

# Proračun čelične konstrukcije skladišne hale

---

Ugrina, Anđela

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

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

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:123:870139>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-02**



*Repository / Repozitorij:*

[FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



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

# **ZAVRŠNI RAD**

**Andela Ugrina**

*Split, 2024.*

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

Split, Matice hrvatske 15

STUDIJ: **PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ  
GRAĐEVINARSTVA**

KANDIDAT: Andela Ugrina

MATIČNI BROJ (JMBAG): 0083223917

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

PREDMET: Osnove metalnih konstrukcija

**ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD**

Tema: Proračun čelične konstrukcije skladišne hale

Opis zadatka: Prema zadanim podacima, potrebno je dimenzionirati čeličnu halu koja se sastoji od glavne nosive konstrukcije, sekundarnih nosača, te spregova za stabilizaciju glavne konstrukcije.

Način izvedbe: montažno

Osnovni materijal: S 355

Objekt se nalazi na području Zagreba

Razmak okvira: 5,4 (m)

U Splitu, 27.3.2024.

Voditelj Završnog rada:

Prof.dr.sc. Ivica Boko

## Proračun čelične konstrukcije skladišne hale

### *Sažetak:*

Na osnovu zadanih podataka čelične hale dimenzionirana je glavna nosiva konstrukcija, sekundarni nosači, spregovi i temelji konstrukcije. Objekt se smjestio na području grada Zagreba. Proračun je izveden prema kriterijima graničnog stanja nosivosti (GSN) i graničnog stanja uporabljivosti (GSU). Konstrukcija je podložna opterećenjima, a javljaju se stalno (vlastita težina i dodatno stalno opterećenje) i promjenjivo (snijeg i vjetar). Izračun unutarnjih sila izveden je pomoću računalnog programa „SCIA Engineer 22.1“.

### *Ključne riječi:*

Čelik, hala, nosiva konstrukcija, rešetka, stup, podrožnice, spregovi, dimenzioniranje, spojevi.

## Design of a steel manufacturing hall

### *Abstract:*

Based on the provided data for the steel hall, the main load-bearing structure, secondary beams, bracing, and foundations were designed. The structure is located in the city of Zagreb. The design calculations were performed according to the criteria of the ultimate limit state (ULS) and the serviceability limit state (SLS). The structure is subjected to loads, including permanent loads (self-weight and additional permanent load) and variable loads (snow and wind). The calculation of internal forces was carried out using the software 'SCIA Engineer 22.1'.

### *Keywords:*

Steel, hall, load-bearing structure, grating, column, purlins, bracings, design, joints

**SADRŽAJ**

<b>1</b>	<b>TEHNIČKI OPIS.....</b>	<b>6</b>
1.1	O KONSTRUKCIJI.....	6
1.1.1	OPĆENITO.....	6
1.1.2	KONSTRUKTIVNI ELEMENTI .....	7
1.1.3	O SPOJEVIMA.....	7
1.2.	O PRORAČUNU KONSTRUKCIJE.....	8
1.3.	MATERIJAL.....	8
1.4.	PRIMIJENJENI PROPISI.....	8
1.5.	ANTIKOROZIJSKA ZAŠTITA.....	9
1.6.	ZAŠTITA OD POŽARA.....	9
1.7.	MONTAŽA I TRANSPORT.....	9
<b>2</b>	<b>ANALIZA OPTEREĆENJA .....</b>	<b>10</b>
2.1.	STALNO OPTEREĆENJE .....	10
2.2.	POKRETNO OPTEREĆENJE – DJELOVANJE SNIJEGA .....	11
2.3.	POKRETNO OPTEREĆENJE – DJELOVANJE VJETRA .....	12
<b>3</b>	<b>KONTROLA PROGIBA.....</b>	<b>21</b>
3.1	VERTIKALNI PROGIB.....	21
3.2	HORIZONTALNI PROGIB.....	22
<b>4</b>	<b>DIJAGRAMI REZNIH SILA ZA KOMBINACIJE DJELOVANJA (GSN) .....</b>	<b>23</b>
4.1	GLAVNA NOSIVA KONSTRUKCIJA.....	23
4.1.1.	KOMBINACIJA 1 .....	23
4.1.2.	KOMBINACIJA 2.....	25
4.1.3.	KOMBINACIJA 3.....	26
4.2	SEKUNDARNA KONSTRUKCIJA.....	28
4.2.1	ZABATNI STUPOVI .....	28
4.2.2	KROVNI (HORIZONTALNI) SPREGOVI.....	30
4.2.3	BOČNI (VERTIKALNI SPREGOVI) .....	31
4.2.4	KROVNA PODROŽNICA .....	32
4.2.5	BOČNA PODROŽNICA .....	35

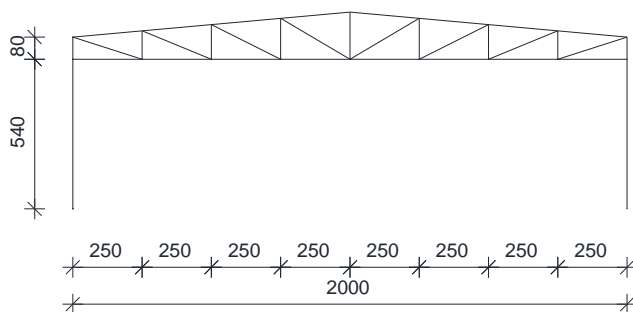
<b>5</b>	<b>DIMENZIONIRANJE ELEMENATA KONSTRUKCIJE PREMA GSN.....</b>	<b>37</b>
5.1	GLAVNA NOSIVA KONSTRUKCIJA.....	37
5.1.1.	GORNJI POJAS REŠETKE .....	37
5.1.2.	DONJI POJAS REŠETKE.....	38
5.1.3.	DIJAGONALE REŠETKE.....	39
5.1.4.	VERTIKALE REŠETKE .....	40
5.1.5.	STUPOVI OKVIRA .....	42
5.2.	SEKUNDARNA KONSTRUKCIJA.....	47
5.2.1.	ZABATNI STUPOVI.....	47
5.2.2.	KROVNI SPREGOVI (ZATEGE) .....	49
5.2.3.	BOČNI (VERTIKALNI) SPREGOVI (ZATEGE) .....	50
5.2.4.	KROVNE PODROŽNICE.....	51
5.2.5.	BOČNE PODROŽNICE .....	53
<b>6</b>	<b>DIIMENZIONIRANJE SPOJEVA ELEMENATA KONSTRUKCIJE.....</b>	<b>56</b>
6.1	UPETI SPOJ TEMELJ – STUP.....	56
6.2.	VLAČNI NASTAVAK REŠETKE (DONJI POJAS) .....	59
6.3	SPOJ STUP-REŠETKA.....	61
6.4	NASTAVAK KROVNE PODROŽNICE.....	64
6.5	SPOJ KROVNE PODROŽNICE NA GORNJI POJAS.....	67
<b>7</b>	<b>LITERATURA.....</b>	<b>69</b>
<b>8</b>	<b>NACRTI.....</b>	<b>70</b>

## 1. TEHNIČKI OPIS

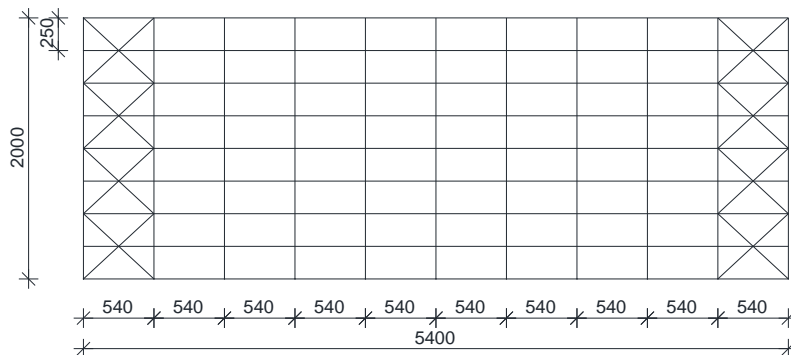
### 1.1. O KONSTRUKCIJI

#### 1.1.1. OPĆENITO

U okviru zadatka potrebno je izraditi proračun za metalnu halu sa tlocrtnim dimenzijama 20,00 x 54,00 (m) i ukupnom visinom od 7,10 (m). Hala će biti smještena u Zagrebu i namijenjena za potrebe skladištenja. Krov je nagnut u odnosu na horizontalnu ravninu pod kutom  $\alpha = 5,14^\circ$ , što odgovara padu od 9 %. Glavni nosivi sustav hale sastoji se od 11 ravninskih okvira, koji su postavljeni na međusobnom osnom razmaku od 5,4 (m).



Slika 1.1. Glavni nosač



Slika 1.2. Prikaz konstrukcije (tlocrt)

Na grede okvira oslanjaju se sekundarni nosači (podrožnice) na međusobnom osnom razmaku od 2,51 (m), dok su na stupove oslonjeni sekundarni bočni nosači na međusobnom osnom razmaku od 1,8 (m).

Stabilizacija hale u smjeru okomitom na glavni nosivi sustav postignuta je spregovima u krovim (horizontalnim) i bočnim (zidnim) ravninama i to u krajnjim poljima (prvom i posljednjem). Pokrov je izveden od aluminijskih sendvič panela. Stupovi i grede su nosači

međusobno spojeni upetim vezama zbog zahtjeva uporabljivosti same hale. Također, spoj stupa sa temeljem ostvaren je upetom vezom.

## **1.1.2 KONSTRUKTIVNI ELEMENTI**

### **STUPOVI**

Proračunom su izabrani stupovi s valjanim I profilima HEA 160.

### **GLAVNA REŠETKA**

Glavne rešetke su projektirane tako da prime utjecaj od vlastite težine čitave konstrukcije, kao i opterećenja izazvana snijegom i vjetrom. Za gornji i donji pojas korišteni su profili kvadratnog šupljeg poprečnog presjeka SHS 110/110/8 (mm) te SHS 90/90/5 (mm) spojeni u čvorovima. Profili vertikalna su kvadratnog šupljeg presjeka SHS 40/40/4 (mm) osim krajnjih vanjskih vertikalna koje su dimenzija HEA 160 (mm). Profili dijagonala su također kvadratnih šupljih poprečnih presjeka SHS 50/50/4 (mm).

### **SPREGOVI**

Dijagonale krovnog i bočnog sprega izvedene su od okruglih punih profila promjera 12 mm.

### **SEKUNDARNI NOSAČI**

Na temelju proračuna, za sekundarne krovne nosače (podrožnice) odabrani su valjani I profili IPE 200.

Proračunom su odabrani sekundarni bočni nosači (podrožnice) valjanih I profila IPE 180.

## **1.1.3. O SPOJEVIMA**

### **STUP-TEMELJ**

Spoj se izvodi pomoću podložne ploče dimenzija 400x200x30(mm), koja je navarena na kraj stupa i pričvršćena vijcima M20 k.v. 5.6 koji su nosivi na vlak i odrez, te sidrenim u armirano–betonski temelj. Između podložne ploče i armiranobetonskog temelja koristi se ekspandirajući mort.

### **STUP-REŠETKA**

Spoj donje pojasnice grede s pojasom stupa izvodi se pomoću čeone ploče dimenzija 200x300x10 (mm) i vijcima M12 k.v. 5.6, koji su nosivi na vlak i odrez.

### **VLAČNI NASTAVAK REŠETKE DONJEG POJASA**

Spoj se izvodi pomoću čeonih ploča dimenzija 250x250x16 (mm) navarenim na krajeve greda, koje su međusobno pričvršćene vijcima M20 k.v. 5.6, koji su nosivi na vlak i odrez.



## **NASTAVAK KROVNE PODROŽNICE**

Spoj se izvodi navarivanjem ploče dimenzija 300x150x10 (mm) na krajeve podrožnica koje su međusobno pričvršćene vijcima M12 k.v. 5.6, koji su nosivi na vlak i odrez.

## **SPOJ KROVNE PODROŽNICE NA GORNJI POJAS**

Spoj se izvodi navarivanjem ploče, koja je dimenzija 200x100x10 (mm) na element gornjeg pojasa. Međusobno se povezuju pločica i pojasnica podrožnice sa vijcima M12 k.v. 5.6, koji su nosivi na vlak i odrez.

## **1.2. O PRORAČUNU KONSTRUKCIJE**

Statičkom analizom obuhvaćena su opterećenja koja djeluju na konstrukciju, uključujući:

- stalno opterećenje (vlastita težina građevine)
- snijeg
- vjetar

Analiza je provedena na jednom reprezentativnom ravninskom okviru sa širinom krovne plohe od 25 metara. Izračun konstrukcije izveden je pomoću programskog paketa „Scia Engineer 22.1“ koji se zasniva na metodi pomaka, tj. rezne sile računa po teoriji elastičnosti. Sekundarne konstrukcije modelirane su kao kontinuirani nosači preko 10 polja. Za dimenzioniranje konstruktivnih elemenata i spojeva korištena je najnepovoljnija kombinacija opterećenja.

## **1.3. MATERIJAL**

Svi elementi konstrukcije, uključujući glavni okvir, sekundarnu konstrukciju, spregove i spojeve, izrađeni su od građevinskog čelika S355.

Temelji su izvedeni od armiranog betona klase C25/30, s armaturom od betonskog čelika B500B. Na spoju stupa i temelja primijenjen je ekspandirajući mort.

## **1.4. PRIMIJENJENI PROPISI**

Proračun čelične konstrukcije hale proveden je prema sljedećim propisima:

HRN EN 1991-1-1:2012 - Eurokod 1:

Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-1: Opća djelovanja -- Obujamske težine, vlastite težine i uporabna opterećenja zgrada

HRN EN 1991-1-3:2012 - Eurokod 1:

Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-3: Opća djelovanja -- Opterećenja snijegom

HRN EN 1991-1-4:2012 – Eurokod 1:

Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-4: Opća djelovanja – Djelovanja vjetra

HRN EN 1992-1-1:2013 - Eurokod 2:

Projektiranje betonskih konstrukcija -- Dio 1-1: Opća pravila i pravila za zgrade

HRN EN1993-1-1:2014 - Eurokod 3:

Projektiranje čeličnih konstrukcija -- Dio 1-1: Opća pravila i pravila za zgrade

## **1.5. ANTIKOROZIJSKA ZAŠTITA**

Svi dijelovi čelične konstrukcije trebaju biti zaštićeni od korozije. S obzirom da je lokacija konstrukcije grad Zagreb, prema HRN ISO 12944-1:2018, konstrukcija spada u C3 kategoriju. Zaštita čelične konstrukcije od korozije se izvodi metalnim prevlakama - štrcanjem aluminijskom prevlakom debljine 250 µm. Površinu je potrebno pripremiti odmašćivanjem. Također je potrebno pjeskarenje zbog dobivanja hrapave površine na koju čestice metala bolje prijanjaju.

## **1.6. ZAŠTITA OD POŽARA**

U svrhu produljenja zagrijavanja konstruktivnih elemenata predmetne hale, svi takvi elementi moraju se zaštititi posebnim premazima koji su otporni na visoke temperature. Objekt također treba biti opremljen sustavima za detekciju požara i opremom za gašenje požara.

## **1.7. MONTAŽA I TRANSPORT**

Pozicije okvira, kako je prikazano u radioničkom nacrtu glavnog okvira, bit će izrađene u radionici, transportirane na gradilište, i potom montirane (montažni način izgradnje). Posebnu pažnju treba obratiti na montažu i transport kako bi se izbjegla nepotrebna oštećenja. Izvođač je obavezan izraditi plan montaže nosača kojeg treba zajedno sa transportnim planom dostaviti nadzornoj službi na suglasnost. Nosači se trebaju transportirati u položaju u kakvom će kasnije primiti opterećenje. Potrebno je poduzeti sve mjere u skladu s "Pravilnikom o zaštiti na radu".

## 2. ANALIZA OPTEREĆENJA

### 2.1 STALNO OPTEREĆENJE – krovna ploha

- Sendvič paneli.....	0,2 kN/m <sup>2</sup>
- Sekundarna konstrukcija i spregovi.....	0,2 kN/m <sup>2</sup>
-Instalacija.....	0,1 kN/m <sup>2</sup>
	$\Sigma = 0,5 \text{ kN/m}^2$

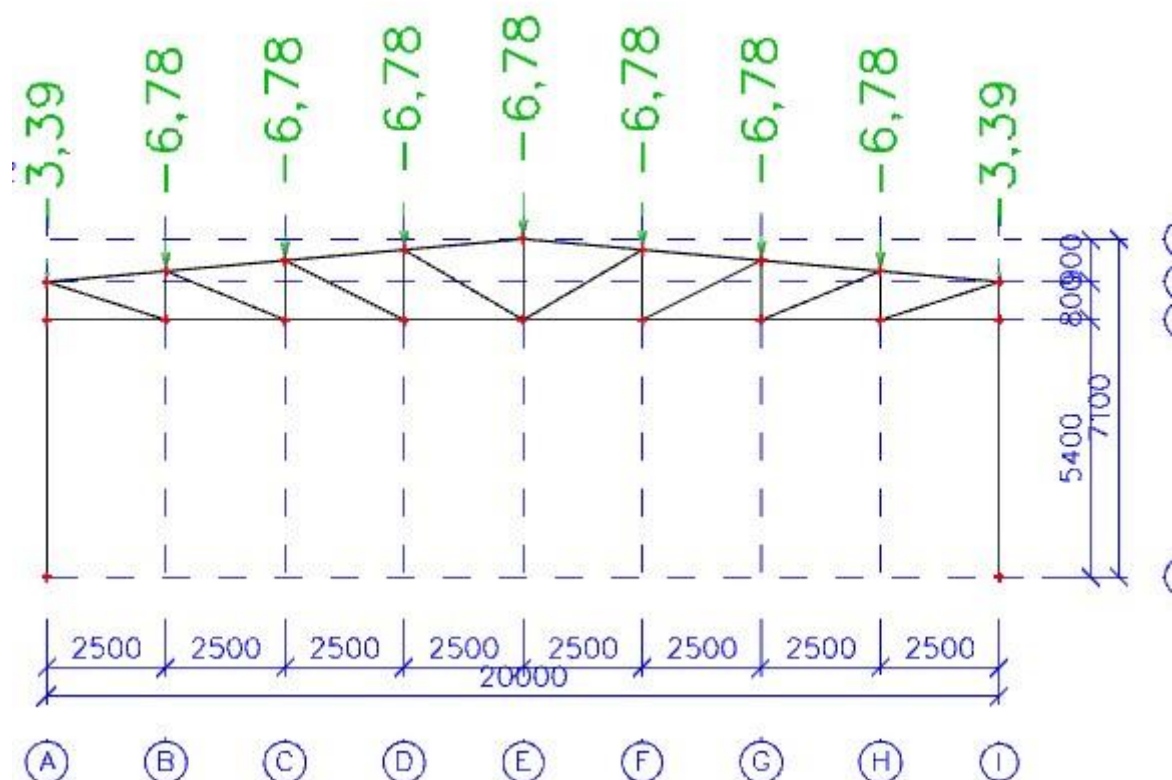
$$G_{kp} = 0,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot n \cdot a = 0,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 5,4 \text{ m} \cdot 2,51 \text{ m}$$

$$G_{kp} = 6,78 \text{ kN}$$

Linijsko opterećenje za sekundarne nosače:

$$G_{lin} = 0,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot a = 0,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 2,51 \text{ m} = 1,26 \frac{\text{kN}}{\text{m}'}$$

$$G_{lin,uk} = 1,26 \frac{\text{kN}}{\text{m}'} \cdot 10 \cdot n = 1,26 \frac{\text{kN}}{\text{m}'} \cdot 54 \text{ m} = 68,04 \frac{\text{kNm}}{\text{m}'}$$



## 2.2 POKRETNO OPTEREĆENJE – djelovanje snijega HRN EN 1991-1-3

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

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

$s_k$  – karakteristična vrijednost opterećenja na tlu u  $\text{kN/m}^2$

$s_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$  za Zagreb na nadmorskoj visini od 0 – 100 m

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

Za nagib krova od  $0^\circ < \alpha < 30^\circ \rightarrow \mu_i = 0,8$  ( $\alpha = 5,14^\circ$ )

$c_e = 1,00$  ( koeficijent izloženosti )

$c_t = 1,00$  (toplinski koeficijent)

Opterećenje snijegom preko cijele krovne površine:

$$s = 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 0,8 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Raspodjela sila na glavni nosač:

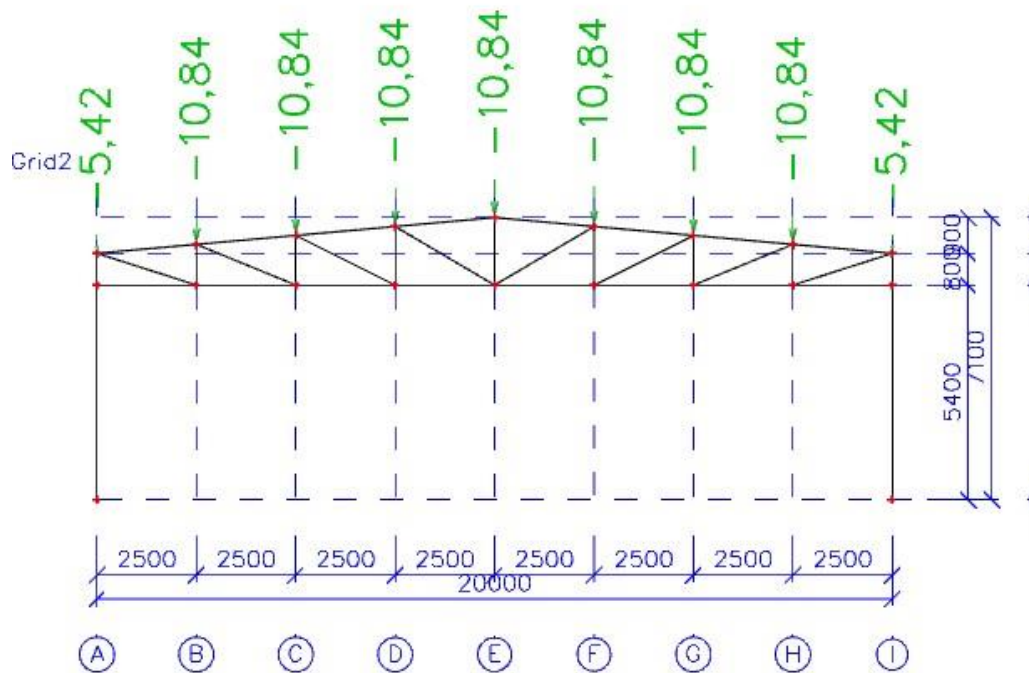
$$s = 0,8 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 5,4 \text{ m} = 4,32 \text{ kN/m'}$$

$$S_d = 4,32 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 2,51 \text{ m} = 10,84 \text{ kN}$$

*Linijsko opterećenje za sekundarne nosače:*

$$S_{lin} = 0,8 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot a = 0,8 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 2,51 \text{ m} = 2,01 \frac{\text{kN}}{\text{m'}}$$

$$S_{lin,uk} = 2,01 \frac{\text{kN}}{\text{m'}} \cdot 10 \cdot n = 2,01 \frac{\text{kN}}{\text{m'}} \cdot 54 \text{ m} = 108,54 \frac{\text{kNm}}{\text{m'}}$$



### 2.3 POKRETNO OPTEREĆENJE – djelovanje vjetra HRN EN 1991-1-4

Materijal izrade: S3555

Lokacija objekta: Zagreb

Huk = 5,4 + 1,7 = 7,1 m

z<sub>0</sub> = 100 m.n.m z = 7,1 m

#### PRITISAK VJETRA:

- NA VANJSKE POVRŠINE:  $w_e = q_p(z_e) * C_{pe} \text{ [kN/m}^2\text{]}$
- NA UNUTARNJE POVRŠINE:  $w_i = q_p(z_i) * C_{pi} \text{ [kN/m}^2\text{]}$

$q_p$  – pritisak brzine vjetra pri udaru

$z_e, z_i$  – referentna visina za vanjski/unutarnji pritisak

$c_{pe}$  – koeficijent pritiska za vanjski vjetar

$c_{pi}$  – koeficijent pritiska za unutarnji vjetar

#### OSNOVNI PRITISAK VJETRA:

$$q_B = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_B^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 390,63 \frac{N}{m^2} = 0,39 \text{ kN/m}^2$$

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

$$v_B = C_{DIR} \cdot C_{SEASON} \cdot v_{B;0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 25 = 25 \text{ m/s}$$

$$C_{DIR} = 1,0$$

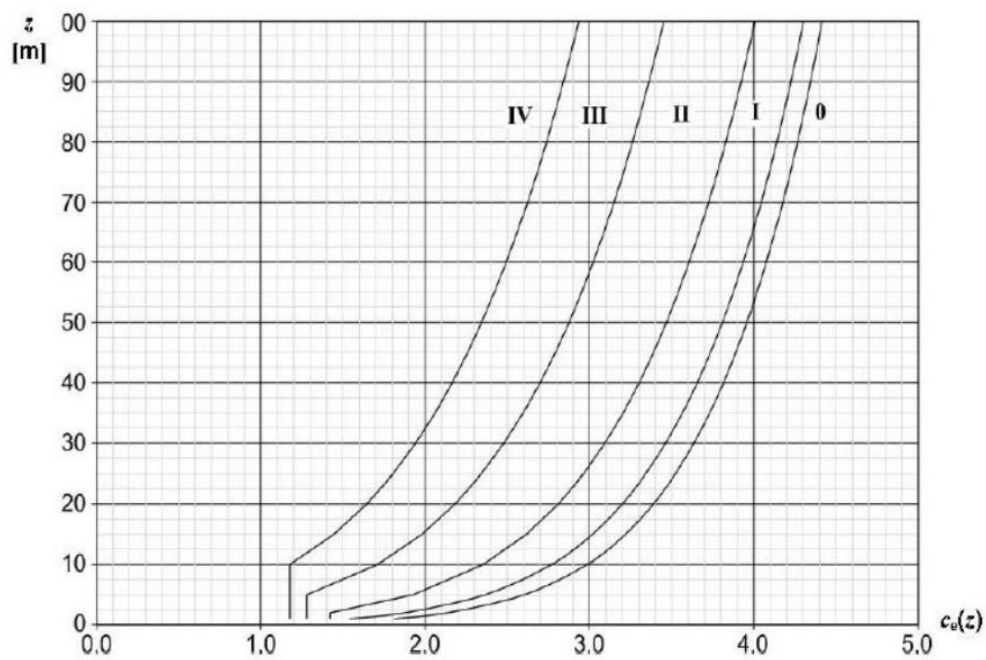
$$C_{SEASON} = 1,0$$

$$v_{B;0} = 25 \text{ m/s} \rightarrow \text{očitano (vjetrovna karta, Zagreb)}$$

$$C_e(z) = 1,19 \rightarrow \text{očitano za } z = 7,1 \text{ m}$$

Odabrana kategorija terena: 4

$$Z_o = 1,0 \text{ m} \quad Z_{min} = 10 \text{ m}$$



**PRITISAK VJETRA PO UDARU:**

$$q_p(z_e) = C_E \cdot q_B = 1,19 \cdot 0,39 = 0,47 \text{ kN/m}^2$$

**ODREĐIVANJE KOEFICIJENTA TLAKA:**

$$e = \text{MIN} \{b, 2h\} = \text{MIN} \{54\text{m}, 2 \cdot 7,1 \text{ m}\} = \text{MIN} \{54\text{m}, 14,2 \text{ m}\} = 14,2 \text{ m} < d = 20 \text{ m}$$

$$Huk/d = 7,1 / 20 = 0,355$$

**zona D**

$H/d$	$C_{pe,10}$
1	+0,8
$\leq 0,25$	+0,7

$C_{pe,10} = +0,71$

**zona E**

$H/d$	$C_{pe,10}$
1	-0,5
$\leq 0,25$	-0,3

$C_{pe,10} = -0,33$

$$\alpha = 5,14^\circ < 5^\circ \rightarrow \text{Dvostrešni krov koji nije ravan}$$

**KOEFICIJENT VANJSKOG PRITISKA ZA PODRUČJE DVOSTREŠNOG NERAVNOG KROVA (očítavamo za  $\theta=0^\circ$ )**

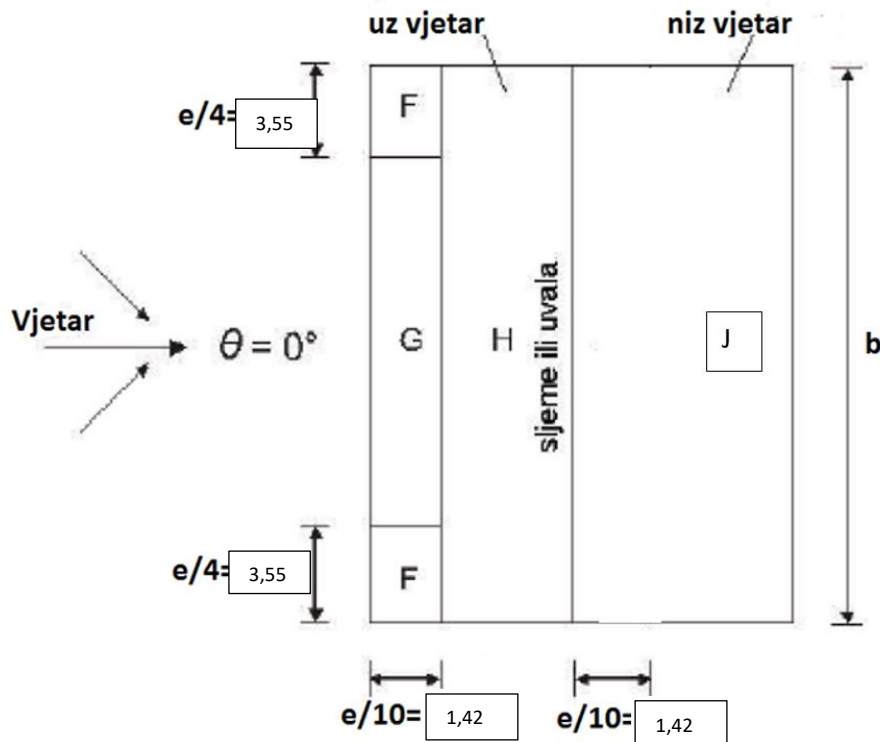
**zona F**       $C_{pe,10} = -1,7$

**zona G**       $C_{pe,10} = -1,2$

**zona H**       $C_{pe,10} = -0,6$

**zona J**       $C_{pe,10} = -0,6, +0,2$

Prikaz područja vjetra za krovšte:



