

Konstruiranje i dimenzioniranje sustava drvenog objekta

Rajčić, Antonio

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

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

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:123:435329>

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

*Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-25***

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

Antonio Rajčić

Split, 2020.

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

**Konstruiranje i dimenzioniranje nosivog sustava
drvenog objekta**

Završni rad

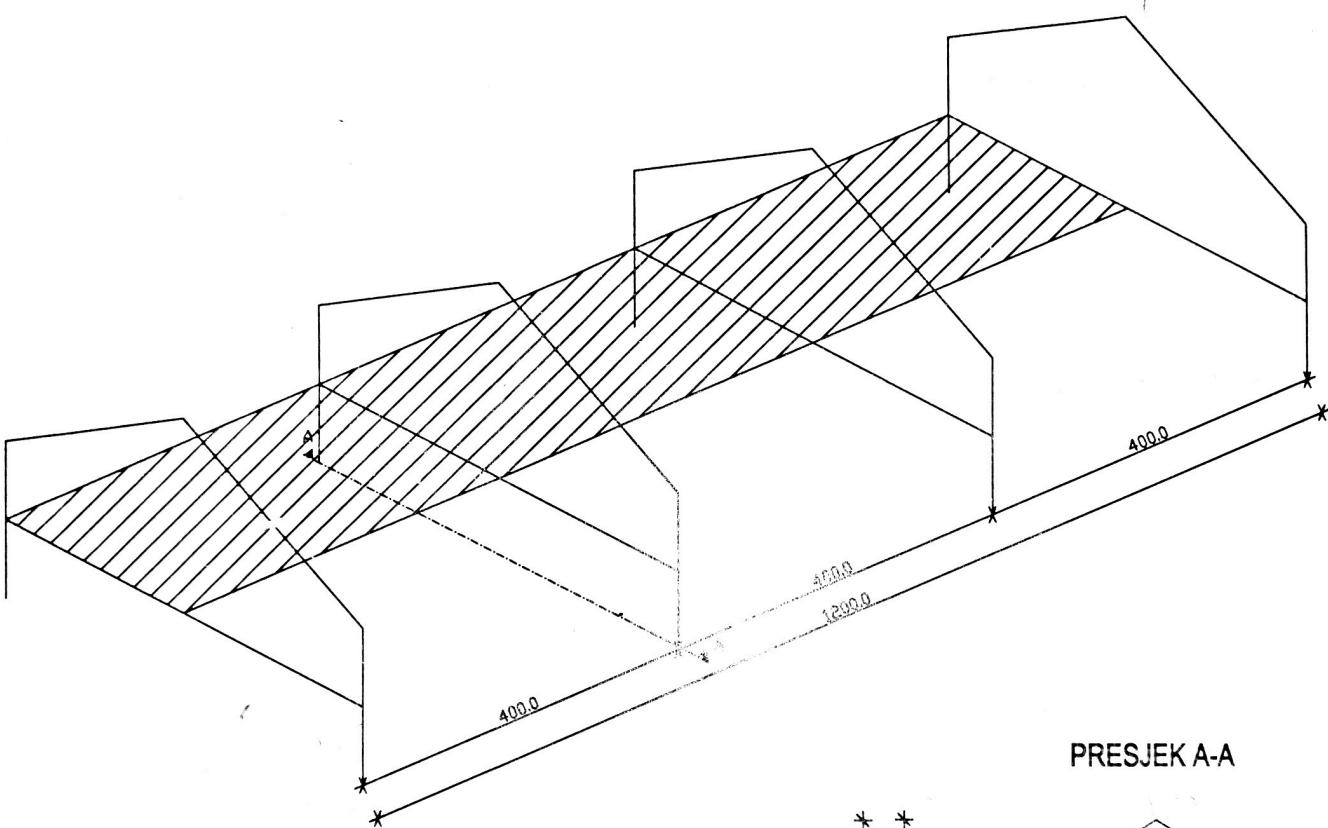
Split,2020.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

STRUČNI STUDIJ
PREDMET: DRVENE KONSTRUKCIJE
ZAVRŠNI RAD

Potrebno je konstruirati i dimenzionirati nosivi sustav drvenog objekta prema priloženoj skici:

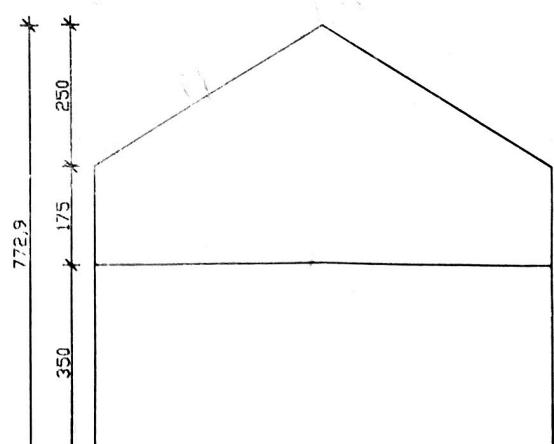
3D-MODEL OBJEKTA



PRESJEK A-A

PODACI:

- * Lokacija: područje Osijeka
- * Materijal konstrukcije: C24/uporabna klasa II
- * Način izvedbe: montažno
- * Grede/stupovi: LLD GL24H/uporabna klasa II



Datum izdavanja završnog rada: 11.04.2019.

STUDENT/ICA:

ANTONIO RAĆIĆ

PREDMETNI NASTAVNIK:

doc. dr. sc. Neno Torić

Neno

PREDMETNA ASISTENTICA:

Jelena Lovrić, mag.ing.aedif.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Split, Matice hrvatske 15

STUDIJ: **STRUČNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**

KANDIDAT: Antonio Rajčić

BROJ INDEKSA: 1777

KATEDRA: **Katedra za drvene konstrukcije**

PREDMET: Drvene konstrukcije

ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

Tema: Konstruiranje i dimenzioniranje nosivog drvenog objekta

Opis zadatka: Na temelju priloženog presjeka A-A drvenog objekta potrebno je konstruirati i dimenzionirati drveni objekat da zadovoljava sve tražene uvjete nosivosti, stabilnosti te izraditi detalje spojeva pojedinih dijelova konstrukcije

U Splitu, 11.04.2019.

Voditelj Završnog rada: Neno Torić

Sažetak:

Na temelju zadanih podataka nosivog sustava drvenog objekta potrebno je kontruirati i dimenzionirati glavne i sekundarne nosače te krovne grede , izraditi radioničke nacrte glavnog nosača te detalje spojeva. Konstrukcija se nalazi na području grada Osijeka, širine je 8,00 m te na nju djeluju stalno i promjenjiva djelovanja.

Ključne riječi:

Drvo, dimenzioniranje, spojevi, spregovi.

Construction and dimensioning of the load bearing system of a wooden building

Abstract:

Based on the given data of the load-bearing system of a wooden building, it is necessary to design and dimension the main and secondary girders and roof beams, to develop shop drawings of the main truss structure and the corresponding connections. The structure is located within the Osijek area. The structure is 8,00 m wide and it is exposed to permanent and variable load.

Keywords: Timber, design, connections, bracings.

SADRŽAJ:

1. TEHNIČKI OPIS	6
1.1 Opis konstrukcije	6
1.2 O proračunu konstrukcije	8
1.3 Materijal za izradu konstrukcije.....	9
1.4 Opis montaže konstrukcije	9
1.5 Primjenjeni propisi	10
1.6 Antikorozivna zaštita.....	10
1.7 Protupožarna zaštita	10
2. ANALIZA OPTEREĆENJA	11
2.1 Stalno opterećenje	11
2.2 Snijeg	12
2.3 Vjetar	14
2.4. Korisnoopterećenje.....	23
3. PRORAČUN KONSTRUKCIJE	24
3.1 Kombinacije djelovanja.....	24
3.1.1 Kombinacije za KGS	24
4. DIMENZIONIRANJE ELEMENATA KONTRUKCIJE	25
4.1 Pomaci konstrukcije	25
4.2 Dimenzioniranje grede	27
4.3 Dimenzioniranje stupa.....	32
4.4 Dimnezioniranje podrožnice.....	39
4.5 Dimenzioniranje krovne grede	45
4.6 Dimenzioniranje spregova	52
5. SPOJEVI.....	54
5.1 SPOJ STUPA I GREDE	54
5.2 SPOJ GREDE I GREDE	57
5.3 SPOJ STUP-TEMELJ	59
5.3.1 Proračun debljine pločice P1	59
5.3.2 Proračun vara između pločica P1 i P3 direktnom metodom.....	60
5.3.3 Spoj stupa s pločicama P4 vijcima φ20	62

5.3.4 Proračun sidrenih vijaka za spoj s temeljom preko pločice P6.....	63
6.PRORAČUN TEMELJA.....	66
7.NACRTI.....	67
8.LITERATURA	68

1. Tehnički opis

1.1 Opis konstrukcije

Predmetna građevina nalazi se na području grada Osijeka. Tlocrte dimenzije su 8 x 12(m), a visina iznosi 7,75 (m). Krovna ploha je u odnosu na horizontalnu ravninu nagnuta pod kutom $\alpha = 32,00^\circ$. Projektirana je kao stambeno poslovni objekt. Konstrukcija je zamišljena kao okvirni sustav od 4 jednakih okvira razmaknutih za 4,0 m. Sustav je okvirni, dok je sekundarna konstrukcija prosta greda. Svi elementi su konstantnog poprečnog presjeka.

Na grede okvira se oslanjaju sekundarni krovni nosači (podrožnice) na međusobnom osnom razmaku od 2,36(m), a na stupove su oslonjeni sekundarni bočni nosači na međusobnom osnom razmaku od 1,75 (m).

Stabilizacija hale u smjeru okomitom na glavni nosivi sustav ostvarena je spregovima u krovnim (horizontalnim) i bočnim (zidnim) ravninama i to u srednjem polju. Kao pokrov koriste se sendvič paneli.

Vanjski stupovi konstrukcije upeto su vezani s temeljem. Unutranji stupovi konstrukcije zglobno su vezani s temeljem. Greda je upeto vezana za stupove. Sekundarna krovna konstrukcija se modelira kao prosta greda.

Konstruktivni elementi

Krovne Grede

Proračunom je odabrana krovna greda konstantnog poprečnog presjeka iz jednog dijela. Dimenzije krovne grede su 200/220 mm. Dok su za dimenzije ostalih greda odabrani poprečni presjeci – 200/240 mm.

Stupovi

Proračunom su odabrani vanjski stupovi konstantnog poprečnog presjeka. Dimenzije stupova su : 220/220 mm

Podrožnice

Proračunom su odabране podrožnice poprečnog presjeka 140/180mm.

Sekundarni bočni nosači

Proračunom su odabранe sekundarni bočni nosači poprečnog presjeka 140/180 mm.

Spregovи

Kao dijagonale krovnog i bočnog sprega su odabrani čelični elementi RD12.

1.2 O proračunu konstrukcije

Proračun reznih sila i pomaka konstrukcije proveden je po EUROCODE-u 5 gdje je konstrukcija analizirana s obzirom na kriterije krajnjeg graničnog stanja i graničnog stanja uporabljivosti za različite kombinacije opterećenja.

Proračun je proveden po teoriji prvoga reda dakle na nedeformiranoj konstrukciji pri čemu nisu uzete u obzir početne imperfekcije konstruktivnih elemenata.

Najprije se analizira jedan okvir sa određenim oblikom i dimenzijama poprečnih presjeka elemenata grede i stupa, te se za razne kombinacije opterećenja izračunaju unutarnje sile, te vertikalni i horizontalni pomaci.

Opterećenja koja djeluju na konstrukciju su:

- opterećenje vlastitim težinom
- opterećenje snijegom
- opterećenje vjetrom
- te njihove kombinacije

Provđeni su proračuni za različite kombinacije opterećenja, te je konstrukcija dimenzionirana na najnepovoljnije rezne sile.

Proračun i dimenzioniranje je izveden u programskom paketu SCIA ENGINEER.

Smatra se da je konstrukcija zglobno i upeto vezana za tlo. Veza između stupa i grede je upeta. Sekundarna konstrukcija je modelirana kao prosta greda.

1.3 Materijal za izradu konstrukcije

Glavni okvir konstrukcije kao i sekundarna konstrukcija izrađeni su od punog drva klase C24. Spregovi su čelični, S235. Temelji su izrađeni od armiranog betona klase C25/30, s betonskim čelikom B500B kao armaturom.

1.4 Opis montaže konstrukcije

Izvedba konstrukcije je montažna. Svi elementi konstrukcije predgotovljeni stižu na gradilište te se međusobno vežu vijcima ili trnovima. Sama krovna konstrukcija je izvedena od 1 vrste prostornih segmenata u y smjeru i 2 vrste prostornih segmenata u x smjeru. Jedina razlika je u duljini segmenata. Dimenzije i izgled segmenata detaljno su prikazani u nacrtima objekta u prilogu.

Međusobnim spajanjem segmenata montirati će se nosiva konstrukcija.

Nulta faza montaže, nakon izvedenih svih prethodno potrebnih radova, je montaža stupova.

Na svakom pojasu stupa postavljeni su dvostruki vijci na pločama. Kada se stup postavi na ankere koji su postavljeni u temelje, stup se pridržava dizalicom dok se ne postigne vertikalnost pomoću dvostrukih vijaka. Potom se postavljaju spregovi između stupova drugog i trećeg okvira. Kad se drugi i treći stup povežu spregom oni postaju stabilni te se za njih veže ostatak konstrukcije. Nakon provjere vertikalnosti, vrši se ispunjenje prostora ispod spojne ploče i temelja ekspandirajućim mortom.

Nakon izvedene montaže stupova ide se na montažu glavne krovne konstrukcije.

Ovakav način montaže odabran je iz razloga što na taj način postižemo brži i ekonomičniji način montaže.

1.5 Primjenjeni propisi

Proračun i dimenzioniranje svih elemenata drvene konstrukcije i čelične konstrukcije provedeni su u skladu sa EUROCODE 5 i EUROCODE 3,a, a analiza djelovanja na konstrukciju napravljena je u skladu sa EUROCODE 1. Proračun i dimenzioniranje betonskih elemenata konstrukcije provedena je u skladu sa EUROCODE 2.

1.6 Antikorozivna zaštita

Svi dijelovi spojnih sredstava izrađeni od čelika moraju biti zaštićeni od korozije prema odredbama "Pravilnika o tehničkim mjerama i uvjetima za zaštitu čeličnih konstrukcija od korozije".

Kao vrsta zaštite od korozije odabrana je zaštita vrućim pocinčavanjem i zaštitnim premazom. Ukupna debljina zaštitnog sloja usvaja se 200 µm.

1.7 Protupožarna zaštita

U svrhu odgovlačenja zagrijavanja konstruktivnih elemenata predmetne hale, svi takvi elementi moraju se zaštiti posebnim premazima otpornim na visoke temperature.

Također je potrebno opremiti objekt za slučaj nastanka požara uređajima za najavu požara kao i opremom za njegovo gašenje.

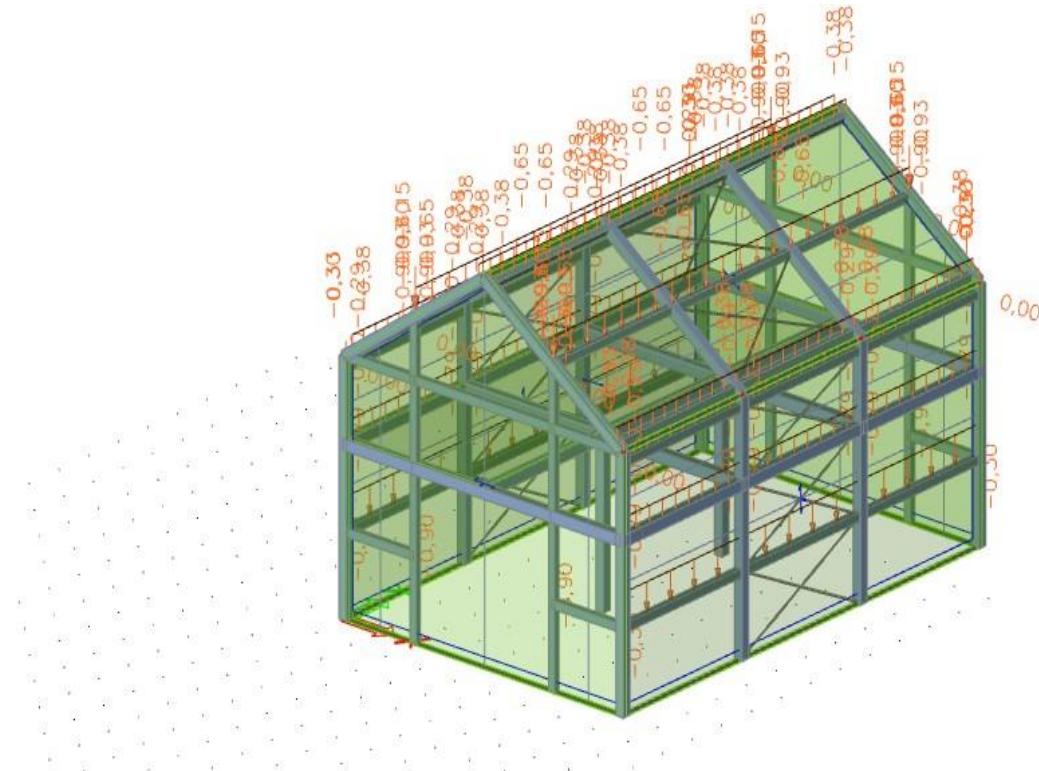
2. Analiza opterećenja

2.1 Stalno opterećenje

- pokrov $g = 0,20 \text{ kN/m}^2$
- instalacije $g = 0,10 \text{ kN/m}^2$
- vlastita težina – biti će dodana u sklopu računalnog programa

$$\sum g = 0,30 \text{ kN/m}^2$$

Dodatno stalno opterećenje po krovu, stupove zabata i bočne podrožnice definirano je kao površinsko opterećenje u Scia-i.



Slika 2.0 Dodatno stalno opterećenje po krovu od sendvič panela

2.2 Snijeg

Opterećenje snijegom na krovu

s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k

- μ_1 - koef. oblika za opterećenje snijegom

krov nagiba $\alpha > 30^\circ$, interpolacijom dobijemo $\Rightarrow \mu = 0,747$

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

zona Osijeka, područje 3. (kontinentalna Hrvatska), nadmorska visina do 100 m
 $\Rightarrow s_k = 1,00 \text{ } kN/m^2$

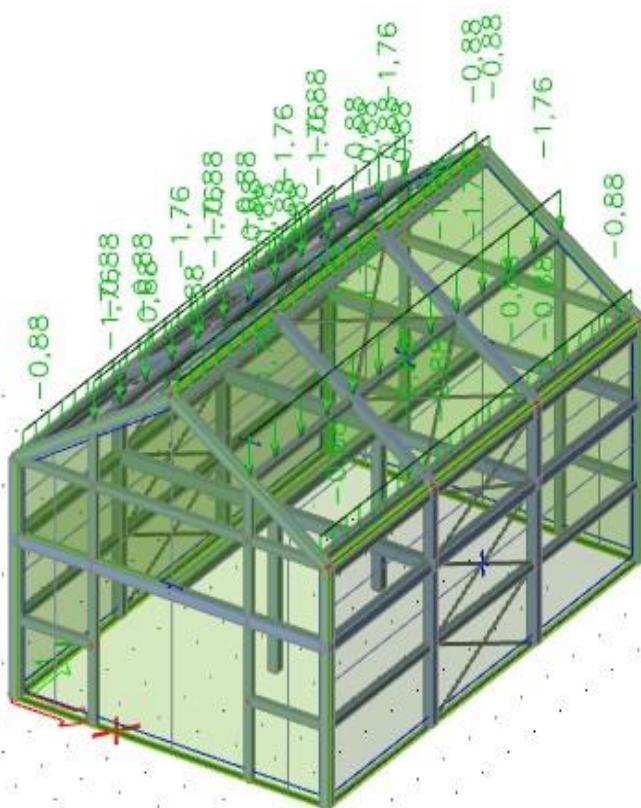
Slika 2.1.. Karta područja za opterećenja snijegom

- C_e - koef. izloženosti $\Rightarrow C_e = 1,0$
- C_t - toplinski koef. $\Rightarrow C_t = 1,0$

$$\Rightarrow s = 0,747 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,747 \text{ } [kN/m^2]$$

12

OPTEREĆENJE SNIJEGOM S				
NOSAČ	UTJECAJNA POVRŠINA	S (kN/m ²)	L(m)	S (kN/m)
RUBNI SEK.NOSAČ	P1	0,747	1,18	0,88
SREDNJI SEK.NOSAČ	P2	0,747	2,359	1,76



Slika 2.3 opterećenje snijegom

2.3 Vjetar

- pritisak vjetra na vanjske površine: $w_e = q_p * c_e(z_e) * c_{pe} [\text{kN/m}^2]$
- pritisak vjetra na unutarnje površine: $w_i = q_p * c_e(z_i) * c_{pi} [\text{kN/m}^2]$

