,}94 < 1{,}0 \qquad \frac{0{,}1}{1{,}5} = 0{,}1 < 1{,}0$$

ISKORISTIVOST: 94 %

Zaključak: pretpostavljeni poprečni presjek zadovoljava uvjete nosivosti i stabilnosti!

Unatoč iskoristivosti od 66 % i 94 %, promjena dimenzija je nužna radi stabilnosti spoja.
Donji dio krova ima poprečni presjek 20/16 cm.

a) Donji dio (POZ 2)

Materijal: C24, uporabna klasa 1
Djelovanja: N_{sd}= 138,01 kN
M_{sd}=1,75 kNm
V_{sd}= 0,78 kN

Pretpostavljeni poprečni presjek: b/h = 20/16 cm

Geometrijske karakteristike:

A=2 * b * h =2 * 200 * 160 = 64000 mm^2

A_N=0,8 * b * h =0,8 * 200 * 160 = 51200 mm^2

$$W = \frac{200 * 160^2}{6} = 853333{,}3\ mm^3$$

$l_{eff,y}$ = 6,06 m

Karakteristične vrijednosti čvrstoća i modula:

Uporabna klasa 1,srednjetrajno opterećenje → k_{mod} = 0,8

$f_{c,0,k}$ = 21,0 N/mm^2 $$f_{c,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M} = 0{,}8 * \frac{21}{1{,}3} = 12{,}9\ N/mm^2$$

$f_{t,0,k}$ = 14,0 N/mm^2 $$f_{t,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_M} = 0{,}8 * \frac{14}{1{,}3} = 8{,}6\ N/mm^2$$

$f_{m,k}$ = 24,0 N/mm^2 $$f_{m,d} = k_{mod} * \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0{,}8 * \frac{24}{1{,}3} = 14{,}8\ N/mm^2$$

$f_{v,k}$ = 2,5 N/mm^2 $$f_{v,d} = k_{mod} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0{,}8 * \frac{2{,}5}{1{,}3} = 1{,}5\ N/mm^2$$

$E_{0,mean}$ = 11000 N/mm^2 $$E_{0,05} = \frac{2}{3} * E_{0,mean} = \frac{2}{3} * 11000 = 7333{,}3\ N/mm^2$$

$$\frac{l_{eff,y} * h}{b^2} = \frac{606 * 16}{20^2} = 24{,}2 < 140 \rightarrow k_m = 1{,}0$$

Proračun naprezanja:

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{F_d}{A_N} = \frac{138{,}01 * 1000}{51200} = 2{,}7\ N/mm^2$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_d}{W} = \frac{1{,}75 * 1000000}{853333{,}3} = 2{,}0\ N/mm^2$$

$$\tau_{m,d} = \frac{H_d * S}{I * b} = 1{,}5 * \frac{H_d}{A} = 1{,}5 * \frac{0{,}78 * 1000}{64000} = 0{,}02\ \frac{N}{mm^2}$$

Dokaz stabilnosti i nosivosti:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{k_m * f_{m,d}} \leq 1{,}0 \qquad \frac{\tau_{m,d}}{f_{v,d}} \leq 1{,}0$$

$$\frac{2{,}7}{8{,}6} + \frac{2{,}0}{1 * 14{,}8} = 0{,}45 < 1{,}0 \qquad \frac{0{,}02}{1{,}5} = 0{,}01 < 1{,}0$$

ISKORISTIVOST: 45%

Zaključak: pretpostavljeni poprečni presjek zadovoljava uvjete nosivosti i stabilnosti!

b) ***Donji dio (POZ 3)***

Materijal: C24, uporabna klasa 1
Djelovanja: N_{sd}= 90,60 kN
M_{sd}=2,77 kNm
V_{sd}= 0,88 kN

Pretpostavljeni poprečni presjek: b/h = 20/16 cm

Geometrijske karakteristike:

A= b * h =200 * 160 = 32000 mm^2

A_N=0,8 * b * h =0,8 * 200 * 160 = 25600 mm^2

$$W = \frac{200 * 160^2}{6} = 853333{,}3\ mm^3$$

$l_{eff,y}$ = 7,88 m

Karakteristične vrijednosti čvrstoća i modula:

Uporabna klasa 1,srednjetrajno opterećenje → k_{mod} = 0,8

$f_{c,0,k}$ = 21,0 N/mm^2 $\quad f_{c,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M} = 0{,}8 * \frac{21}{1{,}3} = 12{,}9\ N/mm^2$

$f_{t,0,k}$ = 14,0 N/mm^2 $\quad f_{t,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_M} = 0{,}8 * \frac{14}{1{,}3} = 8{,}6\ N/mm^2$

$f_{m,k}$ = 24,0 N/mm^2 $\quad f_{m,d} = k_{mod} * \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0{,}8 * \frac{24}{1{,}3} = 14{,}8\ N/mm^2$

$f_{v,k}$ = 2,5 N/mm^2 $\quad f_{v,d} = k_{mod} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0{,}8 * \frac{2{,}5}{1{,}3} = 1{,}5\ N/mm^2$

$E_{0,mean}$ = 11000 N/mm^2 $\quad E_{0,05} = \frac{2}{3} * E_{0,mean} = \frac{2}{3} * 11000 = 7333{,}3\ N/mm^2$

$$\frac{l_{eff,y} * h}{b^2} = \frac{788 * 16}{20^2} = 31{,}5 < 140 \rightarrow k_m = 1{,}0$$

Proračun naprezanja:

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{F_d}{A_N} = \frac{90{,}60 * 1000}{25600} = 3{,}5\ N/mm^2$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_d}{W} = \frac{2{,}77 * 1000000}{853333{,}3} = 3{,}2\ N/mm^2$$

$$\tau_{m,d} = \frac{H_d * S}{I * b} = 1{,}5 * \frac{H_d}{A} = 1{,}5 * \frac{0{,}88 * 1000}{32000} = 0{,}04\ N/mm^2$$

Dokaz stabilnosti i nosivosti:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{k_m * f_{m,d}} \leq 1{,}0 \qquad \frac{\tau_{m,d}}{f_{v,d}} \leq 1{,}0$$

$$\frac{3{,}5}{8{,}6} + \frac{3{,}2}{1 * 14{,}8} = 0{,}62 < 1{,}0 \qquad \frac{0{,}04}{1{,}5} = 0{,}02 < 1{,}0$$

ISKORISTIVOST: 62 %

Zaključak: pretpostavljeni poprečni presjek zadovoljava uvjete nosivosti i stabilnosti!