KOEFICIJENT UNUTARNJEG PRITISKA ZA JEDNOLIKO RASPOREĐENE OKVIRE:

$$\left. \begin{array}{l} C_{pi,10} = +0,2 \\ C_{pi,10} = -0,3 \end{array} \right\} \text{ prema normama Eurokoda ( EC 1991-1-4 )}$$

**REZULTANTNO DJELOVANJE VJETRA:**

**KOMBINACIJE DJELOVANJA VJETRA:** Glavni okviri

1. KOMBINACIJA (maksimalno odizanje)

$$w = w_e + w_i \rightarrow w = q_p * |C_{pe} + C_{pi}| \text{ [ kN/m}^2\text{]}$$

$$q_p(z) = 0,47 \text{ kN/m}^2$$

ZONA	C <sub>pe</sub>	C <sub>pi</sub>	q <sub>p</sub> (z) *  C <sub>pe</sub> + C <sub>pi</sub>	" "	w [ kN/m <sup>2</sup> ]
D	+0,71	+0,2	0,47 ( 0,71 - 0,2 )	+	0,24
E	-0,33	+0,2	0,47 ( 0,33 + 0,2 )	-	0,25
F	-1,7	+0,2	0,47 ( 1,7 + 0,2 )	-	0,89



G	-1,2	+0,2	0,47 ( 1,2 + 0,2 )	-	0,66
H	-0,6	+0,2	0,47 ( 0,6 + 0,2 )	-	0,38
J	-0,6	+0,2	0,47 ( 0,6 + 0,2 )	-	0,38

2. KOMBINACIJA

$$w = w_e + w_i \rightarrow w = q_p * |C_{pe} + C_{pi}| \text{ [ kN/m}^2\text{]}$$

$$q_p(z) = 0,47 \text{ kN/m}^2$$

ZONA	C <sub>pe</sub>	C <sub>pi</sub>	$q_p(z) *  C_{pe} + C_{pi} $	" "	w [ kN/m <sup>2</sup> ]
D	+0,71	+0,2	0,47 ( 0,71 - 0,2 )	+	0,24
E	-0,33	+0,2	0,47 ( 0,33 + 0,2 )	-	0,25
F	-1,7	+0,2	0,47 ( 1,7 + 0,2 )	-	0,89
G	-1,2	+0,2	0,47 ( 1,2 + 0,2 )	-	0,66
H	-0,6	+0,2	0,47 ( 0,6 + 0,2 )	-	0,38
J	+0,2	+0,2	0,47 ( 0,2 - 0,2 )	0	0

3. KOMBINACIJA

$$w = w_e + w_i \rightarrow w = q_p * |C_{pe} + C_{pi}| \text{ [ kN/m}^2\text{]}$$

$$q_p(z) = 0,47 \text{ kN/m}^2$$

ZONE	C <sub>pe</sub>	C <sub>pi</sub>	$q_p(z) *  C_{pe} + C_{pi} $	" "	w [ kN/m <sup>2</sup> ]
D	+0,71	-0,3	0,47 ( 0,71 + 0,3 )	+	0,48
E	-0,33	-0,3	0,47 ( 0,33 - 0,3 )	-	0,014
F	-1,7	-0,3	0,47 ( 1,7 - 0,3 )	-	0,66
G	-1,2	-0,3	0,47 ( 1,2 - 0,3 )	-	0,42
H	-0,6	-0,3	0,47 ( 0,6 - 0,3 )	-	0,14
J	-0,6	-0,3	0,47 ( 0,6 - 0,3 )	-	0,14

4. KOMBINACIJA (max. pritisak)

$$w = w_e + w_i \rightarrow w = q_p * |C_{pe} + C_{pi}| \text{ [ kN/m}^2\text{]}$$

$$q_p(z) = 0,47 \text{ kN/m}^2$$

ZONE	C <sub>pe</sub>	C <sub>pi</sub>	$q_p(z) *  C_{pe} + C_{pi} $	" "	w [ kN/m <sup>2</sup> ]
D	+0,71	-0,3	0,47 ( 0,71 + 0,3 )	+	0,48
E	-0,33	-0,3	0,47 ( 0,33 - 0,3 )	-	0,014
F	-1,7	-0,3	0,47 ( 1,7 - 0,3 )	-	0,66
G	-1,2	-0,3	0,47 ( 1,2 - 0,3 )	-	0,42
H	-0,6	-0,3	0,47 ( 0,6 - 0,3 )	-	0,14
J	+0,2	-0,3	0,47 ( 0,2 + 0,3 )	+	0,24

KOMBINACIJE DJELOVANJA VJETRA: Zabatno pročelje

$$w = w_e + w_i \rightarrow w = q_p * |C_{pe} + C_{pi}| \text{ [ kN/m}^2\text{]}$$

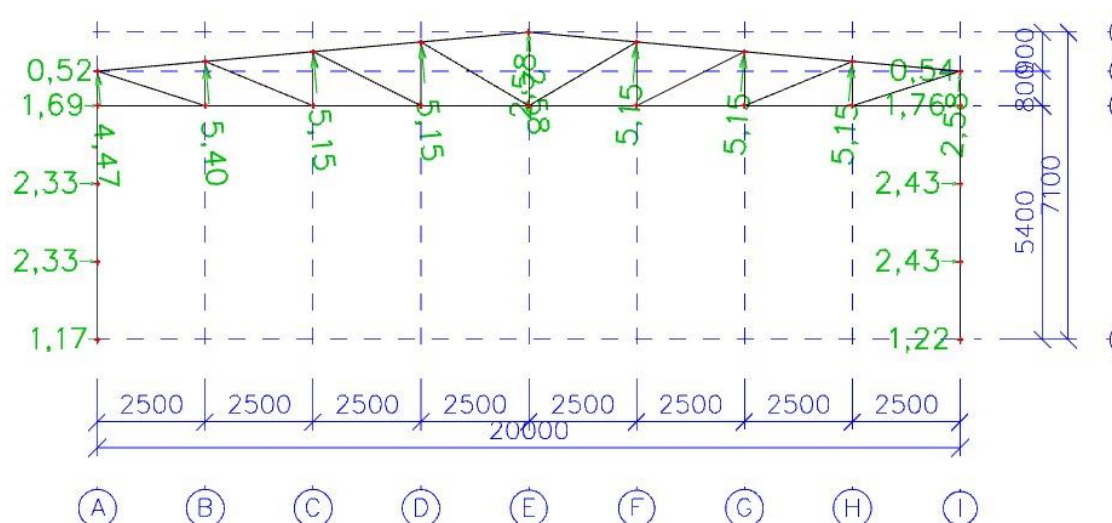
$$q_p(z) = 0,47 \text{ kN/m}^2$$

ZONE	C <sub>pe</sub>	C <sub>pi</sub>	$q_p(z) *  C_{pe} + C_{pi} $	" "	w [ kN/m <sup>2</sup> ]
D	+0,71	-0,3	0,47 ( 0,71 + 0,3 )	+	0,48
E	-0,33	+0,2	0,47 ( 0,33 + 0,2 )	-	0,25

KOMBINACIJA 1) Maksimalno odizanje

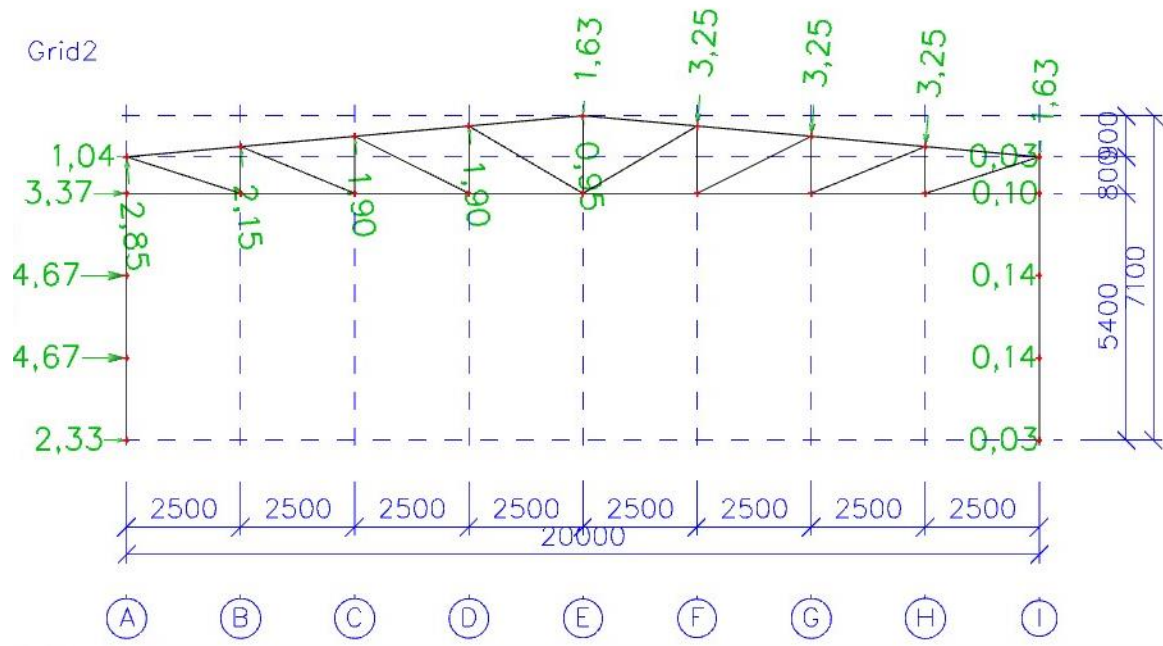
REŠETKA				
ČVOR	OPTEREĆENJE·OSNI RAZMAK STUPA	RAZMAK OKVIRA	IZNOS (kN)	
1	$0.5 \cdot 0,66 \cdot 2,51$	5,40	4,47	
2	$0,165 \cdot 0,66 + 2,345 \cdot 0,38$	5,40	5,40	
3	$0,38 \cdot 2,51$	5,40	5,15	
4	$0,38 \cdot 2,51$	5,40	5,15	
5	$0,38 \cdot 0,5 \cdot 2,51$	5,40	2,58	
6	$0,38 \cdot 0,5 \cdot 2,51$	5,40	2,58	
7	$0,38 \cdot 2,51$	5,40	5,15	
8	$0,38 \cdot 2,51$	5,40	5,15	
9	$0,38 \cdot 2,51$	5,40	5,15	
10	$0,38 \cdot 0,5 \cdot 2,51$	5,40	2,58	
STUPOVI				
ČVOR	OPTEREĆENJE	RAZMAK OKVIRA (m)	UTJECAJNA VISINA (m)	IZNOS (kN)
1	$W_d = 0,24$	5,40	$0.5 \cdot 1.8$	1,17
2	$W_d$	5,40	1.8	2,33
3	$W_d$	5,40	1.8	2,33
4	$W_d$	5,40	$0.5 \cdot 1.8 + 0.5 \cdot 0.8$	1,69
5	$W_d$	5,40	$0.5 \cdot 0.8$	0,52
6	$W_e = 0,25$	5,40	$0.5 \cdot 1.8$	1,22
7	$W_e$	5,40	1.8	2,43
8	$W_e$	5,40	1.8	2,43
9	$W_e$	5,40	$0.5 \cdot 1.8 + 0.5 \cdot 0.8$	1,76
10	$W_e$	5,40	$0.5 \cdot 0.8$	0,54

Grid2



*KOMBINACIJA 4) Maksimalni pritisak rešetke*

REŠETKA				
ČVOR	OPTEREĆENJE·OSNI RAZMAK STUPA	RAZMAK OKVIRA	IZNOS (kN)	
A	0,5·0,42·2,51	5,40	2,85	
B	0,165·0,42+2,345·0,14	5,40	2,15	
C	0,14·2,51	5,40	1,90	
D	0,14·2,51	5,40	1,90	
E	0,14·0,5·2,51	5,40	0,95	
F	0,24·0,5·2,51	5,40	1,63	
G	0,24·2,51	5,40	3,25	
H	0,24·2,51	5,40	3,25	
I	0,24·2,51	5,40	3,25	
J	0,24·0,5·2,51	5,40	1,63	
STUPOVI				
ČVOR	OPTEREĆENJE	RAZMAK OKVIRA (m)	UTJECAJNA VISINA (m)	IZNOS (kN)
1	Wd = 0,48	5,4	0,5·1,8	2,33
2	Wd	5,4	1,8	4,67
3	Wd	5,4	1,8	4,67
4	Wd	5,4	0,5·1,8+0,5·0,8	3,37
5	Wd	5,4	0,5·0,8	1,04
6	We = 0,014	5,4	0,5·1,8	0,03
7	We	5,4	1,8	0,14
8	We	5,4	1,8	0,14
9	We	5,4	0,5·1,8+0,5·0,8	0,1
10	We	5,4	0,5·0,8	0,03

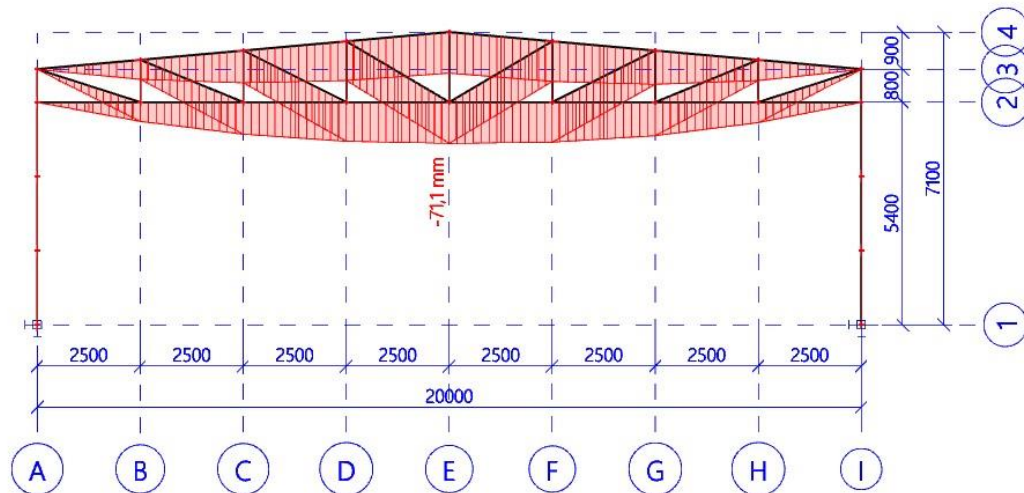


### 3. KONTROLA PROGIBA

#### 3.1. VERTIKALNI PROGIB

**1D deformations**

Values:  $u_y$   
 Linear calculation  
 Combination: Progib 1  
 Coordinate system: Global  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All



*Vertikalni progib glavnog nosača*

Najveći progib krovišta dobivamo za kombinaciju :  $1,0G_0 + 1,0G_1 + 1,0S + 1,0 W_{(PRITISKAJUĆI)}$

Dopušteni progib:  $L/250 = 20000\text{mm}/250 = 80 \text{ mm}$

$$71,10/80 = 0,889 = 88,9\%$$

Najveći progib krovišta zadovoljava u odnosu na dopušteni sa iskoristivosti 88,9%

## 3.2. HORIZONTALNI PROGIB

### 1D deformations

Values:  $u_x$

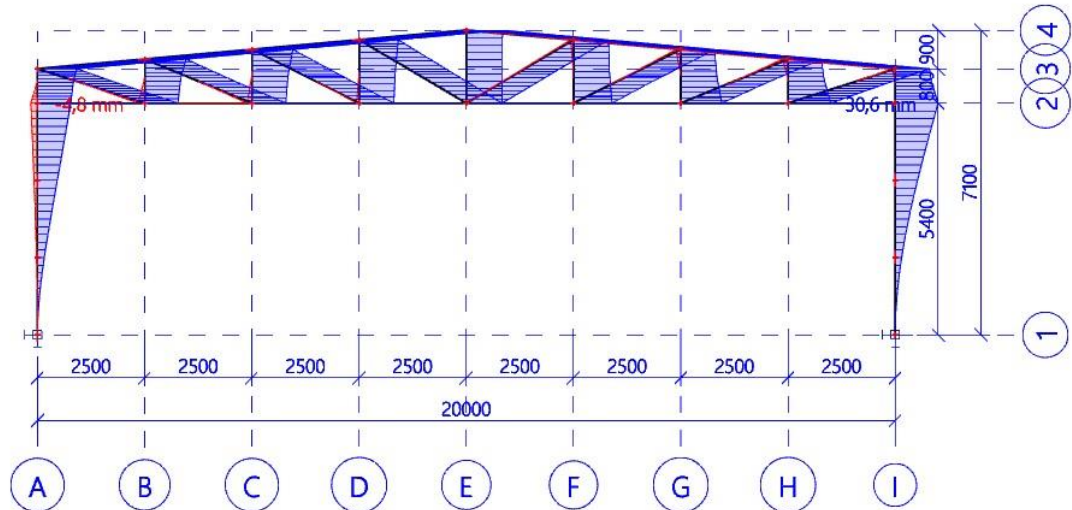
Linear calculation

Combination: Progib 1

Coordinate system: Global

Extreme 1D: Global

Selection: All



*Horizontalni progib glavnog nosača*

Najveći progib krovišta dobivamo za kombinaciju :  $1,0G_0 + 1,0G_1 + 1,0S + 1,0 W_{(PRITISKAJUĆI)}$

Dopušteni progib:  $L/150 = 5400\text{mm}/150 = 36\text{ mm}$

$$30,6/36 = 0,85 = 85\%$$

Najveći progib stupova zadovoljava u odnosu na dopušteni sa iskoristivosti 85%

Korišteni profili za GSU:

Stupovi- HEA240

Donji pojas – SHS 100 x 100 x 4

Gornji pojas – SHS 100 x 100 x 4

Dijagonale – SHS 40 x 40 x 5

Vertikale – SHS 40 x 40 x 5

## 4. DIJAGRAMI REZIH SILA ZA KOMBINACIJE DJELOVANJA (GSN)

### 4.1. GLAVNA NOSIVA KONSTRUKCIJA

#### 4.1.1. $1,35 \cdot (G_0 + G_1) + 0,9 S + 1,5 W_{\text{Pritiskajući}}$

**1D internal forces**

Values:  $M_z$

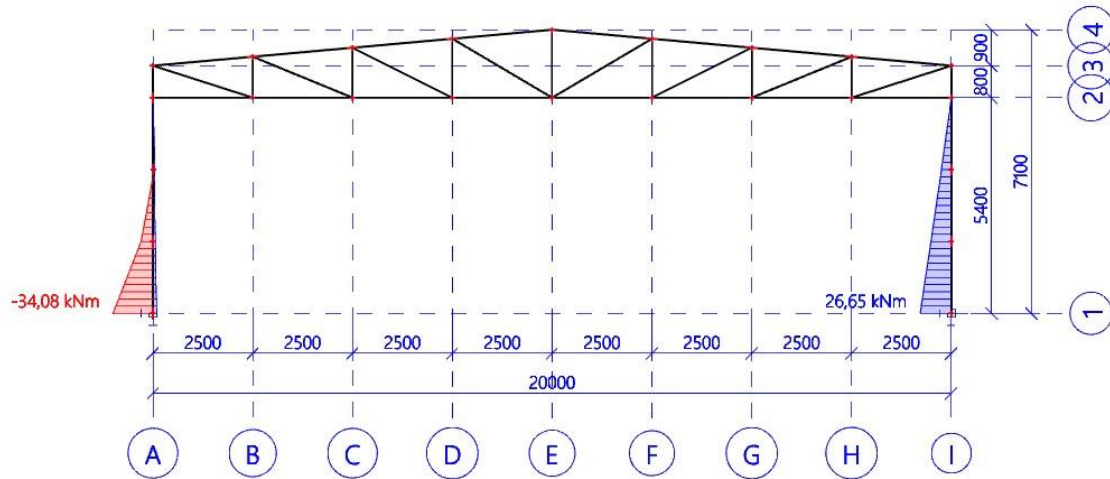
Linear calculation

Combination: CO1

Coordinate system: Member

Extreme 1D: Global

Selection: All



*Momentni dijagram kombinacije 1*

**1D internal forces**

Values:  $V_y$

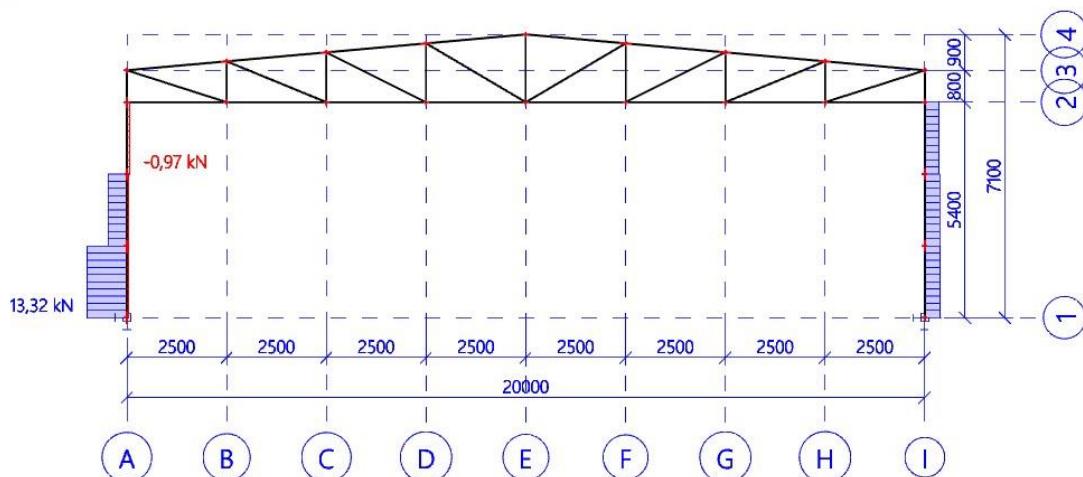
Linear calculation

Combination: CO1

Coordinate system: Member

Extreme 1D: Global

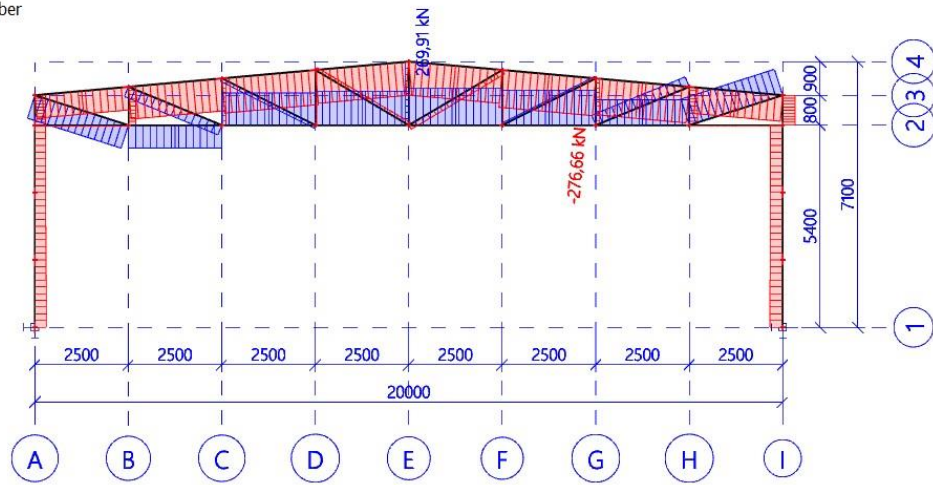
Selection: All



*Dijagram poprečnih sila kombinacije 1*



**1D internal forces**  
 Values: **N**  
 Linear calculation  
 Combination: CO1  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All

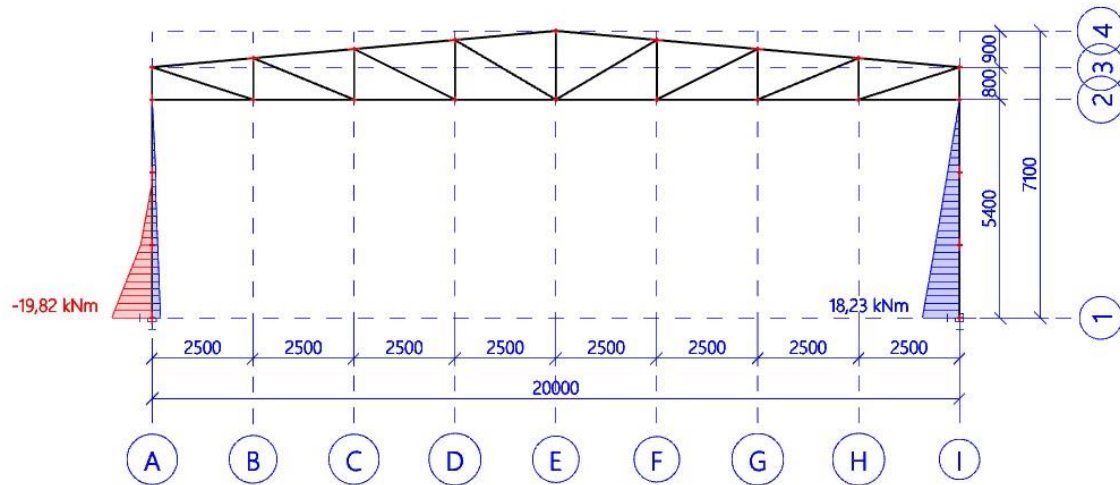


*Dijagram uzdužnih sila za kombinaciju 1*

### 4.1.2. KOMBINACIJA $1,35 \cdot (G_0 + G_1) + 0,9 W_{\text{Pritiskajući}} + 1,5 S$

**1D internal forces**

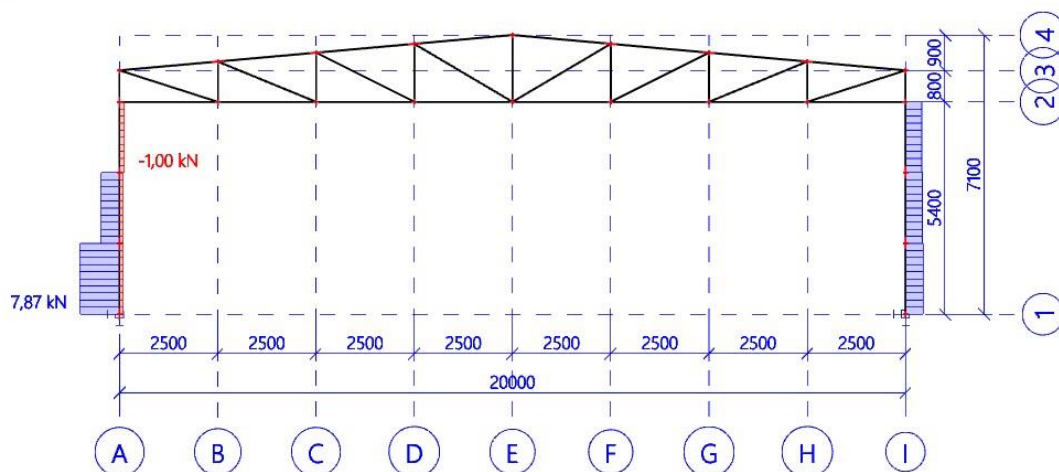
Values:  $M_z$   
 Linear calculation  
 Combination: CO2  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All



*Momentni dijagram kombinacije 2*

**1D internal forces**

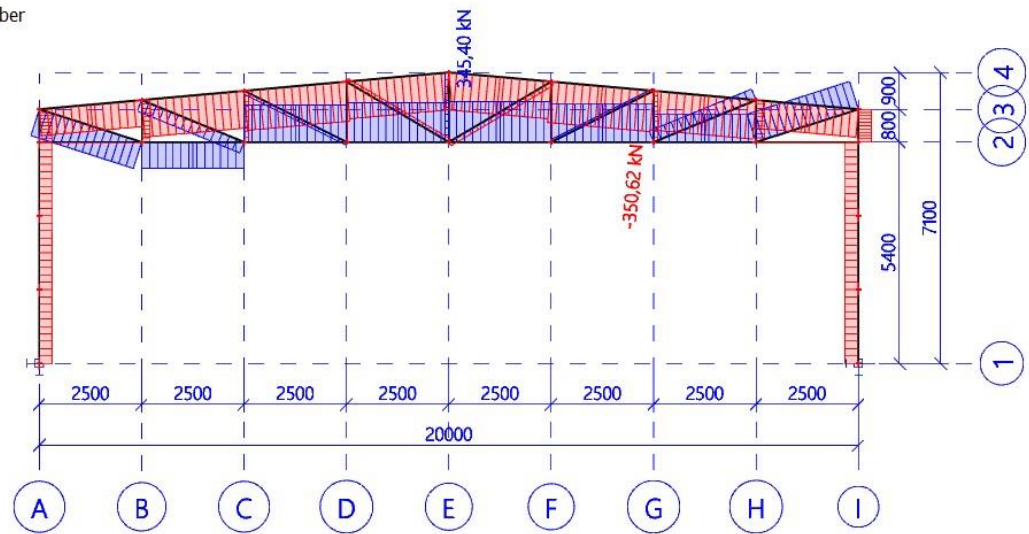
Values:  $V_y$   
 Linear calculation  
 Combination: CO2  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All