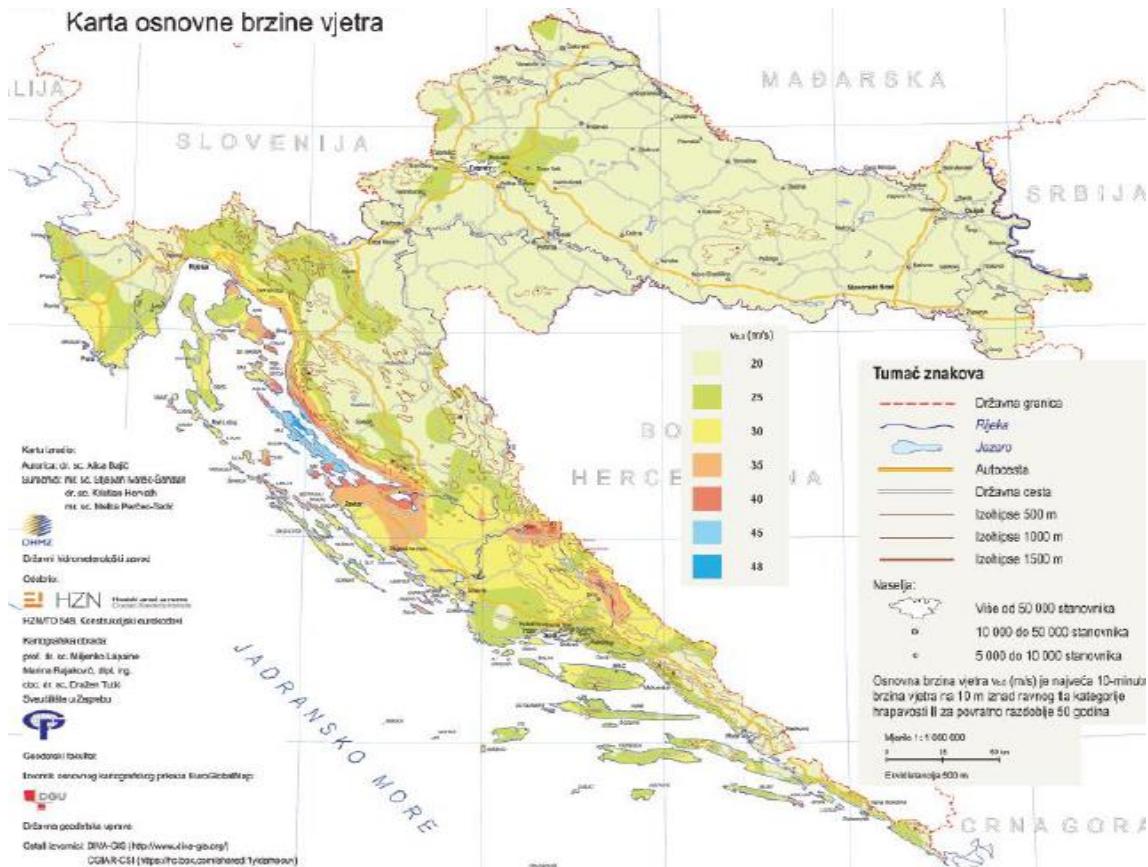
gdje je:

q_{ref} – poredbeni tlak vjetra pri srednjoj brzini vjetra

$C_e(z_e); C_e(z_i)$ – koeficijenti izloženosti koji uzimaju u obzir neravnine terena

$z_e; z_i$ – poredbene visine za lokalni ili unutarnji tlak

$c_{pe}; c_{pi}$ – vanjski i unutarnji koeficijent pritiska



Slika 2.4 Zemljovid područja opterećenja vjetrom

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

gdje je:

v_b – osnovna brzina vjetra

ρ – gustoća zraka ($\rho=1,25 \text{ kg/m}^3$)

Osnovna brzina vjetra v_b , dana je izrazom:

$$v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b0}$$

gdje je:

v_b – osnovna brzina vjetra

c_{dir} – koeficijent smjera vjetra (obično uzima vrijednost 1,0)

c_{season} – koeficijent ovisan o godišnjem dobu (obično uzima vrijednost 1,0)

Osnovni pritisak vjetra:

$$v_b = 20,0 \left(\frac{m}{s} \right) \rightarrow$$

očitano za Osijek

$$C_{dir} = C_{season} = 1,0$$

$$v_b = v_{b,0} \cdot C_{dir} \cdot C_{season} = 20 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 20,0 \left(\frac{m}{s} \right)$$

$$\rho = 1,25 \frac{kg}{m^3}$$

$$q_b = \frac{\rho}{2} \cdot v_b^2 = \frac{1,25}{2} \cdot 20,0^2 = 250,0 \left(\frac{N}{m^2} \right) = 0,25 \left(\frac{kN}{m^2} \right)$$

Faktor terena k_r -za kategoriju terena IV :

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

$$C_{r(z)} = k_r \cdot \ln \left(\frac{z}{z_0} \right) = 0,23 \cdot \ln \left(\frac{7,75}{1,0} \right) = 0,47$$

$$C_{0(z)} = 1,0$$

Srednja brzina vjetra iznad terena:

$$v_m = v_b \cdot C_{r(z)} \cdot C_{0(z)} = 20 \cdot 0,47 \cdot 1,00 = 9,40 \left(\frac{m}{s} \right)$$

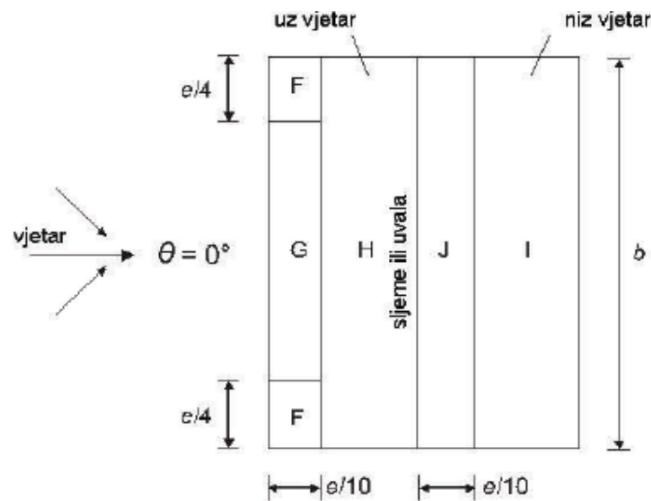
Intezitet turbulencije:

$$I_{v(z)} = \frac{k_I}{C_{0(z)} \cdot \ln \left(\frac{z}{z_0} \right)} = \frac{1}{1 \cdot \ln \left(\frac{7,75}{1,0} \right)} = 0,488$$

Pritisak brzine vjetra pri udaru:

$$q_{p(z)} = [1 + 7 \cdot I_{v(z)}] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2 = [1 + 7 \cdot 0,488] \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 9,40^2 \cdot 10^{-3} = 0,244 \text{ kN/m}^2$$

Određivanje pritiska na halu za područja dvostrešnog krova $\Theta=0$



Slika 2.5 Rezultirajuće djelovanje vjetra za dvostrešni krov

$$e = \min \{b_i, 2h\} = \min[12,0; 2 \cdot 7,75 = 15,5] = 12,00 \text{ m}$$

Koeficijenti vanjskog pritiska na halu s krovom nagiba $\alpha = 32,00^\circ$ za područja dvostrešnog krova $\Theta=0$

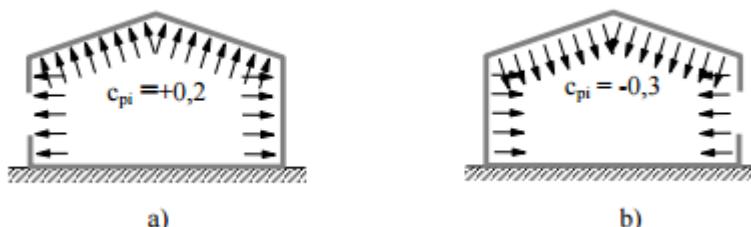
Nagib α	Područje za smjer vjetra $\theta = 0^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6	-0,8	-1,4	
-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0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

NAPOMENA 1: Pri $\theta = 0^\circ$ tisk se nego mjerila između pozitivnih i negativnih vrijednosti na strani uz vjetar oklo kuta $\alpha = -5^\circ$ do $+45^\circ$, stoga su navedene i pozitivne i negativne vrijednosti. Za takvo krovova treba uzeti u obzir četiri slučaja gdje su najmanje vrednosti svih područja F, G i H kombinirana s najvećim ili najmanjim vrijednostima područja I i J. Nije dopušteno miješanje pozitivnih i negativnih vrijednosti na istom proleju.

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

Tablica 6. Vrijednosti koeficijenata vanjskog pritiska za područja dvostrešnog krova ($\theta=0^\circ$)

Za koeficijent unutarnjeg tlaka c_{pi} uzete su preporučene vrijednosti +0.2 i -0.3.



Slika 2.6 Koefficijenti unutrašnjeg tlaka

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

Područje	$q_p (\text{kN/m}^2)$	c_{pe}	$W_{e1} (\text{kN/m}^2)$
F	0,244	+0,7	+0,171
G	0,244	+0,7	+0,171
H	0,244	+0,427	+0,104
I	0,244	+0,0	+0,0
J	0,244	+0,0	+0,0

Područje	$q_p (\text{kN/m}^2)$	c_{pi}	$W_{e2} (\text{kN/m}^2)$
F	0,244	-0,433	-0,106
G	0,244	-0,433	-0,106
H	0,244	-0,173	-0,042
I	0,244	-0,373	-0,091
J	0,244	-0,473	-0,115

Tablica 1. Pritisak vjetra na vanjske površine

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

Područje	qp(kN/m ²)	Cpi	Wi1(kN/m ²)
F	0,244	+0,2	+0,049
G	0,244	+0,2	+0,049
H	0,244	+0,2	+0,049
I	0,244	+0,2	+0,049
J	0,244	+0,2	+0,049

Područje	qp(kN/m ²)	Cpi	Wi2(kN/m ²)
F	0,244	-0,3	-0,073
G	0,244	-0,3	-0,073
H	0,244	-0,3	-0,073
I	0,244	-0,3	-0,073
J	0,244	-0,3	-0,073

Tablica 2 .Pritisak vjetra na unutarnje površine

Rezultirajuće djelovanje vjetra (kN/m ²)				
Područje	Vjetar 1=We1+Wi1	Vjetar 2=We1+Wi2	Vjetar 3=We2+Wi1	Vjetar 4=We2+Wi2
F	+0,122	+0,244	-0,155	-0,033
G	+0,122	+0,244	-0,155	-0,033
H	+0,055	+0,177	-0,091	-0,031
I	+0,049	+0,073	-0,140	-0,018
J	+0,049	+0,073	-0,164	-0,042

Tablica 3.Rezultirajuće djelovanje vjetra

Djelovanje vjetra na krovnu plohu prenosi se na sekundarne nosače koji prenose opterećenje na glavni nosač.

Djelovanje se u modelu nanosi linijski što će biti prikazano u sljedećim proračunima.

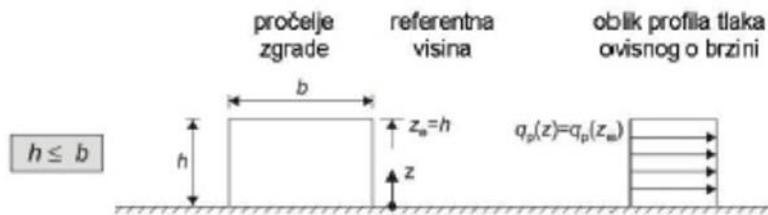
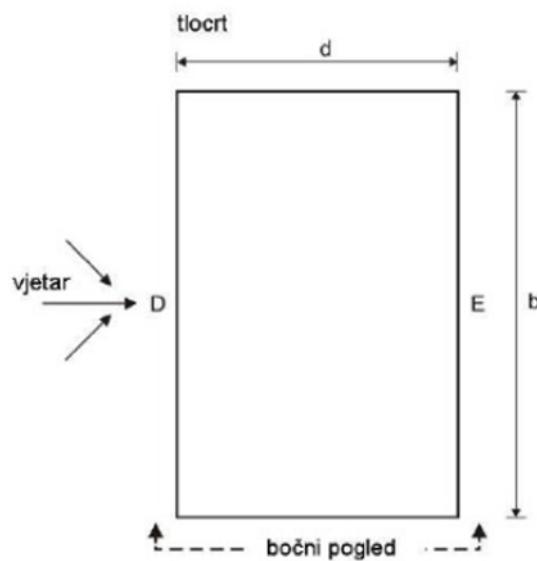
Za daljni proračun u obzir će se uzeti vrijednosti za VJETAR 2 koji će se u kombinacijama opterećenja označavati s "pritskajući vjetar" i VJETAR 3 koji će se u kombinacijama opterećenja označavati s "odižući vjetar".

Djelovanje vjetra na sekundarne nosače:

Pritiskajući vjetar		Odižući vjetar	
Podrožnice	Vrijednosti(kN/m)	Podrožnice	Vrijednosti(kN/m)
1	0,2879	1	-0,1829
2	0,4191	2	-0,2160
3	0,2089	3	-0,1074
4	0,0861	4	-0,1935
5	0,1723	5	-0,3309
6	0,0861	6	-0,1652

Tablica 4.Prikaz linijskog djelovanja vjetra na sekundarne nosače($V(kN/m)=V(kN/m^2)\cdot L$)

Djelovanje vjetra na zidove konstrukcije:

**Slika 2.7**Referentna visina i odgovarajuća raspodjela tlaka**Slika 2.8**Djelovanje vjetra na vertikalne zidove

$$e = \min \{b_i, 2h\} = \min[12,0; 2 \cdot 7,75 = 15,5] = 12,00 \text{ m}$$

Područje	$q_p(kN/m^2)$	c_{pe}	$W_e(kN/m^2)$
D	0,244	+0,8	0,195
E	0,244	-0,5	-0,122

Tablica 4.Pritisak vjetra na vanjske površine

Područje	$q_p(kN/m^2)$	c_{pi}	$W_{i1}(kN/m^2)$
D	0,244	0,20	0,049
E	0,244	0,20	0,049

Područje	$q_p(kN/m^2)$	c_{pi}	$W_{i2}(kN/m^2)$
D	0,244	-0,30	-0,073
E	0,244	-0,30	-0,073

Tablica 5.Pritisak vjetra na unutarnje površine

REZULTIRAJUĆE DJELOVANJE VJETRA(kN/m ²)			
Područje	VJETAR 1= W _e +W _{i2}	VJETAR 2= W _e +W _{i1}	
D	+0,268	+0,146	
E	-0,049	-0,171	

Tablica 6.Prikaz rezultirajućeg djelovanja vjetra ($V(kN/m^2)$)

REZULTIRAJUĆE DJELOVANJE ZA VJETAR 1(kN/m)				
Područje		SREDNJI DIO		RUBNI DIO
D	4	1,08	2	0,54
E	4	0,196	2	0,098

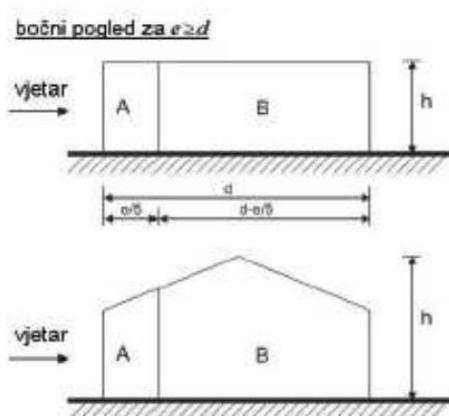
Tablica 7.Prikaz rezultirajućeg djelovanja vjetra ($V(kN/m) = V(kN/m^2) \cdot L$)

REZULTIRAJUĆE DJELOVANJE ZA VJETAR 2(kN/m)				
Područje		SREDNJI DIO		RUBNI DIO
D	4	0,58	2	0,29
E	4	0,68	2	0,34

Tablica 8.Prikaz rezultirajućeg djelovanja vjetra ($V(kN/m) = V(kN/m^2) \cdot L$)

Djelovanje vjetra na zabatni zid

$$e = \min \{b_i, 2h\} = \min [12,0; 2 \cdot 7,75 = 15,50] = 12,00 \text{ m}, d = 8,0 \text{ m}$$

**Slika 2.9.**Prikaz područja djelovanja za zabatne zidove

Područje	q _p (kN/m ²)	c _{pe}	W _e (kN/m ²)
A	0,244	-1,2	-0,293
B	0,244	-0,8	-0,195

Tablica 9.Prikaz djelovanja na vanjske površine

Područje	$q_p(kN/m^2)$	c_{pi}	$W_{i1}(kN/m^2)$
A	0,244	0,2	0,049
B	0,244	0,2	0,049
Područje	$q_p(kN/m^2)$	c_{pi}	$W_{i2}(kN/m^2)$
A	0,244	-0,3	-0,073
B	0,244	-0,3	-0,073

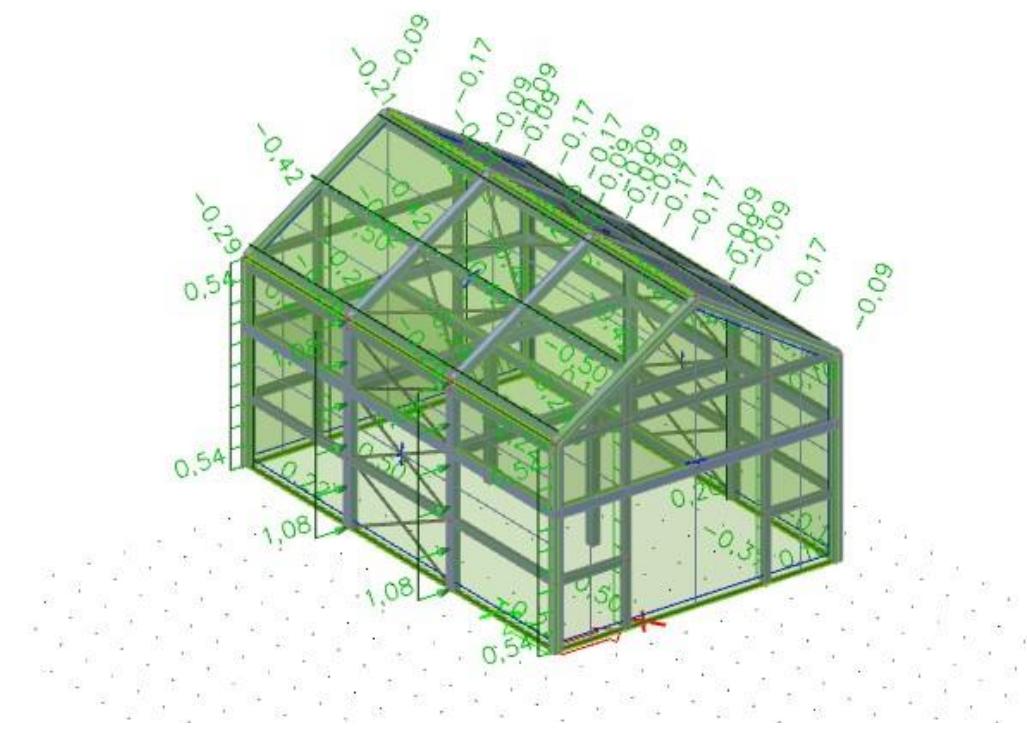
Tablica 10.Prikaz djelovanja na unutarnje površine

REZULTIRAJUĆE DJELOVANJE VJETRA(kN/m ²)				
PODRUČJE	VJETAR 1=	$W_e + W_{i1}$	VJETAR 2=	$W_e - W_{i2}$
A	-0,342		-0,22	
B	-0,244		-0,122	

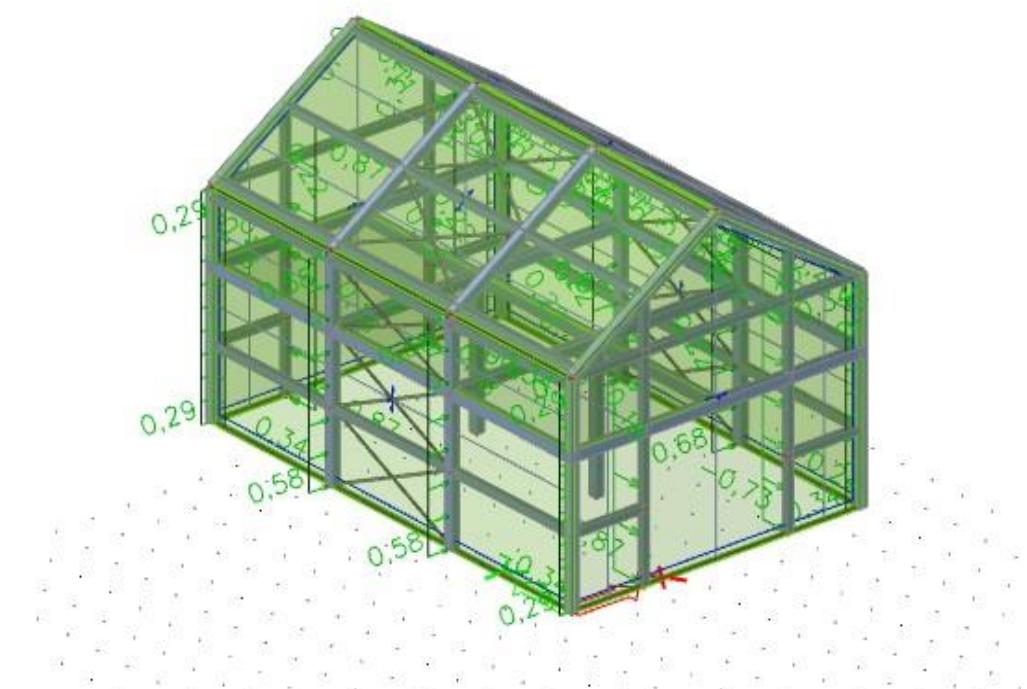
Tablica 11.Prikaz rezultirajućeg djelovanja vjetra

REZULTIRAJUĆE DJELOVANJE VJETRA NA ZABATNE STUPOVE		
Stupovi	Vrijednosti(odižući)	Vrijednosti(pritiskujući)
1	-0,342	-0,22
2	-0,8692	-0,5032
3	-0,732	-0,366
4	-0,244	-0,122

Tablica 12.Rezultirajuće djelovanje na zbatne stupove ($V(kN/m) = V(kN/m^2) \cdot L$)



Slika2.10 Opterećenje modela vjetrom (pritiskajući vjetar)



Slika2.11 Opterećenje modela vjetrom (odižući vjetar)

2.4. Korisno opterećenje

Tablica 6.1 – Uporabne kategorije

Kategorija	Namjena	Primjer
A	Prostori za stanovanje i kućanske djelatnosti	Sobe u stambenim zgradama i kućama, sobe i odjeli u bolnicama; sobe u hotelima i prenoćištima, kuhinje i kupaonice
B	Uredski prostori	
C	Prostori gdje se mogu okupljati ljudi (osim prostora određenih u kategorijama A, B, i D ¹⁾)	C1: Prostорије са столовима и сл., примјерице у школама, каванама, ресторанима, благојаonicама, читаоницама, recepcijama C2: Prostori s nepomičnim sjedalima, примјерице у црквама, kazalištima ili kinima, sobe za sastanke, dvorane за predavanja, dvorane za skupove, željezničke čekaonice i sl. C3: Prostori bez zapreka za kretanje ljudi, примјерице у музејима, izložbenim prostорима и слично, te pristupi у javnim i upravnim zgradama, hotelima, bolnicama i željezničkim stanicama C4: Prostori gdje su moguće fizičke aktivnosti, примјерице plesne dvorane, gimnastičke dvorane, pozornice C5: Prostori za velika okupljanja ljudi, примјерице у zgradama za javne priredbe као што су koncertne dvorane, sportske dvorane uključujući gledališta, terase, prilaze и željezničke perone
D	Prodajni prostori	D1: Prostori u trgovinama D2: Prostori u robnim kućama

¹⁾ Obratiti pažnju na točku 6.3.1.1(2), posebno za kategorije C4 i C5. Kad se dinamički učinci trebaju uzeti u obzir, vidjeti normu EN 1990. Za kategoriju E, vidjeti tablicu 6.3.