5.3. Dijagonale

a) Dijagonale D1 i D4 (POZ 4)

Materijal: C24, uporabna klasa 1
Djelovanja: N_{sd}= - 38,05 kN (tlak)

Pretpostavljeni poprečni presjek: b/h = 20/12 cm

Geometrijske karakteristike:

A_N=0,8 * b * h =0,8 * 200 * 120 = 19200 mm^2
A= b * h = 200 * 120 = 24000 mm^2

$$W = \frac{200 * 120^2}{6} = 480000\ mm^3$$

$l_{eff,y}$ = 2,533 m

Karakteristične vrijednosti čvrstoća i modula:

Uporabna klasa 1,srednjetrajno opterećenje → k_{mod} = 0,8

$f_{t,0,k}$ = 14,0 N/mm^2 $\qquad f_{t,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_M} = 0{,}8 * \frac{14}{1{,}3} = 8{,}6\ N/mm^2$

Proračun naprezanja:

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{F_d}{A_N} = \frac{38{,}05 * 1000}{19200} = 1{,}98\ N/mm^2$$

Dokaz stabilnosti i nosivosti:

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

$$\frac{1{,}98}{8{,}6} = 0{,}23 < 1{,}0$$

ISKORISTIVOST: 23%
Zaključak: pretpostavljeni poprečni presjek zadovoljava uvjete nosivosti i stabilnosti!

a) ***Dijagonale D2 i D3(POZ 5)***

Materijal: C24, uporabna klasa 1
Djelovanja: N_{sd}= 49,02 kN (vlak)

Pretpostavljeni poprečni presjek: b/h = 8/16 cm

Geometrijske karakteristike:

A_N=0,8 * b * h =0,8 * 2 * 80 * 160 = 20480 mm^2

A= 2 * b * h = 2 * 80 * 160 = 25600 mm^2

$$W = \frac{80 * 160^2}{6} = 341333{,}3\ mm^3$$

$l_{eff,y}$ = 6,057 m

Karakteristične vrijednosti čvrstoća i modula:

Uporabna klasa 1,srednjetrajno opterećenje → k_{mod} = 0,8

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

$$f_{t,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_M} = 0{,}8 * \frac{14}{1{,}3} = 8{,}6\ N/mm^2$$

Proračun naprezanja:

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{F_d}{A_N} = \frac{49{,}02 * 1000}{20480} = 2{,}4\ N/mm^2$$

Dokaz stabilnosti i nosivosti:

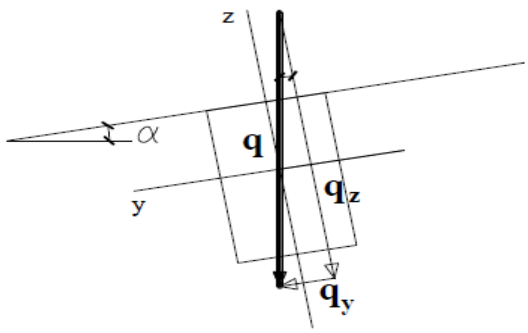
$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \leq 1{,}0$$

$$\frac{2{,}4}{8{,}6} = 0{,}28 < 1{,}0$$

ISKORISTIVOST: 28 %

Zaključak: pretpostavljeni poprečni presjek zadovoljava uvjete nosivosti i stabilnosti!

5.4. Podrožnica P (POZ 6)



Slika 19. *Prikaz podrožnice sa djelujućom silom*

Materijal: C24, uporabna klasa 1
Djelovanja: G_k = 0,35 * 5,50 = 1,93 kN/m'
$Q_{k\ (snijeg)}$ = 0,8 * 5,50 = 4,40 kN/m'
$Q_{k\ (vjetar)}$ = 0,24 * 5,50 = 1,32 kN/m'

Pretpostavljeni poprečni presjek: b/h = 22/20 cm

α=25°

Geometrijske karakteristike:

A= b * h = 220 * 220 = 48400 mm^2

$$W_y = W_z = \frac{220^3}{6} = 1774666{,}67\ mm^3$$

Vrijednosti raspodijeljenog opterećenja po podrožnici:

$G_y = G_k$ * sin(25º) = 1,93 * sin(25º) = 0,82 kN/m'
$G_z = G_k$ * cos(25º) = 1,93 * cos(25º) = 1,75 kN/m'
$Q_{s,y} = Q_k$ * sin(25º) = 4,40 * sin(25º) = 1,86 kN/m'
$Q_{s,z} = Q_k$ * cos(25º) = 4,40 * cos(25º) = 3,99 kN/m'

Kombinacija: 1,35 * G + 1,50 * S

E_{yd} = 1,35 G_y + 1,50 S_y = 1,35 * 0,82 + 1,50 * 1,86 = 3,9 kN/m'
E_{zd} = 1,35 G_z + 1,50 S_z + 0,6 * 1,50 * W1 = 1,35 * 1,75 + 1,50 * 3,99 + 0,6 * 1,50 * 1,32 = 9,53 kN/m'

Vrijednosti reznih sila:

$$M_{y,d} = \frac{E_{z,d} \cdot l^2}{8} = \frac{9{,}53 \cdot 4{,}0^2}{8} = 19{,}1 kN/m'$$

$$M_{z,d} = \frac{E_{y,d} \cdot l^2}{8} = \frac{3{,}9 \cdot 4{,}0^2}{8} = 7{,}8 kN/m'$$

$$T_{y,d} = \frac{E_{y,d} \cdot l}{2} = \frac{3{,}9 \cdot 4{,}0}{2} = 7{,}8 kN$$

$$T_{z,d} = \frac{E_{z,d} \cdot l}{2} = \frac{9{,}53 \cdot 4{,}0}{2} = 19{,}1 kN$$

Proračun naprezanja:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_Y} = \frac{19{,}1 * 1000000}{1774666{,}67} = 10{,}8\ N/mm^2$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{z,d}}{W_z} = \frac{7{,}8 * 1000000}{1774666{,}67} = 4{,}4\ N/mm^2$$

$$\tau_{y,d} = 1{,}5 * \frac{T_{y,d}}{A} = 1{,}5 * \frac{7{,}8 * 1000}{48400} = 0{,}2\frac{N}{mm^2}$$

$$\tau_{z,d} = 1{,}5 * \frac{T_{z,d}}{A} = 1{,}5 * \frac{19{,}1\ * 1000}{48400} = 0{,}6\ \frac{N}{mm^2}$$

Karakteristične vrijednosti čvrstoća i modula:

Uporabna klasa 1,srednjetrajno opterećenje → k_{mod} = 0,8

$f_{m,k}$ = 24,0 N/mm^2 $\qquad f_{m,d} = k_{mod} * \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0{,}8 * \frac{24}{1{,}3} = 14{,}8\ N/mm^2$

$f_{v,k}$ = 2,5 N/mm^2 $\qquad f_{v,d} = k_{mod} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0{,}8 * \frac{2{,}5}{1{,}3} = 1{,}5\ N/mm^2$

k_{red} = 0,7

Dokaz nosivosti i stabilnosti:

Budući da je :

$$\frac{l_{eff} * h}{b^2} = \frac{550 * 220}{220^2} = 2{,}5\ < 140\ \rightarrow k_m = 1{,}0$$

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

$$\frac{10{,}8}{1{,}0 * 14{,}8} + 0{,}7 * \frac{4{,}4}{14{,}8} = 0{,}94 < 1{,}0$$

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

$$\frac{10{,}8}{1{,}0 * 14{,}8} * 0{,}7 + \frac{4{,}4}{14{,}8} = 0{,}81 < 1{,}0$$

Posmik:

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

$$\left(\frac{0,2}{1,5}\right)^2 + \left(\frac{0,6}{1,5}\right)^2 = 0,2 < 1,0$$

Zaključak: pretpostavljeni poprečni presjek zadovoljava uvjete nosivosti i stabilnosti!