*Dijagram poprečnih sila kombinacije 2*

**1D internal forces**

Values: **N**  
 Linear calculation  
 Combination: CO2  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All

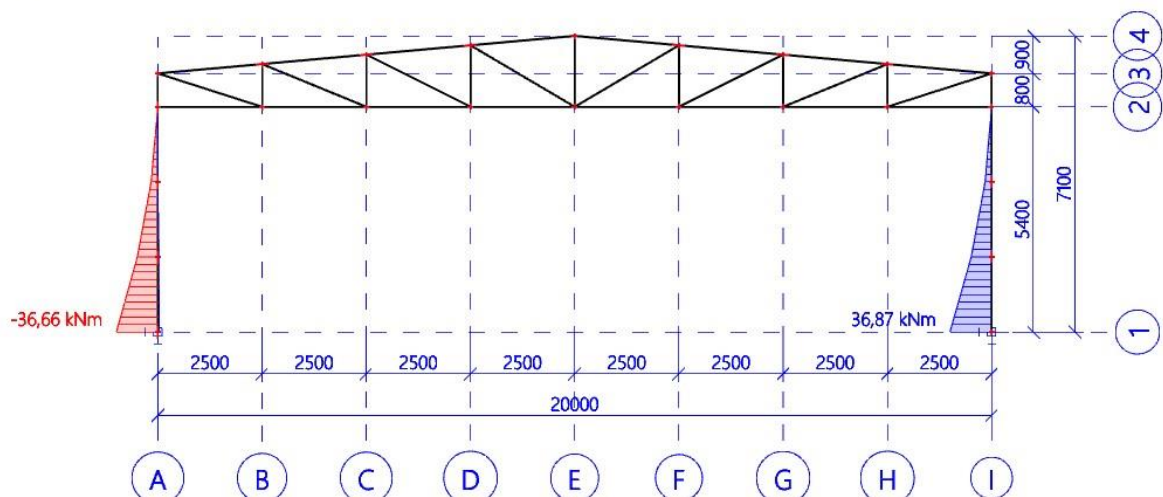


*Dijagram uzdužnih sila za kombinaciju 2*

**4.1.3. KOMBINACIJA  $1,0 \cdot (G_0 + G_1) + 1,5 W_{odizuci}$**

**1D internal forces**

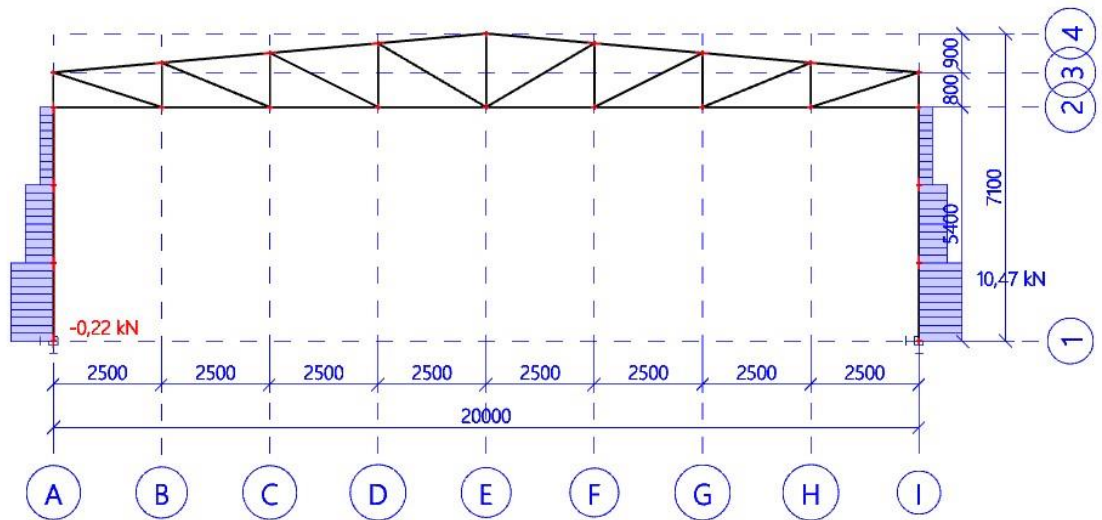
Values: **M<sub>z</sub>**  
 Linear calculation  
 Combination: CO3  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All



*Momentni dijagram kombinacije 3*

**1D internal forces**

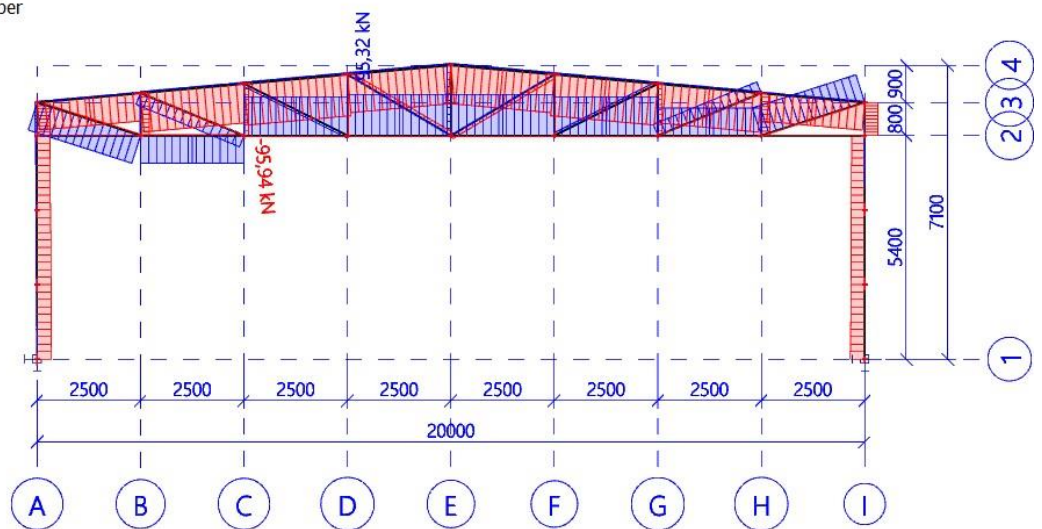
Values:  $V_y$   
 Linear calculation  
 Combination: CO3  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All



*Dijagram poprečnih sila kombinacije 3*

**1D internal forces**

Values:  $N$   
 Linear calculation  
 Combination: CO3  
 Coordinate system: Member  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All



*Dijagram uzdužnih sila za kombinaciju 3*

## 4.2 SEKUNDARNA KONSTRUKCIJA

### 4.2.1 ZABATNI STUPOVI

#### Određivanje pritiska na zabatno pročelje

$$e = \min \{b, 2h\} = \min \{20 \text{ m}, 2 \cdot 7,1 \text{ m}\} = \min \{20 \text{ m}, 14,2 \text{ m}\} = 14,2 \text{ m} < d = 54 \text{ m}$$

$$h/d = 7,1/54 = 0,13$$

Područje	A		B		C		D		E	
$h/d$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
$\geq 5$	-1,4	-1,7	-0,8	-1,1	-0,5	-0,7	+0,8	+1,0	-0,5	-0,7
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	1,2	1,4	0,8	1,1	0,5		+0,7	+1,0	-0,3	-0,5

NAPOMENA: Za pojedinačne zgrade na otvorenome terenu u područjima u zavjetrini mogu nastupiti i veće sile. Međuvrijednosti se smiju linearno interpolirati. Za zgrade čiji je omjer  $h/d > 5$ , ukupno opterećenje vjetrom smije se temeljiti na odredbama iz točaka od 7.6 do 7.8 i 7.9.2.

$$W_D = q_p(z) \cdot D = 0,47 \text{ (kN/m}^2\text{)} \cdot 0,7 = 0,33$$

Ovaj iznos svodimo na linijsko opterećenje množeći ga sa utjecajnom širinom.

$$W_1 = W_D \cdot 2,5 = 0,33 \cdot 2,5 = 0,83 \text{ (kN/m')}$$

$$W_2 = W_D \cdot 5,0 = 0,33 \cdot 5,0 = 1,65 \text{ (kN/m')}$$

$$W_3 = W_D \cdot 5,0 = 0,33 \cdot 5,0 = 1,65 \text{ (kN/m')}$$

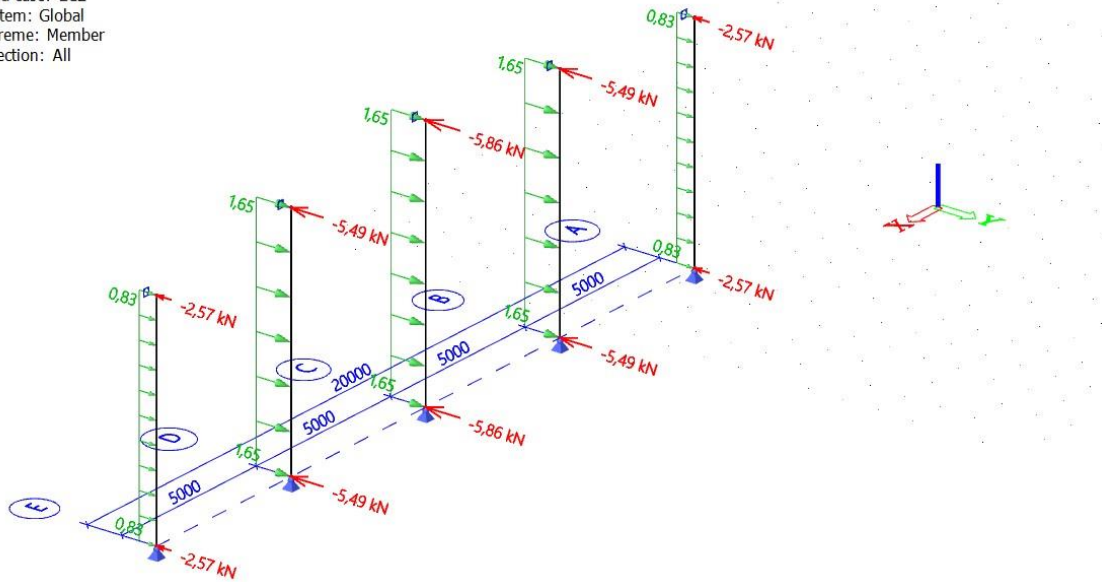
$$W_4 = W_D \cdot 5,0 = 0,33 \cdot 5,0 = 1,65 \text{ (kN/m')}$$

$$W_5 = W_D \cdot 2,5 = 0,33 \cdot 2,5 = 0,83 \text{ (kN/m')}$$

### Reakcije za djelovanje vjetra

**Reactions**

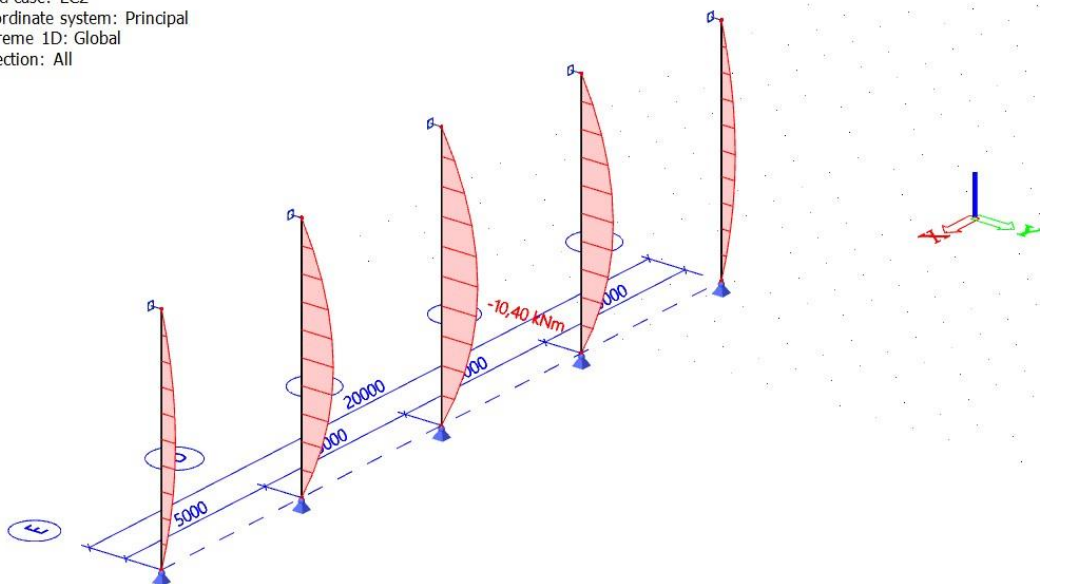
Values:  $R_y$   
 Linear calculation  
 Load case: LC2  
 System: Global  
 Extreme: Member  
 Selection: All



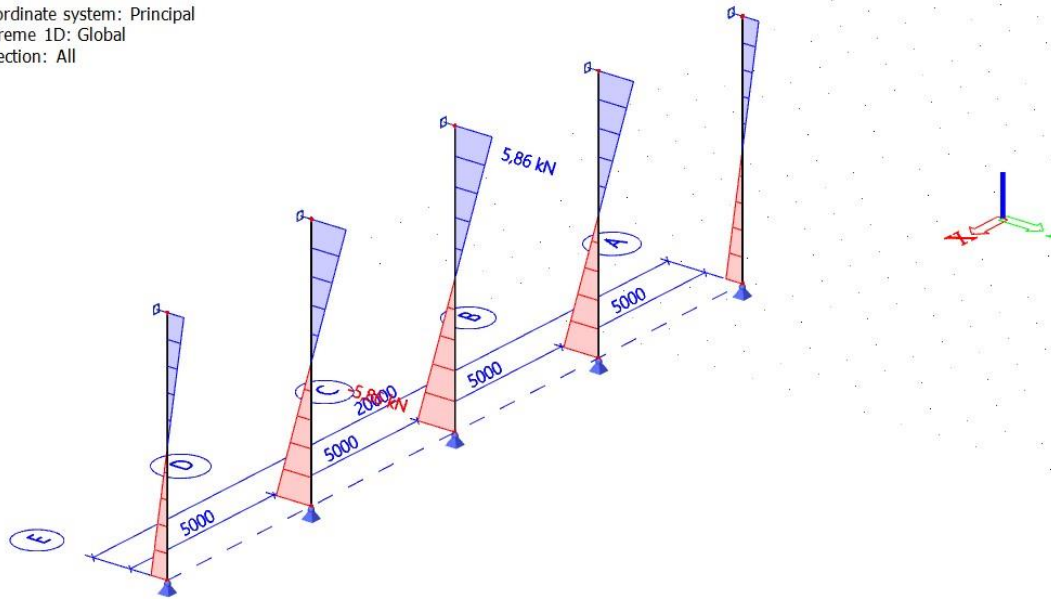
### Momentni dijagram za djelovanje vjetra

**1D internal forces**

Values:  $M_z$   
 Linear calculation  
 Load case: LC2  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All



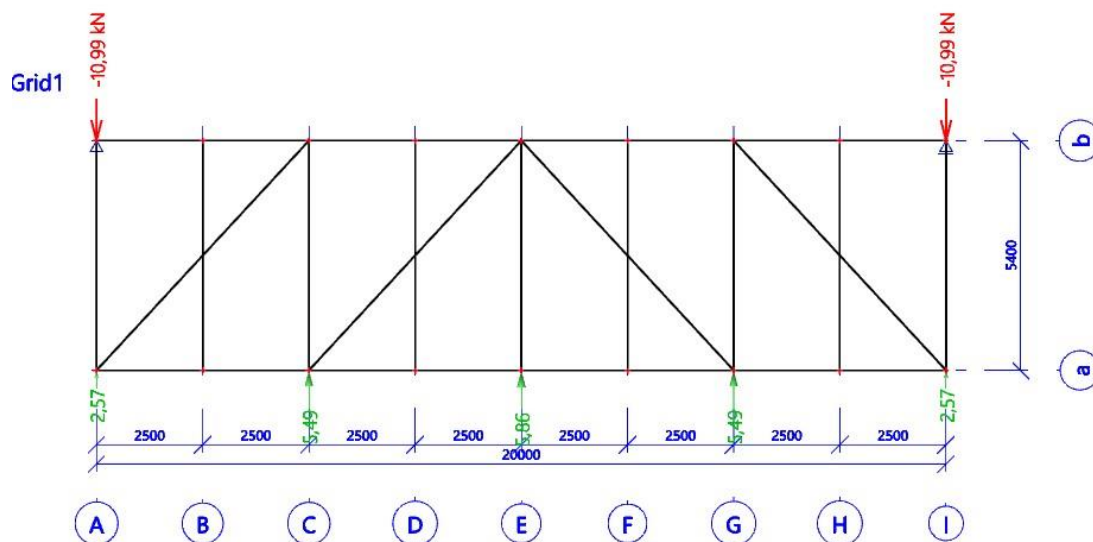
**1D internal forces**  
 Values:  $V_y$   
 Linear calculation  
 Load case: LC2  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All



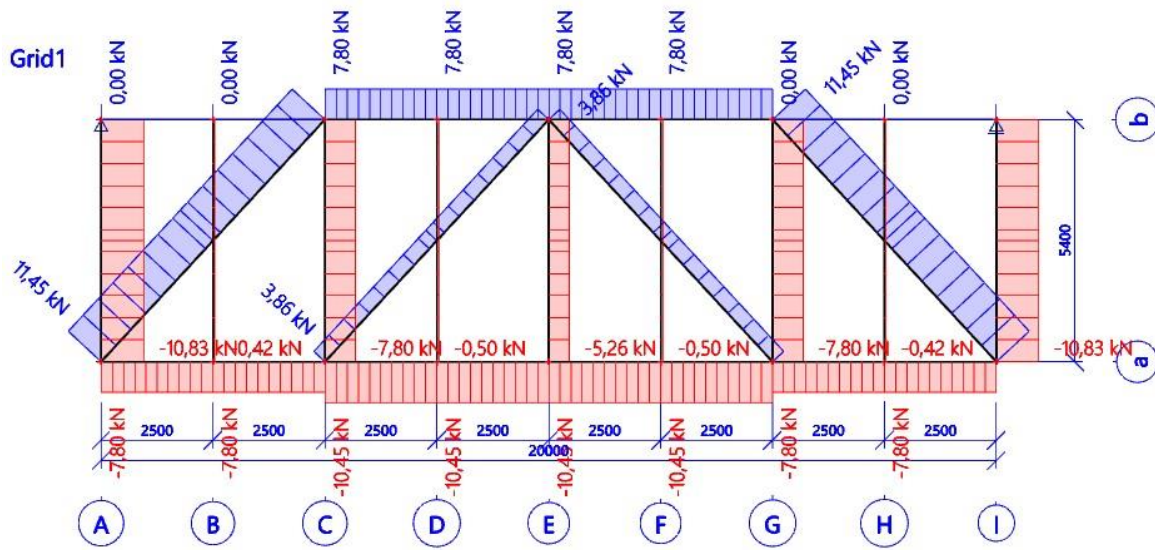
*Dijagram poprečnih sila za djelovanje vjetra*

#### 4.2.2 KROVNI (HORIZONTALNI) SPREGOVI

Sile koje djeluju na krovne spregove su prenešene reakcije sa zabatnih stupova.



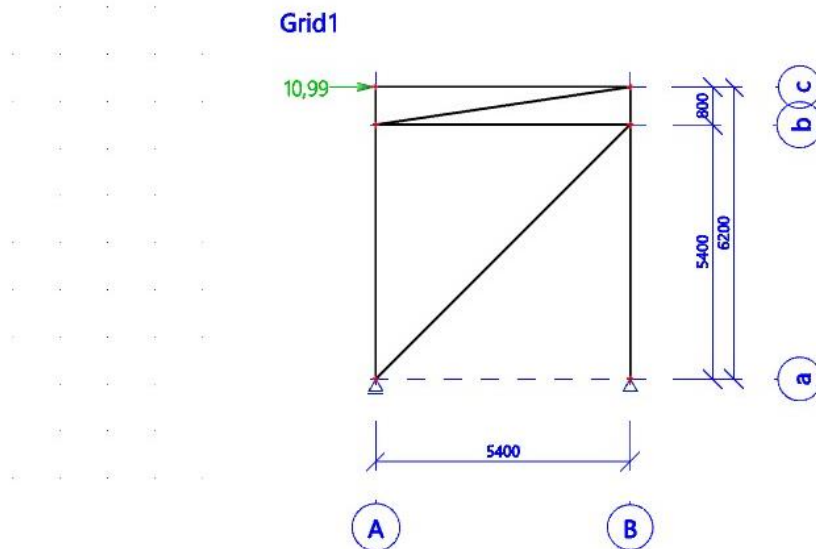
*Model krovnog sprega*



*Dijagram uzdužnih sila horizontalnog sprega*

### 4.2.3 BOČNI (VERTIKALNI) SPREGOVI

Sile koje djeluju na bočne spregove su prenesene reakcije sa krovnih spregova.



RD12

*Model bočnog sprega*



**1D internal forces**

Values: **N**

Linear calculation

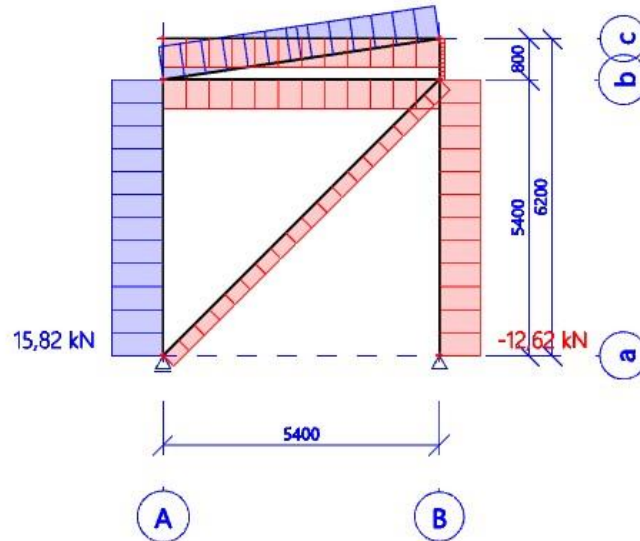
Load case: LC2

Coordinate system: Member **Grid1**

Extreme 1D: Global

Selection: All

Member	Node	Value
1	1	15,82
1	2	15,82
2	1	15,82
2	2	15,82
3	1	15,82
3	2	15,82
4	1	15,82
4	2	15,82
5	1	15,82
5	2	15,82
6	1	15,82
6	2	15,82
7	1	15,82
7	2	15,82
8	1	15,82
8	2	15,82
9	1	15,82
9	2	15,82
10	1	15,82
10	2	15,82
11	1	15,82
11	2	15,82
12	1	15,82
12	2	15,82
13	1	15,82
13	2	15,82
14	1	15,82
14	2	15,82
15	1	15,82
15	2	15,82
16	1	15,82
16	2	15,82
17	1	15,82
17	2	15,82
18	1	15,82
18	2	15,82
19	1	15,82
19	2	15,82
20	1	15,82
20	2	15,82
21	1	15,82
21	2	15,82
22	1	15,82
22	2	15,82
23	1	15,82
23	2	15,82
24	1	15,82
24	2	15,82
25	1	15,82
25	2	15,82
26	1	15,82
26	2	15,82
27	1	15,82
27	2	15,82
28	1	15,82
28	2	15,82
29	1	15,82
29	2	15,82
30	1	15,82
30	2	15,82
31	1	15,82
31	2	15,82
32	1	15,82
32	2	15,82
33	1	15,82
33	2	15,82
34	1	15,82
34	2	15,82
35	1	15,82
35	2	15,82
36	1	15,82
36	2	15,82
37	1	15,82
37	2	15,82
38	1	15,82
38	2	15,82
39	1	15,82
39	2	15,82
40	1	15,82
40	2	15,82
41	1	15,82
41	2	15,82
42	1	15,82
42	2	15,82
43	1	15,82
43	2	15,82
44	1	15,82
44	2	15,82
45	1	15,82
45	2	15,82
46	1	15,82
46	2	15,82
47	1	15,82
47	2	15,82
48	1	15,82
48	2	15,82
49	1	15,82
49	2	15,82
50	1	15,82
50	2	15,82
51	1	15,82
51	2	15,82
52	1	15,82
52	2	15,82
53	1	15,82
53	2	15,82
54	1	15,82
54	2	15,82
55	1	15,82
55	2	15,82
56	1	15,82
56	2	15,82
57	1	15,82
57	2	15,82
58	1	15,82
58	2	15,82
59	1	15,82
59	2	15,82
60	1	15,82
60	2	15,82
61	1	15,82
61	2	15,82
62	1	15,82
62	2	15,82
63	1	15,82
63	2	15,82
64	1	15,82
64	2	15,82
65	1	15,82
65	2	15,82
66	1	15,82
66	2	15,82
67	1	15,82
67	2	15,82
68	1	15,82
68	2	15,82
69	1	15,82
69	2	15,82
70	1	15,82
70	2	15,82
71	1	15,82
71	2	15,82
72	1	15,82
72	2	15,82
73	1	15,82
73	2	15,82
74	1	15,82
74	2	15,82
75	1	15,82
75	2	15,82
76	1	15,82
76	2	15,82
77	1	15,82
77	2	15,82
78	1	15,82
78	2	15,82
79	1	15,82
79	2	15,82
80	1	15,82
80	2	15,82
81	1	15,82
81	2	15,82
82	1	15,82
82	2	15,82
83	1	15,82
83	2	15,82
84	1	15,82
84	2	15,82
85	1	15,82
85	2	15,82
86	1	15,82
86	2	15,82
87	1	15,82
87	2	15,82
88	1	15,82
88	2	15,82
89	1	15,82
89	2	15,82
90	1	15,82
90	2	15,82
91	1	15,82
91	2	15,82
92	1	15,82
92	2	15,82
93	1	15,82
93	2	15,82
94	1	15,82
94	2	15,82
95	1	15,82
95	2	15,82
96	1	15,82
96	2	15,82
97	1	15,82
97	2	15,82
98	1	15,82
98	2	15,82
99	1	15,82
99	2	15,82
100	1	15,82
100	2	15,82



*Dijagram uzdužnih sila vertikalnog sprega*

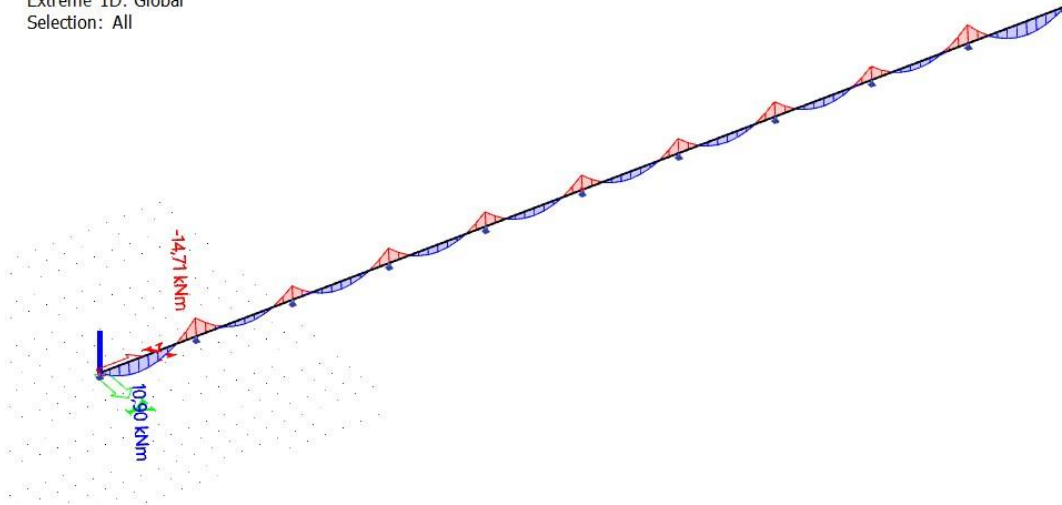
#### 4.2.4 KROVNA PODROŽNICA

Djelovanja na krovnu podrožnicu su sljedeća:

- G (dodatno stalno opterećenje)
- Snijeg S
- Vjetar W1
- Vjetar W2

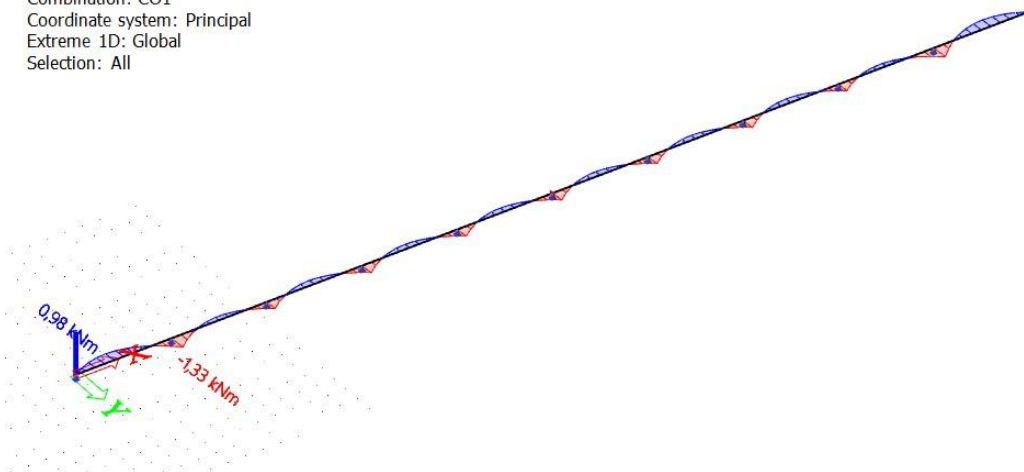
Mjerodavna kombinacija:  $1,35G + 0,9 \cdot S + 1,5 \cdot W1$

**1D internal forces**  
 Values:  $M_y$   
 Linear calculation  
 Combination: CO1  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All



*Momentni dijagram  $M_y$  za mjerodavnu kombinaciju*

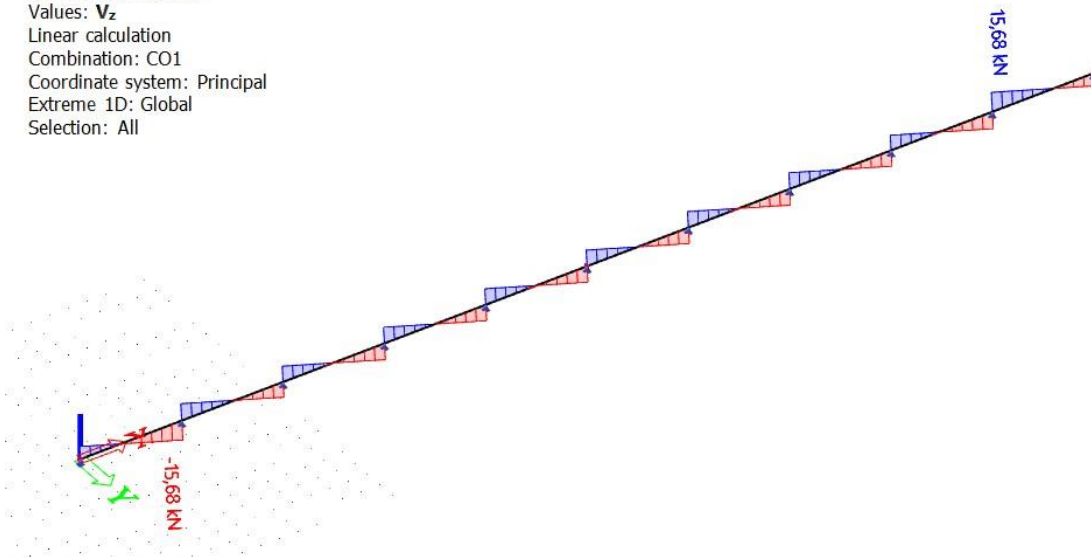
**1D internal forces**  
 Values:  $M_z$   
 Linear calculation  
 Combination: CO1  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All



*Momentni dijagram  $M_z$  za mjerodavnu kombinaciju*

**1D internal forces**

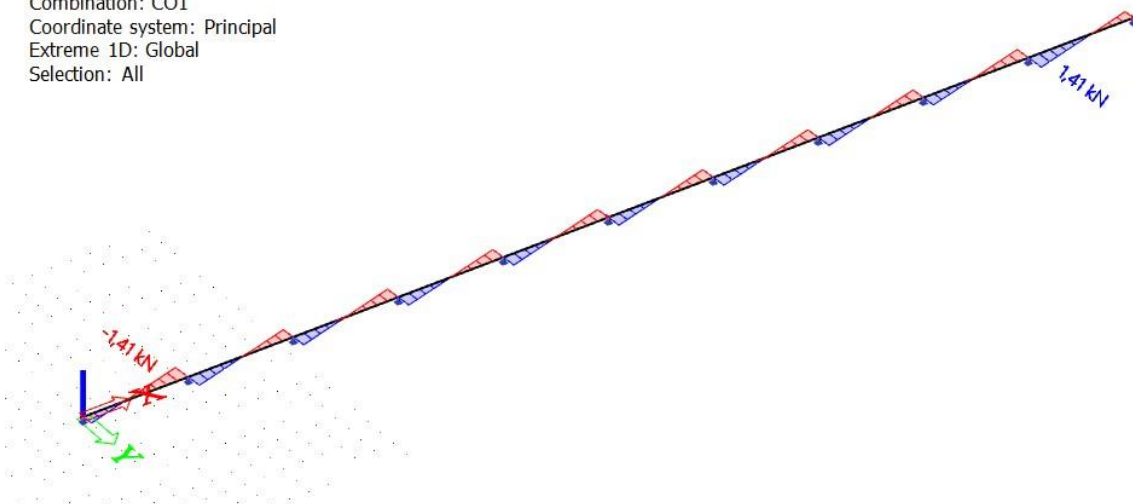
Values:  $V_z$   
 Linear calculation  
 Combination: CO1  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All



*Dijagram poprečnih sila  $V_z$  za mjerodavnu kombinaciju*

**1D internal forces**

Values:  $V_y$   
 Linear calculation  
 Combination: CO1  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All

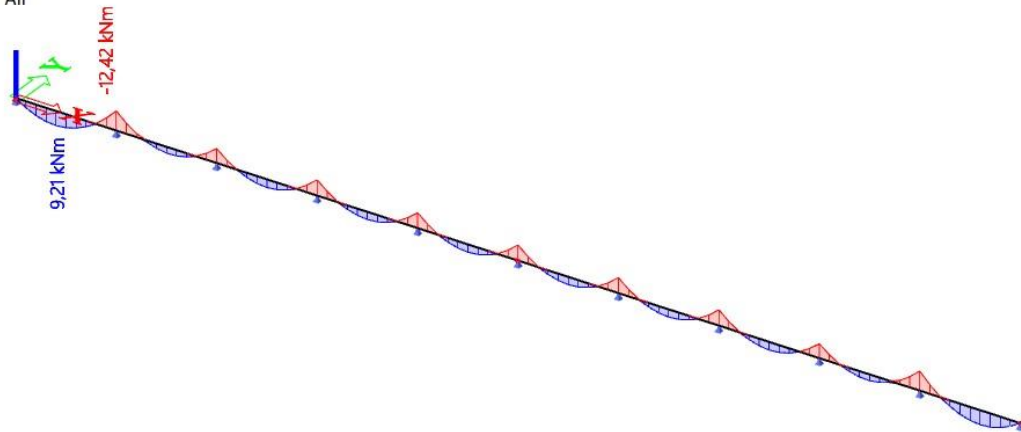


*Dijagram poprečnih sila  $V_y$  za mjerodavnu kombinaciju*

## 4.2.5 BOČNA PODROŽNICA

### 1D internal forces

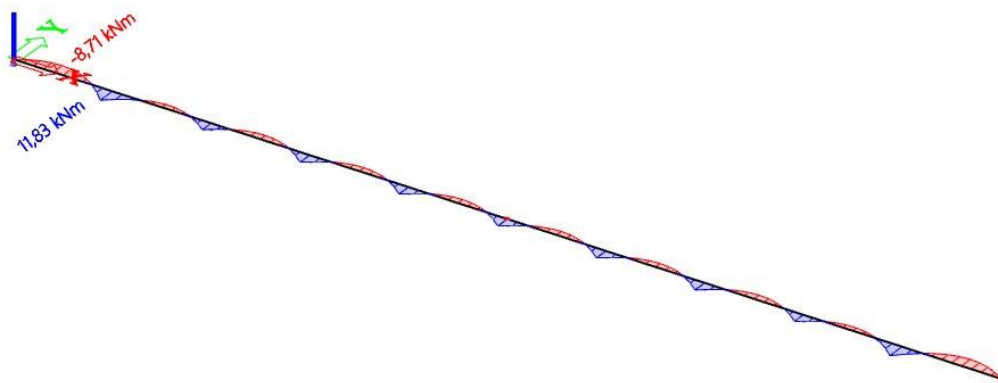
Values:  $M_y$   
 Linear calculation  
 Combination: CO1  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All



*Momentni dijagram  $M_y$  za mjerodavnu kombinaciju*

### 1D internal forces

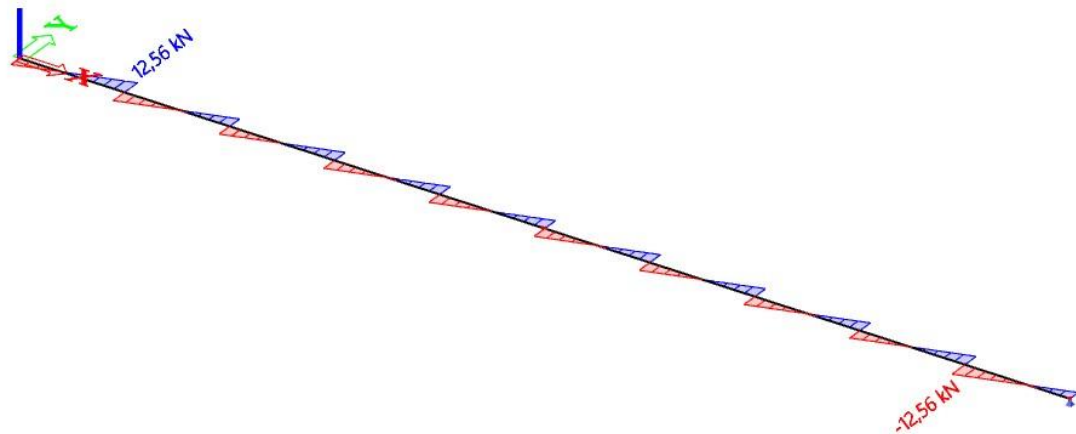
Values:  $M_z$   
 Linear calculation  
 Combination: CO1  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All



*Momentni dijagram  $M_z$  za mjerodavnu kombinaciju*

**1D internal forces**

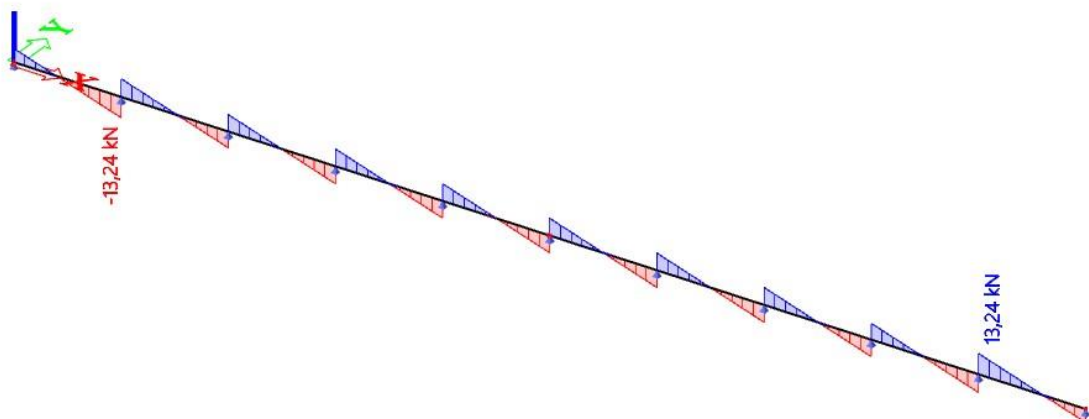
Values:  $V_y$   
 Linear calculation  
 Combination: CO1  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All



*Dijagram poprečnih  $V_y$  sila za mjerodavnu kombinaciju*

**1D internal forces**

Values:  $V_z$   
 Linear calculation  
 Combination: CO1  
 Coordinate system: Principal  
 Extreme 1D: Global  
 Selection: All



*Dijagram poprečnih  $V_z$  sila za mjerodavnu kombinaciju*

## 5. DIMENZIONIRANJE ELEMENATA KONSTRUKCIJE PREMA GRANIČNOM STANJU NOSIVOSTI

### 5.1. GLAVNA NOSIVA KONSTRUKCIJA

#### 5.1.1. GORNJI POJAS REŠETKE (POZICIJA 4-5)

PROFIL:	vrućevaljani	<b>SHS 110x110x8</b>	$\varepsilon = 0.81$		
KVALITETA ČELIKA:	S355	$f_y = 35.5 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$			
<b>GEOMETRIJSKI PODATCI PROFILA:</b>					
b (cm)	11	t (cm)	0.8		
h (cm)	11	A (cm <sup>2</sup> )	32		
W <sub>Pl,Y</sub> (cm <sup>3</sup> )	121,05	I <sub>y</sub> (cm <sup>4</sup> )	547		
W <sub>Pl,Z</sub> (cm <sup>3</sup> )	121,05	I <sub>z</sub> (cm <sup>4</sup> )	547		
<b>MEHANIČKI PODATCI ČELIKA:</b>					
E (kN/cm <sup>2</sup> )	21000	G (kN/cm <sup>2</sup> )	8077	v	0.30

**Rezne sile uslijed kritične kombinacije (GSN 2):**

$$M_{Ed} = 0 \text{ (kNm)}$$

$$V_{Ed} = 0 \text{ (kN)}$$

$$N_{Ed} = -350,62 \text{ (kN)}$$

**Klasifikacija poprečnog presjeka:**

$$\frac{d}{t} = \frac{h-3*t}{t} = 10,75$$

$$\text{Uvjet za klasu 1: } \frac{d}{t} \leq 33 \varepsilon = 26,73$$

Hrbat je klase 1

Poprečni presjek je klase 1.

**Otpornost poprečnog presjeka:**

- Uzdužna tlačna sila

$$N_{c,Rd} = N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M,0}} = \frac{32 \cdot 35,5}{1} = 1136 \text{ (kN)} \geq N_{Ed} = 350,62 \text{ (kN)}$$

**Otpornost poprečnog presjeka:**

- Tlačna sila:

$$L_i^Z = 5.02 \text{ (m)} = 502 \text{ (cm)}$$

$$L_i^Y = 2,51 \text{ (m)} = 251 \text{ (cm)}$$

$$N_{CR}^Z = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_i^2} = 449,88 \text{ (kN)}$$

$$N_{CR}^Y = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_i^2} = 1799,53 \text{ (kN)}$$

Izvijanje oko osi: Y-Y ili Z-Z

Vruće dogotovljeni profil → Linija izvijanja: a → Faktor imperfekcije:  $\alpha=0.21$

$$\lambda^Z = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{CR}^Z}} = 1,59$$

$$\varphi = 0,5 \cdot (1 + \alpha(\lambda - 0,2) + \lambda^2) = 1,91$$

$$\chi = 1 / (\varphi + \sqrt{(\varphi^2 - \lambda^2)})$$

$$\chi^Z = 0,34$$

$$N_{b,Rd} = (\chi \cdot A \cdot f_y) / \gamma_{M1} = 386,24 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} / N_{b,Rd} = 350,62 / 386,24 = \mathbf{90,78\%}$$

Profil SHS 110/110/8 zadovoljava otpor. elementa s iskoristivosti od 90,78% oko osi z-z

**oko osi y-y**

$$\lambda^Y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{CR}^Y}} = 0,795$$

$$\varphi = 0,5 \cdot (1 + \alpha(\lambda - 0,2) + \lambda^2) = 0,88$$

$$\chi = 1 / (\varphi + \sqrt{(\varphi^2 - \lambda^2)})$$

$$\chi^Y = 0,795$$

$$N_{b,Rd} = (\chi \cdot A \cdot f_y) / \gamma_{M1} = 903,12 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} / N_{b,Rd} = 350,62 / 903,12 = 38,82 \%$$

Profil SHS 110/110/8 zadovoljava otpor. elementa s iskoristivosti od 38,82% oko osi Y-Y

### 5.1.2. DONJI POJAS REŠETKE (POZICIJA 2-3)

PROFIL:	vrućevaljani	<b>SHS 90x90x5</b>		$\varepsilon = 0.81$	
KVALITETA ČELIKA:	S355	$f_y = 35.5 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$			
<b>GEOMETRIJSKI PODATCI PROFILA:</b>					
b (cm)	9	t (cm)	0.5		
h (cm)	9	A (cm <sup>2</sup> )	16,7		
W <sub>pl,Y</sub> (cm <sup>3</sup> )	53	I <sub>y</sub> (cm <sup>4</sup> )	200		
W <sub>pl,Z</sub> (cm <sup>3</sup> )	53	I <sub>z</sub> (cm <sup>4</sup> )	200		
<b>MEHANIČKI PODATCI ČELIKA:</b>					
E (kN/cm <sup>2</sup> )	21000	G (kN/cm <sup>2</sup> )	8077	v	0.30

**Rezne sile uslijed kritične kombinacije (GSN 1.):**

$$M_{Ed} = 0 \text{ (kNm)}$$

$$V_{Ed} = 0 \text{ (kN)}$$

$$N_{Ed} = +345,40 \text{ (kN)}$$

**Klasifikacija poprečnog presjeka:**

- Hrbat:

$$\frac{d}{t} = \frac{h-3*t}{t} = 15$$

Uvjet za klasu 1:  $\frac{d}{t} \leq 33 \varepsilon = 26,73$                       Hrbat je klase 1

Poprečni presjek je klase 1.

**Otpornost poprečnog presjeka:**

- Uzdužna vlačna sila  $N_{Ed} = +345,40 \text{ (kN)}$

$$N_{t,Rd} = N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M,0}} = \frac{16,7 \cdot 35,5}{1} = 592,85 \text{ (kN)} \geq N_{Ed} = 345,40 \text{ (kN)}$$

$$N_{Ed} / N_{t,Rd} = 345,40 / 592,85 = 0,59$$

Profil SHS 90/90/5 zadovoljava otpor. elementa s iskoristivosti od 59%

**5.1.3. DIJAGONALE REŠETKE (POZICIJA 11-14)**

PROFIL:	vrućevaljani	<b>SHS 50x50x4</b>		$\varepsilon = 0.81$	
KVALITETA ČELIKA:	S355	$f_y = 35.5 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$			
<b>GEOMETRIJSKI PODATCI PROFILA:</b>					
b (cm)	5	t (cm)	0.4		
h (cm)	5	A (cm <sup>2</sup> )	7,19		
W <sub>EL,Y</sub> (cm <sup>3</sup> )	12,3	I <sub>y</sub> (cm <sup>4</sup> )	25		
W <sub>PL,Z</sub> (cm <sup>3</sup> )	12,3	I <sub>z</sub> (cm <sup>4</sup> )	25		
<b>MEHANIČKI PODATCI ČELIKA:</b>					
E (kN/cm <sup>2</sup> )	21000	G (kN/cm <sup>2</sup> )	8077	v	0.30

**Rezne sile uslijed kritičnih kombinacija za mjerodavnu dijagonalu:**

GSN 2	GSN 2
-------	-------



$M_{Ed} = 0$ (kNm)	$M_{Ed} = 0$ (kNm)
$V_{Ed} = 0$ (kN)	$V_{Ed} = 0$ (kN)
$N_{Ed} = -36,75$ (kN)	$N_{Ed} = +250,65$ (kN)

**Klasifikacija poprečnog presjeka:**

- Hrbat:

$$\frac{d}{t} = \frac{h-3*t}{t} = 9,5$$

Uvjet za klasu 1:  $\frac{d}{t} \leq 33 \varepsilon = 26,73$       Hrbat je klase 1

Poprečni presjek je klase 1.

**Otpornost poprečnog presjeka:**

- Uzdužna vlačna sila  $N_{Ed} = +250,65$  (kN)

$$N_{t,Rd} = N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M,0}} = \frac{7,19 \cdot 35,5}{1} = 255,25 \text{ (kN)} \geq N_{Ed} = +250,65 \text{ (kN)}$$

$$N_{Ed} / N_{t,Rd} = +250,65 / 255,25 = 0,982$$

Profil SHS 50/50/4 zadovoljava otpor. elementa s iskoristivosti od 98,2%

**5.1.4. VERTIKALE REŠETKE (POZICIJA 6-10)**

PROFIL:	vrućevaljani	<b>SHS 40x40x4</b>	$\varepsilon = 0.81$
KVALITETA ČELIKA:	S355	$f_y = 35.5$ (kN/cm <sup>2</sup> )	
<b>GEOMETRIJSKI PODATCI PROFILA:</b>			
b (cm)	4	t (cm)	0.4
h (cm)	4	A (cm <sup>2</sup> )	5,59
$W_{pl,Y}$ (cm <sup>3</sup> )	7,44	$I_y$ (cm <sup>4</sup> )	11,8
$W_{pl,Z}$ (cm <sup>3</sup> )	7,44	$I_z$ (cm <sup>4</sup> )	11,8
<b>MEHANIČKI PODATCI ČELIKA:</b>			
E (kN/cm <sup>2</sup> )	21000	G (kN/cm <sup>2</sup> )	8077
		v	0.30

**Rezne sile uslijed kritičnih kombinacija za mjerodavnu dijagonalu:**

<b>GSN 2</b>	<b>GSN 3</b>
$M_{Ed} = 0$ (kNm)	$M_{Ed} = 0$ (kNm)
$V_{Ed} = 0$ (kN)	$V_{Ed} = 0$ (kN)
$N_{Ed} = -112,29$ (kN)	$N_{Ed} = +30,79$ (kN)

**Klasifikacija poprečnog presjeka:**

- Hrbat:

$$\frac{d}{t} = \frac{h-3*t}{t} = 7$$

Uvjet za klasu 1:  $\frac{d}{t} \leq 33 \varepsilon = 26,73$

Hrbatje klase 1

Poprečni presjek je klase 1.

**Otpornost poprečnog presjeka:**

- Uzdužna vlačna sila  $N_{Ed} = +30,79$  (kN)

$$N_{t,Rd} = N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M,0}} = \frac{5,59 \cdot 35,5}{1} = 198,45 \text{ (kN)} \geq N_{Ed} = +30,79 \text{ (kN)}$$

$$N_{Ed} / N_{t,Rd} = +30,79 / 198,45 = 0,2$$

Profil SHS 40/40/4 zadovoljava otpor. elementa s iskoristivosti od 16%

- Uzdužna tlačna sila  $N_{Ed} = -112,29$  (kN) za duljinu izvijanja  $l=80$  cm

$$N_{CR}^Z = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_i^2} = 382,14 \text{ (kN)}$$

Vruće dogotovljeni profil → Linija izvijanja: a → Faktor imperfekcije:  $\alpha=0.21$

$$\lambda = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{CR}^Z}} = 0,72$$

$$\varphi = 0,5 \cdot (1 + \alpha(\lambda - 0,2) + \lambda^2) = 0,81$$

$$\chi = 1 / (\varphi + \sqrt{(\varphi^2 - \lambda^2)})$$

$$\chi = 0,85$$

$$N_{b,Rd} = (\chi \cdot A \cdot f_y) / \gamma_{M1} = 168,68 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} / N_{b,Rd} = 112,29 / 168,68 = \mathbf{66,57\%}$$

Profil SHS 40/40/4 zadovoljava otpor. elementa s iskoristivosti od **66,57%**

*Odabrani profili rešetke*

**GORNJI POJAS REŠETKE - SHS 110x110x8**

**DONJI POJAS REŠETKE - SHS 90x90x5**

**VERTIKALE - SHS 40x40x4**

**DIJAGONALE- SHS 50x50x4**

### 5.1.5. STUPOVI OKVIRA (POZICIJA 1)

PROFIL:	vrućevaljani	<b>HEA 160</b>		$\epsilon = 0.81$	
KVALITETA ČELIKA:	S355	$f_y = 35.5 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$			
<b>GEOMETRIJSKI PODATCI PROFILA:</b>					
b (cm)	16	r (cm)	1,5	$t_f$ (cm)	0,9
h (cm)	15,2	A (cm <sup>2</sup> )	38,8	$t_w$ (cm)	0,6
$W_{pl,y}$ (cm <sup>3</sup> )	245	$I_y$ (cm <sup>4</sup> )	1670	$I_w$ (cm <sup>6</sup> )	31410
$W_{pl,z}$ (cm <sup>3</sup> )	117,5	$I_z$ (cm <sup>4</sup> )	616	$I_T$ (cm <sup>4</sup> )	12,2
<b>MEHANIČKI PODATCI ČELIKA:</b>					
E (kN/cm <sup>2</sup> )	21000	G (kN/cm <sup>2</sup> )	8077	$\nu$	0.30

**Rezne sile uslijed kritičnih kombinacija za mjerodavni stup:**

<b>GSN 2</b>
$M_{Ed} = 36,87 \text{ (kNm)}$
$V_{Ed} = 10,47 \text{ (kN)}$
$N_{Ed} = -33,24 \text{ (kN)}$

**Klasifikacija profila:**

- Hrnat (savijanje):

$$\frac{d}{t_w} = \frac{h - 2 \cdot t_f - 2 \cdot r}{t_w} = 17,33$$

Uvjet za klasu 1:

$$\frac{d}{t_w} \leq 72 \epsilon = 58,32$$

$$17,33 \leq 58,32$$

Hrpat je klase 1

- Pojasnice (tlak):

$$\frac{c}{t_f} = \frac{0,5 \cdot (b - 2 \cdot r - t_w)}{t_f} = 6,89$$

Uvjet za klasu 1:

$$\frac{c}{t_f} \leq 9 \varepsilon = 7,29$$

$$6,89 \leq 7,29$$

Pojasnice su klase 1

Poprečni presjek je klase 1.

**Otpornost poprečnog presjeka na savijanje:**

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{m0}} = \frac{173,33 \cdot 35,5}{1} = 86,98 \text{ (kNm)}$$

$$M_{c,Rd} = 86,98 \text{ (kNm)} \geq M_{Ed} = 36,87 \text{ (kNm)}$$

Otpornost poprečnog presjeka zadovoljava na moment savijanja.

**Otpornost poprečnog presjeka na posmik:**

$$\frac{h_w}{t_w} \leq 72 \frac{\varepsilon}{\eta}$$

$$\frac{h_w}{t_w} = \frac{h - 2 \cdot t_f}{t_w} = 22,33$$

$$72 \frac{\varepsilon}{\eta} = 72 \cdot \frac{0,81}{1,20} = 48,6$$

$$22,33 \leq 48,6$$

Nije potrebna kontrola izbočavanja hrpta uslijed djelovanja posmika.

$$A_{v,z} \geq \eta \cdot h_w \cdot t_w$$

$$A_{v,z} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f = 13,24 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$\eta \cdot h_w \cdot t_w = 9,65 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$13,24 \text{ (cm}^2\text{)} \geq 9,65 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Uvjet zadovoljen.

$$V_{Rd,z} = V_{pl,Rd} = \frac{A_{v,z} * f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{m0}} = \frac{13,24 * 35,5}{1,7321} = 271,36 \text{ (kN)}$$

$$V_{Rd,z} = 271,36 \text{ (kN)} \geq V_{Ed} = 10,47 \text{ (kN)}$$

**Otpornost poprečnog presjeka na uzdužnu tlačnu silu:**

$$N_{c,Rd} = N_{pl,Rd} = \frac{A * f_y}{\gamma_{M,0}} = \frac{38,8 * 35,5}{1} = 1377,4 \text{ (kN)}$$

$$N_{c,Rd} = 1377,4 \text{ (kN)} \geq N_{Ed} = 33,24 \text{ (kN)}$$

Otpornost poprečnog presjeka zadovoljava na uzdužnu tlačnu silu.

**Otpornost poprečnog presjeka na interakciju M-V-N:**

$$0,25 * N_{c,Rd} = 344,35 \text{ (kN)} \geq N_{Ed} = 33,24 \text{ (kN)}$$

$$0,5 * V_{z,Rd} = 135,68 \text{ (kN)} \geq V_{Ed} = 10,47 \text{ (kN)}$$

Nema redukcije  $M_{c,Rd}$  uslijed interakcije reznih sila.

**Otpornost elementa na savijanje:**

$$L_{CR} = 1080 \text{ (cm)}$$

$$z_G = \frac{h}{2}$$

$$k = 1,0 \quad k_w = 1,0 \quad C_1 = 1,77 \quad C_2 = 0$$

$$M_{CR} = C_1 * \frac{\pi^2 * E * I_z}{(k * L_{CR})^2} * \left[ \sqrt{\left(\frac{k}{k_w}\right)^2 * \frac{I_w}{I_z} + \frac{(k * L_{CR})^2 * G * I_T}{\pi^2 * E * I_z} + (C_2 * z_G)^2} - C_2 * z_G \right] = 5975,41 \text{ (kNm)}$$

$$= 59,75 \text{ (kNm)}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{PLY} * f_y}{M_{CR}}} = 1,206 \geq \lambda_{LT,0} = 0,4$$

Reduciramo  $M_{c,Rd}$  zbog mogućnosti instabiliteta elementa.