NAPOMENA 1: Ovisno o predviđenom načinu upotrebe, prostori koji bi mogli pripadati kategorijama C2, C3 i C4 smiju se odlukom investitora i/ili nacionalnim dodatkom svrstati u kategoriju C5

NAPOMENA 2: U nacionalnome dodatku smiju se odrediti potkategorije za A, B, C1 do C5, D1 i D2.

NAPOMENA 3: Za proizvodne djelatnosti ili skladištenje, vidjeti točku 6.3.2.

Tablica 6.2 – Uporabna opterećenja stropova, balkona i stubišta u zgradama

Kategorija opterećenog prostora	q_k [kN/m ²]	Ω_k [kN]
Kategorija A		
– stropovi	1,5 do <u>2,0</u>	<u>2,0</u> do 3,0
– stubišta	<u>2,0</u> do 4,0	<u>2,0</u> do 4,0
– balkoni	<u>2,5</u> do 4,0	<u>2,0</u> do 3,0
Kategorija B	2,0 do <u>3,0</u>	1,5 do <u>4,5</u>
Kategorija C		
– C1	2,0 do <u>3,0</u>	3,0 do <u>4,0</u>
– C2	3,0 do <u>4,0</u>	<u>2,5</u> do 7,0 (<u>4,0</u>)
– C3	3,0 do <u>5,0</u>	<u>4,0</u> do 7,0
– C4	4,5 do <u>5,0</u>	3,5 do <u>7,0</u>
– C5	<u>5,0</u> do 7,5	3,5 do <u>4,5</u>
Kategorija D		
– D1	<u>4,0</u> do 5,0	3,5 do 7,0 (<u>4,0</u>)
– D2	4,0 do <u>5,0</u>	3,5 do <u>7,0</u>

Kao korisno opterećenje međukatne konstrukcije odabранo je 2 kN/m²

3. Proračun konstrukcije

Proračun konstrukcije izvršen je u programskom paketu Scia Enginner 2019. sa prostornim modelom konstrukcije.

3.1 Kombinacije djelovanja

3.1.1 Kombinacije za KGS

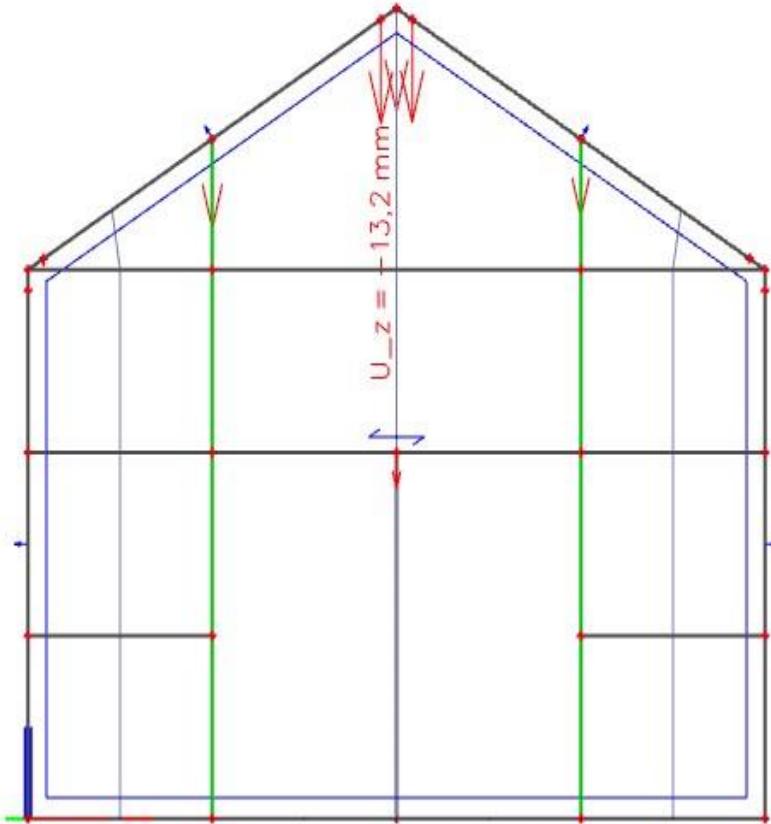
The figure consists of four separate windows, each titled "Contents of combination". Each window lists various load cases with their respective values:

- CO1 (Top Left):**
 - Load case
 - LC1 - Self weight / 1.35
 - dodatno stalno - sendvič panel / 1.35
 - dodatno stalno - drveni pod / 1.35
 - vjetar pritiskajući / 0.90
 - uporabno / 1.50
 - snijeg / 1.50
- CO2 (Top Right):**
 - Load case
 - LC1 - Self weight
 - dodatno stalno - sendvič panel
 - dodatno stalno - drveni pod / 1.35
 - vjetar odižući / 1.50
 - uporabno / 1.50
- CO3 (Bottom Left):**
 - Load case
 - LC1 - Self weight / 1.35
 - dodatno stalno - sendvič panel / 1.35
 - dodatno stalno - drveni pod / 1.35
 - vjetar pritiskajući / 1.50
 - uporabno / 1.50
- CO4 (Bottom Right):**
 - Load case
 - LC1 - Self weight / 1.35
 - dodatno stalno - sendvič panel / 1.35
 - dodatno stalno - drveni pod / 1.35
 - uporabno / 1.50
 - snijeg / 1.50

4. Dimenzioniranje elemenata konstrukcije

4.1 Pomaci konstrukcije

Vertikalni pomak konstrukcije



Slika 3.0: Vertikalni pomak

Vertikalni pomak: $u_z = 13,20 \text{ mm}$

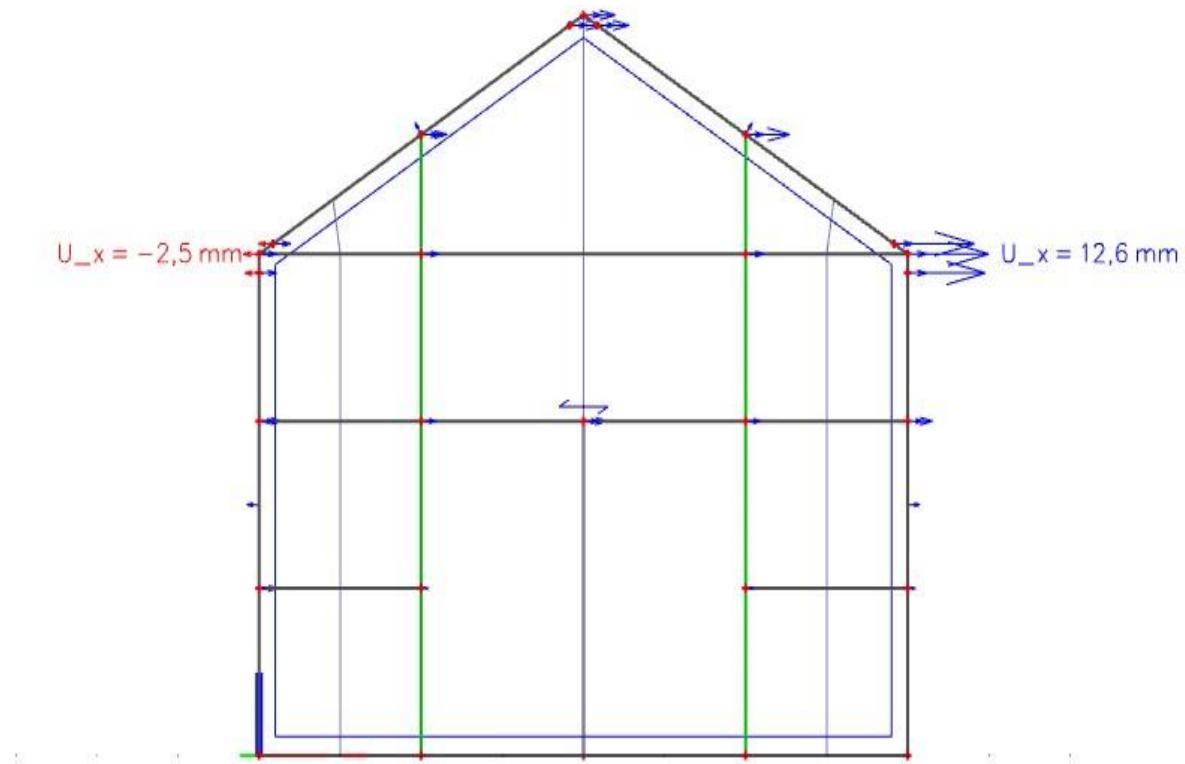
$$\begin{aligned} u_{G,\text{fin}} &= u_{G,\text{inst}}(1+k_{\text{def},G}) \\ &= 0,1320 * (1 + 0,8) \\ &= 0,237 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dopušteni vertikalni pomak:

$$u_{dop} = \frac{l}{250} = \frac{7,64 \cdot 1000}{250} = 30,56 \text{ mm}$$

$u_z = 23,7 \text{ mm} < u_{z,dop} = 30,56 \text{ mm}$ Zadovoljava

Horizontalni pomak konstrukcije



Slika 3.1 Horizontalni pomak (opterećenje)

Horizontalni pomak: $u_x = 12,6 \text{ mm}$

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

$$= 0,126 * (1 + 0)$$

$$= 12,6 \text{ mm}$$

Dopušteni horizontalni pomak :

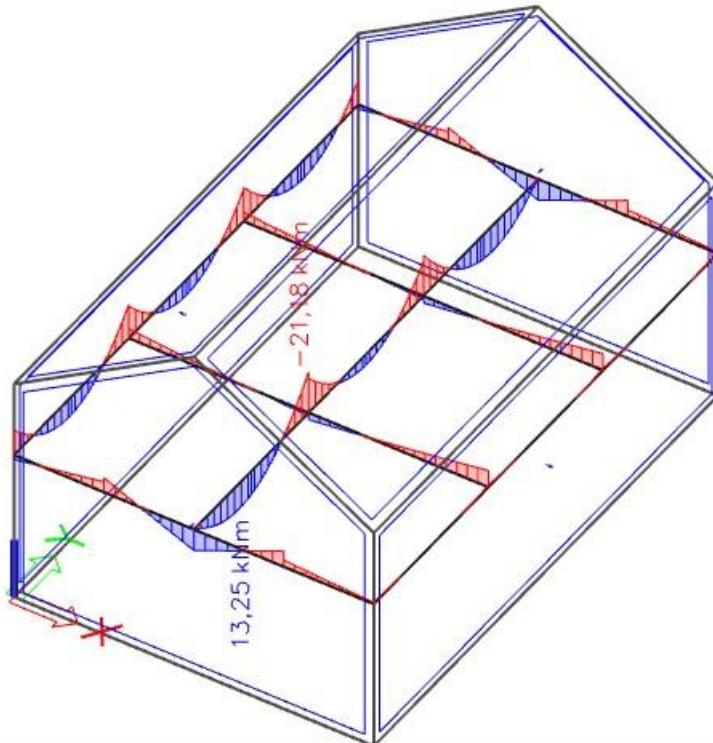
$$u_{dop} = \frac{h}{200} = \frac{5,25 \cdot 1000}{200} = 26,2 \text{ mm}$$

$u_x = 12,6 \text{ mm} < u_{x,dop} = 26,2 \text{ mm}$ Zadovoljava

4.2 Dimenzioniranje grede– pozicija 1

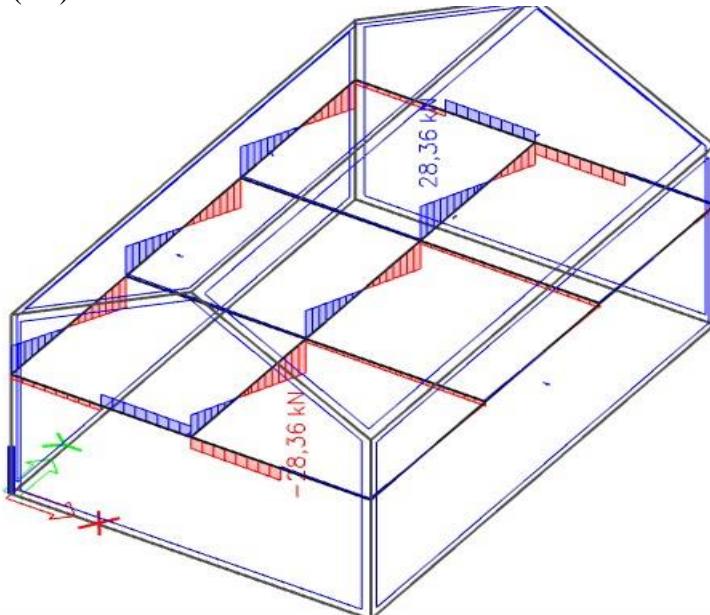
Dimenzioniranje konstrukcijskih elemenata je provedena softverom Scia Enginner 2019 pomoću modula Timber.

Moment savijanja u gredi (My)



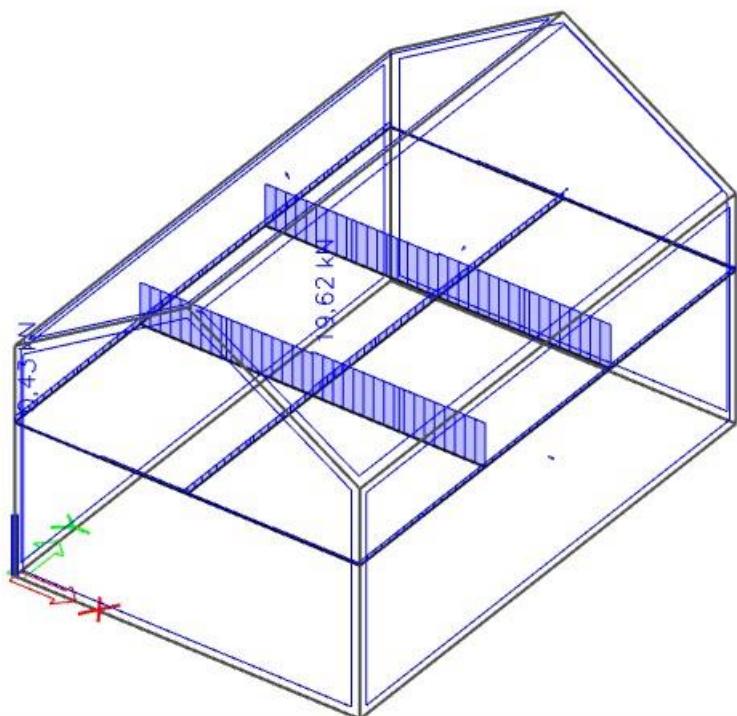
Slika 4.0 Dijagram momenata savijanja (My)

Poprečne sile u gredi (Vz)



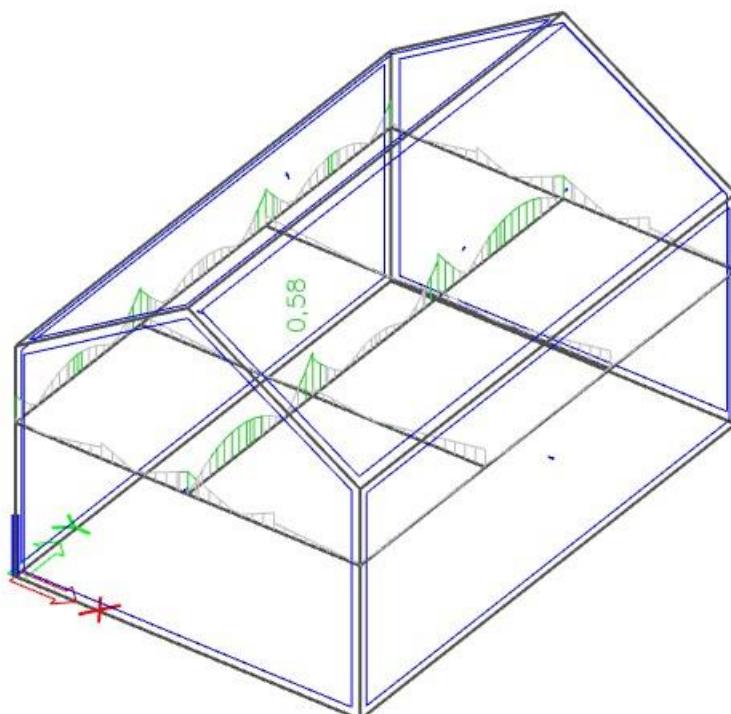
Slika 3.1.Dijagram poprečnih sila (Vz)

Uzdužna sila u gredi (N)



Slika 3.2. Dijagram uzdužnih sila (N)

Iskoristivost grede:



Slika 3.3. Prikaz iskoristivosti grednog nosača

Pozicija 1 – grede

Timber ULS check

Linear calculation, Extreme : Cross-section

Selection : All

Combinations : CO1

EN 1995-1-1 Code Check

Beam B48	4,000 m	Greda - RECT (200; 240)	GL 24h (EN 14080)	CO1	0,60 -
-----------------	----------------	--------------------------------	--------------------------	------------	---------------

Combination key

CO1 / 1.35*LC1 + 1.35*dodatno stalno - sendvič panel + 1.35*dodatno stalno - drveni pod + 0.90*vjetar pritiskajući + 1.50*uporabno + 1.50*snjeg

Basic data

Partial safety factor γ_M for Glued laminated timber 1,25

Material data

Bending (fm,k)	24,0	MPa
Tension (ft,0,k)	19,2	MPa
Tension (ft,90,k)	0,5	MPa
Compression (fc,0,k)	24,0	MPa
Compression (fc,90,k)	2,5	MPa
Shear (fv,k)	3,5	MPa
Type of timber	Glued laminated	

The critical check is on position **4,000 m**.