5.5. Stabilizacija

GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI SPREGOVA:
-dokaz nosivosti i stabilnosti elemenata koji pridržavaju tlačni pojas glavnog nosača

Vjetar zabat:

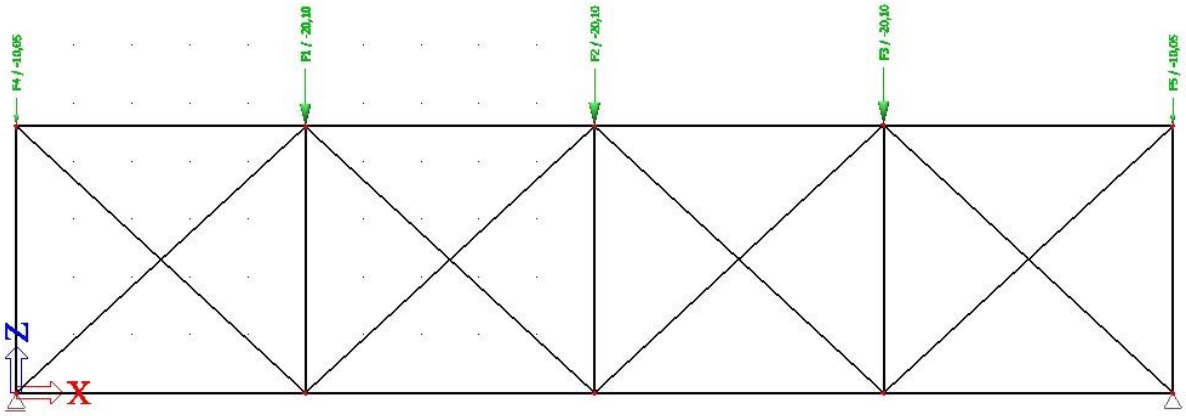
$W_B = q_p * (0,8 + 0,3) = 0,28 * 1,1 = 0,31\ kN/m^2$
$P_{ZAB} = W_B * a' * h' = 0,31 * 5,50 * 7,7 = 13,1\ kN$

Vjetar trenje:

$c_{fr} = 0,01$

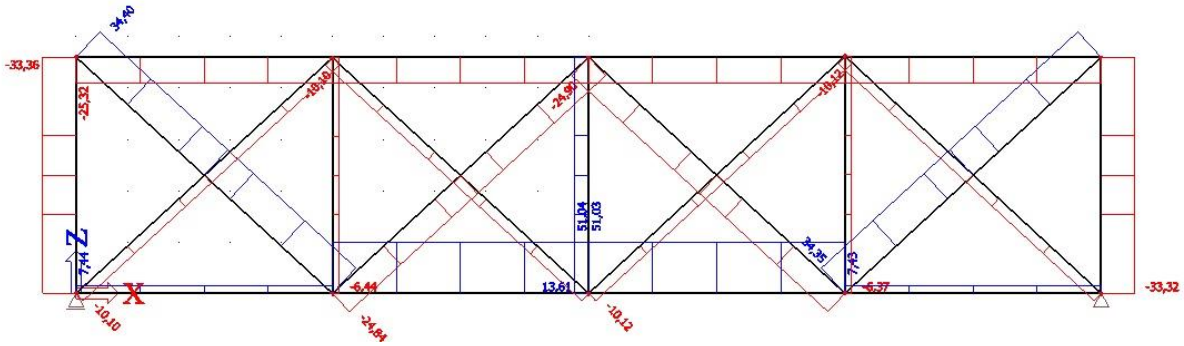
$W_{TR} = q_p * c_{fr} = 0,28 * 0,01 = 0,003\ kN/m^2$
$P_{TR} = W_{TR} * a' * e/2 = 0,003 * 5,50 * 20,0 = 0,33\ kN$

$P = 1,50 * (P_{ZAB} + P_{TR}) = 1,50 * (13,1 + 0,33) = 20,1\ kN$
$P/2 = 10,05\ kN$



Slika 20. *Prikaz sekundarnih nosača sa djelujućim silama*

Dijagram naprezanja sekundarnih nosača:



Slika 21. *N-dijagram djelujućih sila na sekundarne nosače*

DOKAZ NOSIVOSTI ZA DIJAGONALE

Maksimalna vlačna sila :

Nd= 34,40 kN

$$N_{t,R,d} = \frac{A_N * 0{,}9 * f_{uk}}{\gamma_{M0}} \geq N_d$$

d= ϕ12 mm → $A = \frac{d^2 * \pi}{4} = \frac{1{,}2^2 * \pi}{4} = 1{,}13\ cm^2$

$$N_{t,R,d} = \frac{0{,}8 * 1{,}13 * 0{,}9 * 51{,}0}{1{,}1} = 37{,}7\ kN\ >\ 34{,}40\ kN$$

DOKAZ NOSIVOSTI I STABILNOSTI ZA ZA GORNJI POJAS

Materijal: C24, uporabna klasa 1

Djelovanja: N_{sd}= - 155,60 kN (tlak)

M_{sd}= 3,57 kNm

N_{01sd}= - 25,32 kN (tlak)

Pretpostavljeni poprečni presjek: b/h = 20/22 cm

Geometrijske karakteristike:

A= b * h = 200 * 220 = 44000 mm^2

$$W = \frac{200 * 220^2}{6} = 1613333{,}3\ mm^3$$

$l_{eff,y}$ = 5,50 m = $l_{eff,z}$ (b/b presjek)

Karakteristične vrijednosti čvrstoća i modula:

Uporabna klasa 1, srednjetrajno opterećenje → k_{mod} = 0,8

$f_{c,0,k}$ = 21,0 N/mm^2 $\quad f_{c,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M} = 0{,}8 * \frac{21}{1{,}3} = 12{,}9\ N/mm^2$

$f_{m,k}$ = 24,0 N/mm^2 $\quad f_{m,d} = k_{mod} * \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0{,}8 * \frac{24}{1{,}3} = 14{,}8\ N/mm^2$

$f_{v,k}$ = 2,5 N/mm^2 $\quad f_{v,d} = k_{mod} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0{,}8 * \frac{2{,}5}{1{,}3} = 1{,}5\ N/mm^2$

$E_{0,mean}$ = 11000 N/mm^2 $\quad E_{0,05} = \frac{2}{3} * E_{0,mean} = \frac{2}{3} * 11000 = 7333{,}3\ N/mm^2$