Faktor imperfekcije za vrućevaljani I presjek uz  $\frac{h}{b} = 0,95 \leq 2 : \alpha_{LT} = 0,21$

$$\Phi_{LT} = 0,5 * (1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2) = 1,33$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = 0,529$$

$$M_{B,Rd} = \chi_{LT} * \frac{W_{pl,y} * f_y}{\gamma_{m1}} = 0,529 * 245 * 35,5 = 46,01 \text{ (kNm)}$$

$$M_{B,Rd} = 46,01 \text{ (kNm)} \geq M_{Ed} = 36,87 \text{ (kNm)}$$

### Otpornost elementa na uzdužnu tlačnu silu:

#### Izvijanje oko osi Y-Y:

$$L_{i,Y} = 1080 \text{ (cm)}$$

$$N_{CR,Y} = \frac{\pi^2 * E * I_y}{L_i^2} = 296,75 \text{ (kN)}$$

Za liniju izvijanja: b  $\begin{cases} t_f \leq 100 \text{ (mm)} \\ \frac{h}{b} = 0,95 < 1,2 \end{cases} \rightarrow$  faktor imperfekcije:  $\alpha = 0,34$

$$\lambda_Y = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{CR,Y}}} = 2,15$$

$$\Phi_Y = 0,5 [1 + \alpha(\lambda - 0,2) + \lambda^2] = 3,14$$

$$\chi_Y = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}} = 0,18$$

#### Izvijanje oko osi Z-Z:

$$L_{i,Z} = 378 \text{ (cm)}$$

$$N_{CR,Z} = \frac{\pi^2 * E * I_z}{L_i^2} = 893,54 \text{ (kN)}$$

Za liniju izvijanja: c  $\begin{cases} t_f \leq 100 \text{ (mm)} \\ \frac{h}{b} = 0,95 < 1,2 \end{cases} \rightarrow$  faktor imperfekcije:  $\alpha = 0,49$

$$\lambda_Z = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{CR,Z}}} = 1,24$$

$$\Phi_Z = 0,5 [1 + \alpha(\lambda - 0,2) + \lambda^2] = 1,52$$

$$\chi_Z = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda^2}} = 0,42$$

$$\chi = \min \{ \chi_Y ; \chi_Z \} = \chi_Y = 0,18$$

$$N_{B,Rd} = \chi^Y * \frac{A * f_y}{\gamma_{m1}} = 247,93 \text{ (kN)} \geq N_{Ed} = 33,24 \text{ (kN)}$$

$$N_{B,Rd} \geq N_{Ed}$$

$$247,93 \text{ (kN)} \geq 33,24 \text{ (kN)}$$

Otpornost elementa zadovoljava na uzdužnu tlačnu silu.

**Otpornost elementa na interakciju M<sub>b</sub>-N<sub>b</sub> (jednoosno savijanje):**

$$0,95 + 0,05 \alpha_s \geq 0,4 \quad \begin{cases} \alpha_s = 0 \\ \psi = 0 \end{cases}$$

$$C_{MY} = C_{MLT} = 0,95$$

$$k_{yy} = C_{MY} \left( 1 + (\chi_Y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_Y * N_{Rd}} \right) \leq C_{MY} \left( 1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_Y * N_{Rd}} \right)$$

$$k_{yy} = 0,947$$

$$k_{zy} = \left( 1 - \frac{0,1 \lambda_Z}{C_{MLT}} * \frac{N_{Ed} * \gamma_{m1}}{\chi_Y * N_{Rk}} \right) \leq \left( 1 - \frac{0,1}{C_{MLT}} * \frac{N_{Ed} * \gamma_{m1}}{\chi_Y * N_{Rk}} \right)$$

$$k_{zy} = 0,9825$$

$$\frac{N_{Ed} * \gamma_{m1}}{\chi_Y * N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{Ed,Y} * \gamma_{m1}}{\chi_{LT} * M_{Rk,Y}} \leq 1,0$$

$$0,134 + 0,758 = 0,892 \leq 1,0$$

$$\frac{N_{Ed} * \gamma_{m1}}{\chi_Z * N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{Ed,Y} * \gamma_{m1}}{\chi_{LT} * M_{Rk,Y}} \leq 1,0$$

$$0,06 + 0,787 = 0,847 \leq 1,0$$

Profil HEA 160 zadovoljava otpornost elementa s iskoristivosti:

$$\eta = 0,892 * 100 = 89,2\%$$

## 5.2. SEKUNDARNA KONSTRUKCIJA

### 5.2.1. ZABATNI STUPOVI (POZICIJA 21-22)

PROFIL:	vrućevaljani	<b>HEA 120</b>		$\varepsilon = 0.81$	
KVALITETA ČELIKA:	S355	$f_y = 35.5 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$			
<b>GEOMETRIJSKI PODATCI PROFILA:</b>					
b (cm)	12	r (cm)	1.2	$t_f$ (cm)	0,8
h (cm)	11,4	A (cm <sup>2</sup> )	25,3	$t_w$ (cm)	0.5
$W_{pl,y}$ (cm <sup>3</sup> )	119,58	$I_y$ (cm <sup>4</sup> )	606	$I_w$ (cm <sup>6</sup> )	6471,94
$W_{pl,z}$ (cm <sup>3</sup> )	58,75	$I_z$ (cm <sup>4</sup> )	231	$I_T$ (cm <sup>4</sup> )	5,99
<b>MEHANIČKI PODATCI ČELIKA:</b>					
E (kN/cm <sup>2</sup> )	21000	G (kN/cm <sup>2</sup> )	8077	$\nu$	0.30

**Rezne sile uslijed kritične kombinacije (GSN 5.2.1.) za mjerodavni zabatni stup:**

$$M_{Ed} = 10,40 \text{ (kNm)}$$

$$V_{Ed} = 5,86 \text{ (kN)}$$

$$N_{Ed} = 0 \text{ (kN)} \rightarrow \text{zanemarena vlastita težina}$$

**Klasifikacija profila:**

- Hrbat (savijanje):

$$\frac{d}{t_w} = \frac{h - 2 \cdot t_f - 2 \cdot r}{t_w} = 14,8$$

$$\text{Uvjet za klasu 1: } \frac{d}{t_w} \leq 72 \varepsilon = 58,32$$

Hrbat je klase 1

- Pojasnice (tlak):

$$\frac{c}{t_f} = \frac{0.5 \cdot (b - 2 \cdot r - t_w)}{t_f} = 5,69$$

$$\text{Uvjet za klasu 1: } \frac{c}{t_f} \leq 9 \varepsilon = 7,29$$

Pojasnice su klase 1

Poprečni presjek je klase 1.

**Otpornost poprečnog presjeka:**

- Savijanje:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{m0}} = \frac{119,58 \cdot 35,5}{1} = 4245,09 \text{ (kNcm)} = 42,45 \text{ (kNm)}$$

$$M_{c,Rd} = 42,45 \text{ (kNm)} \geq M_{Ed} = 10,40 \text{ (kNm)}$$

- Posmik:

$$\frac{h_w}{t_w} = \frac{h - 2 \cdot t_f}{t_w} = 19,6 \leq 72 \frac{\varepsilon}{\eta} = 72 \frac{0,81}{1,20} = 48,6$$



Nije potrebna kontrola izbočavanja hrpta uslijed djelovanja posmika!

$$A_{V,z} = A - 2 * b * t_f + (t_w + 2 * r) * t_f = 8,42 \text{ (cm}^2) \geq \eta * h_w * t_w = 5,88 \text{ (cm}^2) \quad \text{Uvjet zadovoljen!}$$

$$V_{Rd}^Z = V_{Pl,Rd} = \frac{A_{v,z} * f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{m0}} = \frac{8,42 * 35,5}{1,7321} = 172,57 \text{ (kN)}$$

$$V_{Rd}^Z = 172,57 \text{ (kN)} \geq V_{Ed} = 5,86 \text{ (kN)}$$

Interakcija M-V:

$$0,5 * V_{z,Rd} = 86,29 \text{ (kN)} \geq V_{Ed} = 5,86 \text{ (kN)}$$

Nema redukcije  $M_{c,Rd}$  uslijed interakcije reznih sila!

**Otpornost elementa:**

- Savijanje:

$$L_{CR} = 7.1 \text{ (m)} = 710 \text{ (cm)}$$

$$k = 1.0 \quad C_1 = 1.127$$

$$k_w = 1.0 \quad C_2 = 0,454$$

$$M_{CR} = C_1 * \frac{\pi^2 * E * I_z}{(k * L_{CR})^2} * \left[ \sqrt{\left(\frac{k}{k_w}\right)^2 * \frac{I_w}{I_z} + \frac{(k * L_{CR})^2 * G * I_T}{\pi^2 * E * I_z}} + (C_2 * z_g)^2 - C_2 * z_g \right] = 2219,81 \text{ (kNcm)} = 22,19 \text{ (kNm)}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} * f_y}{M_{CR}}} = 1,38 \geq \lambda_{LT,0} = 0.4 \quad \text{Reduciramo } M_{c,Rd} \text{ zbog mogućnosti instabiliteta elementa.}$$

$$\text{Faktor imperfekcije: } \alpha_{LT} = 0.21 \quad \leftarrow \quad \text{Krivulja izvijanja : } a \begin{cases} \frac{h}{b} = 0.95 \leq 2 \\ \text{Vruće valjani I presjek} \end{cases}$$

$$\Phi_{LT} = 0.5 * (1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 1,576$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = 0,43$$

$$M_{B,Rd} = \chi_{LT} * \frac{W_{pl,y} * f_y}{\gamma_{m1}} = 0,43 * \frac{119,58 * 35,5}{1} = 1825,39 \text{ (kNcm)} = 18,25 \text{ (kNm)} \geq M_{Ed} = 10,40 \text{ (kNm)}$$

Profil HEA 120 zadovoljava otpornost elementa s iskoristivosti od 56,99 %

### 5.2.2. KROVNI SPREGOVI (POZICIJA 17)

PROFIL:	vrućevaljani	<b>RD 12</b>		$\varepsilon = 0.81$	
KVALITETA ČELIKA:	S355	$f_y = 35.5 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$			
GEOMETRIJSKI PODATCI PROFILA:					
d (cm)	1,2	r (cm)	0,6	A (cm <sup>2</sup> )	1,13
MEHANIČKI PODATCI ČELIKA:					
E (kN/cm <sup>2</sup> )	21000	G (kN/cm <sup>2</sup> )	8077	v	0.30

#### Rezne sile uslijed kritične kombinacije

$$M_{Ed} = 0 \text{ (kNm)}$$

$$V_{Ed} = 0 \text{ (kN)}$$

$$N_{Ed} = +11,45 \text{ (kN)}$$

#### Otpornost poprečnog presjeka:

- Vlačna sila:

$$N_{T,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,502 \cdot 35,5}{1} = 40,12 \text{ (kN)} \geq N_{Ed} = 11,45 \text{ (kN)}$$

Profil RD12 zadovoljava otpornost elementa s iskoristivosti od 28,5%

#### Vertikale sprega (P28)

PROFIL:	vrućevaljani	<b>SHS 40x40x4</b>		$\varepsilon = 0.81$	
KVALITETA ČELIKA:	S355	$f_y = 35.5 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$			
GEOMETRIJSKI PODATCI PROFILA:					
b (cm)	4	t (cm)	0,4		
h (cm)	4	A (cm <sup>2</sup> )	5,59		
W <sub>pl,Y</sub> (cm <sup>3</sup> )	7,44	I <sub>y</sub> (cm <sup>4</sup> )	11,8		
W <sub>pl,Z</sub> (cm <sup>3</sup> )	7,44	I <sub>z</sub> (cm <sup>4</sup> )	11,8		
MEHANIČKI PODATCI ČELIKA:					
E (kN/cm <sup>2</sup> )	21000	G (kN/cm <sup>2</sup> )	8077	v	0.30

#### Tlačna sila:

$$N_{C,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{5,59 \cdot 35,5}{1} = 198,45 \text{ (kN)} \geq N_{Ed} = 10,83 \text{ (kN)}$$

#### Otpornost elementa na izvijanje:

Dužina izvijanja elementa:

$$L_i^Z = 540 \text{ (cm)}$$

$$L_i^Y = 540 \text{ (cm)}$$

$$N_{CR}^Z = \frac{\pi^2 * E * I_Z}{L_i^2} = 8,39 \text{ (kN)}$$

$$\lambda^Z = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{CR}^Z}} = 4,86 \quad \text{Linija izvijanja: a} \rightarrow \text{Faktor imperfekcije: } \alpha = 0,21$$

$$\varphi = 0,5 \cdot (1 + \alpha(\lambda - 0,2) + \lambda^2) = 12,8$$

$$\chi = 1 / (\varphi + \sqrt{\varphi^2 + \lambda^2})$$

$$\chi = 0,055$$

$$N_{b,Rd} = N_{C,Rd} * \chi = 10,91$$

Profil SHS 40x40x4 zadovoljava otpornost elementa s iskoristivosti od 99%

### 5.2.3. BOČNI (HORIZONTALNI) SPREGOVI (ZATEGE) (P18-20)

PROFIL:	vrućevaljani	<b>RD 12</b>		$\varepsilon = 0.81$	
KVALITETA ČELIKA:	S355	$f_y = 35.5 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$			
GEOMETRIJSKI PODATCI PROFILA:					
d (cm)	1,2	r (cm)	0,6	A (cm <sup>2</sup> )	1,13
MEHANIČKI PODATCI ČELIKA:					
E (kN/cm <sup>2</sup> )	21000	G (kN/cm <sup>2</sup> )	8077	v	0.30

**Rezne sile uslijed kritične kombinacije (GSN 5.2.3.):**

$$M_{Ed} = 0 \text{ (kNm)}$$

$$V_{Ed} = 0 \text{ (kN)}$$

$$N_{Ed} = +10,21 \text{ (kN)}$$

**Otpornost poprečnog presjeka:**

- Vlačna sila:

$$N_{T,Rd} = \frac{A * f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,502 * 35,5}{1} = 40,12 \text{ (kN)} \geq N_{Ed} = 10,21 \text{ (kN)}$$

Profil RD12 zadovoljava otpornost elementa s iskoristivosti od 25,45%

### 5.2.4. KROVNE PODROŽNICE (POZICIJA 15)

PROFIL:	vrućevaljani	<b>IPE 200</b>		$\varepsilon = 0.81$	
KVALITETA ČELIKA:	S355	$f_y = 35.5 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$			
<b>GEOMETRIJSKI PODATCI PROFILA:</b>					
b (cm)	10	r (cm)	1,2	$t_f$ (cm)	0,9
h (cm)	20	A (cm <sup>2</sup> )	28,50	$t_w$ (cm)	0.6
		$I_y$ (cm <sup>4</sup> )	1943	$I_w$ (cm <sup>6</sup> )	13000
$W_{pl,Y}$ (cm <sup>3</sup> )	221	$I_z$ (cm <sup>4</sup> )	142	$I_T$ (cm <sup>4</sup> )	6,98
		$A_{v,Z}$ (cm <sup>2</sup> )	13,2		
$W_{pl,Z}$ (cm <sup>3</sup> )	44,6	$A_{v,Y}$ (cm <sup>2</sup> )	17,58		
<b>MEHANIČKI PODATCI ČELIKA:</b>					
E (kN/cm <sup>2</sup> )	21000	G (kN/cm <sup>2</sup> )	8077	$\nu$	0.30

#### Rezne sile uslijed kritične kombinacije (GSN 5.2.4.):

Y-Y	Z-Z
$M_{Ed,Y} = 14,71 \text{ (kNm)}$	$M_{Ed,Z} = 1,33 \text{ (kNm)}$
$V_{Ed,Y} = 1,41 \text{ (kN)}$	$V_{Ed,Z} = 15,68 \text{ (kN)}$

#### Klasifikacija profila:

- Hrnat (savijanje)

$$\frac{d}{t_w} = \frac{h - 2 \cdot t_f - 2 \cdot r}{t_w} = 26,33$$

Uvjet za klasu 1:  $\frac{d}{t_w} \leq 72 \varepsilon = 58,32$       Hrnat je klase 1

- Pojasnice (tlak):

$$\frac{c}{t_f} = \frac{0,5 \cdot (b - 2 \cdot r - t_w)}{t_f} = 3,89$$

Uvjet za klasu 1:  $\frac{c}{t_f} \leq 9 \varepsilon = 7,29$       Pojasnice su klase 1

Poprečni presjek je klase 1.

#### Otpornost poprečnog presjeka:

- Savijanje (Y-Y):

$$M_{c,Rd}^Y = M_{pl,Rd}^Y = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{m0}} = \frac{221 \cdot 35,5}{1} = 78,46 \text{ (kNm)}$$

$$M_{c,Rd}^Y = 78,46 \text{ (kNm)} \geq M_{Ed}^Y = 14,71 \text{ (kNm)}$$

- Savijanje (Z-Z):

$$M_{c,Rd}^Z = M_{pl,Rd}^Z = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{m0}} = \frac{44,6 \cdot 35,5}{1} = 15,83 \text{ (kNm)}$$

$$M_{c,Rd}^Z = 15,83 \text{ (kNm)} \geq M_{Ed}^Z = 1,33 \text{ (kNm)}$$

- Posmik (Z)

$$\frac{h_w}{t_w} = \frac{h-2*t_f}{t_w} = 30,33 \leq 72 \frac{\varepsilon}{\eta} = 72 \frac{0,81}{1,20} = 48,6$$

Nije potrebna kontrola izbočavanja hrpta uslijed djelovanja posmika!

$$A_{v,Z} = A - 2*b*t_f + (t_w+2*r)*t_f = 13,2 \text{ (cm}^2) \geq \eta * h_w * t_w = 13,1 \text{ (cm}^2) \quad \text{Uvjet zadovoljen!}$$

$$V_{Rd}^Z = V_{Pl,Rd} = \frac{A_{v,Z}*f_y}{\sqrt{3}*\gamma_{m0}} = \frac{13,2*35,5}{1,7321} = 270,54 \text{ (kN)}$$

$$V_{Rd}^Z = 270,54 \text{ (kN)} \geq V_{Ed}^Z = 15,68 \text{ (kN)}$$

- Posmik (Y)

$$\frac{h_w}{t_w} = \frac{h-2*t_f}{t_w} = 30,33 \leq 72 \frac{\varepsilon}{\eta} = 72 \frac{0,81}{1,20} = 48,6$$

Nije potrebna kontrola izbočavanja hrpta uslijed djelovanja posmika!

$$A_{v,y} = 17,58$$

$$V_{Rd}^Y = V_{Pl,Rd} = \frac{A_{v,y}*f_y}{\sqrt{3}*\gamma_{m0}} = \frac{17,58*35,5}{1,7321} = 360,31 \text{ (kN)}$$

$$V_{Rd}^Y = 360,31 \text{ (kN)} \geq V_{Ed}^Y = 1,41 \text{ (kN)}$$

$$0,5*V_{RdZ} = 135,27 \text{ (kN)} \geq V_{Ed,z} = 15,68 \text{ (kN)}$$

$$0,5*V_{RdY} = 180,35 \text{ (kN)} \geq V_{Ed,Y} = 1,41 \text{ (kN)}$$

Nema redukcije  $M_{c,Rd}$  uslijed interakcije reznih sila!

- Savijanje:

$$L_{CR} = 5,40 \text{ (m)} = 540 \text{ (cm)}$$

$$k = 1,0 \quad C_1 = 1,127$$

$$k_w = 1,0 \quad C_2 = 0,454$$

$$M_{CR} = C_1 * \frac{\pi^2 * E * I_z}{(k * L_{CR})^2} * \left[ \sqrt{\left(\frac{k}{k_w}\right)^2 * \frac{I_w}{I_z} + \frac{(k * L_{CR})^2 * G * I_T}{\pi^2 * E * I_z}} + (C_2 * z_g)^2 - C_2 * z_g \right] = 2429,5 \text{ (kNcm)} = 24,295 \text{ (kNm)}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} * f_y}{M_{CR}}} = 1,797 \geq \lambda_{LT,0} = 0.4 \quad \text{Reduciramo } M_{c,Rd} \text{ zbog mogućnosti instabiliteta elementa.}$$

Faktor imperfekcije:  $\alpha_{LT} = 0.21 \leftarrow$  Krivulja izvijanja : a  $\left\{ \begin{array}{l} \frac{h}{b} = 2 \leq 2 \\ \text{Vruće valjani I presjek} \end{array} \right.$

$$\Phi_{LT} = 0.5 * (1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 2,28$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = 0,27$$

$$M_{B,Rd} = \chi_{LT} * \frac{W_{pl,y} * f_y}{\gamma_{m1}} = 2118,29 \text{ (kNcm)} = 21,18 \text{ (kNm)} \geq M_{Ed}^Y = 14,71 \text{ (kNm)}$$

Profil IPE200 zadovoljava otpornost elementa s iskoristivosti od 70%

### 5.2.5. BOČNE PODROŽNICE (POZICIJA 16)

PROFIL:	vrućevaljani	<b>IPE 180</b>		$\epsilon = 0.81$	
KVALITETA ČELIKA:	S355	$f_y = 35.5 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$			
<b>GEOMETRIJSKI PODATCI PROFILA:</b>					
b (cm)	9,1	r (cm)	0,9	$t_f$ (cm)	0,8
h (cm)	18	A (cm <sup>2</sup> )	23,9	$t_w$ (cm)	0,5
		$I_y$ (cm <sup>4</sup> )	1317	$I_w$ (cm <sup>6</sup> )	7430
$W_{pl,y}$ (cm <sup>3</sup> )	166	$I_z$ (cm <sup>4</sup> )	101	$I_T$ (cm <sup>4</sup> )	4,79
		$A_{v,z}$ (cm <sup>2</sup> )	11,8		
$W_{pl,z}$ (cm <sup>3</sup> )	34,6	$A_{v,y}$ (cm <sup>2</sup> )	14,87		
<b>MEHANIČKI PODATCI ČELIKA:</b>					
E (kN/cm <sup>2</sup> )	21000	G (kN/cm <sup>2</sup> )	8077	$\nu$	0.30

**Rezne sile uslijed kritične kombinacije (GSN 5.2.5.):**

Y-Y	Z-Z
$M_{Ed,Y} = 12,42$	$M_{Ed,Z} = 11,83 \text{ (kNm)}$
$V_{Ed,Y} = 12,56 \text{ (kN)}$	$V_{Ed,Z} = 13,24 \text{ (kN)}$

**Klasifikacija profila:**

- Hrnat (savijanje)

$$\frac{d}{t_w} = \frac{h - 2 * t_f - 2 * r}{t_w} = 29,2$$

Uvjet za klasu 1:  $\frac{d}{t_w} \leq 72 \epsilon = 58.32$       Hrnat je klase 1

- Pojasnice (tlak):

$$\frac{c}{t_f} = \frac{0.5 * (b - 2 * r - t_w)}{t_f} = 4,25$$

Uvjet za klasu 1:  $\frac{c}{t_f} \leq 9 \varepsilon = 7,29$

Pojasnice su klase 1

Poprečni presjek je klase 1.

### Otpornost poprečnog presjeka:

- Savijanje (Y-Y):

$$M_{c,Rd}^Y = M_{pl,Rd}^Y = \frac{W_{pl,y} * f_y}{\gamma_{m0}} = \frac{166 * 35,5}{1} = 5893 \text{ (kNm)} = 58,93 \text{ (kNm)}$$

$$M_{c,Rd}^Y = 58,93 \text{ (kNm)} \geq M_{Ed}^Y = 12,42 \text{ (kNm)}$$

- Savijanje (Z-Z):

$$M_{c,Rd}^Z = M_{pl,Rd}^Z = \frac{W_{pl,z} * f_y}{\gamma_{m0}} = \frac{34,6 * 35,5}{1} = 12,28 \text{ (kNm)}$$

$$M_{c,Rd}^Z = 12,28 \text{ (kNm)} \geq M_{Ed}^Z = 11,83 \text{ (kNm)}$$

- Posmik (Z)

$$\frac{h_w}{t_w} = \frac{h - 2 * t_f}{t_w} = 32,8 \leq 72 \frac{\varepsilon}{\eta} = 72 \frac{0,81}{1,20} = 48,6$$

Nije potrebna kontrola izbočavanja hrpta uslijed djelovanja posmika!

$$A_{v,z} = A - 2 * b * t_f + (t_w + 2 * r) * t_f = 11,18 \text{ (cm}^2) \geq \eta * h_w * t_w = 9,84 \text{ (cm}^2) \quad \text{Uvjet zadovoljen!}$$

$$V_{Rd}^Z = V_{pl,Rd}^Z = \frac{A_{v,z} * f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{m0}} = \frac{11,18 * 35,5}{1,7321} = 229,14 \text{ (kN)}$$

$$V_{Rd}^Z = 229,14 \text{ (kN)} \geq V_{Ed}^Z = 13,24 \text{ (kN)}$$

- Posmik (Y)

$$\frac{h_w}{t_w} = \frac{h - 2 * t_f}{t_w} = 32,8 \leq 72 \frac{\varepsilon}{\eta} = 72 \frac{0,81}{1,20} = 48,6$$

Nije potrebna kontrola izbočavanja hrpta uslijed djelovanja posmika!

$$A_{v,y} = 14,87 \text{ (cm}^2)$$

$$V_{Rd}^Y = V_{pl,Rd}^Y = \frac{A_{v,y} * f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{m0}} = \frac{14,87 * 35,5}{1,7321} = 304,77 \text{ (kN)}$$

$$V_{Rd}^Y = 304,77 \text{ (kN)} \geq V_{Ed}^Y = 13,24 \text{ (kN)}$$

- Savijanje:

$$L_{CR} = 5,40 \text{ (m)} = 540 \text{ (cm)} \quad z_G = \frac{h}{2}$$

$$k = 1.0 \quad C_1 = 1,127$$

$$k_w = 1.0 \quad C_2 = 0,454$$

$$M_{CR} = C_1 * \frac{\pi^2 * E * I_z}{(k * L_{CR})^2} * \left[ \sqrt{\left(\frac{k}{k_w}\right)^2 * \frac{I_w}{I_z} + \frac{(k * L_{CR})^2 * G * I_T}{\pi^2 * E * I_z}} + (C_2 * z_g)^2 - C_2 * z_g \right] = 1698,82 \text{ (kNcm)} = 16,99 \text{ (kNm)}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} * f_y}{M_{CR}}} = 1,86 \geq \lambda_{LT,0} = 0.4 \quad \text{Reduciramo } M_{c,Rd} \text{ zbog mogućnosti instabiliteta elementa.}$$

$$\text{Faktor imperfekcije: } \alpha_{LT} = 0.21 \quad \leftarrow \quad \text{Krivulja izvijanja : } a \begin{cases} \frac{h}{b} \leq 2 \\ \text{Vruće valjani I presjek} \end{cases}$$

$$\Phi_{LT} = 0.5 * (1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 2,4$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} * \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = 0,27$$

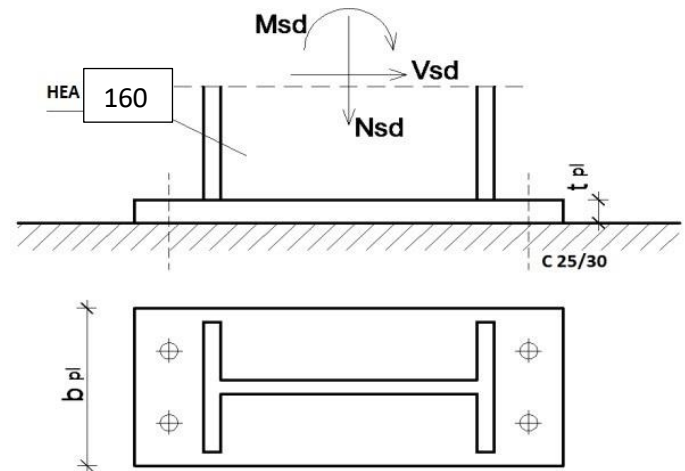
$$M_{B,Rd} = \chi_{LT} * \frac{W_{pl,y} * f_y}{\gamma_{m1}} = 1591,11 \text{ (kNcm)} = 15,91 \text{ (kNm)} \geq M_{Ed}^Y = 12,42 \text{ (kNm)}$$

Profil IPE 180 zadovoljava otpornost elementa s iskoristivosti od 78%



## 6. DIMENZIONIRANJE SPOJEVA KONSTRUKCIJE

### 6.1. UPETI SPOJ TEMELJ – STUP (PLOČICA P1 POZICIJA 23)



GSN	
$M_{Ed}$	36,87 (kNm)
$V_{Ed}$	10,47 (kN)
$N_{Ed}$	-33,24 (kN)

PODATCI O PROFILU			
b (cm)	16	$t_f$ (cm)	0,9
h (cm)	15,2	$t_w$ (cm)	0,6
PODATCI O VIJCIMA			
$\varphi$ (mm)	$\varphi 20$	$f_{y,B}$ (N/mm <sup>2</sup> )	300
K.V.	5.6	$f_{u,B}$ (N/mm <sup>2</sup> )	500

#### GSN 1

$$N_p^M = \frac{M_{Ed}}{h - t_f} = \frac{36,87}{0,152 - 0,009} = 257,83 \text{ (kN)}$$

$$N_p^N = \frac{A^P}{A} N_{Ed} = \frac{16 \cdot 0,9}{38,8} \cdot 33,24 = -12,34 \text{ (kN)}$$