Internal forces

NEd	2,93	kN
Vy,Ed	0,36	kN
Vz,Ed	-28,36	kN
TEd	0,00	kNm
My,Ed	-21,18	kNm
Mz,Ed	0,68	kNm

Modification factor

Service Class	1
Load duration	Short term
Modification factor kmcd	0,90

...:: SECTION CHECK ::..**Tension parallel to the grain**

According to EN 1995-1-1 article 6.1.2 and formula (6.1)

$\sigma_{t,0,d}$	0,1	MPa
k_h	1,10	
$f_{t,0,d}$	15,2	MPa
Unity check	0,00	-

Compression perpendicular to the grain

According to EN 1995-1-1 article 6.1.5 and formula (6.3)

$F_{c,90,d}$	51,69	kN
I	100	mm
l_{ef}	160	mm
b	200	mm
A_{ef}	32000	mm ²
$\sigma_{c,90,d}$	1,6	MPa
Support condition	Discrete	
h	240	mm
$k_{c,90}$	1,75	-
$f_{c,90,d}$	1,8	MPa
Unity check	0,51	-

Bending

According to EN 1995-1-1 article 6.1.6 and formula (6.11),(6.12)

$\sigma_{m,y,d}$	11,0	MPa
$k_{h,y}$	1,10	
$f_{m,y,d}$	18,9	MPa
$\sigma_{m,z,d}$	0,4	MPa
$k_{h,z}$	1,00	
$f_{m,z,d}$	17,3	MPa
k_m	0,70	

$$\text{Unity check (6.11)} = 0,58 + 0,02 = 0,60 -$$

$$\text{Unity check (6.12)} = 0,41 + 0,02 = 0,43 -$$

Shear

According to EN 1995-1-1 article 6.1.7 and formula (6.13)

kcr	0,67	
τ_y,d	0,0	MPa
τ_z,d	1,3	MPa
f_v,d	2,5	MPa
Unity check τ_y	0,01	-
Unity check τ_z	0,52	-
Unity check Interaction	0,28	-

Note: The interaction equation has been added as a NCCI.

Torsion

According to EN 1995-1-1 article 6.1.8 and formula (6.14)

$\tau_{tor,d}$	0,0	MPa
kshape	1,06	
f_v,d	2,5	MPa
Unity check	0,00	-
Unity check Interaction Shear	0,28	-

Note: The interaction equation has been added as a NCCI.

Combined Bending and Axial Tension

According to EN 1995-1-1 article 6.2.3 and formula (6.17),(6.18)

ft,0,d	15,2	MPa
fm,y,d	18,9	MPa
fm,z,d	17,3	MPa
km	0,70	

Unity check (6.17) = 0,00 + 0,58 + 0,02 = 0,60 -

Unity check (6.18) = 0,00 + 0,41 + 0,02 = 0,44 -

The member satisfies the section check.

The member satisfies the section check.

...:: STABILITY CHECK ::..

Beams subjected to bending or combined bending and compression

According to EN 1995-1-1 article 6.3.3 and formula (6.33),(6.35)

LTB Parameters

Elastic critical moment $M_{y,crit}$	472,72	kNm
Critical bending stress $\sigma_{m,crit}$	246,2	MPa
Relative slenderness $\lambda_{rel,m}$	0,31	
Reduction factor k_{crit}	1,00	

Unity check (6.33) = 0,58 -

My,crit Parameters

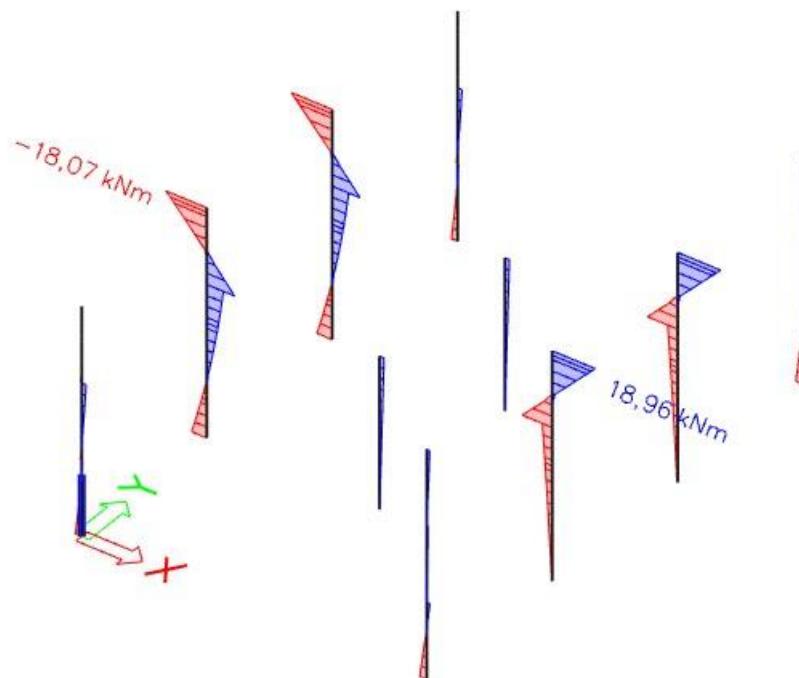
G0,05	600,0	MPa
LTB length L	4,000	m
Lef/L	0,90	
Effective length Lef	3,600	m
Influence of load position	no influence	

The member satisfies the stability check.

4.3 Dimenzioniranje stupa – pozicija 2

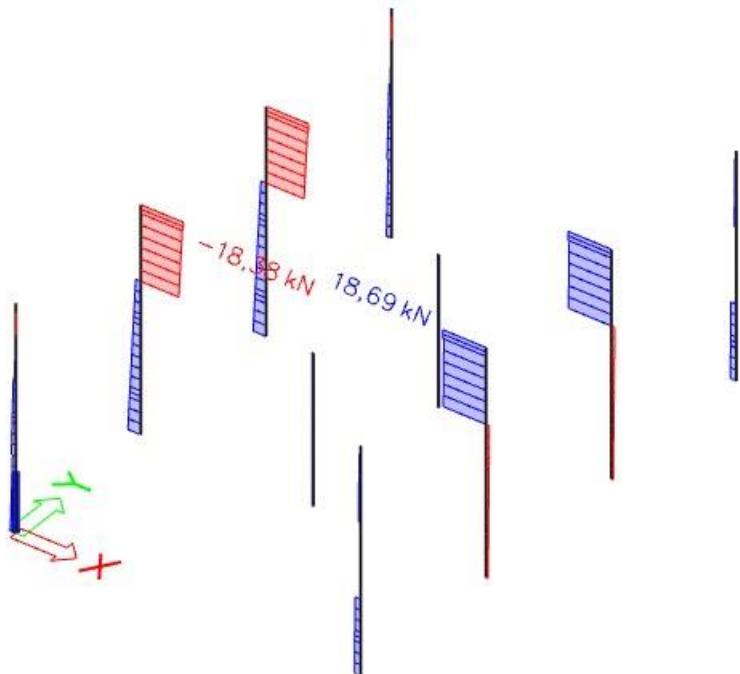
Dimenzioniranje konstrukcijskih elemenata je provedena softverom Scia Enginner 2019 pomoću modula Timber.

Moment savijanja u stupu (My)



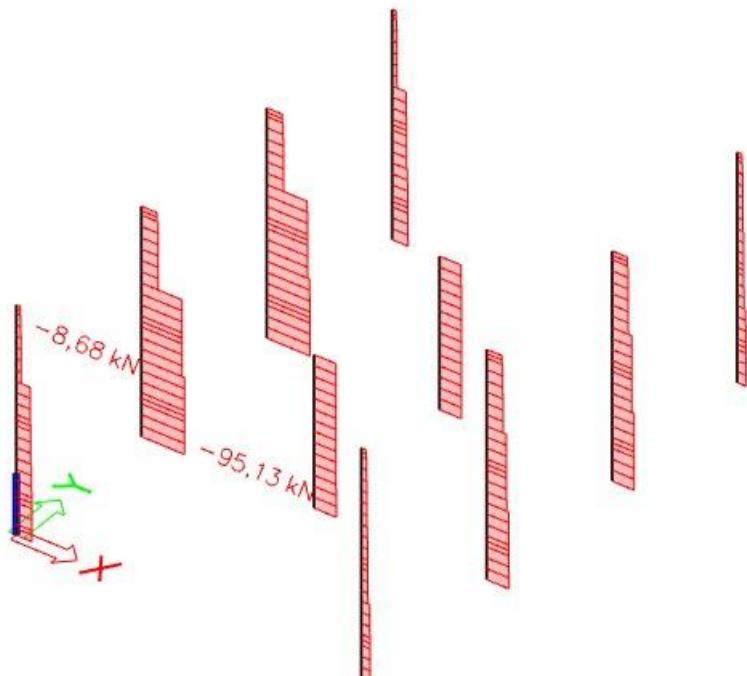
Slika 4.0 Dijagran momenata savijanja (My)

Poprečna sila (Vz)



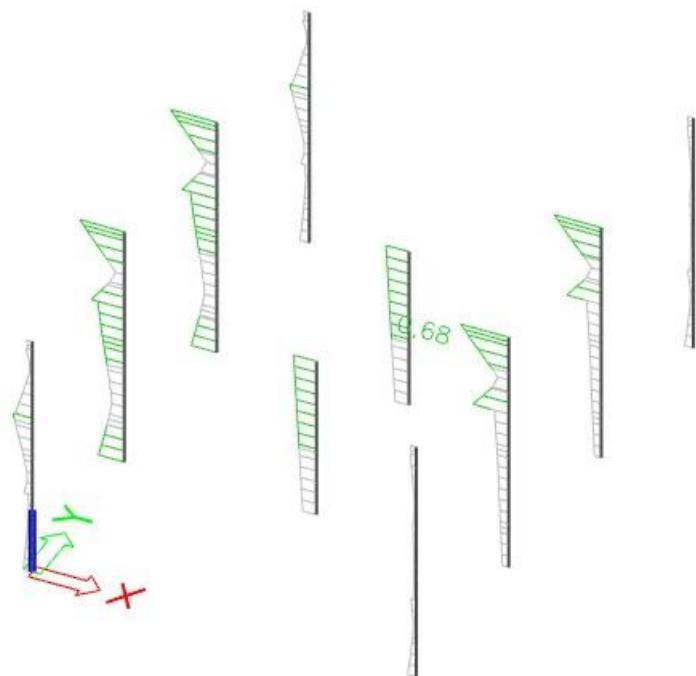
Slika 4.1 Dijagram poprečnih sila (Vz)

Uzdužna sila (N)



Slika 4.2 Dijagram uzdužnih sila (N)

Iskoristivost stupna:



Slika 4.3 Prikaz iskoristivosti stupa

Pozicija 2 – Stupovi

Timber ULS check

Linear calculation, Extreme : Cross-section

Selection : All

Combinations : CO1

EN 1995-1-1 Code Check

Beam B7	5,250 m	Stup - RECT (220; 220)	GL 24h (EN 14080)	CO1	0,68 -
----------------	----------------	-------------------------------	--------------------------	------------	---------------

Combination key

CO1 / 1.35*LC1 + 1.35*dodatno stalno - sendvič panel + 1.35*dodatno stalno - drveni pod + 0.90*vjetar pritiskajući + 1.50*uporabno + 1.50*snjeg

Basic data

Partial safety factor γ_M for Glued laminated timber 1,25

Material data

Bending (fm,k)	24,0	MPa
Tension (ft,0,k)	19,2	MPa
Tension (ft,90,k)	0,5	MPa
Compression (fc,0,k)	24,0	MPa
Compression (fc,90,k)	2,5	MPa
Shear (fv,k)	3,5	MPa
Type of timber	Glued laminated	

The critical check is on position **5,250 m**.

Internal forces

NEd	-33,43	kN
Vy,Ed	1,39	kN
Vz,Ed	18,65	kN
TEd	-0,42	kNm
My,Ed	18,96	kNm
Mz,Ed	-0,63	kNm

Modification factor

Service Class	1
Load duration	Short term
Modification factor kmcd	0,90

...:: SECTION CHECK ::...**Compression parallel to the grain**

According to EN 1995-1-1 article 6.1.4 and formula (6.2)

$\sigma_c,0,d$	0,7	MPa
$f_c,0,d$	17,3	MPa
Unity check	0,04	-

Compression perpendicular to the grain

According to EN 1995-1-1 article 6.1.5 and formula (6.3)

$F_c,90,d$	18,65	kN
I	100	mm
l_{ef}	130	mm
b	220	mm
A_{ef}	28600	mm ²
$\sigma_c,90,d$	0,7	MPa
Support condition	Discrete	
h	220	mm
$k_c,90$	1,00	-
$f_c,90,d$	1,8	MPa
Unity check	0,36	-

Bending

According to EN 1995-1-1 article 6.1.6 and formula (6.11),(6.12)

σ_m,y,d	10,7	MPa
k_h,y	1,10	
f_m,y,d	19,0	MPa
σ_m,z,d	0,4	MPa
k_h,z	1,00	
f_m,z,d	17,3	MPa
k_m	0,70	

$$\text{Unity check (6.11)} = 0,56 + 0,01 = 0,58 -$$

$$\text{Unity check (6.12)} = 0,39 + 0,02 = 0,41 -$$

Shear

According to EN 1995-1-1 article 6.1.7 and formula (6.13)

kcr	0,67	
τ_y,d	0,1	MPa
τ_z,d	0,9	MPa
f_v,d	2,5	MPa
Unity check τ_y	0,03	-
Unity check τ_z	0,34	-
Unity check Interaction	0,12	-

Note: The interaction equation has been added as a NCCI.

Torsion

According to EN 1995-1-1 article 6.1.8 and formula (6.14)

$\tau_{tor,d}$	0,2	MPa
kshape	1,05	
f_v,d	2,5	MPa
Unity check	0,07	-
Unity check Interaction Shear	0,19	-

Note: The interaction equation has been added as a NCCI.

Combined Bending and Axial Compression

According to EN 1995-1-1 article 6.2.4 and formula (6.19),(6.20)

$f_{c,0,d}$	17,3	MPa
$f_{m,y,d}$	19,0	MPa
$f_{m,z,d}$	17,3	MPa
km	0,70	

$$\text{Unity check (6.19)} = 0,00 + 0,56 + 0,01 = 0,58 -$$

$$\text{Unity check (6.20)} = 0,00 + 0,39 + 0,02 = 0,42 -$$

The member satisfies the section check.

...::: STABILITY CHECK ::..**Columns subjected to compression or combined compression and bending**

According to EN 1995-1-1 article 6.3.2 and formula (6.23),(6.24)

Buckling parameters	yy	zz	
Sway type	sway	non-sway	
System length L	1,750	0,200	in
Buckling factor k	3,61	0,99	
Buckling length Lcr	6,322	0,198	m
Slenderness λ	99,54	3,11	-
Relative slenderness λ	1,58	0,05	-
Limit slenderness	0,30	0,30	-
Imperfection β_c	0,10	0,10	-
Reduction factor k_c	0,37	1,00	-

Unity check (6.23) = 0,11 + 0,56 + 0,01 = 0,68 -

Unity check (6.24) = 0,04 + 0,39 + 0,02 = 0,45 -

Beams subjected to bending or combined bending and compression

According to EN 1995-1-1 article 6.3.3 and formula (6.33),(6.35)

LTB Parameters		
Elastic critical moment $M_{y,crit}$	9550,89	kNm
Critical bending stress $\sigma_{m,crit}$	5381,8	MPa
Relative slenderness $\lambda_{rel,m}$	0,07	-
Reduction factor k_{crit}	1,00	-

Unity check (6.33) = 0,56 -

Unity check (6.35) = 0,32 + 0,04 = 0,36 -

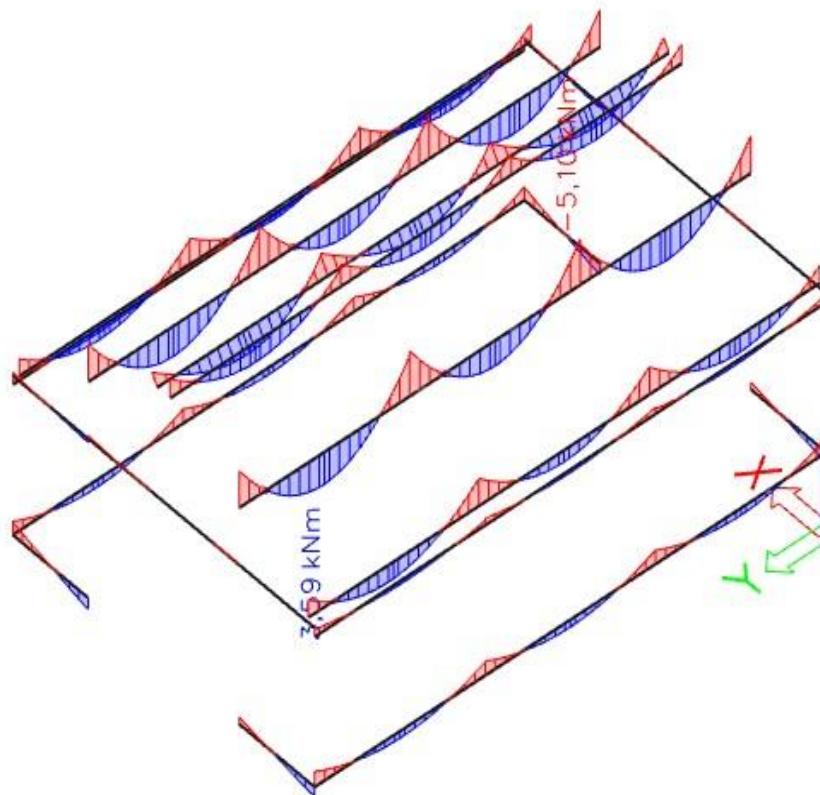
My,crit Parameters		
G0,05	600,0	MPa
LTB length L	0,200	m
Lef/L	1,00	
Effective length Lef	0,200	m
Influence of load position	no influence	

The member satisfies the stability check.

4.4 Dimenzioniranje podrožnice – pozicija 3

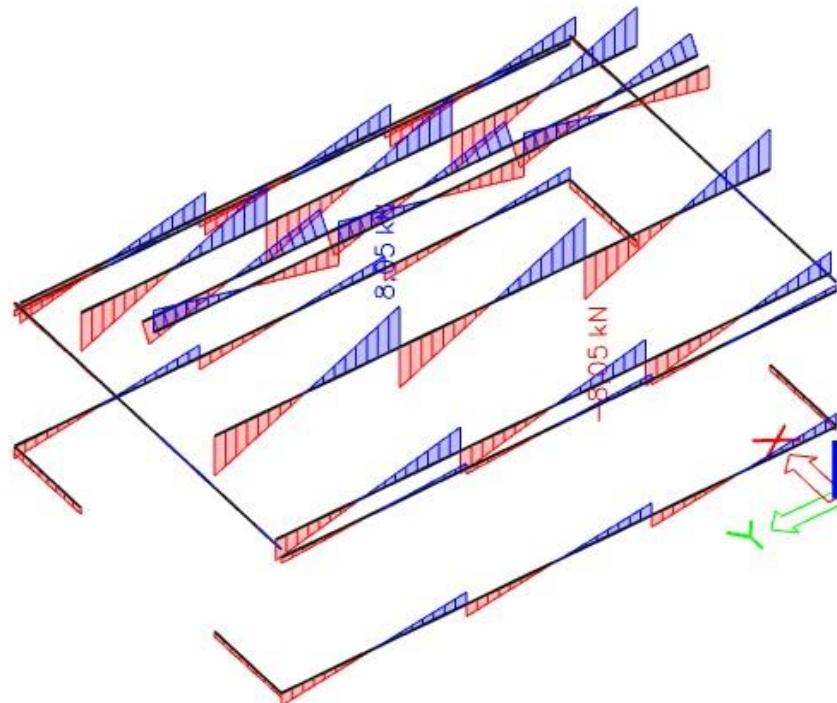
Dimenzioniranje konstrukcijskih elemenata je provedena softverom Scia Enginner 2019 pomoću modula Timber.