Proračun naprezanja:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{F_d}{A} = \frac{155{,}60 * 1000}{44000} = 3{,}5\ N/mm^2$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_d}{W} = \frac{3{,}57 * 1000000}{1613333{,}3} = 2{,}2\ N/mm^2$$

$$\sigma_{01,d} = \frac{N_{01sd}}{A} = \frac{25{,}32 * 1000}{44000} = 0{,}6\ N/mm^2$$

$$k_c = min\left\{\frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel,c}^2}};\ 1{,}0\right\} \leq 1{,}0 \ \rightarrow k_c = \frac{1}{1{,}94 + \sqrt{1{,}94^2 - 1{,}62^2}} = 0{,}33$$

$$k = 0{,}5 * \left[1 + \beta_c * \left(\lambda_{rel,c} - 0{,}3\right) + \lambda_{rel,c}^2\right] = 0{,}5 * \left[1 + 0{,}2 * (1{,}62 - 0{,}3) + 1{,}62^2\right] =$$
k = 1,94

$$\lambda_y = \frac{l_{eff,y}}{0{,}289 * b} = \frac{550}{0{,}289 * 20} = 95{,}1$$

$$\beta_c = 0{,}2\ (\ za\ puno\ drvo)$$

$$\lambda_{rel,c,y} = \frac{\lambda}{\pi} * \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{95{,}1}{\pi} * \sqrt{\frac{21}{7333{,}3}} = 1{,}62$$

<u>Dokaz stabilnosti i nosivosti</u>:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c * f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{k_m * f_{m,d}} + \frac{\sigma_{01,d}}{k_c * f_{c,0,d}} \leq 1{,}0$$

$$\frac{3{,}5}{0{,}33 * 12{,}9} + \frac{2{,}2}{1 * 14{,}8} + \frac{0{,}6}{1 * 12{,}9} = 1{,}0 = 1{,}0$$

ISKORISTIVOST: 100 %

Zaključak: pretpostavljeni poprečni presjek zadovoljava uvjete nosivosti i stabilnosti!

DOKAZ NOSIVOSTI I STABILNOSTI ZA ZA PODROŽNICE

Materijal: C35, uporabna klasa 2
Djelovanja: G_k = 0,35 * 5,50 = 1,93 kN/m'
$Q_{k\ (snijeg)}$ = 0,8 * 5,50 = 4,40 kN/m'
$Q_{k\ (vjetar)}$ = 0,24 * 5,50 = 1,32 kN/m'

<u>Pretpostavljeni poprečni presjek</u>: b/h = 22/20 cm
α=25°

<u>Geometrijske karakteristike</u>:

A= b * h = 220 * 220 = 48400 mm^2

$$W_y = W_z = \frac{220^3}{6} = 1774666{,}67\ mm^3$$

Vrijednosti raspodjeljenog optrećenja po podrožnici:

$G_y = G_k * \sin(25^o) = 1{,}93 * \sin(25^o) = 0{,}82$ kN/m'
$G_z = G_k * \cos(25^o) = 1{,}93 * \cos(25^o) = 1{,}75$ kN/m'
$Q_{s,y} = Q_k * \sin(25^o) = 4{,}40 * \sin(25^o) = 1{,}86$ kN/m'
$Q_{s,z} = Q_k * \cos(25^o) = 4{,}40 * \cos(25^o) = 3{,}99$ kN/m'

Kombinacija: 1,35 * G + 1,50 * S

$E_{yd} = 1{,}35\ G_y + 1{,}50\ S_y = 1{,}35 * 0{,}82 + 1{,}50 * 1{,}86 = 3{,}9$ kN/m'
$E_{zd} = 1{,}35\ G_z + 1{,}50\ S_z + 0{,}6 * 1{,}50 * W1 = 1{,}35 * 1{,}75 + 1{,}50 * 3{,}99 + 0{,}6 * 1{,}50 * 1{,}32 = 9{,}53$ kN/m'

$N_{V,d=}$ 13,61 kN → sila u vertikali (podrožnici) od stabilizacije

Vrijednosti reznih sila:

$$M_{y,d} = \frac{E_{z,d} \cdot l^2}{8} = \frac{9{,}53 \cdot 4{,}0^2}{8} = 19{,}1 kN/m'$$

$$M_{z,d} = \frac{E_{y,d} \cdot l^2}{8} = \frac{3{,}9 \cdot 4{,}0^2}{8} = 7{,}8 kN/m'$$

$$T_{y,d} = \frac{E_{y,d} \cdot l}{2} = \frac{3{,}9 \cdot 4{,}0}{2} = 7{,}8 kN$$

$$T_{z,d} = \frac{E_{z,d} \cdot l}{2} = \frac{9{,}53 \cdot 4{,}0}{2} = 19{,}1 kN$$

Proračun naprezanja:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_Y} = \frac{19{,}1 * 1000000}{1774666{,}67} = 10{,}8\ N/mm^2$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{z,d}}{W_z} = \frac{7{,}8 * 1000000}{1774666{,}67} = 4{,}4\ N/mm^2$$

$$\sigma_{V,d} = \frac{N_{V,d}}{A} = \frac{13{,}61 * 1000}{48400} = 0{,}28\ N/mm^2$$

$$\tau_{y,d} = 1{,}5 * \frac{T_{y,d}}{A} = 1{,}5 * \frac{7{,}8 * 1000}{48400} = 0{,}2 \frac{N}{mm^2}$$

$$\tau_{z,d} = 1{,}5 * \frac{T_{z,d}}{A} = 1{,}5 * \frac{19{,}1\ * 1000}{48400} = 0{,}6\ \frac{N}{mm^2}$$

Karakteristične vrijednosti čvrstoća i modula:

Uporabna klasa 1,srednjetrajno opterećenje → $k_{mod} = 0{,}8$

$f_{c,0,k} = 21{,}0$ N/mm^2 $\qquad f_{c,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M} = 0{,}8 * \frac{21}{1{,}3} = 12{,}9\ N/mm^2$

$f_{m,k} = 24{,}0$ N/mm^2 $\qquad f_{m,d} = k_{mod} * \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0{,}8 * \frac{24}{1{,}3} = 14{,}8\ N/mm^2$

$f_{v,k} = 2{,}5\ N/mm^2$ $\qquad f_{v,d} = k_{mod} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0{,}8 * \frac{2{,}5}{1{,}3} = 1{,}5\ N/mm^2$

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

<u>Dokaz nosivosti i stabilnosti:</u>

Budući da je:

$$\frac{l_{eff} * h}{b^2} = \frac{550 * 220}{220^2} = 2{,}5 < 140 \rightarrow k_m = 1{,}0$$

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

$$\frac{10{,}8}{1{,}0 * 14{,}8} + 0{,}7 * \frac{4{,}4}{14{,}8} + \frac{0{,}28}{12{,}9} = 0{,}96 < 1{,}0$$

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

$$\frac{10{,}8}{1{,}0 * 14{,}8} * 0{,}7 + \frac{4{,}4}{14{,}8} + \frac{0{,}28}{12{,}9} = 0{,}83 < 1{,}0$$