Ukupna sila u vlačnoj pojasnici:

$$F_{W,Ed} = N_p = N_p^M + N_p^N = 257,83 - 12,34 = 245,49 \text{ (kN)}$$

$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = 1,109(\text{m})$$

$$a_{MAX} = 0,7 * t_{MIN} = 0,7 * 6 = 4,2 (\text{cm})$$

Usvojeno:  $a = 4 (\text{mm})$

**Otpornost vara na uzdužnu silu:**

$$F_{W,Rd} = \frac{F_{W,Rk} * L_{var}^F}{1,25 * 100} = \frac{130,9}{1,25} * \frac{320}{100} = 335,104(\text{kN}) \geq F_{W,Ed} = 245,49 (\text{kN})$$

**Otpornost vara na poprečnu silu:**

$$F_{W,Rd} = \frac{F_{W,Rk} * L_{var}^W}{1,25 * 100} = \frac{130,9}{1,25} * \frac{268}{100} = 280,65(\text{kN}) \geq V_{Ed} = 10,47(\text{kN})$$

**Proračun vijaka:**

Za pretpostavljene vijke M20:

$$C_{MIN} = 2d + a\sqrt{2} = 2 * 20 + 4\sqrt{2} = 45,65 (\text{mm})$$

Usvojeno:  $C = 50 (\text{mm})$

$$X_1 = C + h - \frac{t_f}{2} = 50 + 152 - 4,5 = 197,5(\text{mm}) = 0,198(\text{m})$$

$$X_2 = e - \frac{h}{2} + \frac{t_f}{2} = 1109 - 76 + 4,5 = 1037,5(\text{mm}) = 1,038(\text{m})$$

$$N_{Ed} * X_2 = F_{T,Ed} * X_1 \rightarrow F_{T,Ed} = N_{Ed} * \frac{X_2}{X_1} = 174,26 (\text{kN})$$

**Proračun vijaka na uzdužnu silu:**

$$F_{T,Rd} = \frac{F_{T,Rk}}{1,25} = \frac{110,3}{1,25} = 88,24 (\text{kN}) \geq \frac{F_{T,Ed}}{2} = 87,13 (\text{kN})$$

**Proračun vijaka na posmik:**

$$F_{V,Rd} = \frac{F_{V,Rk}}{1,25} = \frac{73,5}{1,25} = 58,80 (\text{kN}) \geq \frac{V_{Ed}}{4} = 2,62 (\text{kN})$$

**Proračun vijaka na interakciju uzdužne i poprečne sile:**

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} + \frac{F_{T,Ed}}{1,4 \cdot F_{T,Rd}} = 0,04456 + 0,7053 = 0,749 \leq 1,00$$

**Proračun dimenzija pločice:**

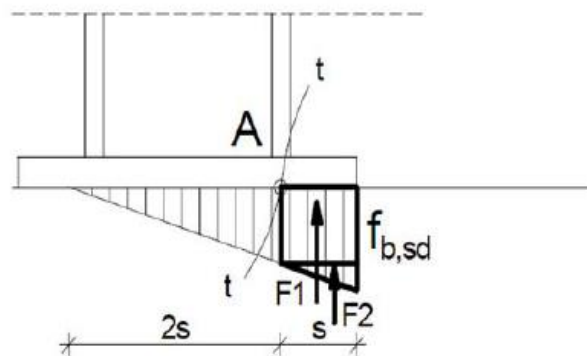
$$a_{PL}^{MIN} = h + 2(c + e_1) = 152 + 2(50 + 50) = 352 \text{ (mm)}$$

$$b_{PL}^{MIN} = b + 2a\sqrt{2} + 20 \text{ (mm)} = 160 + 2 \cdot 4 \cdot \sqrt{2} + 20 \text{ (mm)} = 191,31 \text{ (mm)}$$

$$b_{PL}^{MIN} = p_2 + 2e_2 = 70 + 2 \cdot 40 = 150 \text{ (mm)}$$

Odabrano: 400x200 (mm)

**Proračun debljine pločice:**



*Slika 0.1 Pritisak po omotaču rupe*

Pritisak po omotaču rupe:

$$F_{B,Rd} = \frac{F_{B,Rk} t_{PL}}{1,25 \cdot 10} = \frac{193,2 t_{PL}}{1,25 \cdot 10} = 2,62 t_{PL} \geq F_{B,Ed} = \frac{V_{Ed}}{4} = 0,17 \text{ (kN)}$$

$$t_{PL} \geq 0,17 \text{ (mm)}$$

Savijanje pločice zbog odgovora betona:

$$S = (400 - 152 + 9) / 2 = 128,5 \text{ (mm)} = 12,9 \text{ (cm)}$$

$$R = F_{T,Ed} + N_{Ed} = 174,26 + 33,24 = 207,5 \text{ (kN)}$$

Naprezanje u betonu:

$$f_{c,Ed} = 2R / (3 * s * b_{pL}) = 0,54 \text{ (kN/cm}^2) \leq f_{c,Rd} = \frac{f_{ck}}{1,5} = 1,67 \text{ (kN/cm}^2)$$

Savijanje pločice:

$$M_{Ed} = \frac{2}{3} * f_{b,Sd} * s * b_{pL} * \frac{s}{2} + \frac{\frac{1}{3} f_{b,Sd} * s * b}{2} * \frac{2}{3} = \frac{2}{3} * 5400 * 0,129 * 0,20 * \frac{0,129}{2} + \frac{\frac{1}{3} * 5400 * 0,129 * 0,20}{2} * \frac{2}{3} * 0,129 = 7,98 \text{ (kNm)}$$

Savijanje pločice zbog vlačnih vijaka:

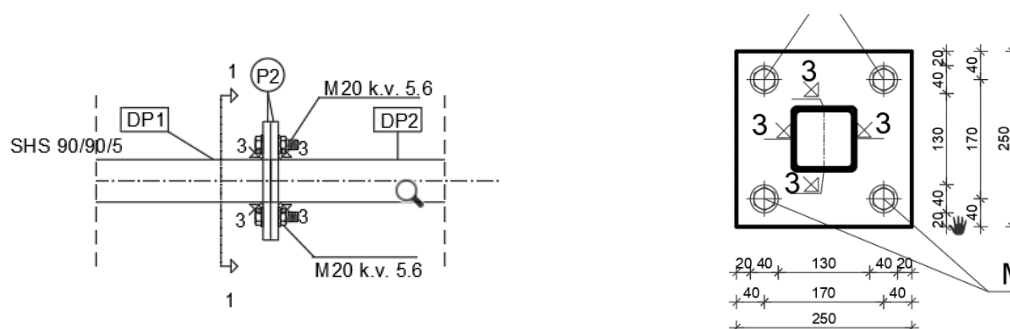
$$M_{Ed} = F_{T,Ed} \left( c + \frac{t_f}{2} \right) = 174,26 (0,05 + 0,0045) = 9,49 \text{ (kNm)}$$

$$M_{Ed}^{MAX} \leq \frac{W_{MIN} * f_y}{1,10} \rightarrow t_{pL}^2 \geq \frac{1,1 * M_{Ed}^{MAX}}{f_y} \frac{6}{b_{pL}} = 8,821$$

$$t_{pL} \geq 2,97 \text{ (cm)}$$

Odabrana dimenzija pločice: 400x200x30 (mm)

## 6.2. VLAČNI NASTAVAK REŠETKE DONJEG POJASA (PLOČICA P2 POZICIJA 24)



Djelovanje na konstrukciju:

Na 4m

$$N_{Ed} = 224,59 \text{ (kN)}$$

Kontrola varova:

Određivanje maksimalne debljine vara:

$$a_{\max} = 0,7 \cdot (t_{\min}) = 0,7 \cdot 5 = 3,5$$

odabrano  $a = 3$  (mm)

Otpornost vara:

$$L_w = 4 \cdot 90 = 360 \text{ (mm)}$$

$$F_{w,Rd} = \frac{F_{w,Rk}}{\gamma_{M_w}} \cdot \frac{L_w}{100} = \frac{98,1}{1,25} \cdot \frac{360}{100} = 282,53 \text{ (kN)} > N_{Ed} = 224,59 \text{ (kN)}$$

**Proračun vijaka:**

Pretpostavka: vijci M20 k.v. 5.6.

$n=4$  vijka

**Otpornost vijaka na uzdužnu vlačnu silu:**

$$F_{t,Rd} = \frac{F_{t,rk}}{\gamma_{M_1}} = \frac{110,3}{1,25} = 88,24 \text{ (kN)}$$

$$F_{t,Ed} = \frac{N_{Ed}}{4} = \frac{224,59}{4} = 56,15 \text{ (kN)} < F_{t,Rd} = 88,24 \text{ (kN)}$$

**Proračun ploče**

Proračun dimenzija ploče:

$$c=2d+av\sqrt{2}=2 \cdot 20+3v\sqrt{2}=44,24 \text{ (mm)}$$

Usvojeno  $c = 50$  (mm).

$$b_{PL}^{MIN} = b+2a\sqrt{2}+20 \text{ (mm)} = 90+2 \cdot 3 \cdot \sqrt{2}+20 \text{ (mm)} = 118,49 \text{ (mm)}$$

$$b_{PL}^{MIN} = p_2+2e_2 = 70+2 \cdot 40 = 150 \text{ (mm)}$$

Odabrane dimenzije ploče su 250\*250 (mm).

**Proračun minimalne debljine ploče  $t_{pl}$ :**

$$e=(250-90)/2-55=25 \text{ (mm)}$$

$$b_{pl}=250 \text{ (mm)}$$

$$M_{Ed} = 2 \cdot F_{t,Ed} \cdot e = 2 \cdot 56,15 \cdot 0,025 = 2,81 \text{ (kNm)}$$

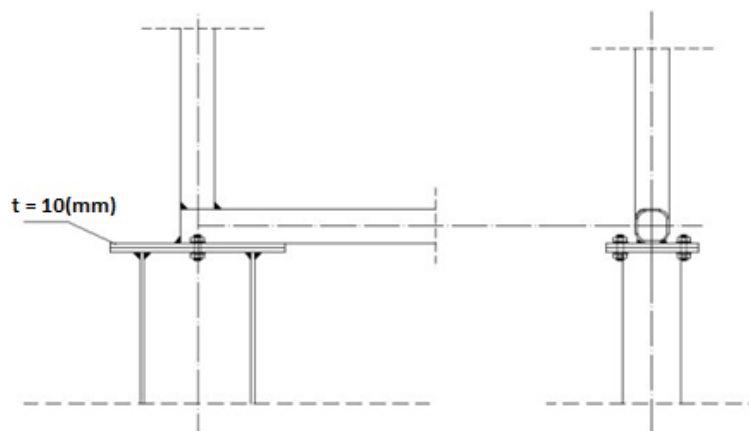
$$M_{Ed} \leq \frac{W_{min} \cdot f_y}{1,1} \rightarrow W_{min} = \frac{1,1 \cdot M_{Ed}}{f_y} = \frac{b_{pl} \cdot t_{pl}^2 \cdot \min}{6}$$

$$\rightarrow t_{pl}^{\min} = \sqrt{\frac{1,1 \cdot M_{Ed} \cdot 6}{b_{pl} \cdot f_y}} = \sqrt{\frac{1,1 \cdot 281 \cdot 6}{25 \cdot 35,5}} = 1,44 \text{ (cm)}$$

$$t_{pl} = 16 \text{ (mm)}$$

Odabrane dimenzije ploče su: 250x250x16 (mm)

### 6.3.SPOJ STUP-REŠETKA (PLOČICA P3 POZICIJA 25)



DJELOVANJA:	
$N_{Ed} = 30,04$ (kN)	(tlak)
$V_{Ed} = 3,29$ (kN)	

PODACI O POPREČNOM PRESJEKU SHS 90/90/5			
b(cm)	9	t(cm)	0,5
h(cm)	9		
PODATCI O PROFILU HEA 160			

b (cm)	16	t <sub>F</sub> (cm)	0,9
h (cm)	15,2	t <sub>w</sub> (cm)	0,6
<b>PODATCI O VIJCIMA</b>			
φ (mm)	φ 12	f <sub>y,B</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	300
K.V.	5.6	f <sub>u,B</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	500

Zavar u uvali:

$$F_{w,Ed} = \sqrt{N_{Ed}^2 + V_{Ed}^2} = \sqrt{30,04^2 + 3,29^2} = 30,22 \text{ (kN)}$$

**Kontrola varova:**

Duljina vara kod stupa:

$$l = 2 * 160 + 2 * (152 - 2 * 9) = 588 \text{ (mm)}$$

Maksimalna debljina vara:

$$a_{max} = 0,7 * t_{min} = 0,7 * 6 = 4,2 \text{ (mm)}$$

Odabrano: a= 4 (mm)

Otpornost vara:

$$F_{w,Rd} = \frac{F_{w,Rk}}{\gamma_{Mw}} \cdot \frac{L_w}{100} = \frac{130,9}{1,25} \cdot \frac{588}{100} = 615,75 \text{ (kN)} > F_{w,Ed} = 30,22 \text{ (kN)}$$

Duljina vara kod rešetke:

$$l = 2 * 90 = 180 \text{ (mm)}$$

Maksimalna debljina vara:

$$a_{max} = 0,7 * t_{min} = 0,7 * 5 = 3,5 \text{ (mm)}$$

Odabrano: a= 3 (mm)

Otpornost vara:

$$F_{w,Rd} = \frac{F_{w,Rk}}{\gamma_{Mw}} \cdot \frac{L_w}{100} = \frac{98,1}{1,25} \cdot \frac{180}{100} = 141,26 \text{ (kN)} > F_{w,Ed} = 30,22 \text{ (kN)}$$

**Proračun vijaka:**

Pretpostavka: vijci M12, udaljenost  $c_{min}$  iznosi:

Profil HEA 160

$$c_{min} = 2 \cdot d + a \cdot \sqrt{2} = 2 \cdot 12 + 4 \cdot \sqrt{2} = 29,66 \text{ (mm)}$$

Profil SHS 90/90/4

$$c_{min} = 2 \cdot d + a \cdot \sqrt{2} = 2 \cdot 12 + 3 \cdot \sqrt{2} = 28,24 \text{ (mm)}$$

Odabrano:  $c=30$  (mm)

**Otpornost vijaka na posmik:**

$$F_{v,Rd} = \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_{M1}} = \frac{25,3}{1,25} = 20,24 \text{ (kN)}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{V_{Ed}}{2} = \frac{3,29}{2} = 1,65 \text{ (kN)} < F_{v,Rd} = 20,24 \text{ (kN)}$$

Napomena:

Za kombinaciju se javlja manja poprečna sila, a uzdužna sila je tlačna pa nije potrebno provjeravati tu kombinaciju.

**Proračun dimenzija ploče:**

$$a_{pl,min} = h + 2 \cdot a\sqrt{2} + 20 = 152 + 2 \cdot 3\sqrt{2} + 20 = 180,49 \text{ (mm)}$$

$$b_{pl,min} = b + 2 \cdot (c + e_1) = 160 + 2 \cdot (30 + 30) = 280 \text{ (mm)}$$

$$b_{pl,min} = 2 \cdot e_2 + p_2 = 2 \cdot 25 + 40 = 90 \text{ (mm)}$$

Odabrano: 200 x 300 (mm)

**Proračun debljine ploče  $t_{pl}$ :**

Pritisak po omotaču rupe od osnovnog materijala:



$$F_{v,Ed} = \frac{V_{Ed}}{2} = 1,65 \text{ (kN)} < F_{b,Ed} = \frac{F_{b,Rk}}{\gamma_{Mb}} \cdot \frac{t_{pl}}{10} \rightarrow t_{pl} > \frac{F_{b,Ed} \cdot \gamma_{Mb} \cdot 10}{F_{b,Rk}}$$

$$t_{pl} > \frac{1,65 \cdot 1,25 \cdot 10}{117,7} = 0,175 \text{ (mm)}$$

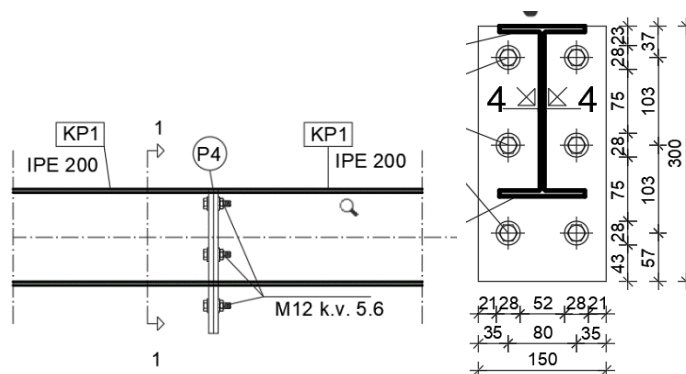
Savijanje ploče od vlačnih vijaka:

$$M_{Ed} = F_{t,Ed} \cdot c = 30,22 \cdot 0,03 = 0,91 \text{ (kNm)}$$

$$\rightarrow t_{pl,min} = \sqrt{\frac{1,1 \cdot M_{Ed} \cdot 6}{b_{pl} \cdot f_y}} = \sqrt{\frac{1,1 \cdot 91 \cdot 6}{30 \cdot 35,5}} = 0,75 \text{ (cm)} \rightarrow 7,5 \text{ (mm)}$$

Usvojene dimenzije ploče su: 200 x 300 x 10 mm

#### 6.4. NASTAVAK KROVNE PODROŽNICE (PLOČICA P4 POZICIJA 26)



Nastavci krovnih podrožnica postavljaju se na udaljenosti 7m za podrožnice na krajevima hale te na udaljenosti 8 m kroz unutrašnjost hale. U tim spojevima se javljaju minimalni momenti.

DJELOVANJA:	
$M_{ED} = 1,13$ (kNm)	
$V_{ED} = 5,89$ (kN)	
$N_{ED} = 0$ (kN)	

PODATCI O PROFILU IPE 200			
h (cm)	20	$t_f$ (cm)	0,9

b (cm)	10	t <sub>w</sub> (cm)	0,6
<b>PODATCI O VIJCIMA</b>			
φ (mm)	φ M12	f <sub>y,B</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	300
K.V.	5.6	f <sub>u,B</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	500

### Raspodjela sila po presjeku nosača

#### Pojasnice:

Vlačna sila u pojasnici od momenta savijanja:

$$N_p^M = \frac{M_{Ed}}{h'} = \frac{1,13}{(0,20 - 0,009)} = 5,92 \text{ (kN)}$$

Sila u pojasnici od uzdužne sile:

$$N_p^N = \frac{A_p}{A} * N_{Ed} = 0,0 \text{ (kN)}$$

Ukupna sila u vlačnoj pojasnici:

$$N_p = N_p^M + N_p^N = 5,92 + 0,0 = 5,92 \text{ (kN)} = F_{w,Ed}$$

### Kontrola vara na pojasnicima i hrptu

Dužina vara pojasnice:

$$l_1 = 2 * 100 = 200 \text{ (mm)}$$

Dužina vara hrpta:

$$l_2 = 2 * (200 - 2 * 9) = 364 \text{ (mm)}$$

Maksimalna debljina vara s obzirom na debljinu hrpta i pojaseva nosača:

$$a_{max} = 0,7 * t_{min} = 0,7 * 6 = 4,2 \text{ (mm)}$$

Za pretpostavljeni var a=4 (mm)

### Otpornost vara na uzdužnu sila:

$$F_{w,Rd} = \frac{F_{w,Rk}}{\gamma_{Mw}} \cdot \frac{L_w}{100} = \frac{130,9}{1,25} \cdot \frac{200}{100} = 209,44 \text{ (kN)} > F_{w,Ed} = 5,92 \text{ (kN)}$$

**Otpornost vara na poprečnu silu:**

$$F_{w,Rd} = \frac{F_{w,Rk}}{\gamma_{Mw}} \cdot \frac{L_w}{100} = \frac{130,9}{1,25} \cdot \frac{364}{100} = 381,18 \text{ (kN)} > V_{Ed} = 5,89 \text{ (kN)}$$

**Proračun vijaka**

Pretpostavka: vijci M 12 k.v. 5.6

$$c_{min} = 2 \cdot d + a \cdot \sqrt{2} = 2 \cdot 12 + 4 \cdot \sqrt{2} = 29,66 \text{ (mm)}$$

Usvojeno  $c=30$  (mm)

**Otpornost vijaka na vlak:**

Vlačna sila se raspoređuje na dva vijaka.

$$F_{t,Rd} = \frac{F_{t,Rk}}{\gamma_{M1}} = \frac{37,9}{1,25} = 30,32 \text{ (kN)} > F_{t,Ed} = \frac{N_p}{2} = \frac{5,92}{2} = 2,96 \text{ (kN)}$$

**Otpornost vijaka na posmik:**

Poprečna sila se raspoređuje na 6 vijaka.

$$F_{v,Rd} = \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_{M1}} = \frac{25,3}{1,25} = 20,24 \text{ (kN)} > F_{v,Ed} = \frac{V_{Ed}}{6} = \frac{5,89}{6} = 0,98 \text{ (kN)}$$

**Interakcija uzdužne i posmične sile na vijak:**

$$\frac{F_{t,Ed}}{1,4 \cdot F_{t,Rd}} + \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{2,96}{1,4 \cdot 30,32} + \frac{0,98}{20,24} = 0,12 < 1,0$$

**Proračun dimenzija ploče:**

$$a_{pl,min} = h + (c + e_1) = 200 + (30 + 30) = 260 \text{ (mm)}$$

$$b_{pl,min} = p_2 + 2 \cdot e_2 = 40 + 2 \cdot 25 = 90 \text{ (mm)}$$

Odabrane dimenzije širine i dužine ploče su 300x150(mm).

**Proračun debljine ploče**

Pritisak po omotaču rupe od osnovnog materijala:

$$F_{v,Ed} = \frac{V_{Ed}}{6} = 0,98 \text{ (kN)} < F_{b,Ed} = \frac{F_{b,Rk}}{\gamma_{Mb}} \cdot \frac{t_{pl}}{10} \rightarrow t_{pl} > \frac{F_{b,Ed} \cdot \gamma_{Mb} \cdot 10}{F_{b,Rk}}$$

$$t_{pl} > \frac{0,98 \cdot 1,25 \cdot 10}{117,7} = 0,1 \text{ (mm)}$$

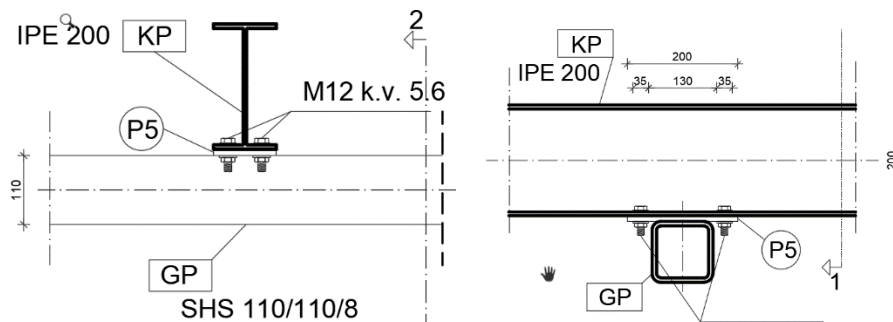
Savijanje ploče od vlačnih vijaka:

$$M_{Ed} = F_{t,Ed} \cdot c = 2,96 \cdot 0,03 = 0,089 \text{ (kNm)}$$

$$\rightarrow t_{pl,min} = \sqrt{\frac{1,1 \cdot M_{Ed} \cdot 6}{b_{pl} \cdot f_y}} = \sqrt{\frac{1,1 \cdot 8,9 \cdot 6}{15 \cdot 35,5}} = 0,33 \text{ (cm)}$$

Usvojene dimenzije ploče su: 300 x 150 x 10 (mm)

**6.5.SPOJ KROVNE PODROŽNICE NA GORNJI POJAS (PLOČICA P5 POZICIJA 27)**



Spoj podrožnice na gornji pojas izvest će se zavarivanjem pravokutne ploče na gornji pojas nosača dimenzija 100x200x10 mm.

DJELOVANJA:
$V_{ED,Y} = 1,41 \text{ (kN)}$
$V_{ED,Z} = 15,68 \text{ (kN)}$

PODACI O POPREČNOM PRESJEKU SHS 110/110/8			
b(cm)	11	t(cm)	0,8
h (cm)	11		
PODATCI O PROFILU IPE 200			
h (cm)	20	t <sub>f</sub> (cm)	0,9
b (cm)	10	t <sub>w</sub> (cm)	0,6
PODATCI O VIJCIMA			
φ (mm)	φ 12	f <sub>y,B</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	300
K.V.	5.6	f <sub>u,B</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	500

**Kontrola varova**

Određivanje maksimalne debljine vara:

$$a_{\max} = 0,7 \cdot t_{\min} = 0,7 \cdot 8 = 5,6 \text{ (mm)}$$

Odabrano a=5 (mm)

**Otpornost vara:**

$$L_w = 0 = 2 \cdot 110 = 220 \text{ (mm)}$$

$$F_{w,Rd} = \frac{F_{w,Rk}}{\gamma_{Mw}} \cdot \frac{L_w}{100} = \frac{163,6}{1,25} \cdot \frac{220}{100} = 287,94 \text{ (kN)} > V_{z,Ed} = 15,68 \text{ (kN)}$$

**Otpornost vijaka na posmik:**

$$F_{v,Rd} = \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_{M1}} = \frac{25,3}{1,25} = 20,24 \text{ (kN)} > F_{v,Ed} = \frac{V_{y,Ed}}{4} = \frac{1,41}{4} = 0,35 \text{ (kN)}$$

**Otpornost vijaka na pritisak po omotaču rupe:**

$$F_{b,Rd} = \frac{F_{b,Rk}}{\gamma_{Mb}} \cdot \frac{t_{pl}}{10} = \frac{117,7}{1,25} \cdot \frac{10}{10} = 94,16 \text{ (kN)} > F_{v,Ed} = 0,35 \text{ (kN)}$$

**Otpornost vijaka na vlak:**

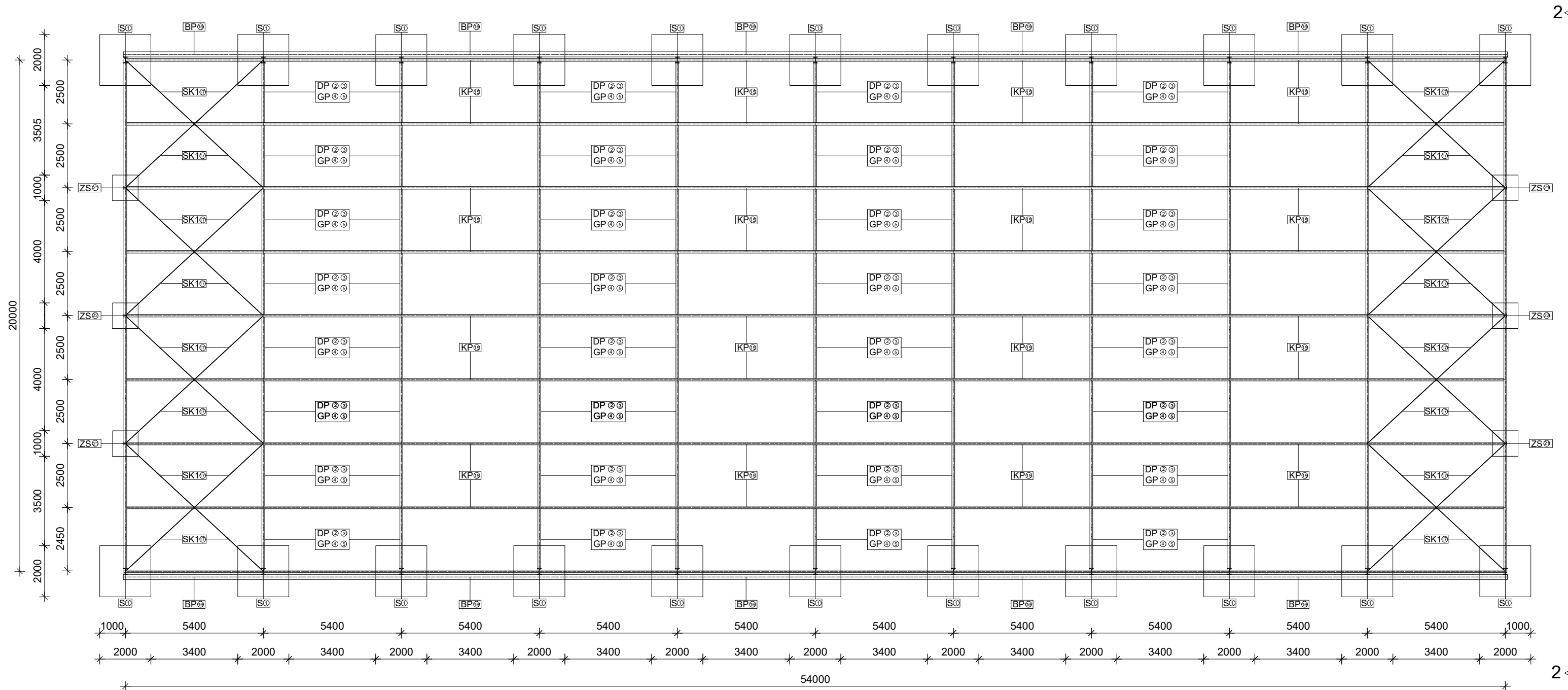
$$F_{t,Rd} = \frac{F_{t,Rk}}{\gamma_{M1}} = \frac{37,9}{1,25} = 30,32 \text{ (kN)} > F_{t,Ed} = \frac{V_{y,Ed}}{4} = 0,35 \text{ (kN)}$$

## 7 LITERATURA

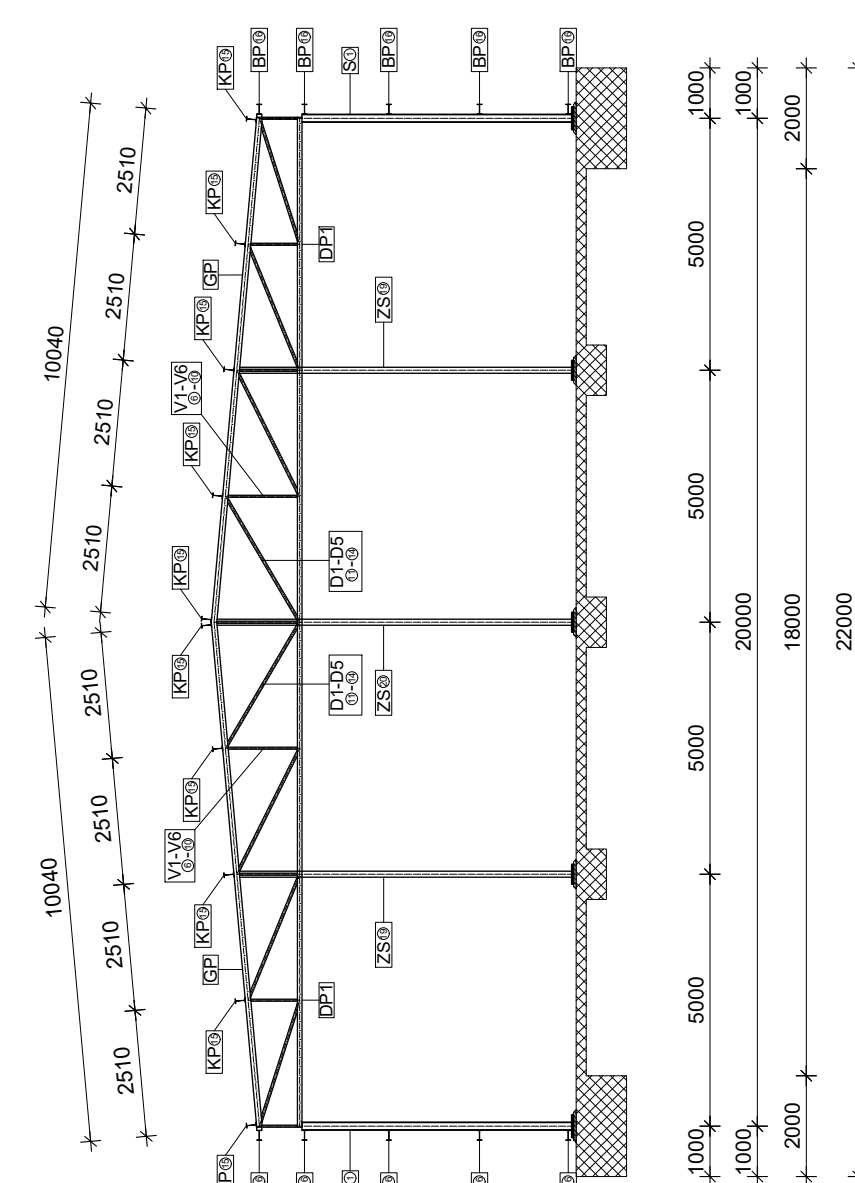
- [1] B. Androić; D. Dumović; I. Džeba: Metalne konstrukcije 1, Institut građevinarstva Hrvatske, Zagreb, 1994.
  