Moment savijanja podrožnice(M_y)



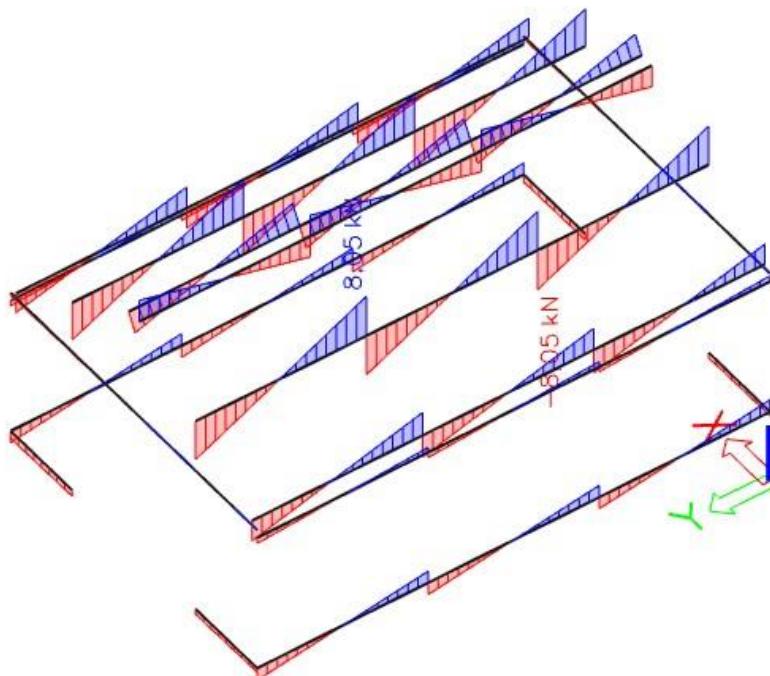
Slika 4.4 Dijagram momenata savijanja (M_y)

Poprečna sila (Vz)



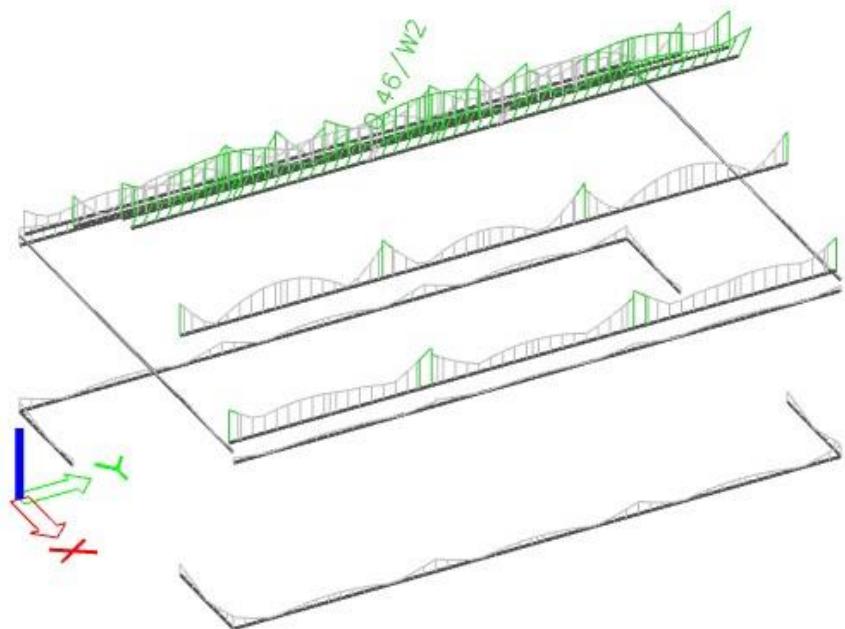
Slika 4.5 Dijagram poprečnih sila (Vz)

Uzdužna sila(N)



Slika 4.6. Dijagram uzdužnih slika

Iskoristivost :



Slika 4.7. Prikaz iskoristivosti presjeka

Pozicija 3 – podrožnice

Timber ULS check

Linear calculation, Extreme : Cross-section

Selection : All

Combinations : CO1

EN 1995-1-1 Code Check

Beam B82	4,000 m	Sekundarni nosač - RECT (140; 180)	GL 24h (EN 14080)	CO1	0,46 -
-----------------	----------------	---	--------------------------	------------	---------------

Combination key

CO1 / 1.35*LC1 + 1.35*dodatno stalno - sendvič panel +
1.35*dodatno stalno - drveni pod + 0.90*vjetar pritiskajući
+ 1.50*uporabno + 1.50*snjeg

Basic data

Partial safety factor γM for Glued laminated timber 1,25

Material data

Bending (fm,k)	24,0	MPa
Tension (ft,0,k)	19,2	MPa
Tension (ft,90,k)	0,5	MPa
Compression (fc,0,k)	24,0	MPa
Compression (fc,90,k)	2,5	MPa
Shear (fv,k)	3,5	MPa
Type of timber	Glued laminated	

The critical check is on position **0,000 m**.

Internal forces

NEd	-2,40	kN
Vy,Ed	1,97	kN
Vz,Ed	3,59	kN
TEd	0,00	kNm
My,Ed	-2,10	kNm
Mz,Ed	-1,23	kNm

Modification factor

Service Class	1
Load duration	Short term
Modification factor kmcd	0,90

...:: SECTION CHECK ::..**Compression parallel to the grain**

According to EN 1995-1-1 article 6.1.4 and formula (6.2)

$\sigma_{c,0,d}$	0,1	MPa
$f_{c,0,d}$	17,3	MPa
Unity check	0,01	-

Compression perpendicular to the grain

According to EN 1995-1-1 article 6.1.5 and formula (6.3)

$F_{c,90,d}$	7,30	kN
I	100	mm
l_{ef}	160	mm
b	140	mm
A_{ef}	22400	mm ²
$\sigma_{c,90,d}$	0,3	MPa
Support condition	Discrete	
h	180	mm
$k_{c,90}$	1,75	-
$f_{c,90,d}$	1,8	MPa
Unity check	0,10	-

Bending

According to EN 1995-1-1 article 6.1.6 and formula (6.11),(6.12)

$\sigma_{m,y,d}$	2,8	MPa
$k_{h,y}$	1,10	
$f_{m,y,d}$	19,0	MPa
$\sigma_{m,z,d}$	2,1	MPa
$k_{h,z}$	1,00	
$f_{m,z,d}$	17,3	MPa
k_m	0,70	

Unity check (6.11) = $0,15 + 0,08 = 0,23$ -

Unity check (6.12) = $0,10 + 0,12 = 0,22$ -

Shear

According to EN 1995-1-1 article 6.1.7 and formula (6.13)

k_{cr}	0,67	
$\tau_{y,d}$	0,2	MPa
$\tau_{z,d}$	0,3	MPa
$f_{v,d}$	2,5	MPa
Unity check τ_y	0,07	-
Unity check τ_z	0,13	-
Unity check Interaction	0,02	-

Note: The interaction equation has been added as a NCCI.

Combined Bending and Axial Compression

According to EN 1995-1-1 article 6.2.4 and formula (6.19),(6.20)

$f_{c,0,d}$	17,3	MPa
$f_{m,y,d}$	19,0	MPa
$f_{m,z,d}$	17,3	MPa
k_m	0,70	

Unity check (6.19) = $0,00 + 0,15 + 0,08 = 0,23$ -

Unity check (6.20) = $0,00 + 0,10 + 0,12 = 0,22$ -

The member satisfies the section check.

...:: STABILITY CHECK ::...**Columns subjected to compression or combined compression and bending**
According to EN 1995-1-1 article 6.3.2 and formula (6.23),(6.24)

Buckling parameters	yy	zz	
Sway type	sway	non-sway	
System length L	12,000	4,000	m
Buckling factor k	1,75	0,64	
Buckling length Lcr	20,980	2,574	m
Slenderness λ	403,76	63,70	-
Relative slenderness λ	6,43	1,01	-
Limit slenderness	0,30	0,30	-
Imperfection β_c	0,10	0,10	-
Reduction factor k_c	0,02	0,76	-

Unity check (6.23) = $0,23 + 0,15 + 0,08 = 0,46$ -Unity check (6.24) = $0,01 + 0,10 + 0,12 = 0,23$ -

Warning: The slenderness 403,76 is larger than the limit value 200,00!

Beams subjected to bending or combined bending and compression

According to EN 1995-1-1 article 6.3.3 and formula (6.33),(6.35)

LTB Parameters		
Elastic critical moment $M_{y,crit}$	125,03	kNm
Critical bending stress $\sigma_{m,crit}$	165,4	MPa
Relative slenderness $\lambda_{rel,m}$	0,38	-
Reduction factor k_{crit}	1,00	-

Unity check (6.33) = 0,15 -

Unity check (6.35) = $0,02 + 0,01 = 0,03$ -**My,crit Parameters**

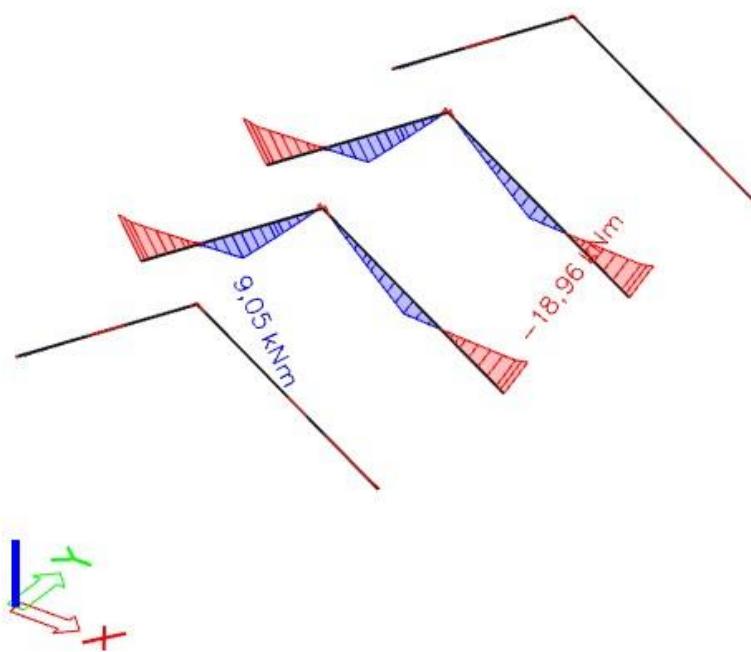
G0,05	600,0	MPa
LTB length L	4,000	m
Lef/L	0,90	
Effective length Lef	3,600	m
Influence of load position	no influence	

The member satisfies the stability check.

4.5 Dimenzioniranje krovne grede – pozicija 4

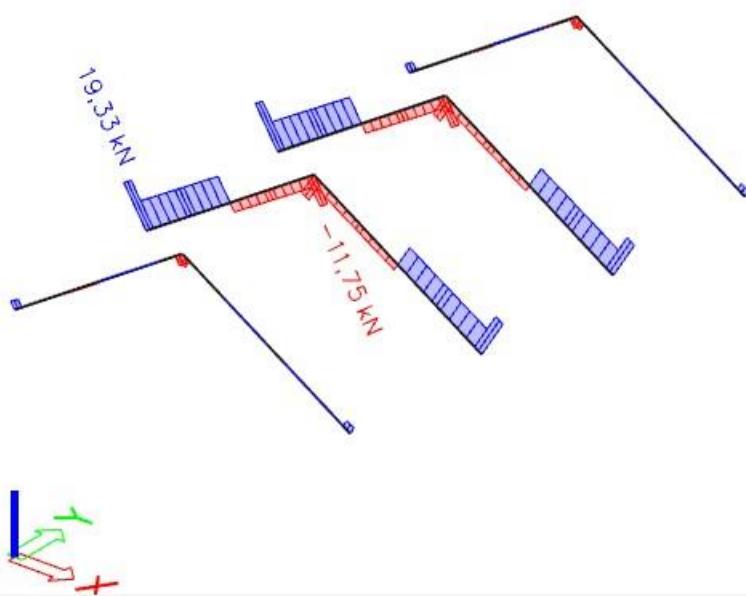
Dimenzioniranje konstrukcijskih elemenata je provedena softverom Scia Enginner 2019 pomoću modula Timber.

Moment savijanja (M_y)



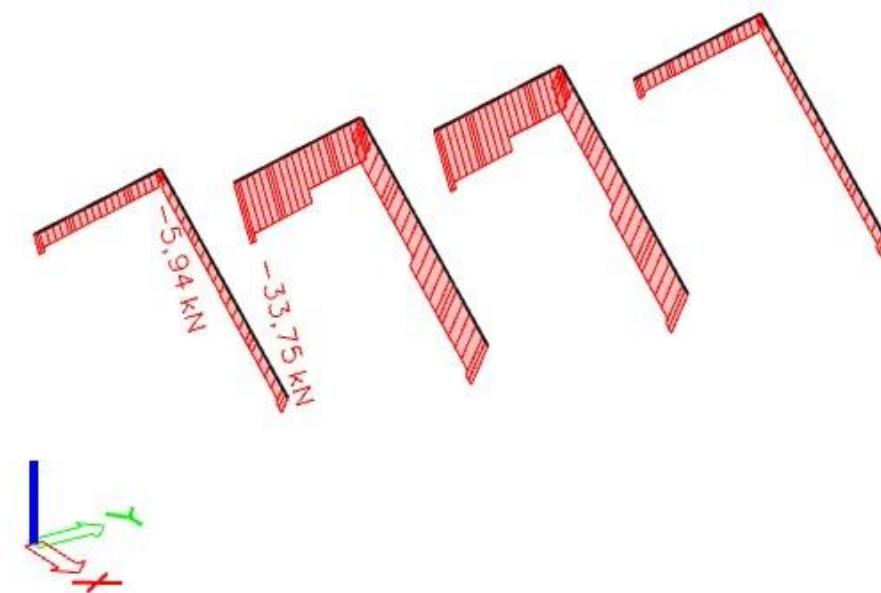
Slika 4.8. Dijagram momenata savijanja (M_y)

Poprečna sila (Vz)



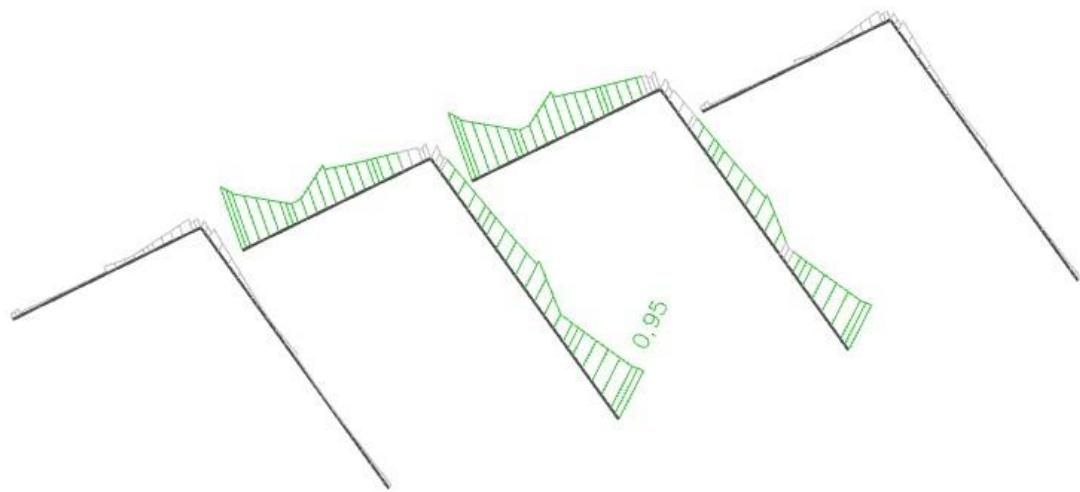
Slika 4.9. Dijagram poprečnih sila (Vz)

Uzdužna sila (N)



Slika 4.10 Dijagram Uzdužnih sila

Iskoristivost:



Slika 4.11.Prikaz iskoristivosti krovne grede

Pozicija 4 – krovne grede

Timber ULS check

Linear calculation, Extreme : Cross-section
 Selection : Ali
 Combinations : CO1

EN 1995-1-1 Code Check

Beam B10	4,717 m	Krov - RECT (200; 220)	GL 24h (EN 14080)	CO1	0,95 -
-----------------	----------------	-------------------------------	--------------------------	------------	---------------

Combination key

CO1 / 1.35*LC1 + 1.35*dodatno stalno - sendvič panel + 1.35*dodatno stalno - drveni pod + 0.90*vjetar pritiskajući + 1.50*uporabno + 1.50*sniјeg

Basic data

Partial safety factor γ_M for Glued laminated timber 1,25

Material data

Bending (fm,k)	24,0	MPa
Tension (ft,0,k)	19,2	MPa
Tension (ft,90,k)	0,5	MPa
Compression (fc,0,k)	24,0	MPa
Compression (fc,90,k)	2,5	MPa
Shear (fv,k)	3,5	MPa
Type of timber	Glued laminated	

The critical check is on position **0,000** m.

Internal forces

NEd	-33,54	kN
Vy,Ed	-1,39	kN
Vz,Ed	18,47	kN
TEd	0,31	kNm
My,Ed	-18,96	kNm
Mz,Ed	0,69	kNm

Modification factor

Service Class	1
Load duration	Short term
Modification factor kmcd	0,90

...:: SECTION CHECK ::..**Compression parallel to the grain**

According to EN 1995-1-1 article 6.1.4 and formula (6.2)

$\sigma_{c,0,d}$	0,8	MPa
$f_{c,0,d}$	17,3	MPa
Unity check	0,04	-

Compression perpendicular to the grain

According to EN 1995-1-1 article 6.1.5 and formula (6.3)

$F_{c,90,d}$	18,47	kN
l	100	mm
l_{ef}	130	mm
b	200	mm
A_{ef}	26000	mm ²
$\sigma_{c,90,d}$	0,7	MPa
Support condition	Discrete	
h	220	mm
$k_{c,90}$	1,00	-
$f_{c,90,d}$	1,8	MPa
Unity check	0,39	-

Bending

According to EN 1995-1-1 article 6.1.6 and formula (6.11),(6.12)

$\sigma_{m,y,d}$	11,8	MPa
$k_{h,y}$	1,10	
$f_{m,y,d}$	19,0	MPa
$\sigma_{m,z,d}$	0,5	MPa
$k_{h,z}$	1,00	
$f_{m,z,d}$	17,3	MPa
k_m	0,70	

Unity check (6.11) = $0,62 + 0,02 = 0,64$ -Unity check (6.12) = $0,43 + 0,03 = 0,46$ -

Shear

According to EN 1995-1-1 article 6.1.7 and formula (6.13)

kcr	0,67	
τ_y,d	0,1	MPa
τ_z,d	0,9	MPa
f_v,d	2,5	MPa
Unity check τ_y	0,03	-
Unity check τ_z	0,37	-
Unity check Interaction	0,14	-

Note: The interaction equation has been added as a NCCI.

Torsion

According to EN 1995-1-1 article 6.1.8 and formula (6.14)

$\tau_{tor,d}$	0,2	MPa
kshape	1,05	
f_v,d	2,5	MPa
Unity check	0,06	-
Unity check Interaction Shear	0,20	-

Note: The interaction equation has been added as a NCCI.

Combined Bending and Axial Compression

According to EN 1995-1-1 article 6.2.4 and formula (6.19),(6.20)

$f_{c,0,d}$	17,3	MPa
$f_{m,y,d}$	19,0	MPa
$f_{m,z,d}$	17,3	MPa
km	0,70	

Unity check (6.19) = $0,00 + 0,62 + 0,02 = 0,64$ -

Unity check (6.20) = $0,00 + 0,43 + 0,03 = 0,46$ -

The member satisfies the section check.

...:: STABILITY CHECK ::..**Columns subjected to compression or combined compression and bending**

According to EN 1995-1-1 article 6.3.2 and formula (6.23),(6.24)

Buckling parameters	yy	zz	
Sway type	sway	non-sway	
System length L	4,717	0,200	m
Buckling factor k	2,21	0,98	
Buckling length Lcr	10,432	0,197	m
Slenderness λ	164,26	3,41	-
Relative slenderness λ	2,61	0,05	-
Limit slenderness	0,30	0,30	-
Imperfection β_c	0,10	0,10	-
Reduction factor k_c	0,14	1,00	-

Unity check (6.23) = 0,31 + 0,62 + 0,02 = 0,95 -

Unity check (6.24) = 0,04 + 0,43 + 0,03 = 0,50 -

Beams subjected to bending or combined bending and compression

According to EN 1995-1-1 article 6.3.3 and formula (6.33),(6.35)

LTB Parameters		
Elastic critical moment $M_{y,crit}$	7509,16	kNm
Critical bending stress $\sigma_{m,crit}$	4654,4	MPa
Relative slenderness $\lambda_{rel,m}$	0,07	-
Reduction factor k_{crit}	1,00	-

Unity check (6.33) = 0,62 -

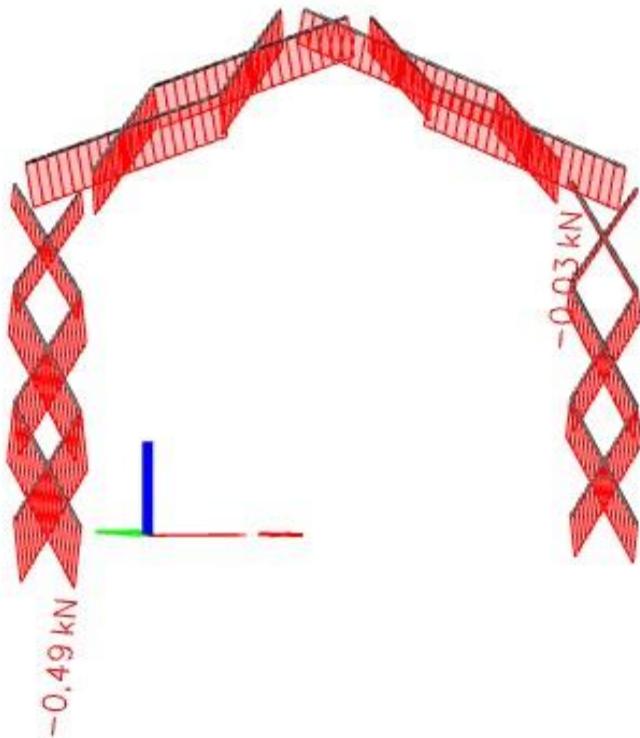
Unity check (6.35) = 0,38 + 0,04 = 0,43 -

My,crit Parameters		
G0,05	600,0	MPa
LTB length L	0,200	m
Lef/L	1,00	
Effective length Lef	0,200	m
Influence of load position	no influence	

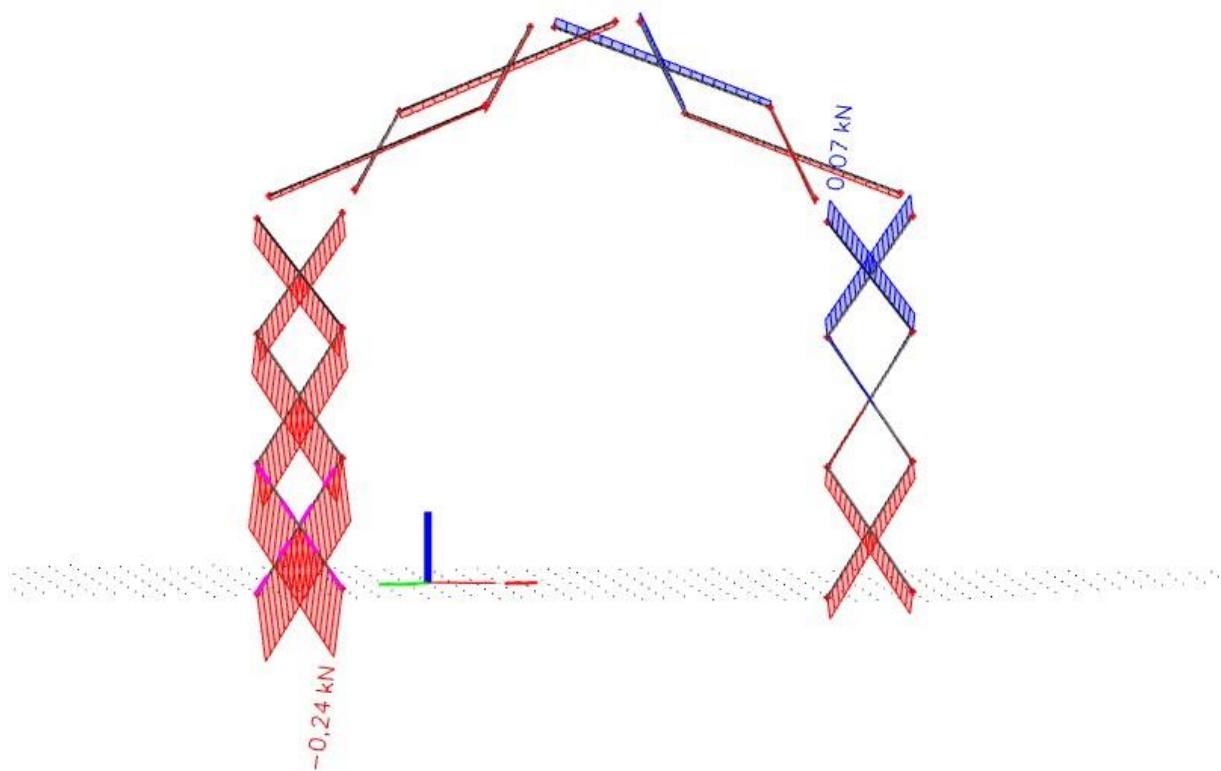
The member satisfies the stability check.