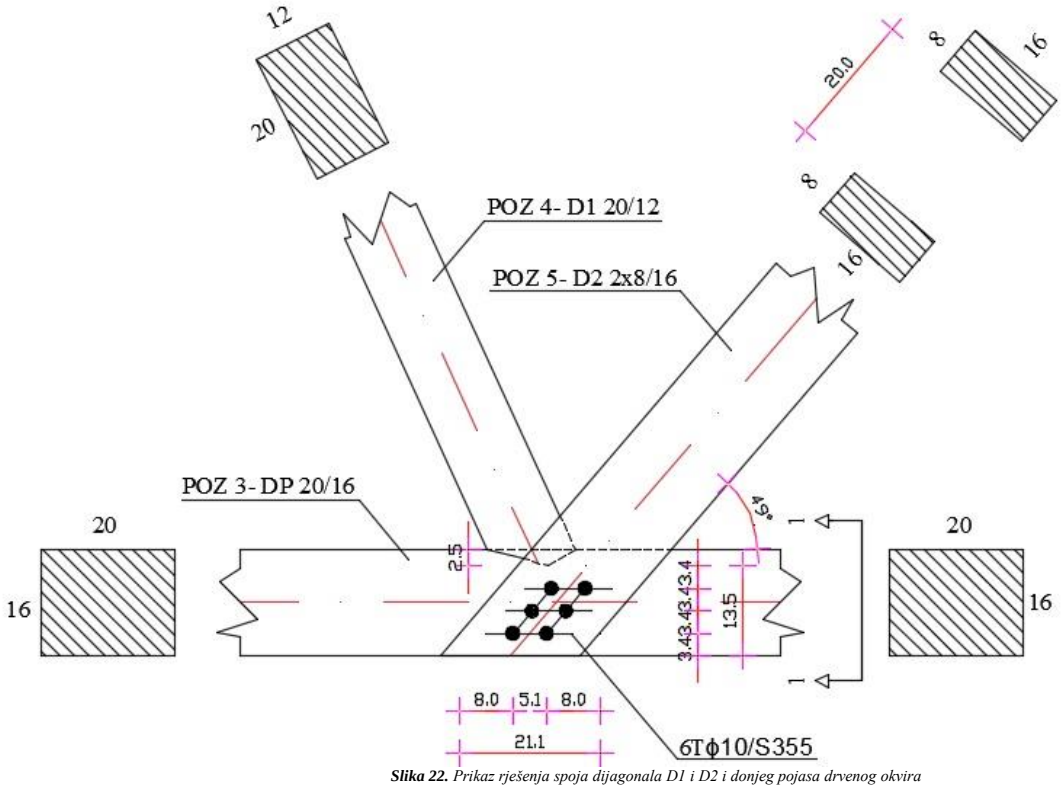
Posmik:

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

$$\left(\frac{0{,}2}{1{,}5}\right)^2 + \left(\frac{0{,}6}{1{,}5}\right)^2 = 0{,}2 < 1{,}0$$

Zaključak: pretpostavljeni poprečni presjek zadovoljava uvjete nosivosti i stabilnosti!

6. PRORAČUN SPOJA A



Slika 22. *Prikaz rješenja spoja dijagonala D1 i D2 i donjeg pojasa drvenog okvira*

<u>SPOJ DIJAGONALE D1 – DONJI DIO (JEDNOSTRUKI ZASJEK)</u>

Osnovni materijal: puno drvo, 20/16 cm

klasa čvrstoće C24

N_{sd} = -38,05 kN (tlak)

<u>Karakteristične vrijednosti čvrstoća i modula</u>:

Uporabna klasa 1,srednjetrajno opterećenje → k_{mod} = 0,8

$f_{c,0,k}$ = 21,0 N/mm^2 $\qquad f_{c,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M} = 0{,}8 * \frac{21}{1{,}3} = 12{,}9\ N/mm^2$

$f_{c,90,k}$ = 2,5 N/mm^2 $\qquad f_{c,90,d} = k_{mod} * \frac{f_{c,90,k}}{\gamma_M} = 0{,}8 * \frac{2{,}5}{1{,}3} = 1{,}5\ N/mm^2$

$f_{v,k}$ = 2,5 N/mm^2 $\qquad f_{v,d} = k_{mod} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0{,}8 * \frac{2{,}5}{1{,}3} = 1{,}5\ N/mm^2$

$t_{v,A} = 2{,}5\ cm$

γ= 65˚ (γ > 60˚)

$t_{v,max} = \frac{h}{6} = \frac{16}{6} = 2{,}6\ cm$

$t_{v,A} = t_{v,max}$

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

$\sigma_{c,0,d} = \frac{F_{c,\propto,d}}{A}$

$F_{c,\propto,d} = F_{c,0,d} * cos \propto = N_{A,c,d} * cos \propto$

$\propto = \frac{\gamma}{2} = \frac{65}{2} = 32{,}5°$

$F_{c,\propto,d} = 38{,}05 * \cos(32{,}5°) = 32{,}1\ kN$

$A = \frac{20 * 2{,}5}{\cos(32{,}5°)} = 59{,}3\ cm^2$

$\sigma_{c,0,d} = \frac{32{,}1 * 10^3}{59{,}3 * 10^2} = 5{,}4\ N/mm^2$

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

$$f_{c,\propto,d} = \frac{12{,}9}{\sqrt{\left(\frac{12{,}9}{2*1{,}5} * sin^2(32{,}5°)\right)^2 + \left(\frac{12{,}9}{2*1{,}5} * \sin(32{,}5°) * \cos(32{,}5°)\right)^2 + cos^4(32{,}5°)}} = 5{,}3\ N/mm^2$$

$\frac{\sigma_{c,\propto,d}}{f_{c,\propto,d}} \leq 1{,}0 \rightarrow \frac{5{,}4}{5{,}3} = 1{,}02 \sim 1{,}0$

<u>SPOJ DIJAGONALE D2 – DONJI DIO (TRNOVI I VEZICE)</u>

Osnovni materijal: puno drvo, 2x8/16 cm

klasa čvrstoće C24

$N_{t,d} = 49{,}02$ kN

Uporabna klasa 1

Vezice: 2x20/16 cm

Trnovi: Tϕ10/S355 $f_{u,k} = 510\ N/mm^2$

$f_{t,0,d} = 0{,}8 * \frac{24{,}0}{1{,}3} = 8{,}6\ N/mm^2$

1) **VEZICE:**

A=2* b*h=2*20*16= 640,0 cm^2

A_N=A - 2*4*b*d= 640 – 2 *4*16,0*1,0= 512,0 cm^2

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{t,d}}{A_N} = \frac{49{,}02 * 1000}{512{,}0 * 100} = 0{,}96\ N/mm^2$$

Dokaz:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{\frac{2}{3} * f_{t,0,d}} = \frac{0{,}96}{\frac{2}{3} * 8{,}6} = 0{,}16 < 1{,}0$$

Osiguranje vezice:

- Proračunska vrijednost vlačne sile
  $$F_{t,d} = \frac{F_d * t}{2 * n * a} = \frac{24{,}51 * 1000 * 50}{2 * 4 * 100} = 1531{,}9\ N$$
  $$F_d = \frac{1}{2} * N_{t,d} = \frac{1}{2} * 49{,}02 = 24{,}51\ kN$$