- [2] ENV 1993-1-1: 1992: Eurocode 3: Bemessung nach EC3, Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln, Bemessungsregeln für den Hochbau.
  
- [3] Prof.dr.sc. Ivica Boko: Predavanja
  
- [4] Materijali sa vježbi: Osnove metalnih konstrukcija, katedra za metalne i drvene konstrukcije
  
- [5] FGAG repozitorij: Repozitorij Fakulteta Građevinarstva, arhitekture i geodezije, Sveučilište u Splitu

## **8.NACRTI**

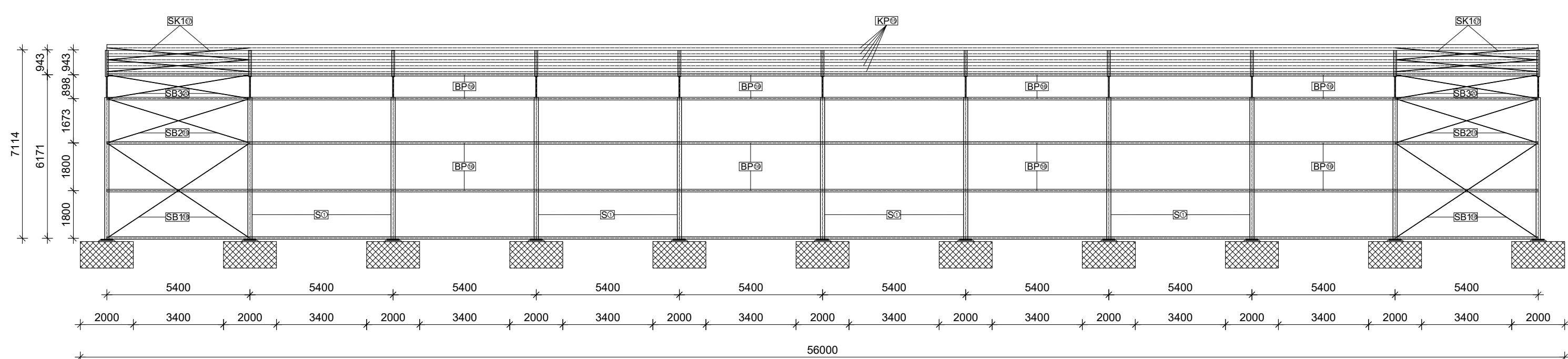
TLOCRTNI POGLED



POGLED 2-2



BOČNI POGLED



PLAN POZICIJA  
M 1:150

PRIKAZ I OPIS POZICIJA			
POZ.	POZICIJA	PROFIL	NAZIV
1	STUP (S)	HEA160	Stup glavne konstrukcije
2-3	DONJI POJAS (DP)	SHS 90/90/5	Donji pojas krovne rešetke
4-5	GORNJI POJAS (GP)	SHS 110/110/8	Gornji pojas krovne rešetke
6-10	VERTIKALE (V)	SHS 40/40/4.0	Unutarnje vertikalne ispune krovne rešetke
11-14	DIJAGONALE (D)	SHS 50/50/4.0	Dijagonalne ispune krovne rešetke
15	KROVNA PODR. (KP)	IPE 200	Sekundarna krovna konstrukcija
16	BOČNA PODR. (BP)	IPE 180	Sekundarna bočna konstrukcija
17	KROVNI SPREG (SK)	RD 12	Krovna dijagonala vjetrovnog sprega
18-20	BOČNI SPREG (SB)	RD 12	Bočna dijagonala vjetrovnog sprega
21-22	ZABATNI STUPOVI (ZS)	HEA120	Sekundarna konstrukcija na zabatu hale

**OSNOVE METALNIH KONSTRUKCIJA**

**PROJEKTIRANJE I DIMENZIONIRANJE METALNE HALE**

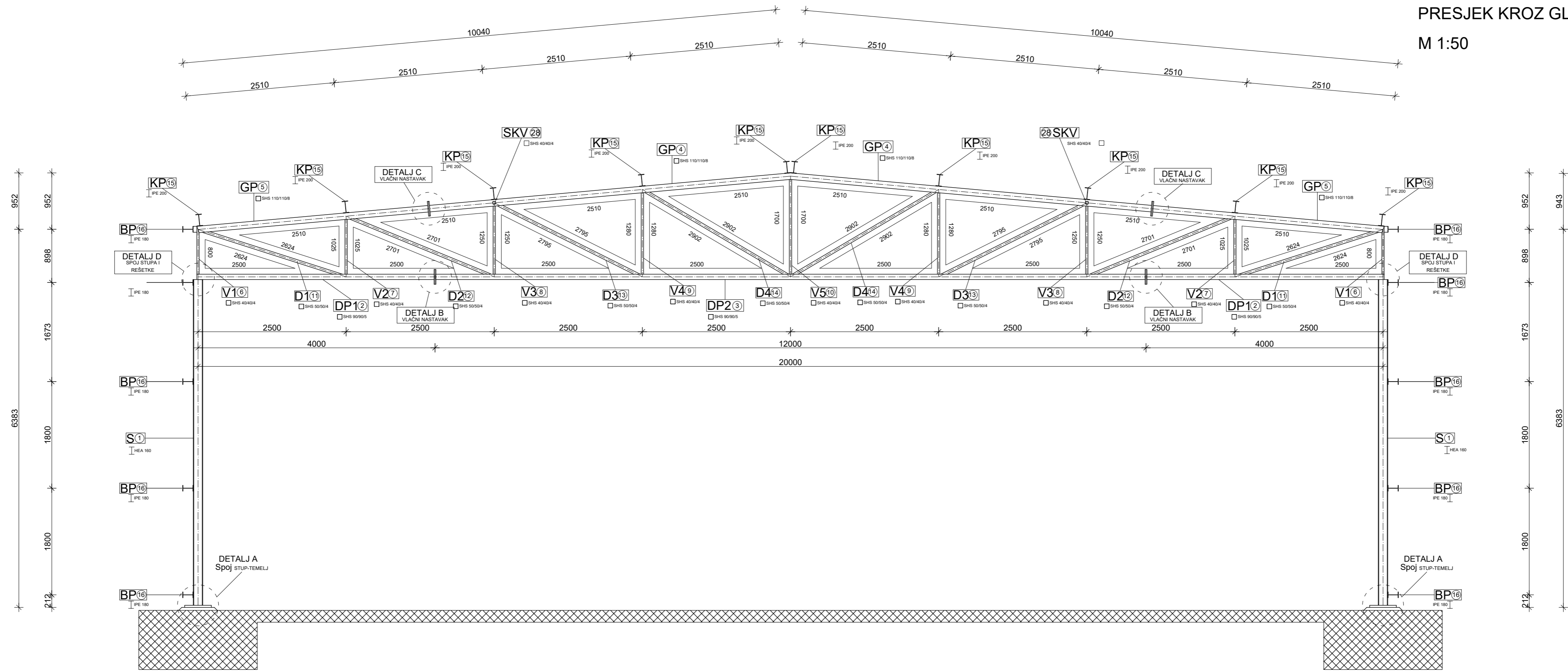
STUDENTI: ANĐELA UGRINA		PREDMETNI NASTAVNIK	IVICA BOKO
		ASISTENT	MARKO GORETA
SADRŽAJ: GENERALNI PLAN POZICIJA		MJERILO: 1 : 150	
DATUM: 5.6.2024.		PRILOG: 1	

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



PRESJEK KROZ GLAVNI OKVIR

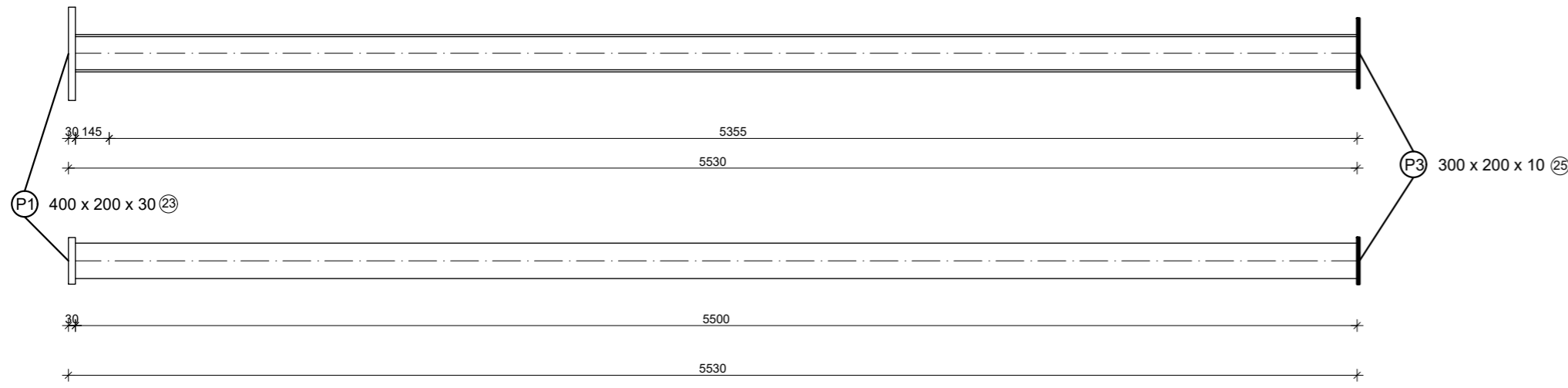
M 1:50



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

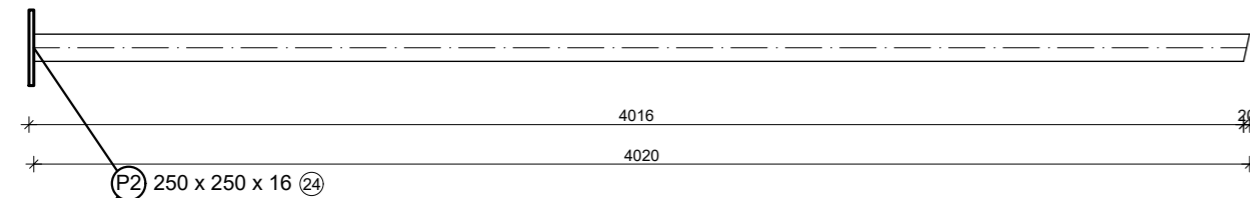
OSNOVE METALNIH KONSTRUKCIJA		
PROJEKTIRANJE I DIMENZIONIRANJE METALNE HALE		
STUDENTI: ANDELA UGRINA	PREDMETNI NASTAVNIK	IVICA BOKO
	ASISTENT	MARKO GORETA
SADRŽAJ: PRESJEK KROZ GLAVI OKVIR	MJERILO: 1 : 50	
DATUM: 5.6.2024.	PRILOG: 2	

S1 STUP (S) HEA 160 l=5530 mm

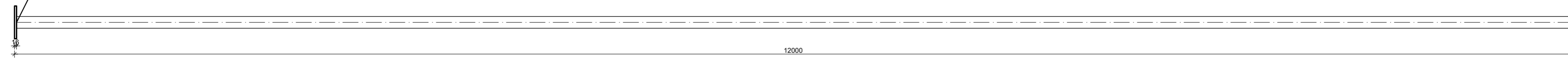


# RADIONIČKI NACRT REŠETKE I STUPA M 1:25

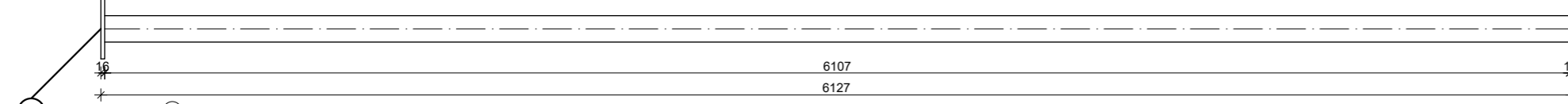
DP22 DONJI POJAS (DP1) 90 x 90 x 5 l=4020 mm



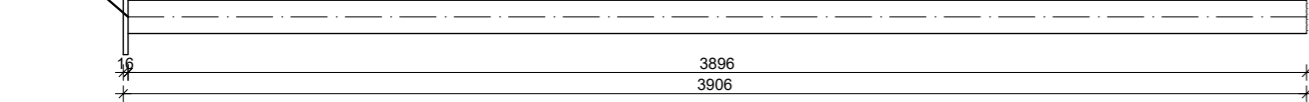
DP13 DONJI POJAS (DP2) 90 x 90 x 5 l=12000 mm



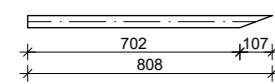
GP14 GORNJI POJAS (GP1) 110 x 110 x 8 l=6127 mm



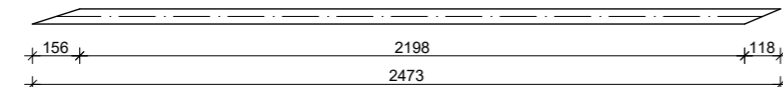
GR25 GORNJI POJAS (GP2) 110 x 110 x 8 l=3906 mm



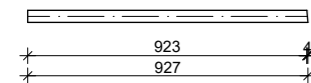
VERTIKALA (V1) SHS 40 x 40 x 4 l=808 mm V16



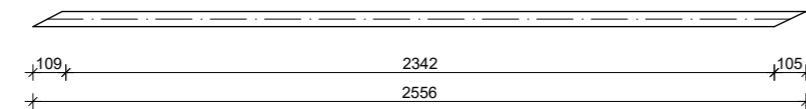
DIJAGONALA (D1) 50 x 50 x 4 l=2473 mm D111



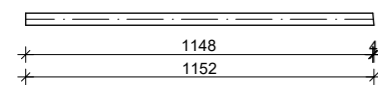
VERTIKALA (V2) 40 x 40 x 4 l=927 mm V27



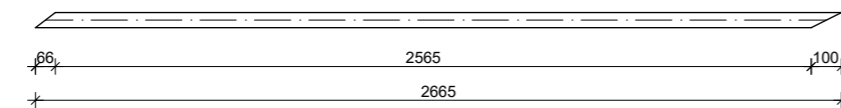
DIJAGONALA (D2) 50 x 50 x 4 l=2556 mm D212



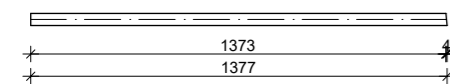
VERTIKALA (V3) 40 x 40 x 4 l=1152 mm V38



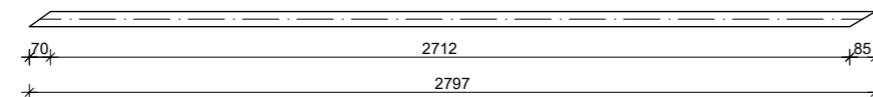
DIJAGONALA (D3) 50 x 50 x 4 l=2665 mm D313



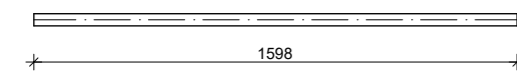
VERTIKALA (V4) 40 x 40 x 4 l=1377 mm V49



DIJAGONALA (D4) 50 x 50 x 4 l=2797 mm D414



VERTIKALA (V5) 40 x 40 x 4 l=1598 mm V510



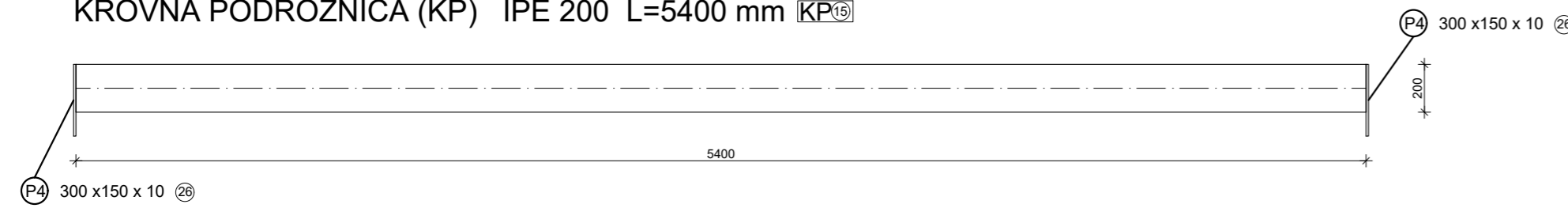
pozicija	Element	Poprečni presjek	Površina(mm²)	Duljina (mm)	Masa (kg/m')	Broj komada	Masa (kg)
1	STUP (S)	HEA 160	3880	5530	30,3	22	3686,3
2	DONJI POJAS (DP1)	SHS 90/90/5	1670	4020	13,1	22	1158,6
3	DONJI POJAS (DP2)	SHS 90/90/5	1670	12000	13,1	11	1729,2
4	GORNJI POJAS (GP1)	SHS 110/110/8	3200	6127	25,2	22	3396,8
5	GORNJI POJAS (GP2)	SHS 110/110/8	3200	3906	25,2	22	2165,5
6	VERTIKALA (V1)	SHS 40/40/4	559	808	4,39	22	78,1
7	VERTIKALA (V2)	SHS 40/40/4	559	927	4,39	22	89,6
8	VERTIKALA (V3)	SHS 40/40/4	559	1152	4,39	22	111,3
9	VERTIKALA (V4)	SHS 40/40/4	559	1377	4,39	22	132,9
10	VERTIKALA (V5)	SHS 40/40/4	559	1598	4,39	22	154,3
11	DIJAGONALA (D1)	SHS 50/50/4	719	2473	5,65	22	307,4
12	DIJAGONALA (D2)	SHS 50/50/4	719	2556	5,65	22	317,7
13	DIJAGONALA (D3)	SHS 50/50/4	719	2665	5,65	22	331,3
14	DIJAGONALA (D4)	SHS 50/50/4	719	2797	5,65	22	347,7



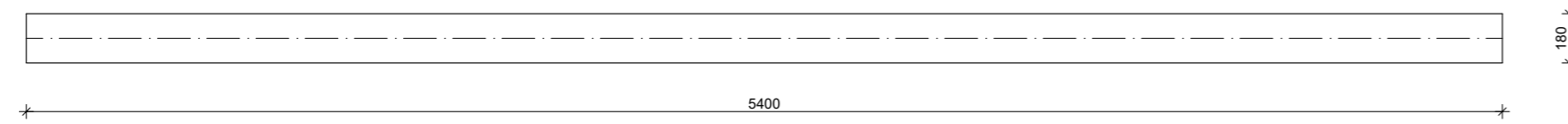
OSNOVE METALNIH KONSTRUKCIJA		
PROJEKTIRANJE I DIMENZIONIRANJE METALNE HALE		
STUDENTI: ANBELA UGRINA	PREDMETNI NASTAVNIK	IVICA BOKO
	ASISTENT	MARKO GORETA
SDRŽAJ: RADIONIČKI NACRT REŠETKE I STUPA		MJERILO: 1 : 25
DATUM: 5.6.2024.		PRILOG: 3

# RADIONIČKI NACRT SEKUNDARNE KONSTRUKCIJE M 1:25

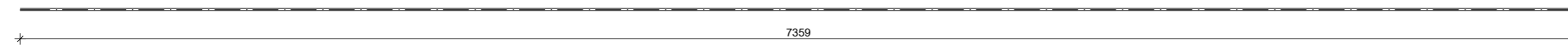
KROVNA PODROŽNICA (KP) IPE 200 L=5400 mm **KP<sup>15</sup>**



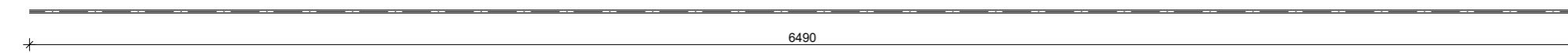
BOČNA PODROŽNICA (BP) IPE 180 L=5400 mm **BP<sup>16</sup>**



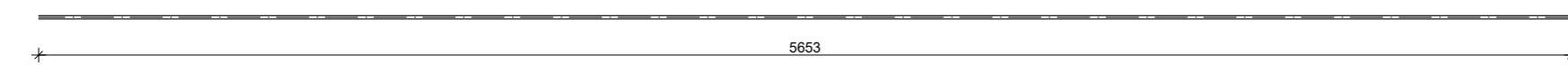
KROVNI SPREGOVI(SK1) RD12 L=7359 mm **KS<sup>17</sup>**



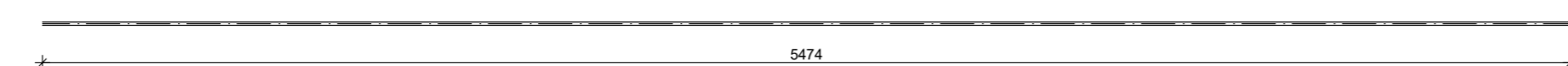
BOČNI SPREGOVI(SB1) RD12 L=6490 mm **BS<sup>18</sup>**



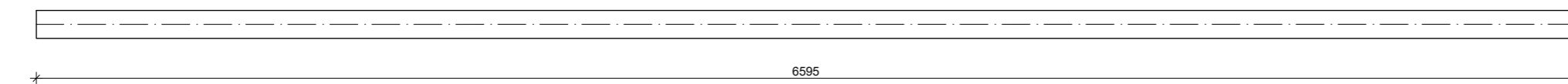
BOČNI SPREGOVI(SB2) RD12 L=5653 mm **BS<sup>19</sup>**



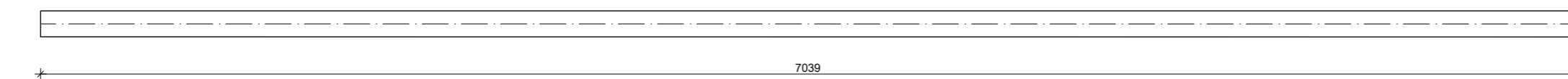
BOČNI SPREGOVI(SB3) RD12 L=5474 mm **BS<sup>20</sup>**



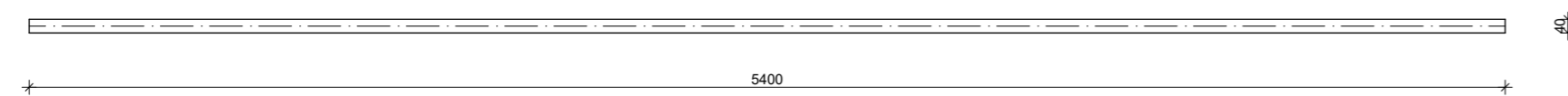
ZABATNI STUP(ZS1) HEA120 L=6595 mm **ZS<sup>21</sup>**



ZABATNI STUP(ZS2) HEA120 L=7039 mm **ZS<sup>22</sup>**



KROVNI SPREGOVI VERTIKALE (SKV) CFRHS 40 x 40 x 4 L=5400 mm **SKV<sup>23</sup>**



Pozicija	Element	Poprečni presjek	Površina(mm <sup>2</sup> )	Duljina (mm)	Masa (kg/m')	Broj komada	Masa (kg)
15	KROVNA POD. (KP)	IPE200	2850	5400	22,4	100	12096
16	BOČNA POD. (BP)	IPE180	2390	5400	18,8	100	10152
17	KROVNI SPREG (SK1)	RD12	113	7359	0,89	16	104,8
18	BOČNI SPREG (SB1)	RD12	113	6490	0,89	8	46,2
19	BOČNI SPREG (SB2)	RD12	113	5653	0,89	8	40,24
20	BOČNI SPREG (SB3)	RD12	113	5474	0,89	8	38,97
21	ZABATNI STUP (Z1)	HEA120	2530	6595	19,9	4	524,97
22	ZABATNI STUP (Z2)	HEA120	2530	7039	19,9	2	280,2
28	KR.SPR.VERT (SKV)	SHS 40/40/4	559	5400	4,39	20	474,12