4.6 Dimenzioniranje spregova

Dimenzioniranje konstrukcijskih elemenata je provedena softverom Scia Enginner 2019.



Slika 4.12 Dijagram Uzdužnih sila CO4



Slika 4.12.1 Dijagram Uzdužnih sila CO2

odabrano $\emptyset 12$

$$A = 1,14 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M_0}} = \frac{1,14 \cdot 23,5}{1,0} = 26,79 \text{ kN}$$

$26,79 \text{ kN} > 0,49 \text{ kN}$ - zadovoljava

5. SPOJEVI

5.1 SPOJ STUPA I GREDE (Detalj A)

Spoj je izведен čeličnom papučom: GH04 200x180mm

-posebni čavli s utorima 14H 4x60 mm

- $k_{mod}=0,8$ (srednje trajno djelovanje, za C24, uporabna klasa 2)

$R_d=1,17$ za duljinu čavla 60mm.

$R_{0,d}=n_s * R_d = 14 * 1,17 = 16,4$ kN, za $n_s=2*7=14$ i GH 04 140x160 (prema tablicama)

Dokaz nosivosti na poprečni vlek u glavnom nosaču na dijelu priključka čeličnom papučom:

$$f = \frac{1}{1 - 0,93 * b_e/H_G} = \frac{1}{1 - 0,93 * 200/240} = 4,44$$

-dubina zabijanja čavla u glavni nosač usvojene je vrijednosti $t_{ef,max}$

$$t_{ef} = l - t = 60 - 2 = 58mm > 48mm = t_{ef,max}$$

-prema tablici

$B^*=186$ mm

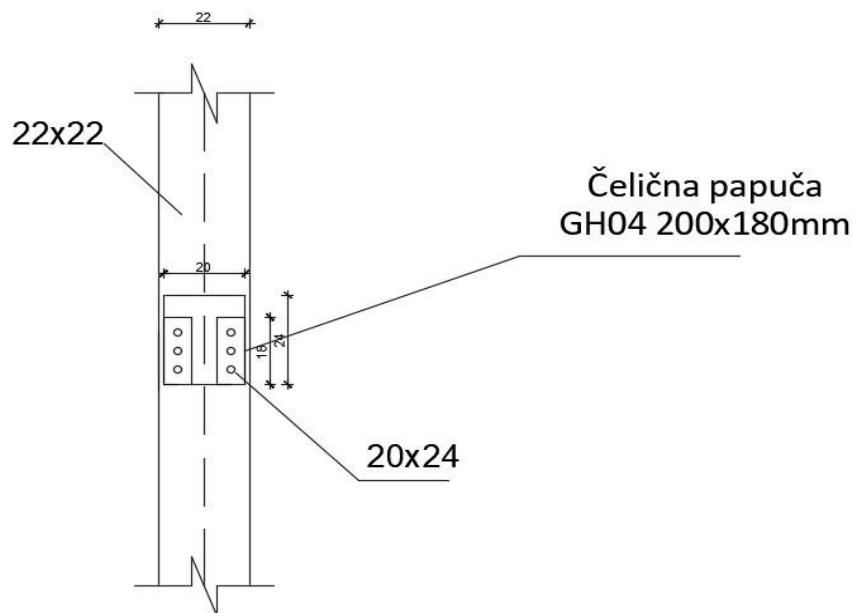
$H^*=120$ mm

$$f_{t,90,d} = k_{mod} * \frac{f_{t,90,k}}{\gamma_M} = 0,8 * \frac{0,4}{1,3} = 0,246 \text{ N/mm}^2$$

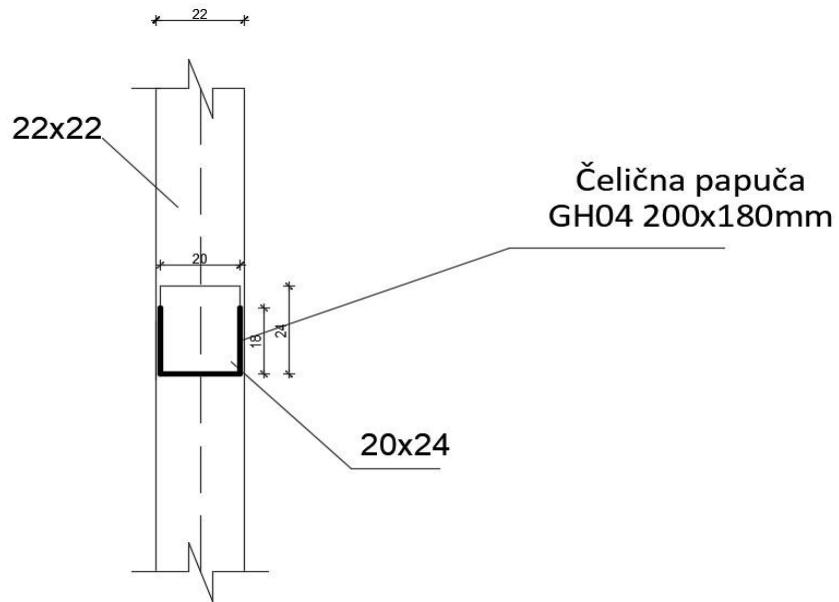
$$\begin{aligned} R_{t,90,d} &= 5,5 * f * t_{ef}^{0,8} * (H_G + 4 * \sqrt{B^* * H^*})^{0,8} * f_{t,90,d} \\ &= 5,5 * 4,44 * 48^{0,8} * (240 + 4 * \sqrt{186 * 120})^{0,8} * 0,246 * 10^{-3} \\ &= 28,98 \text{ kN} \end{aligned}$$

-Dokaz nosivosti treba provesti s najvećom vrijednosti nosivosti (mjerodavna)

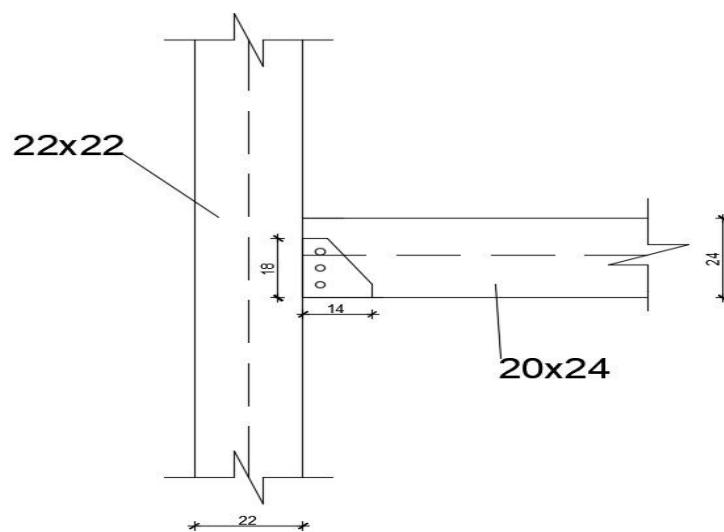
$$\frac{F_{1,d}}{R_{t,90,d}} = \frac{2,75}{28,98} = 0,10 < 1$$



Slika 5.1 Slika spoja stup greda



Slika 5.2 Slika spoja stup greda



Slika 5.3. Slika spoja stup greda

5.2 SPOJ GREDE I GREDE (Detalj B)

PRORAČUNSKA VRIJEDNOST KONTAKTNOG NAPREZANJA

$$\sigma_{c,\alpha,d} = \frac{f_{c,\alpha,d}}{A} = \frac{47,66 \cdot 10^3}{520 \cdot 10^2} = 0,92 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,\alpha,d} = F_d \cdot \cos \alpha = 5,63 \text{ kN} \cos (32,27)$$

$$f_{c,\alpha,d} = 4,76 \text{ kn}$$

$$A = 23,65 \cdot 22,00 = 520,30 \text{ cm}^2$$

PRORAČUNSKE VRIJEDNOSTI ČVRSTOĆA:

$$f_{c,0,d} = 0,9 \cdot \frac{21}{1,3} = 14,53 \text{ N/mm}^2$$

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

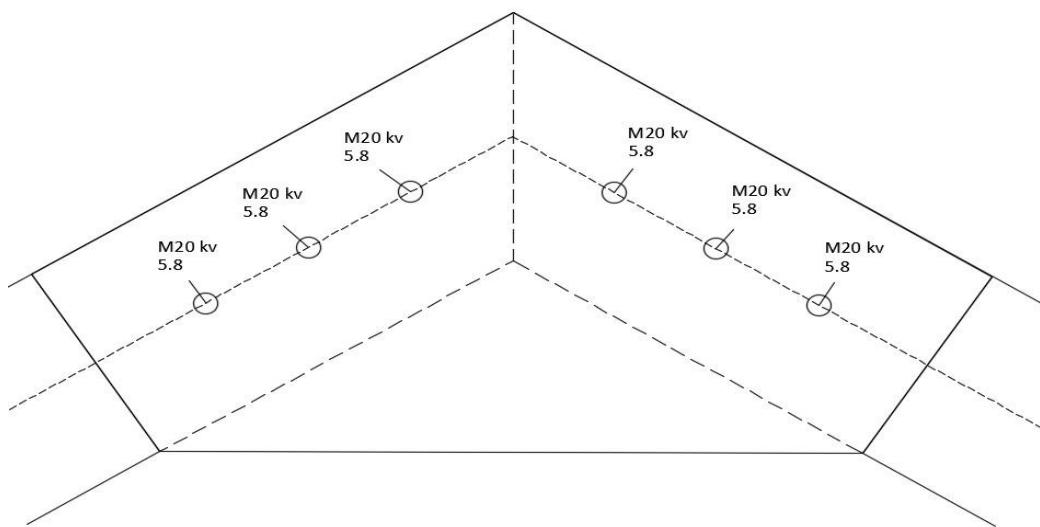
$$f_{v,d} = 0,9 \cdot \frac{4,0}{1,3} = 2,77 \text{ N/mm}^2$$

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

$$f_{c,\alpha,d} = 8,00 \text{ N/mm}^2$$

KONTROLA NOSIVOSTI :

$$\frac{\sigma_{c,\alpha,d}}{f_{c,\alpha,d}} = \frac{1}{8} = 0,13 < 1$$



Slika 5.4. Slika spoja greda greda

5.3 SPOJ STUP-TEMELJ (Detalj C)

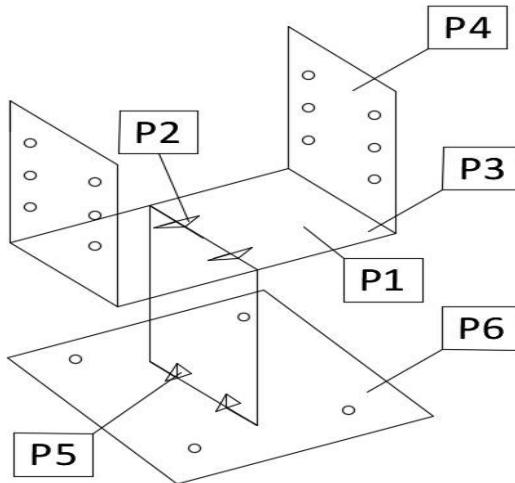
Rezne sile: $V_{Ed} = 2,49 \text{ kN}$, $N_{Ed} = 95,13 \text{ kN}$

Kvaliteta materijala:

Trnovi i vijci : kv.5.8; $f_{yk} = 400 \text{ MPa}$; $f_{uk} = 500 \text{ MPa}$

Drvo:C24 $\rightarrow \rho_k = 350 \text{ kg/m}^3 \rightarrow \gamma_M = 1,30$

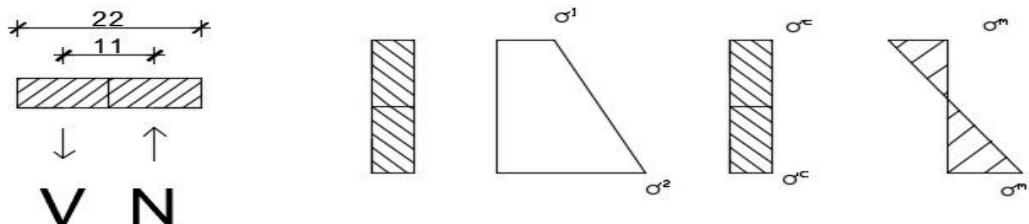
Uporabna klasa 2. \rightarrow kratko opterećenje $\rightarrow k_{mod} = 0,90$



Slika 5.5. Slika spoja stup temelj

5.3.1 Proračun debljine pločice P1

$$h=22\text{cm} \quad h/2=11\text{cm}$$



Slika 5.6. Skica naprezanja

Dimenziije pločice P1 po proračunu :

$$N_m = \frac{M}{e} = \frac{2,70}{0,11} = 24,55 \text{ kN}$$

$$N = 95,13 \text{ kN} - 24,55 \text{ kN} = 70,58 \text{ kN}$$

$$N_c = 95,13 + 24,55 = 119,68 \text{ kN} \quad h = 22 \text{ cm}$$

$$\sigma_c = \frac{N}{t \cdot h}$$

$$\sigma_m = \frac{M}{W} = \frac{M}{\frac{t \cdot h^2}{6}}$$

$$\sigma_c + \sigma_m = \sigma_{\max} = 35,5 \text{ kN/cm}^2$$

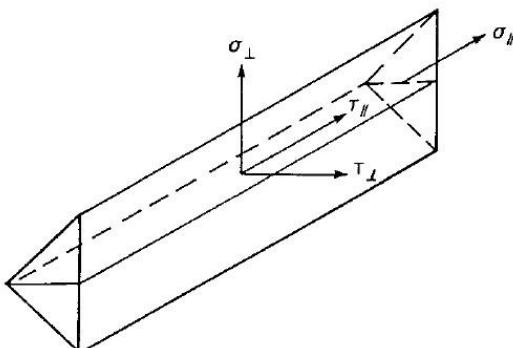
$$\frac{119,68}{22} + \frac{6 \cdot 2,7}{22^2} = 35,5 \cdot t$$

$$t = 0,15 \text{ cm} \quad \mathbf{T odabrano = 20 mm}$$

5.3.2 Proračun vara između pločica P1 i P3 direktnom metodom

a=7 mm – debljina vara

L=130 mm – duljina vara



1.uvjet:

$$\sigma_{\perp} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{95130}{7 \cdot 130} = 104,53 \text{ MPa} < 0,9 \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}} = 0,9 \cdot \frac{500}{1,30} = 346,15 \text{ MPa}$$

→ Uvjet zadovoljen

$$\tau_{\parallel} = \frac{V_{Ed} \cdot S}{I \cdot b} = \frac{2450 \cdot 14\ 788}{1\ 281\ 583 \cdot 7} = 4,04 \text{ MPa}$$

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{7 \cdot 130^3}{12} = 1\ 281\ 583 \text{ mm}^4 - \text{moment tromosti}$$

$$S = \frac{130}{2} \cdot 7 \cdot \frac{130}{4} = 14\ 788 \text{ mm}^3 - \text{statički moment površine}$$

$$\tau_{\perp} = \frac{N_{Ed} \cdot S}{I \cdot h} = \frac{95130 \cdot 796,30}{3\ 716 \cdot 130} = 156,81 \text{ MPa}$$

$$I = \frac{h \cdot b^3}{12} = \frac{130 \cdot 7^3}{12} = 3\ 716 \text{ mm}^4 - \text{moment tromosti}$$

$$S = 130 \cdot 3,5 \cdot 1,75 = 796,30 \text{ mm}^3 - \text{statički moment površine}$$

2. uvjet:

$$\frac{[\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0.5}}{2} \leq \frac{f_u}{\beta \cdot \gamma_{M2}}$$

$$\frac{[\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0.5}}{2} = \frac{[65,86^2 + 3(9,96^2 + 98,79^2)]^{0.5}}{2} = 145,55 \text{ MPa}$$

$$\frac{f_u}{\beta \cdot \gamma_{M2}} = \frac{500}{0,9 \cdot 1,30} = 427,35 \text{ MPa}$$

145,55 MPa < 427,35 MPa → Uvjet zadovoljen

Napomena: isti var se nalazi između pločica P1 i P4.

5.3.3 Spoj stupa s pločicama P4 vijcima φ20

Spoj je dvorezan s debelim pločama kao vanjskim elementima ($t_{PL} > d_{spajala}$)

$a=4d=4 \cdot 20=80$ mm – minimalni razmak trnova u smjeru okomitom na vlakanca grede.

Karakteristični moment tečenja spajala:

$$M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_{uk} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 500 \cdot 20^{2,6} = 362\ 051 \text{ Nmm}$$

Proračunska vrijednost momenta tečenja spajala:

$$M_{y,Rd} = \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_M} = \frac{362\ 051}{1,1} = 329\ 137 \text{ Nmm}$$

Karakteristična čvrstoća po omotaču rupe kada opterećenje djeluje u pravcu vlakana:

$$f_{h,0,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 20) \cdot 350 = 22,96 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{90} = 0,9 + 0,015 \cdot d = 0,9 + 0,015 \cdot 20 = 1,20$$

Karakteristična čvrstoća po omotaču rupe osnovnog materijala:

$$\alpha = 90^\circ$$

$$f_{h,a,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} = \frac{22,96}{1,2 \cdot \sin^2 90 + \cos^2 90} = 19,13 \text{ N/mm}^2$$

Proračunska čvrstoća po omotaču rupe osnovnog materijala :

$$f_{h,a,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{h,a,k}}{\gamma_M} = 0,90 \cdot \frac{19,13}{1,30} = 13,24 \text{ N/mm}^2$$

Proračunska otpornost jednog trna:

$$R_d = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot (f_{h,a,d} \cdot t_2 \cdot d) = 0,5 \cdot (13,24 \cdot 180 \cdot 20) = 23\ 832 \text{ N} \\ 2,3 \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rd} \cdot f_{h,a,d} \cdot d} + \frac{F_{ax}}{4} = 2,3 \cdot \sqrt{2 \cdot 329\ 137 \cdot 13,24 \cdot 20} + \frac{F_{ax}}{4} = \\ = 30\ 366 + \frac{F_{ax}}{4} = 30\ 366 + \frac{30\ 366}{4} = 37\ 957,5 \text{ N} \end{array} \right\}$$

$$R_d = 23,82 \text{ kN}$$

Doprinos jednog trna u prihvaćanju unutrašnjih sila:

-od poprečne sile:

$$F_{Vd} = \frac{V_{Ed}}{n} = \frac{2,45}{6} = 0,41 \text{ kN}$$

-od uzdužne sile:

$$F_{Nd} = \frac{N_{Ed}}{n} = \frac{95,13}{6} = 15,85 \text{ kN}$$

Proračunska vrijednost sile koju preuzima 1 trn:

$$F_d = \sqrt{F_N^2 + F_V^2}$$

$$F_d = \sqrt{0,41^2 + 15,85^2} = 15,85 \text{ kN}$$

$$R_d = 23,82 \text{ kN} > F_d = 15,85 \text{ kN}$$

→ Uvjet zadovoljen

$$\eta = \frac{15,85}{23,82} = 0,67$$

5.3.4 Proračun sidrenih vijaka za spoj s temeljom preko pločice P6

Vijci M20 kv.5.8.