- Karakteristična vrijednost vlačne nosivosti vijka
  M10 – A_{netto}= 1,41 cm^2 KLASA 5.6 - $f_{u,k} = 500\ N/mm^2$
  $$R_{ax,k} = A_{netto} * f_{u,k} = 1{,}41 * 100 * 500 = 7050\ N$$

- Karakteristična vrijednost vlačne nosivosti vijka na kontaktu pločica - drvo
  $f_{c,90,k} = 2{,}8\ N/mm^2$ pločica ϕ58 – 14/6 ($A = 2500\ mm^2$)
  $$R_{c,90,k} = 3 * f_{c,90,k} * A = 3 * 2{,}8 * 2500 = 21000\ N > R_{ax,k}$$

- Proračunska vrijednost nosivosti
  $$R_{ax,d} = k_{mod} * \frac{R_{ax,k}}{\gamma_M} = 0{,}8 * \frac{7050}{1{,}3} = 4338{,}5\ N$$

- Potreban broj vijaka za osiguranje vezice
  $$n = \frac{F_{t,d}}{R_{ax,d}} = \frac{1531{,}9}{4338{,}5} = 0{,}35\ \rightarrow odabrano\ n = 2$$

2) **TRNOVI:**

- Karakteristične vrijednosti tlačne čvrstoće po plaštu rupe i momenta popuštanja

$$f_{h,0,k} = 0{,}082 * (1 - 0{,}01 * d) * \rho_k =$$
$$f_{h,0,k} = 0{,}082 * (1 - 0{,}01 * 10) * 350 = 25{,}83\ N/mm^2$$
$$f_{u,k} = 510\ N/mm^2$$
$$M_{y,k} = 0{,}3 * f_{u,k} * d^{2,6} = 0{,}3 * 510 * 10^{2,6} = 60910{,}4\ Nmm$$

- Karakteristična vrijednost nosivosti trna po rezu

$$R_k = \sqrt{\frac{2+\beta}{1+\beta}} * \sqrt{2 * M_{y,k} * f_{h,0,k} * d} =$$

$$R_k = \sqrt{\frac{2+1}{1+1}} * \sqrt{2 * 60910{,}4 * 25{,}83 * 10} = 6870{,}2\ N$$

- Tražene debljine elemenata za punu nosivost

1) Vezice

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

$$t_{req} = 1{,}15 * \left(2 * \sqrt{\frac{1}{1+1}} + 2\right) * \sqrt{\frac{60910{,}4}{25{,}83 * 10}} = 60{,}3\ mm$$

$$t_{req} = 60{,}3\ mm < t = 80\ mm$$

Uvjet zadovoljen!

2) Štap

$$t_{req} = 1{,}15 * \frac{3}{\sqrt{1+\beta}} * \sqrt{\frac{M_{y,k}}{f_{h,0,k} * d}} =$$

$$t_{req} = 1{,}15 * \frac{3}{\sqrt{1+1}} * \sqrt{\frac{60910{,}4}{25{,}83 * 10}} = 37{,}5\ mm < t_{DP} = 160\ mm$$

Uvjet zadovoljen!

Proračunska vrijednost nosivosti trna po rezu

$$R_d = k_{mod} * \frac{R_k}{\gamma_M} = 0{,}8 * \frac{6870{,}2}{1{,}1} = 4996{,}5\ N$$

Smanjenje zbog većeg broja trnova u nizu

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

$\alpha = 49^\circ$

n=2

a_1=100 mm

$$n_{ef} = \left[min\left\{2; 2^{0,9} * \sqrt[4]{\frac{100}{10 * 10}}\right\}\right] * \frac{90-49}{90} + 2 * \frac{49}{90} = 1{,}94$$

Efektivni broj rezova

$$n = 2 * 3 * n_{ef} = 2 * 3 * 1{,}94 = 11{,}64$$

<u>Dokaz:</u>

$$\frac{\mathrm{N_{t,d}}}{n * R_d} = \frac{49{,}02 * 1000}{11{,}64 * 4996{,}5} = 0{,}84 < 1{,}0$$

Konstruktivni zahtjevi

- međusobno ∥ sa vlakancima
  $a_{1,req} = (3 + 2 * cos\alpha) * d = (3 + 2 * cos49) * 10 = 43{,}1\ mm$
  $a_{1,req} = 43{,}1\ mm < \ 50{,}7\ mm\ (odabrano)$

- ∥ od opterećenog ruba
  $a_{1,t,req} = max\{80; 7 * d\} = max\{80; 7 * 10\} = 80\ mm$
  $a_{1,t,req} = 80\ mm = 80\ mm\ (odabrano)$

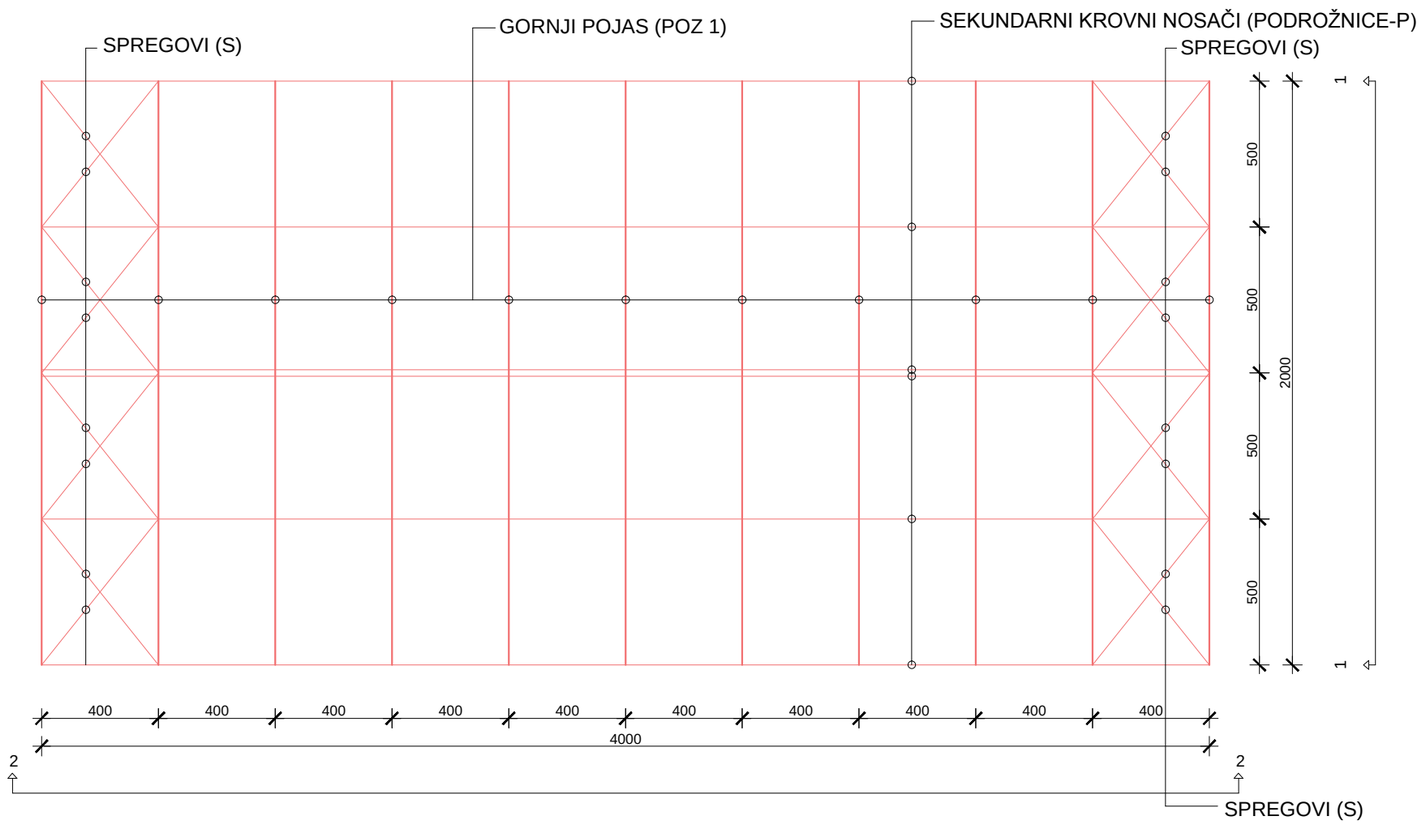
- ⊥ međusobno i od neopterećenog ruba
  $a_{2,req} = a_{2,c,req} = 3 * d = 3 * 10 = 30\ mm < 33{,}75\ mm\ (odabrano)$