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

**OSNOVE METALNIH KONSTRUKCIJA**

PROJEKTIRANJE I DIMENZIONIRANJE  
METALNE HALE

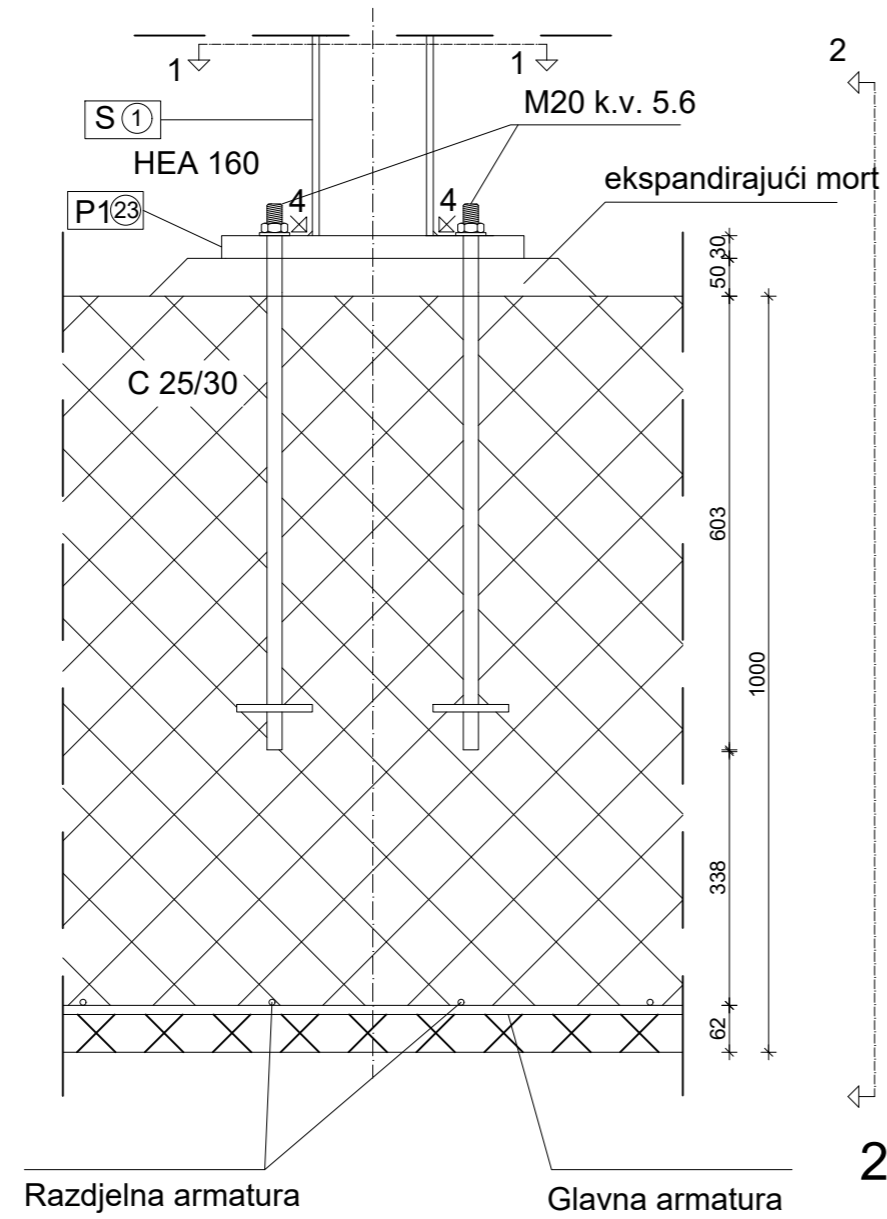
STUDENTI: ANBELA UGRINA PREDMETNI NASTAVNIK: IVICA BOKO

ASISTENT: MARKO GORETA

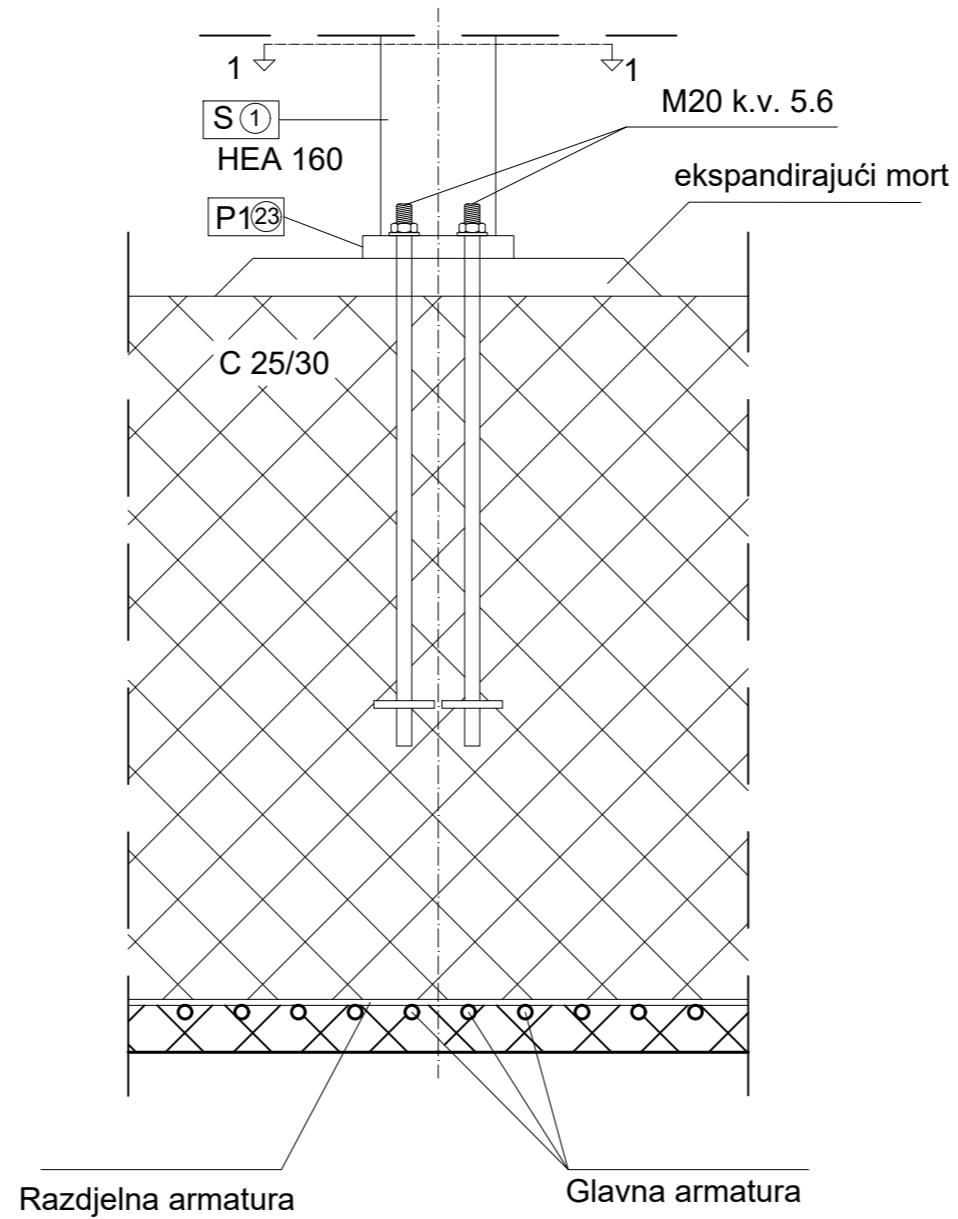
SADRŽAJ: RADIONIČKI NACRT REŠETKE I STUPA MJERILO: 1:25

DATUM: 5.6.2024. PRILOG: 4

### POGLED



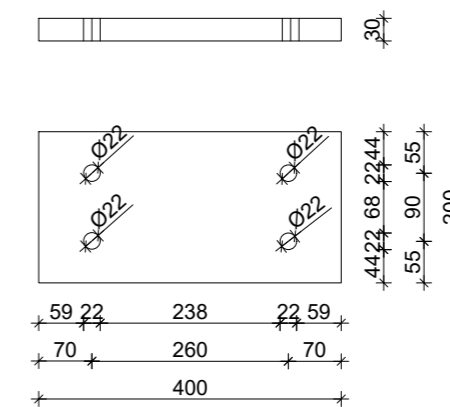
### PRESJEK 2-2



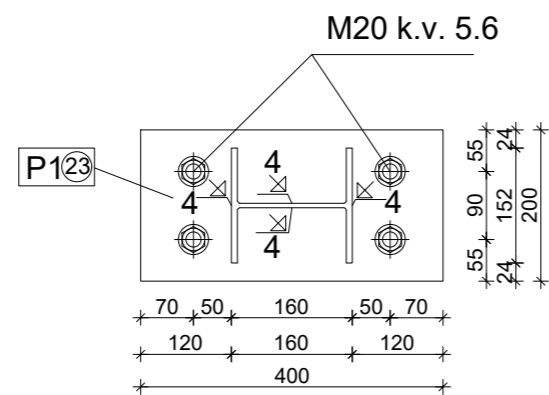
### DETALJ "A" SPOJ STUP - TEMELJ 1:10

#### PLOČICA

P123 # 400/200/30 S355



### PRESJEK 1-1



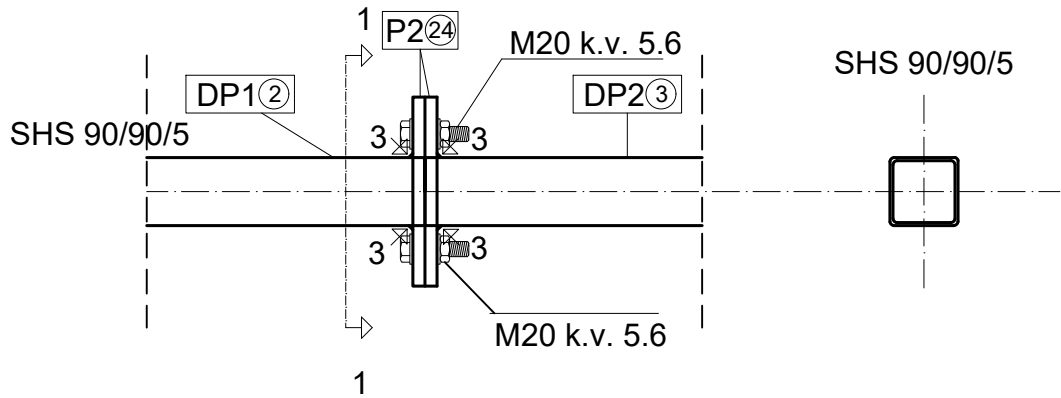
#### OSNOVE METALNIH KONSTRUKCIJA

#### PROJEKTIRANJE I DIMENZIONIRANJE METALNE HALE

STUDENTICA: ANDELA UGRINA	PREDMETNI NASTAVNIK	IVICA BOKO
	ASISTENT	MARKO GORETA
SADRŽAJ: DETALJ "A" SPOJ STUP - TEMELJ	MJERILO: 1 : 10	
DATUM: 5.6.2024.	PRILOG: 5	

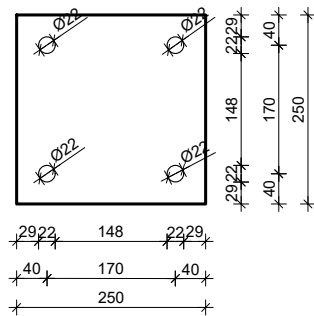
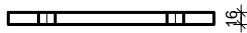
DETALJ "B"  
 NASTAVAK DONJEG POJASA  
 M 1:10

POGLED

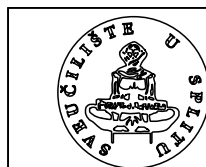
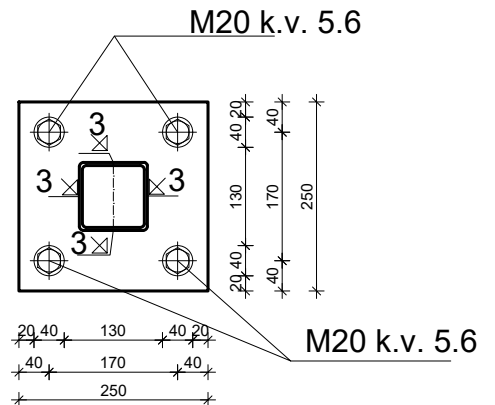


PLOČICA

P224 # 250/250/16 S355



PRESJEK 1-1



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

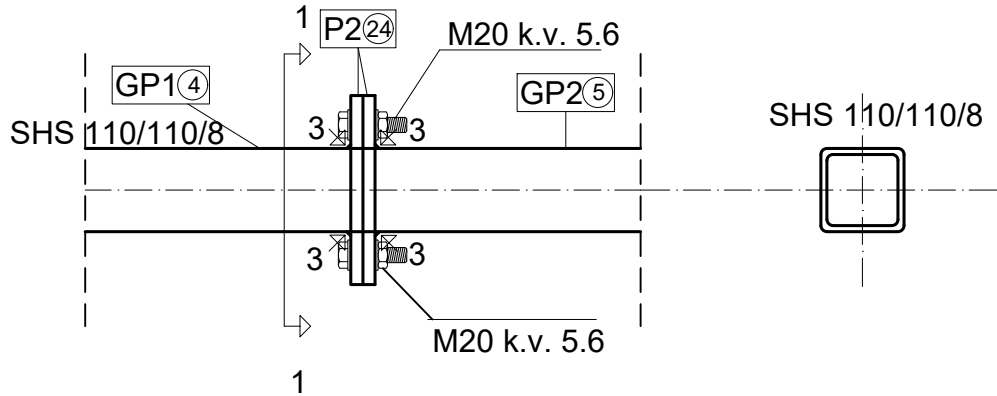
OSNOVE METALNIH KONSTRUKCIJA

PROJEKTIRANJE I DIMENZIONIRANJE  
 METALNE HALE

STUDENTICA: ANDELA UGRINA	PREDMETNI NASTAVNIK	IVICA BOKO
	ASISTENT	MARKO GORETA
SADRŽAJ: DETALJ "B" VLAČNI NASTAVAK REŠETKE	MJERILO: 1 : 10	
DATUM: 5.6.2024.	PRILOG: 6	

DETALJ "C"  
 NASTAVAK GORNJEG POJASA  
 M 1:10

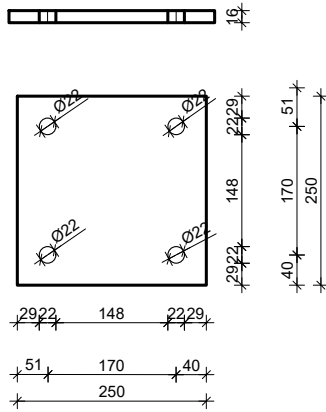
POGLED



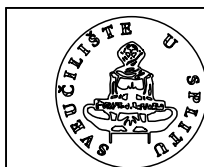
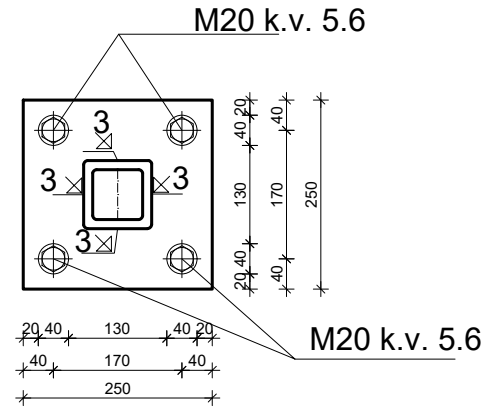
PLOČICA

PLOČICA

P224 # 250/250/16 S355



PRESJEK 1-1



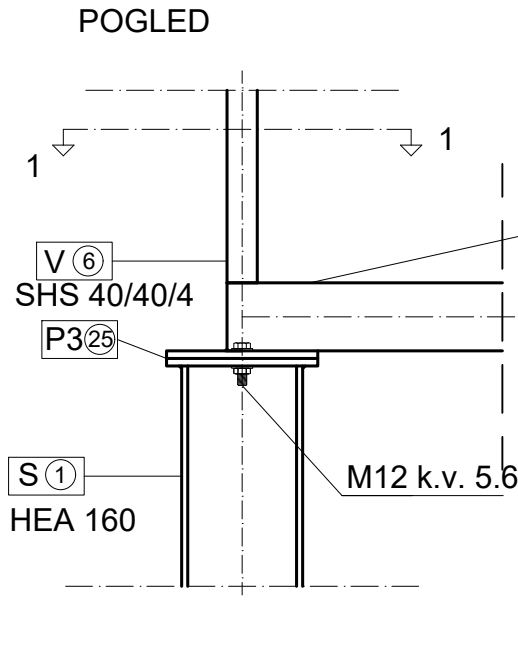
SVEUČILIŠTE U SPLITU,  
 FAKULTET GRAĐEVINARSTVA  
 ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
 2100 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15

OSNOVE METALNIH KONSTRUKCIJA

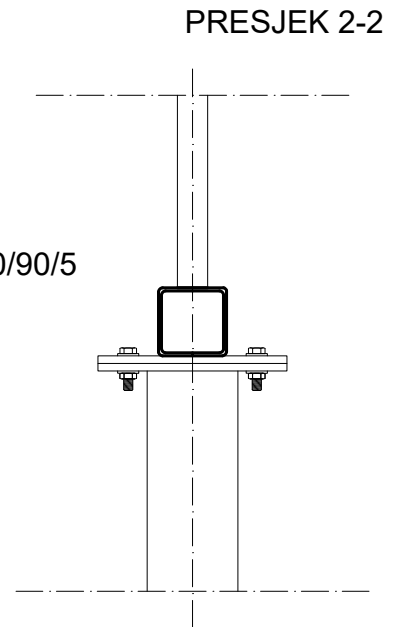
PROJEKTIRANJE I DIMENZIONIRANJE  
 METALNE HALE

STUDENTICA: ANDELA UGRINA	PREDMETNI NASTAVNIK	IVICA BOKO
	ASISTENT	MARKO GORETA
SADRŽAJ: DETALJ "C" VLAČNI NASTAVAK REŠETKE	MJERILO: 1 : 10	
DATUM: 5.6.2024.	PRILOG: 7	

DETALJ "D"  
 ZGLOBNI SPOJ STUPA I REŠETKE  
 M 1:10



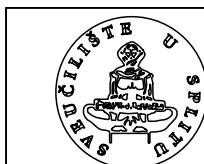
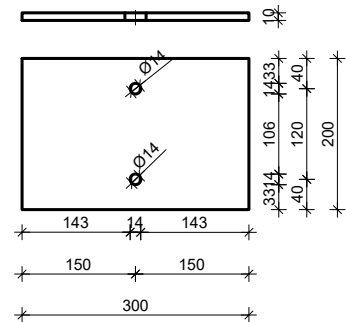
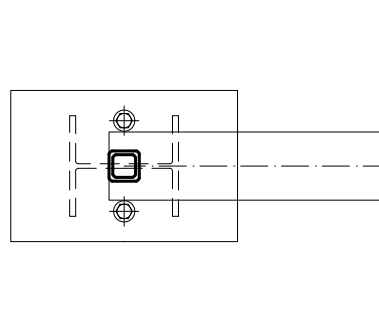
DP1 ②  
SHS 90/90/5



PLOČICA

P3 ②⑤ # 200/300/10 S355

PRESJEK 1-1



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

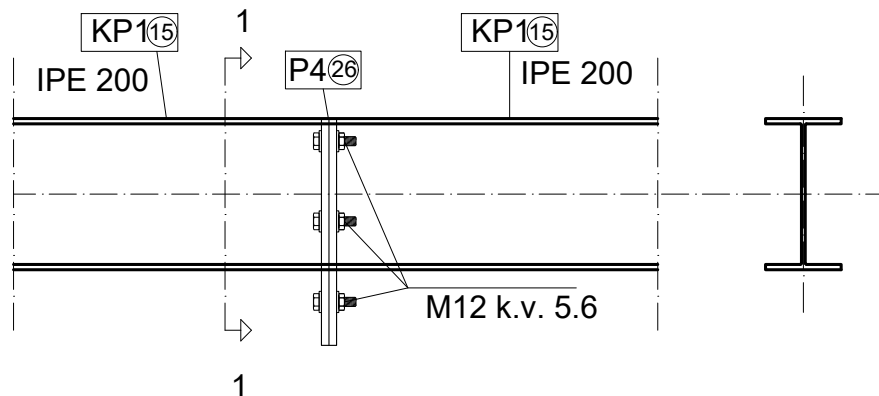
OSNOVE METALNIH KONSTRUKCIJA

PROJEKTIRANJE I DIMENZIONIRANJE  
 METALNE HALE

STUDENTICA: ANDELA UGRINA	PREDMETNI NASTAVNIK	IVICA BOKO
	ASISTENT	MARKO GORETA
SADRŽAJ: DETALJ "D" SPOJ STUP-REŠETKA		MJERILO: 1 : 10
DATUM: 5.6.2024.		PRILOG: 8

DETALJ "E"  
 NASTAVAK KROVNIH PODROŽNICA  
 M 1:10

POGLED

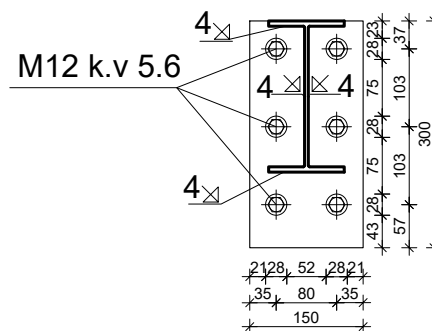
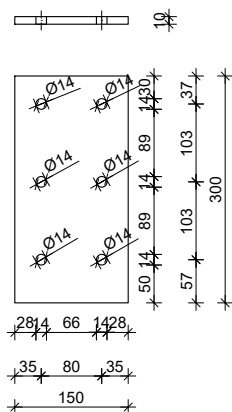



PLOČICA

P4(26) # 300/150/10

S355

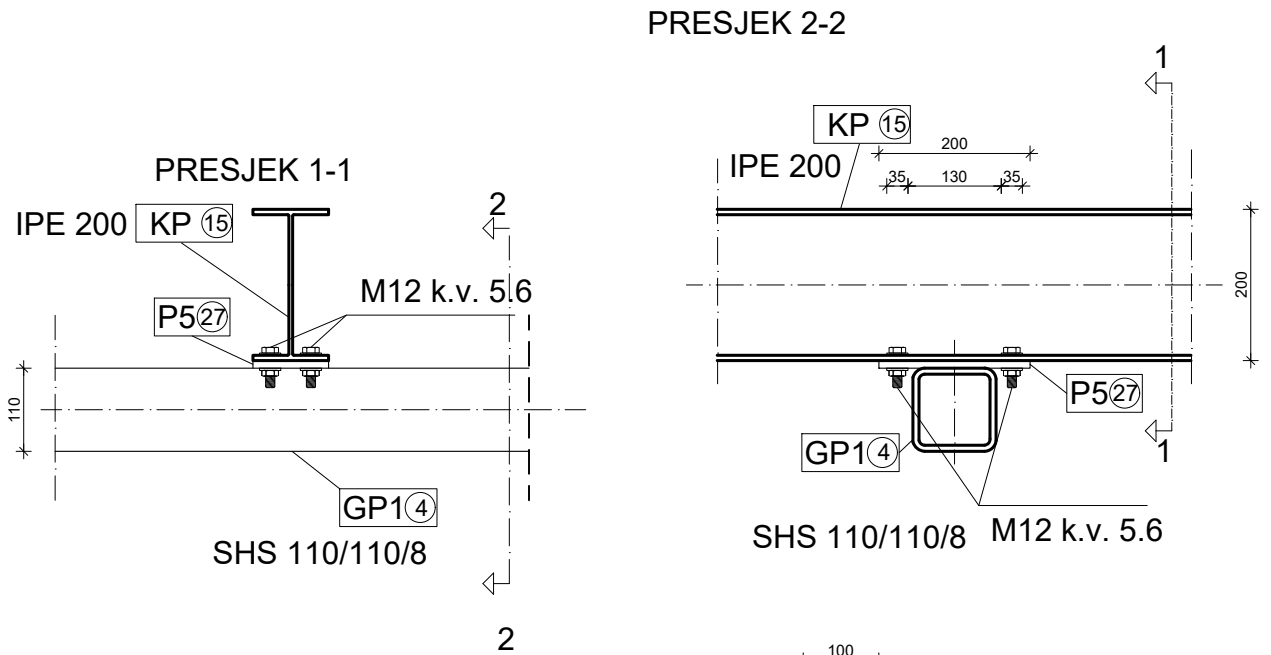
PRESJEK 1-1



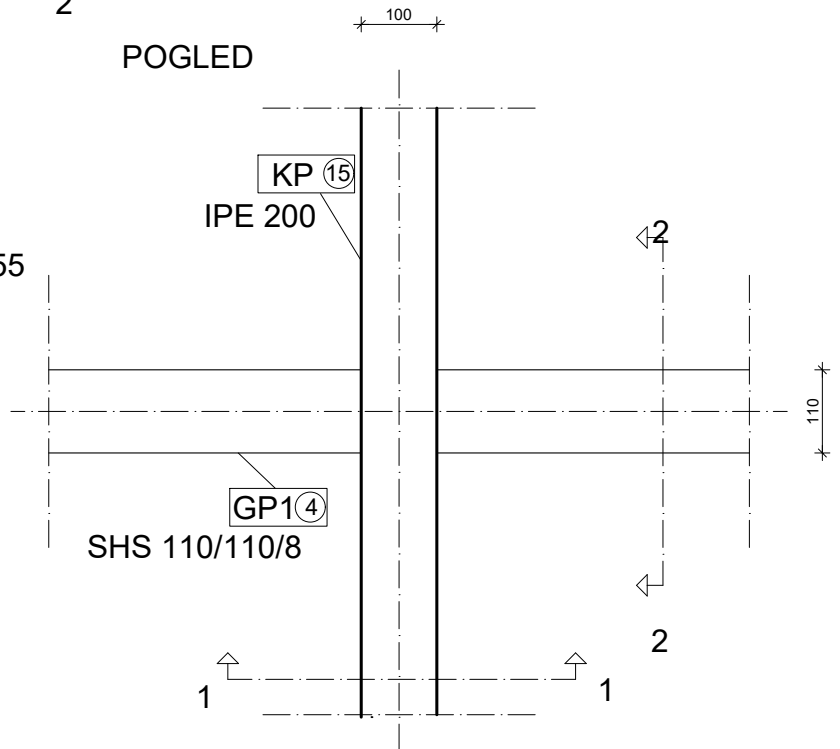
 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU,                  FAKULTET GRAĐEVINARSTVA                  ARHITEKTURE I GEODEZIJE                  2100 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	<b>OSNOVE METALNIH KONSTRUKCIJA</b>		
	<b>PROJEKTIRANJE I DIMENZIONIRANJE                  METALNE HALE</b>		
	STUDENTICA: ANDELA UGRINA	PREDMETNI NASTAVNIK	IVICA BOKO
		ASISTENT	MARKO GORETA
SADRŽAJ: DETALJ "D" SPOJ KROVNIH PODROŽNICA	MJERILO: 1 : 10		
DATUM: 5.6.2024.	PRILOG: 9		



DETALJ "F"  
 SPOJ KROVNE PODROŽNICE NA GORNJI POJAS  
 M 1:10

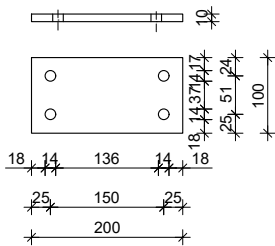



POGLED



PLOČICA

P5(27) # 200/100/10



 <p>SVEUČILIŠTE U SPLITU,                  FAKULTET GRAĐEVINARSTVA                  ARHITEKTURE I GEODEZIJE                  2100 SPLIT, MATICE HRVATSKE 15</p>	<b>OSNOVE METALNIH KONSTRUKCIJA</b>		
	<b>PROJEKTIRANJE I DIMENZIONIRANJE METALNE HALE</b>		
	STUDENTICA: ANDELA UGRINA	PREDMETNI NASTAVNIK	IVICA BOKO
		ASISTENT	MARKO GORETA
SADRŽAJ: DETALJ "D" SPOJ KROVNIH PODROŽNICA NA DONJI POJAS	MJERILO: 1 : 10		
DATUM: 5.6.2024.	PRILOG: 10		

## TABLICA PREDMJERA MATERIJALA ZA CIJELU KONSTRUKCIJU

Pozicija	Element	Poprečni presjek	Površina(mm <sup>2</sup> )	Duljina (mm)	Masa (kg/m')	Broj komada	Masa (kg)
1	STUP (S)	HEA 160	3880	5530	30,3	22	3686,3
2	DONJI POJAS (DP1)	SHS 90/90/5	1670	4020	13,1	22	1158,6
3	DONJI POJAS (DP2)	SHS 90/90/5	1670	12000	13,1	11	1729,2
4	GORNJI POJAS (GP1)	SHS 110/110/8	3200	6127	25,2	22	3396,8
5	GORNJI POJAS (GP2)	SHS 110/110/8	3200	3906	25,2	22	2165,5
6	VERTIKALA (V1)	SHS 40/40/4	559	808	4,39	22	78,1
7	VERTIKALA (V2)	SHS 40/40/4	559	927	4,39	22	89,6
8	VERTIKALA (V3)	SHS 40/40/4	559	1152	4,39	22	111,3
9	VERTIKALA (V4)	SHS 40/40/4	559	1377	4,39	22	132,9
10	VERTIKALA (V5)	SHS 40/40/4	559	1598	4,39	22	154,3
11	DIJAGONALA (D1)	SHS 50/50/4	719	2473	5,65	22	307,4
12	DIJAGONALA (D2)	SHS 50/50/4	719	2556	5,65	22	317,7
13	DIJAGONALA (D3)	SHS 50/50/4	719	2665	5,65	22	331,3
14	DIJAGONALA (D4)	SHS 50/50/4	719	2797	5,65	22	347,7
15	KROVNA POD. (KP)	IPE200	2850	5400	22,4	100	12096
16	BOČNA POD. (BP)	IPE180	2390	5400	18,8	100	10152
17	KROVNI SPREG (SK1)	RD12	113	7359	0,89	16	104,8
18	BOČNI SPREG (SB1)	RD12	113	6490	0,89	8	46,2
19	BOČNI SPREG (SB2)	RD12	113	5653	0,89	8	40,24
20	BOČNI SPREG (SB3)	RD12	113	5474	0,89	8	38,97
21	ZABATNI STUP (Z1)	HEA120	2530	6595	19,9	4	524,97
22	ZABATNI STUP (Z2)	HEA120	2530	7039	19,9	2	280,2
28	KR.SPR.VERT (SKV)	SHS 40/40/4	559	5400	4,39	20	474,12
PLOČICE							
23	P1	400 x 200 x 30				22	415,1
24	P2	250 x 250 x 16				88	673,2
25	P3	200 x 300 x 10				44	207,5
26	P4	300 x 150 x 10				180	636,8
27	P5	200 x 100 x 10				110	172,9

Σ= 39869,7

SPOJNA SREDSTVA + 2%	797,4
----------------------	-------

Σ= 40667,1

TLOCRTNA POVRŠINA KONSTRUKCIJE	1080 m <sup>2</sup>
--------------------------------	---------------------

UKUPNO kg / m <sup>2</sup>	37,65
----------------------------	-------



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

### OSNOVE METALNIH KONSTRUKCIJA

#### PROJEKTIRANJE I DIMENZIONIRANJE METALNE HALE

STUDENTICA: ANDELA UGRINA	PREDMETNI NASTAVNIK	IVICA BOKO
	ASISTENT	MARKO GORETA
SADRŽAJ: TABLICA PREDMJERA		MJERILO: 1 : 10
DATUM: 5.6.2024.		PRILOG: <b>11</b>