Otpornost na trenje između pločice i podložnog morta:

$$F_{f,Rd} = C_{f,Rd} \cdot N_{c,Ed} = 0,20 \cdot 95,13 = 19,02 \text{ kN}$$

Posmična otpornost sidrenog vijka:

$$F_{vb,Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} F_{1,vb,Rd} = \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,5 \cdot 500 \cdot 245}{1,25} = 49,90 \text{ kN} \\ F_{2,vb,Rd} = \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = \frac{0,32 \cdot 500 \cdot 245}{1,25} = 31,36 \text{ kN} \end{array} \right\}$$

A=245 mm² za vijke promjera 20mm

$$\alpha_b = 0,44 - 0,0003 \cdot f_{yb} = 0,44 - 0,0003 \cdot 400 = 0,32$$

Posmična otpornost čelične pločice:

$$F_{V,Rd} = F_{f,Rd} + n \cdot F_{vb,Rd} = 19,02 + 4 \cdot 31,36 = 144,44 \text{ kN} > F_{V,Ed} = 2,49 \text{ kN}$$

→ Uvjet zadovoljen

Računska čvrstoća prionjlivosti vijka:

$$f_{b,d} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ct,d} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,25 \text{ MPa}$$

$f_{ct,d}$ – vlačna čvrstoća betona

$$f_{ct,d} = \alpha_{CT} \cdot \frac{f_{ctk,05}}{\gamma_c} = 1 \cdot \frac{1,50}{1,5} = 1,50 \text{ MPa}$$

Duljina sidrenja vijaka:

$$l_{b,rqd} = \frac{d}{4} \cdot \frac{\sigma_{Ed}}{f_{bd}} = \frac{20}{4} \cdot \frac{97,07}{2,25} = 215 \text{ mm}$$

$$l_{b,odabran} = 350 \text{ mm}$$

Naprezanje u 1 vijku:

$$\sigma_{Ed} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{95130}{4 \cdot 245} = 97,07 \text{ MPa}$$

Uz pretpostavku vijaka M20 udaljenost Cmin od pločice P1

$$C_{min} = 2d + a\sqrt{2} = 2 \cdot 20 + 7 \cdot 1,41 = 49,87 \text{ mm} \quad \text{Cobabran} = 55 \text{ mm}$$

Otpornost vijaka na posmik :

$$f_{v,rd} = \frac{f_{v,rk}}{\gamma_{Mb}} = \frac{36,75}{1,25} = 31,36 \text{ kN} > \frac{T_{sd}}{4} = 0,61 \text{ kn}$$

Proračun dimenzija ploče:

$$a_{min,ploče} = h + 2(c + e_1) = 220 + 2(55 + 50) = 430 \text{ mm}$$

$$b_{min,ploče} = 2(b + 2a\sqrt{2} + 20) = 30 + 2 \cdot 7 + 20 = 140 \text{ mm}$$

$$b_{min,ploče} = 2(p_2 + 2e_2) = 70 + 2 \cdot 40 = 300 \text{ mm}$$

Odarbrane dimenzije ploče : **440mm x 320 mm**

Naprezanja na beton preko pločice P6:

Usvojene dimenzije pločice P6: 440x320x30 mm

$$f_{b,Ed} \leq \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

$$f_{b,Ed} = \frac{N_{Ed}}{h \cdot b_{PL}} = \frac{59\ 930}{440 \cdot 320} = 0,46 \text{ Mpa} < \frac{20}{1,5} = 13,33 \text{ Mpa}$$

→ Uvjet zadovoljen

Odabrane dimenzije pločica su zadovoljavajuće za čelik S355. Debljine pločica prikazane su u tablici

Debljine pločica

PLOČICA	t _{PL} (mm)
P1	20
P2	10
P3	25
P4	10
P5	10
P6	30

6.PRORAČUN TEMELJA

Proračun dimenzija temelja samca.

Dimenzijs temelja: 800x800x1000 mm

Dopušteno naprezanje: $\sigma = 500 \text{ MPa}$

$$N_{sd} = 95,13 \text{ kN}$$

$$h = 100 \text{ cm}$$

$$a = \sqrt{\frac{P}{\sigma}} = \sqrt{\frac{95,13}{500,00}} = 0,43m \Rightarrow \text{odabrano } a = 0,80 \text{ m}$$

Maksimalno djelovanje na temelj:

$$N_{Ed,max} = 95,13 \text{ [kN] tlak}$$

Težina temelja:

$$N_t = 1,5 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 25 = 56,25 \text{ [kN]}$$

$$N_{Ed} = N'_{Ed} + N_t = 95,13 + 56,25 = 151,38 \text{ [kN] tlak}$$

Naprezanje ispod temelja:

$$\sigma_{1,2} \leq \sigma_{dop,tlak} = 500,0 \left(\frac{kN}{m^2} \right)$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{N_{Ed}}{A} \pm \frac{M_{Ed}}{W}$$

$$A = 0,8 * 0,8 = 0,64$$

$$W = \frac{b * a^2}{6} = \frac{0,8^3}{6} = 0,085$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{151,38}{0,64} + 31,76 = 268,28$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{151,38}{0,64} - 31,76 = 204,77$$

$$\sigma_1 = 268,29 \text{ kN/m}^2 < 500 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_2 = 204,77 \text{ kN/m}^2 < 500 \text{ kN/m}^2$$

7.NACRTI

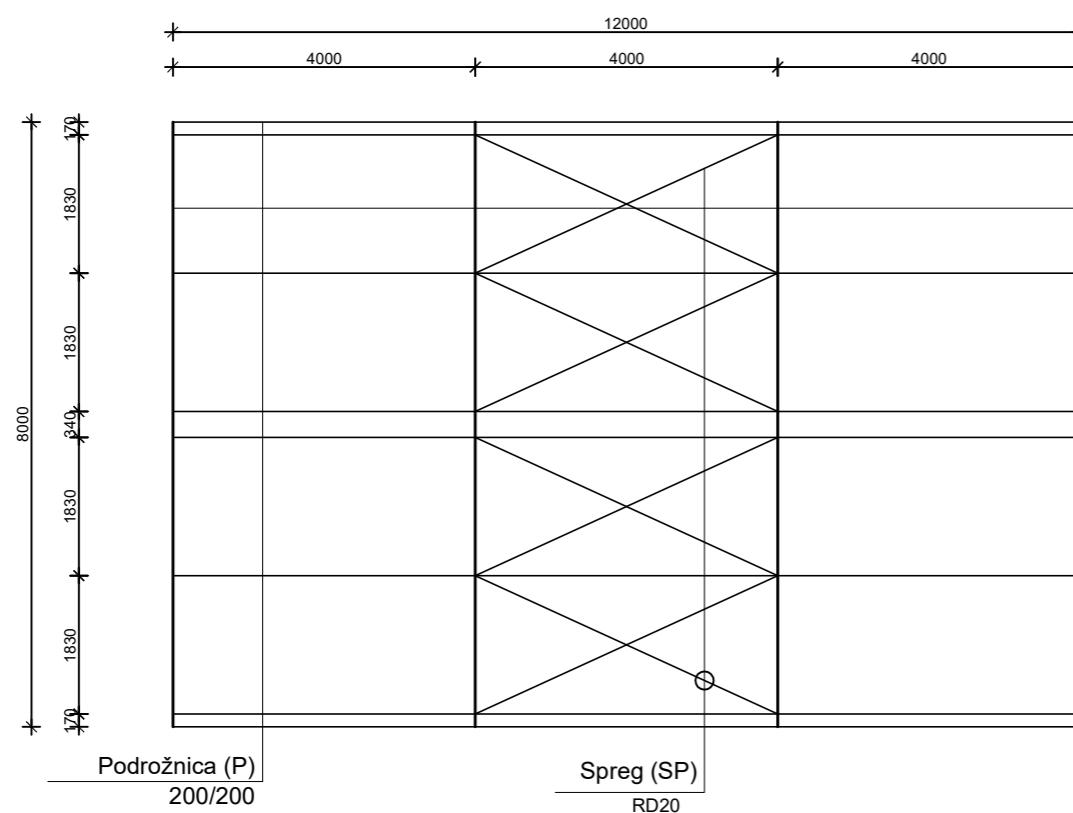
- Prilog 1: Generalni plan pozicija
- Prilog 2: Presjek kroz glavni okvir
- Prilog 3: Detalj A: spoj stupa i grede
- Prilog 4: Detalj B: spoj grede i grede
- Prilog 5: Detalj C: spoj stup-temelj

8. LITERATURA :

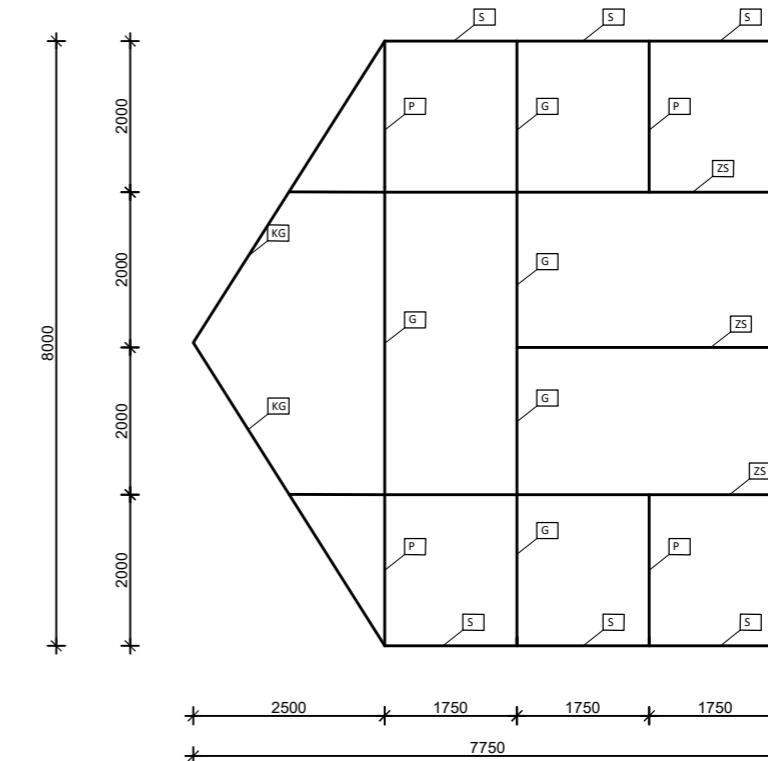
- [1] Predavanja iz predmeta Drvene konstrukcije, v. pred. Dr .sc. Neno Torić.
- [2] Vježbe iz predmeta Drvene konstrukcije, v. pred. Dr.sc. Neno Torić.
Jelena Lovrić (asistentica), Tin Hržić (asistent)
- [3] HRN EN 1991-1-4 :Djelovanja na konstrukcije –Djelovanja vjetra
- [4] HRN EN 1991-1-3 : Djelovanja na konstrukcije –Opterećenja snijegom

GENERALNI PLAN POZICIJA MJ 1:100

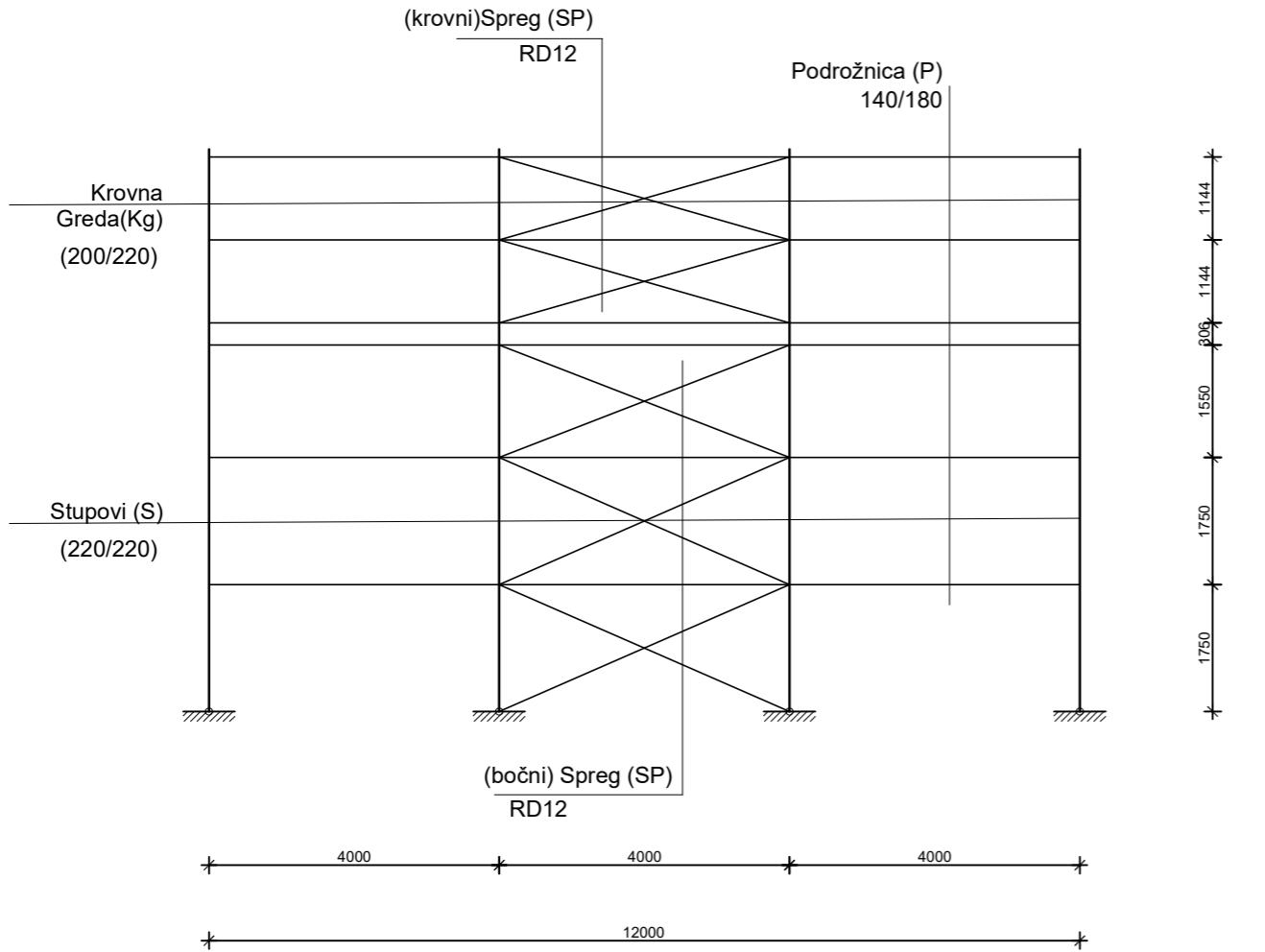
TLOCRT



POPREČNI PRESJEK



BOČNI POGLED



Oznaka	Naziv elementa	Profil
KG	Krovne grede	200/220
P	Podrožnice	140/180
S	Stup	220/220
SP	Spreg	RD12



Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije
Matiće hrvatske 15, HR 21000, SPLIT gradst.unist.hr

STRUČNI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

predmet: DRVENE KONSTRUKCIJA - Završni rad

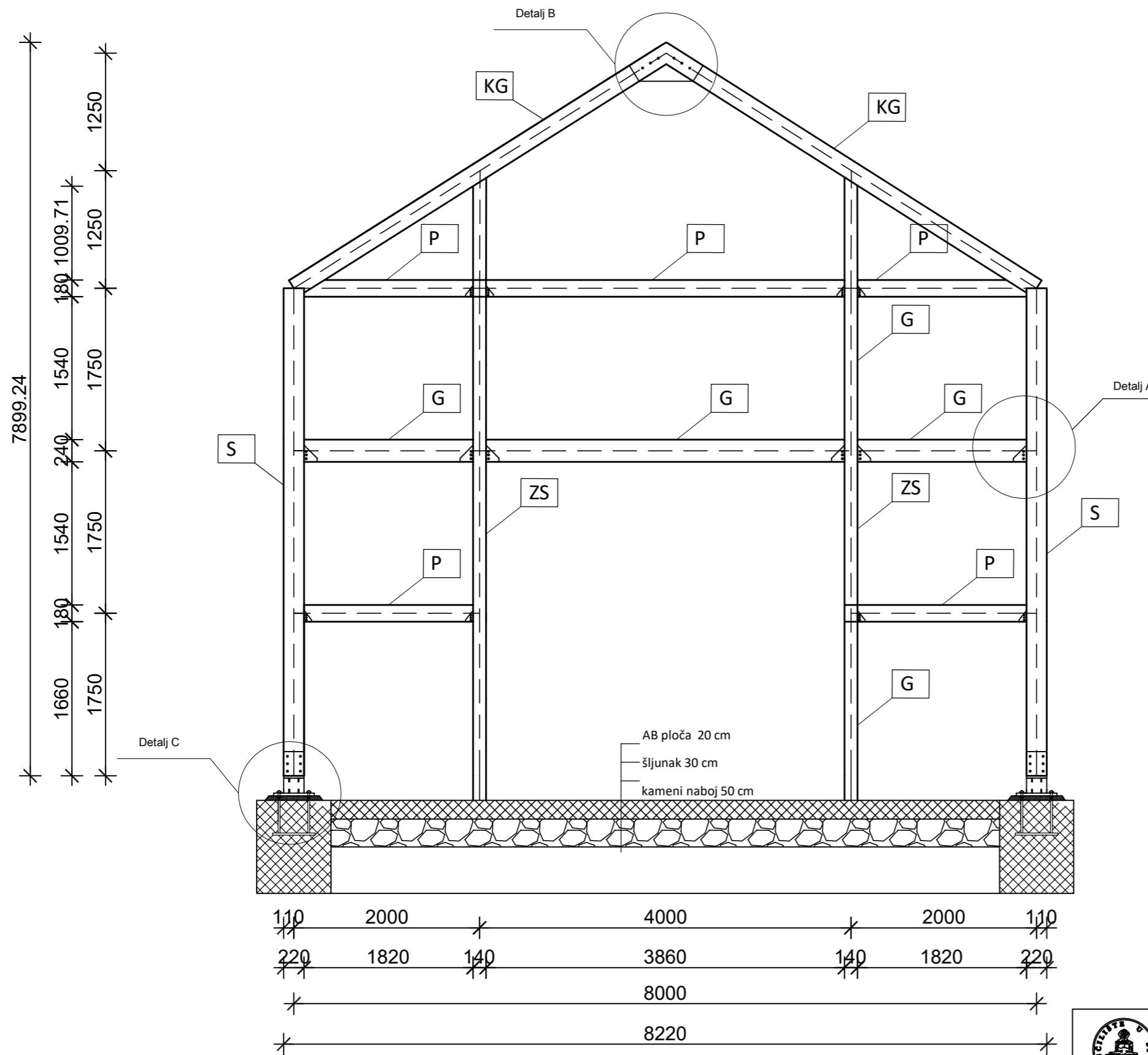
student: Antonio Rajčić

sadržaj: Generalni plan pozicija

ak. god.: 2019./2020.