7. NACRTI

GENERALNI NACRT GLAVNOG NOSAČA

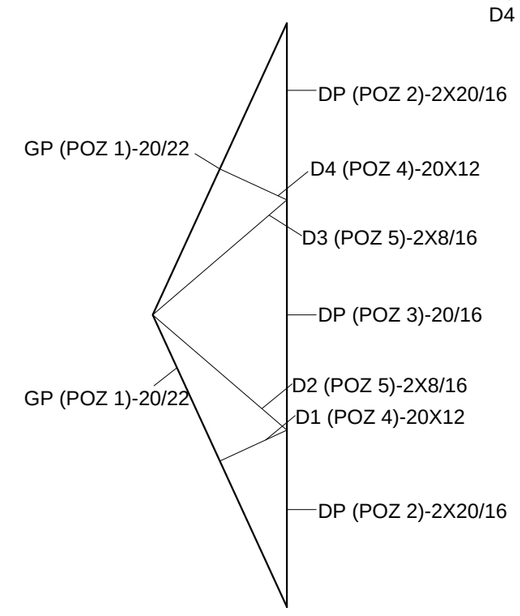
MJ 1:200

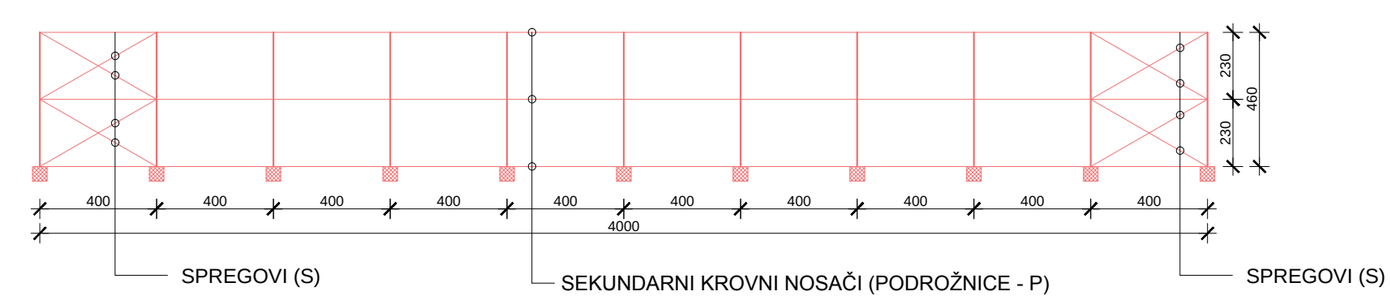
TLOCRT



POGLED 1-1

DP - donji pojas
GP - gornji pojas
D1 - dijagonala 1
D2 - dijagonala 2
D3 - dijagonala 3
D4 - dijagonala 4





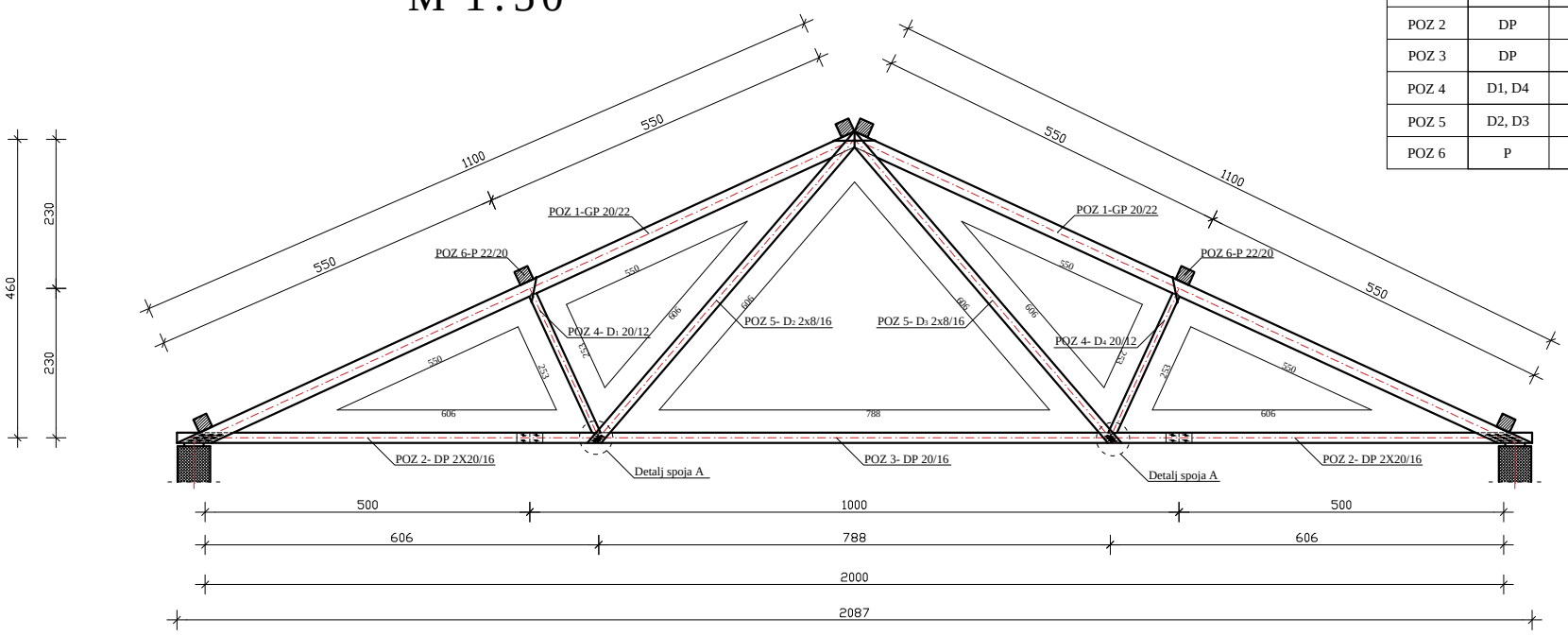
	FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE U SPLITU		
	PREDMET	DRVENE KONSTRUKCIJE	DATUM: 25.08.2016.
	ZADATAK	DIMENZIONIRANJE SUSTAVA	
	SADRŽAJ LISTA	GENERALNI NACRT GLAVNOG NOSAČA	M 1:200
	STUDENTI	DAFNE DEA LUŠIĆ	