Prilog 1

PRESJEK KROZ GLAVNI NOSAČ MJ 1:50



Oznaka	Naziv elementa	Profil
KG	Krovne grede	200/220
P	Podrožnice	140/180
S	Stup	220/220
SP	Spreg	RD12
ZS	Zabatni stup	140/180
G	Grede	200/240



Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije
Mätze hrvatske 15, HR 21000, SPLIT gradst.unist.hr

STRUČNI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

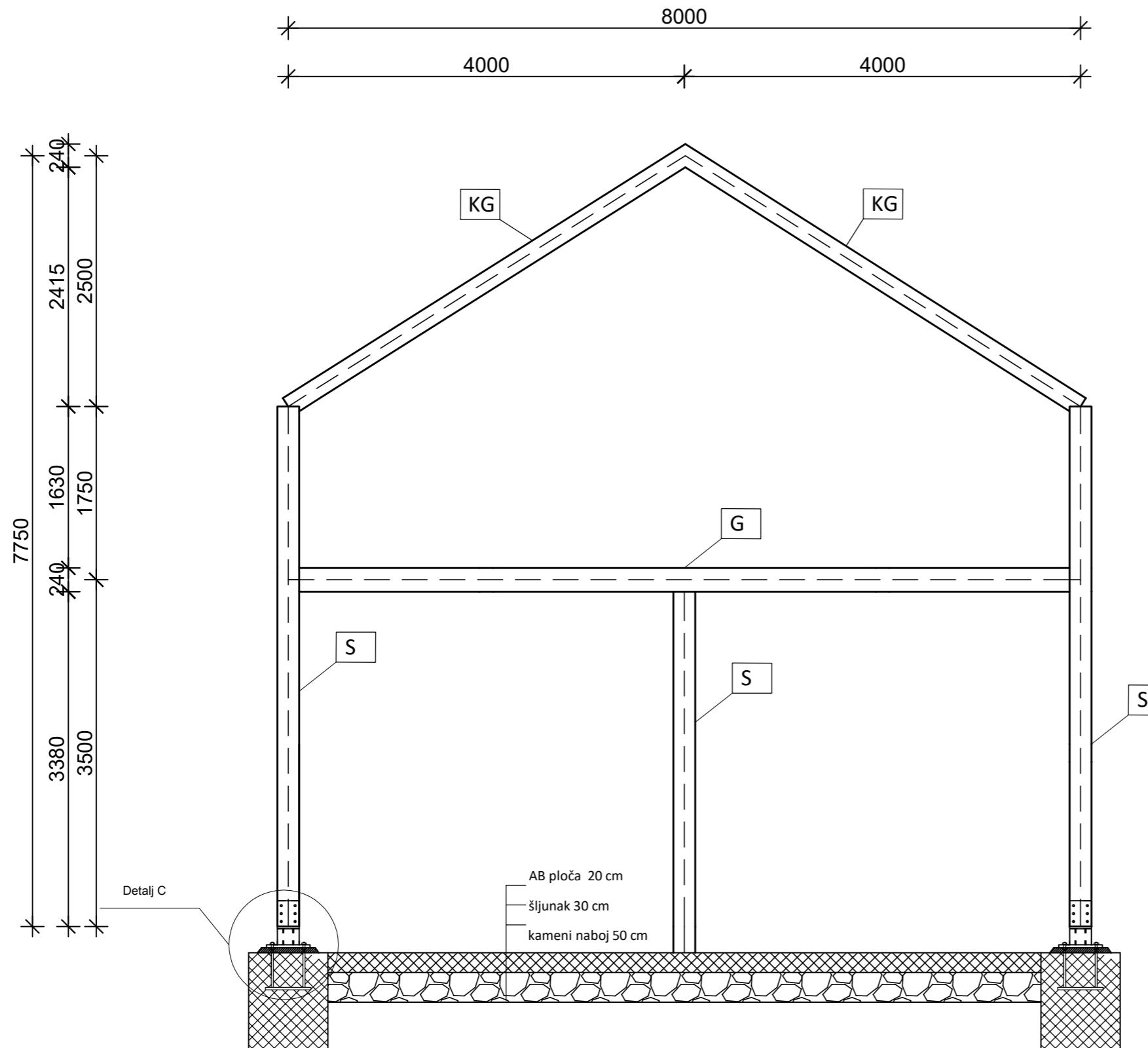
predmet: DRVENE KONSTRUKCIJA - Završni rad

student: Antonio Rajčić

sadržaj: Presjek kroz glavni okvir

ak. god.: 2019./2020. | Prilog 2.1.

PRESJEK KROZ GLAVNI NOSAČ MJ 1:50



Oznaka	Naziv elementa	Profil
KG	Krovne grede	200/220
P	Podrožnice	140/180
S	Stup	220/220
SP	Spreg	RD12
ZS	Zabatni stup	140/180
G	Grede	200/240

POGLED NA UNUTRAŠNJI STUP



Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije
Mätze hrvatske 15, HR 21000, SPLIT gradst.unist.hr

STRUČNI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

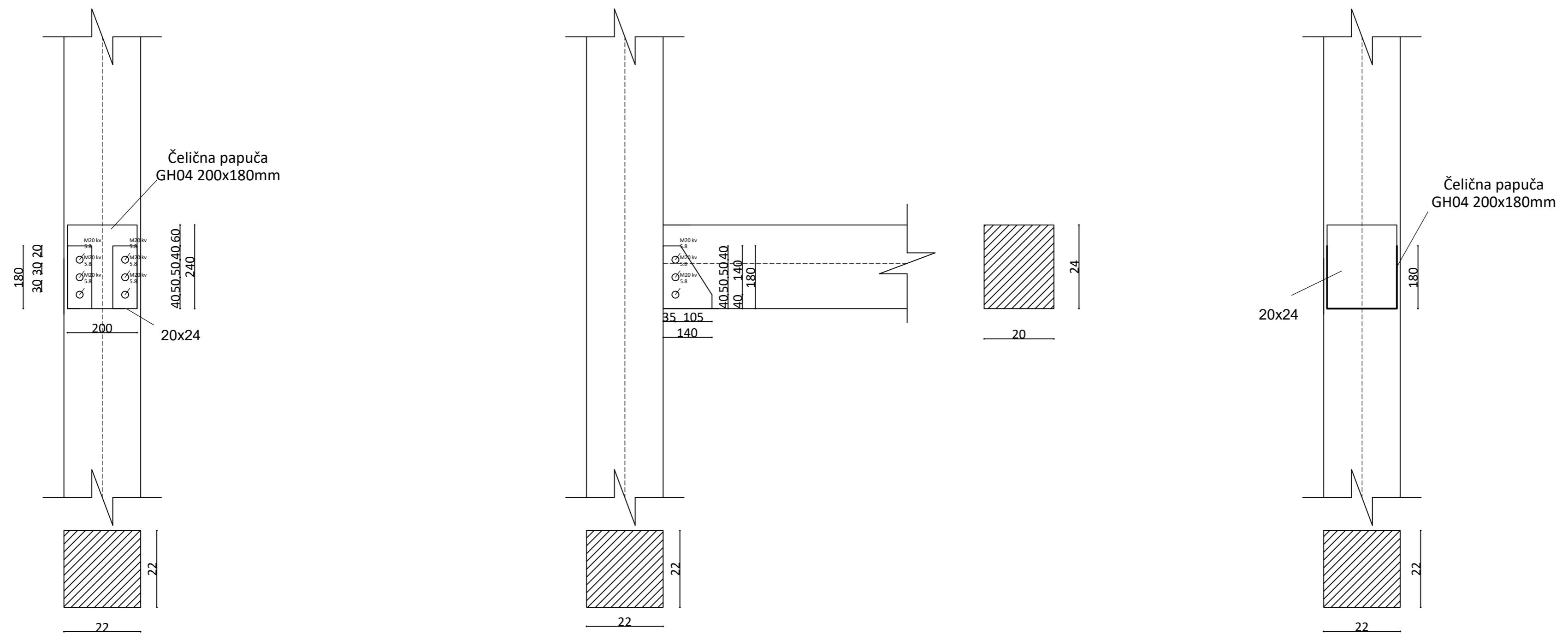
predmet: DRVENE KONSTRUKCIJA - Završni rad

student: Antonio Rajčić

sadržaj: Presjek kroz glavni okvir

ak. god.: 2019./2020. | Prilog 2.2.

DETALJ A - SPOJ
GREDA-STUP
1:10



Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije
Mätze hrvatske 15, HR 21000, SPLIT gradst.unist.hr

STRUČNI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

predmet: DRVENE KONSTRUKCIJA - Završni rad

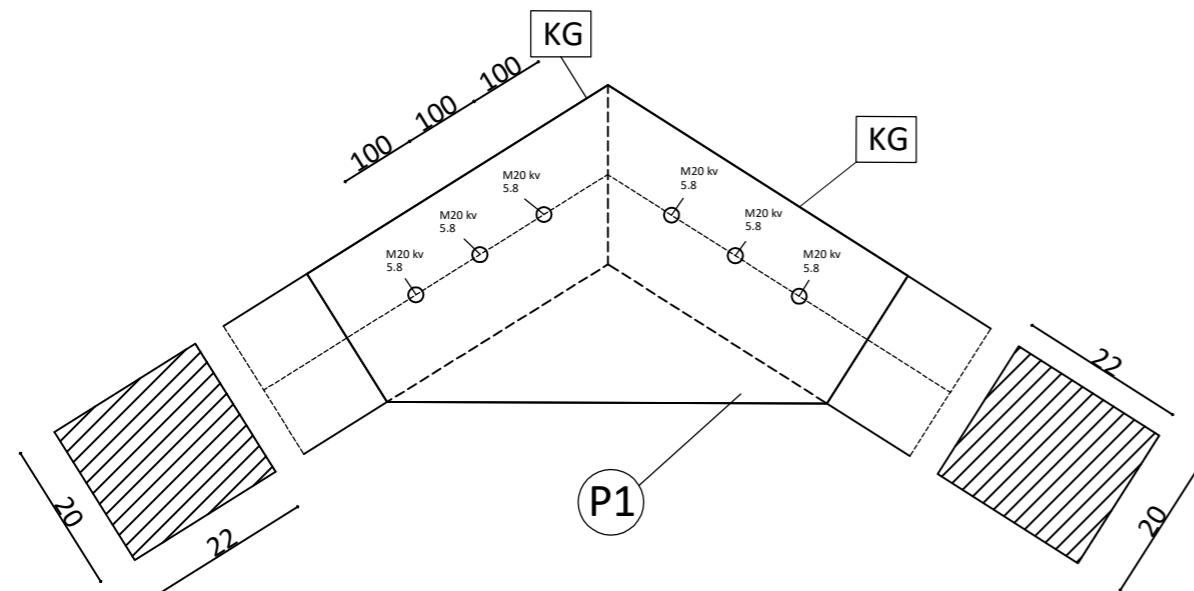
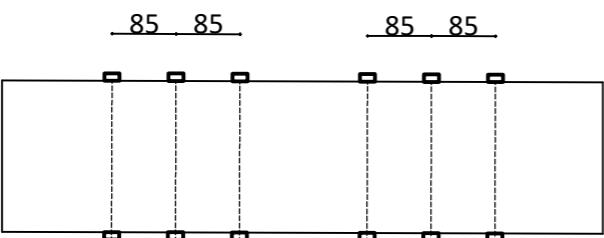
student: Antonio Rajčić

sadržaj: Detalj A - spoj stupa i grede

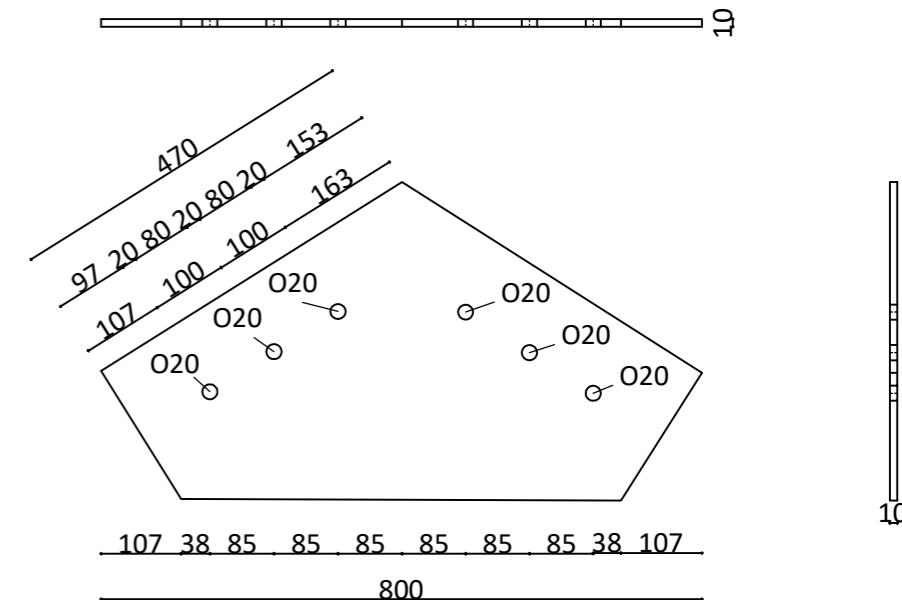
ak. god.: 2019./2020. | Prilog 3

**DETALJ B - SPOJ
GREDA-GREDA**
1:10

TLOCRT



RADIONIČKI NACRT PLOČICE
P1 **470/800/10**



Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije
Matice hrvatske 15, HR 21000, SPLIT gradst.unist.hr

STRUČNI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA

predmet: DRVENE KONSTRUKCIJA - Završni rad

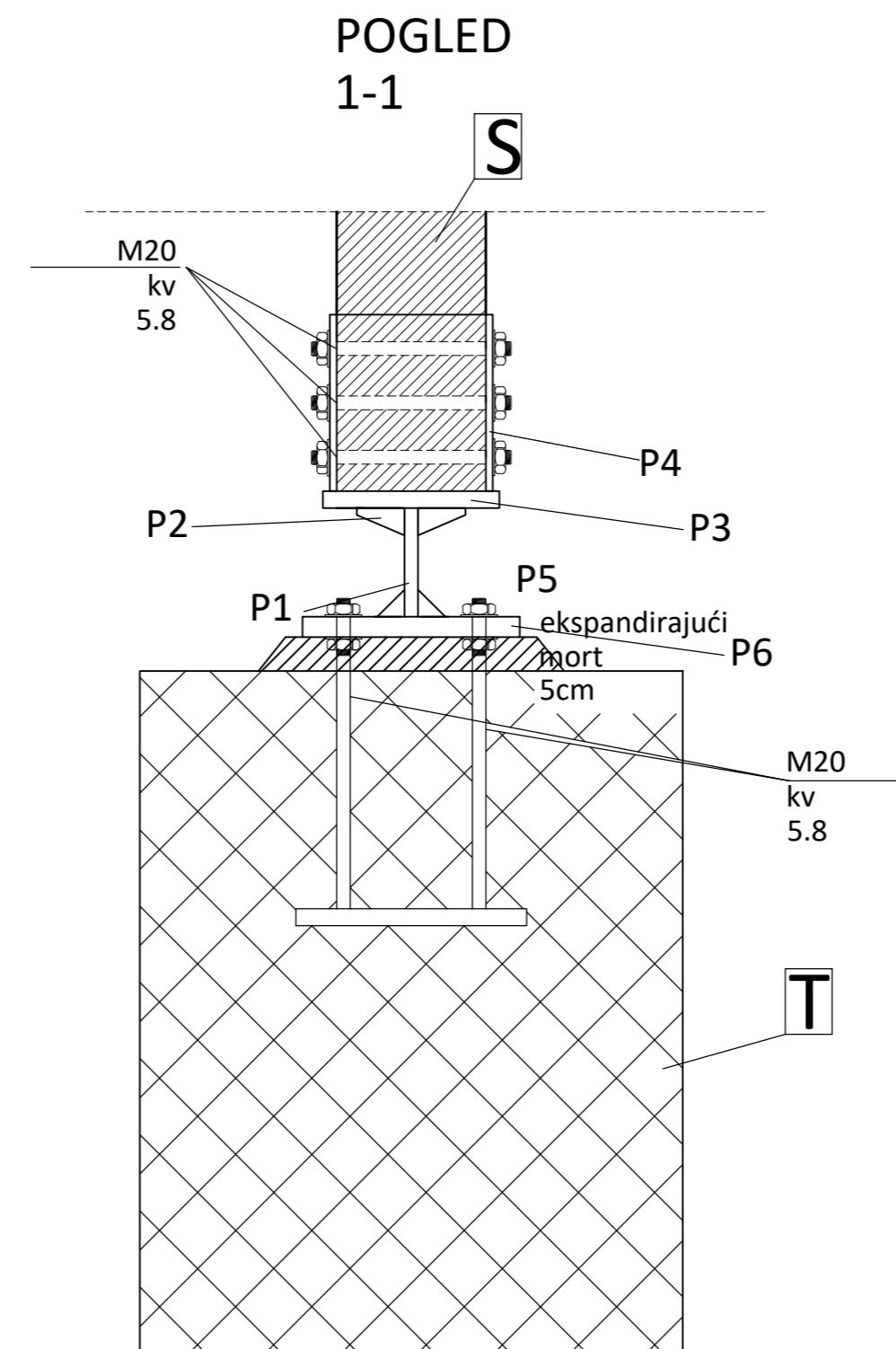
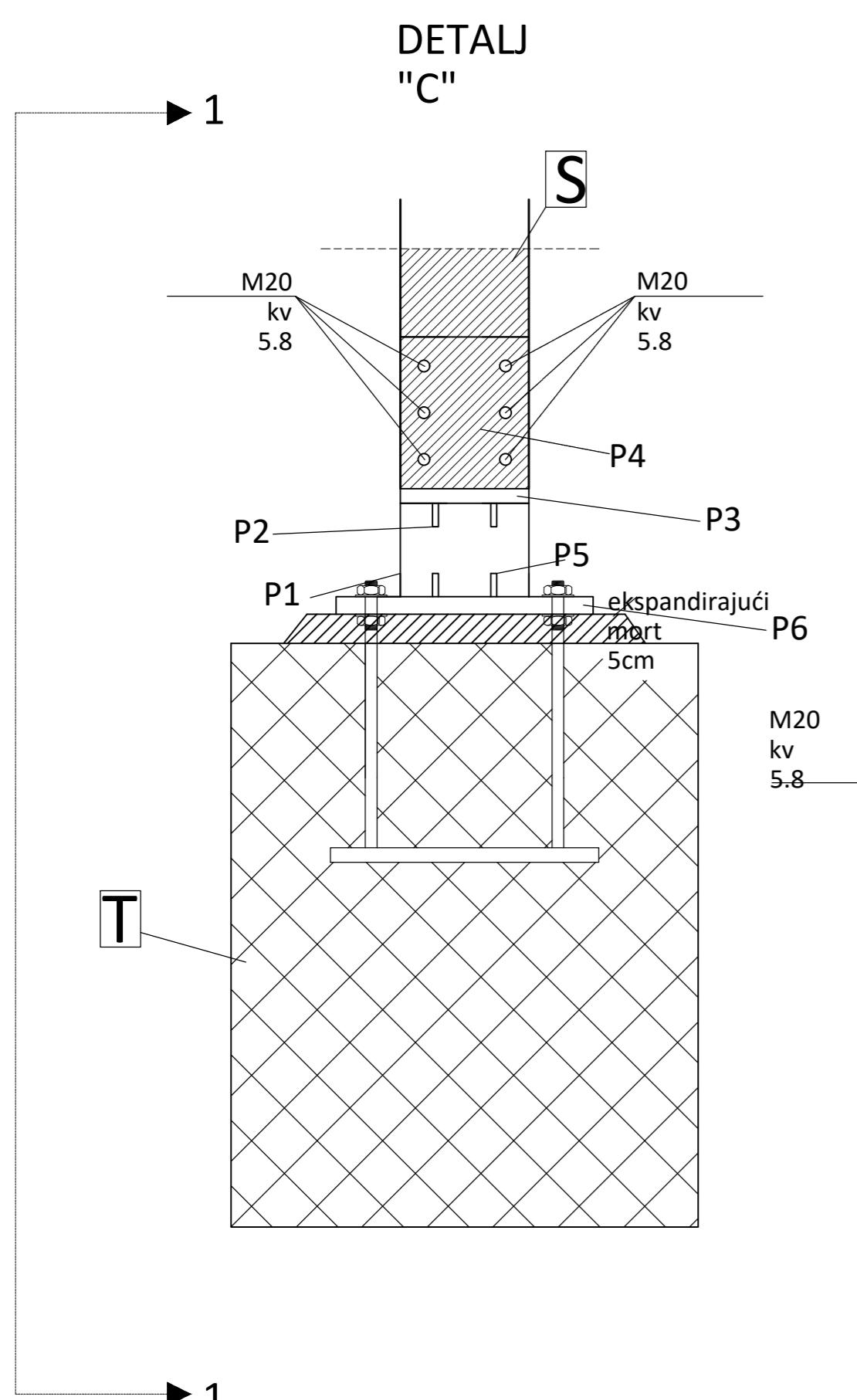
student: Antonio Rajčić

sadržaj: Detalj B - spoj grede i grede

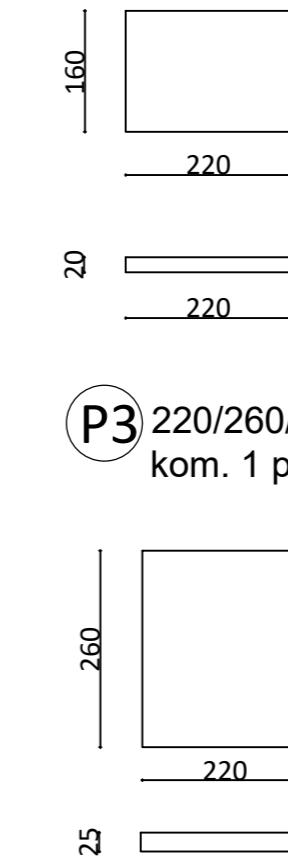
ak. god.: 2019./2020.

Prilog 4

DETALJ C - SPOJ
STUP-TEMELJ
1:10



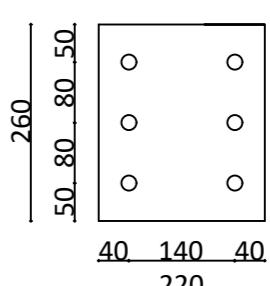
P1 220/160/20 S355
kom. 1 po spoju



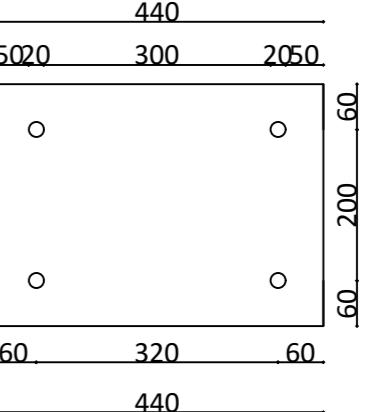
P2 70/40/10 S355
kom. 4 po spoju



P3 220/260/25 S355
kom. 1 po spoju



P4 220/260/10 S355
kom. 2 po spoju



P5 30/40/10 S355
kom. 4 po spoju