RADIONIČKI NACRT GLAVNOG NOSAČA

M 1:50

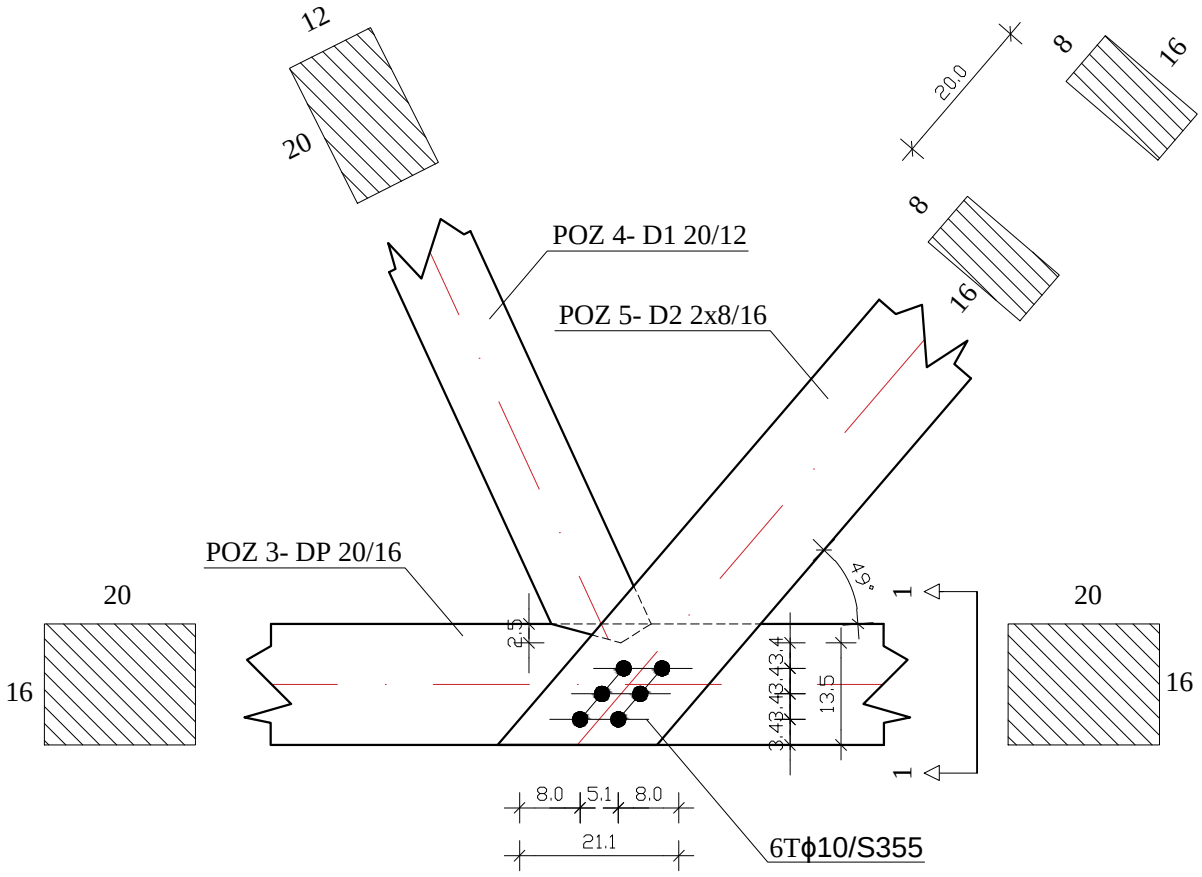
ZA 1 OKVIR:

POZ	OZNAKA	GRAĐA	DIMENZIJE	l (m)	KOMADA
POZ 1	GP	C24	20/22	11,00	2
POZ 2	DP	C24	2X20/16	5,00	2
POZ 3	DP	C24	20/16	10,00	1
POZ 4	D1, D4	C24	20/12	2,53	2
POZ 5	D2, D3	C24	2x8/16	6,06	2
POZ 6	P	C24	22/20		

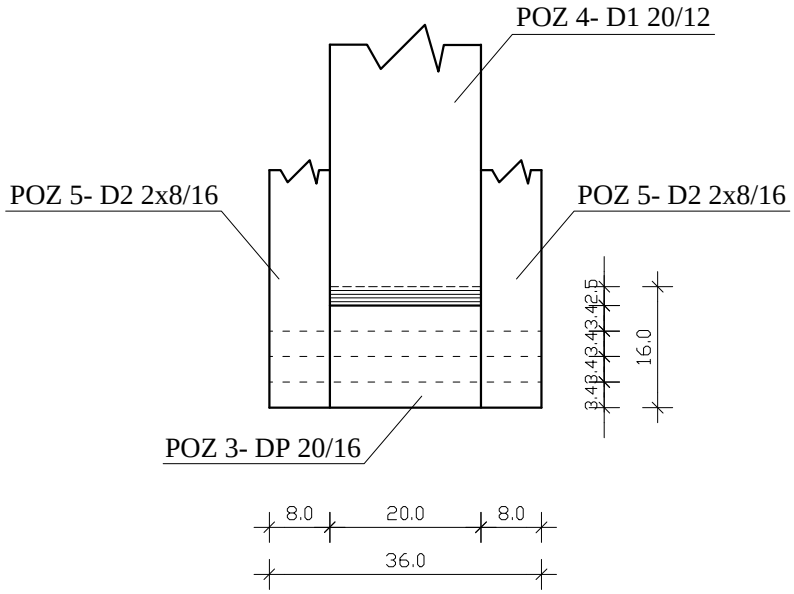


FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE U SPLITU			
PREDMET	DRVENE KONSTRUKCIJE	DATUM: 25.08.2016.	
ZADATAK	DIMENZIONIRANJE SUSTAVA		
SADRŽAJ LISTA	RADIONIČKI NACRT GLAVNOG NOSAČA	M 1:50	
STUDENT	DAFNE DEA LUŠIĆ		

DETALJ SPOJA A
M 1:10



PRESJEK 1-1



FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE U SPLITU		
PREDMET	DRVENE KONSTRUKCIJE	DATUM: 25.08.2016.
ZADATAK	DIMENZIONIRANJE SUSTAVA	
SADRŽAJ LISTA	DETALJ SPOJA A	M 1:10
STUDENTI	DAFNE DEA LUŠIĆ	