

# Dimenzioniranje i utrošak materijala za armiranobetonsku i čeličnu građevinu

---

Žigant, Elvis

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:157:158779>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-21**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering - FCERI Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U RIJECI**  
**GRAĐEVINSKI FAKULTET**

**Elvis Žigant**

**Dimenzioniranje i utrošak materijala za armiranobetonsku i čeličnu građevinu**

**Završni rad**

**Rijeka, 2020.**

**SVEUČILIŠTE U RIJECI**  
**GRAĐEVINSKI FAKULTET**

**Preddiplomski sveučilišni studij građevinarstva**

**Osnove betonskih konstrukcija**

**Osnove čeličnih konstrukcija**

**Elvis Žigant**

**JMBAG: 0114030021**

**Dimensioniranje i utrošak materijala za armiranobetonsku i čeličnu građevinu**

**Završni rad**

**Rijeka, rujan 2020.**

Naziv studija: **Sveučilišni preddiplomski studij Građevinarstvo**  
Znanstveno područje: Tehničke znanosti  
Znanstveno polje: Građevinarstvo  
Znanstvena grana: Nosive konstrukcije

Tema završnog rada

**DIMENZIONIRANJE I UTROŠAK MATERIJALA ZA ARMIRANOBETONSKU  
I ČELIČNU GRAĐEVINU  
DESIGN AND MATERIAL CONSUMPTION FOR REINFORCED  
CONCRETE AND STEEL BUILDING**

Kandidat: **ELVIS ŽIGANT**  
Kolegij: **OSNOVE BETONSKIH KONSTRUKCIJA**  
Završni rad broj: **20-P-28**

**Zadatak:**

Kandidat treba provesti proračun i dimenzioniranje te izraditi potrebne nacрте za dvije varijante projektnog rješenja konstrukcije skladišne zgrade, to jest za slučaj da je konstrukcija zgrade armiranobetonska i za slučaj da je konstrukcija zgrade čelična. Za obje varijante projektnog rješenja kandidat treba izraditi troškovnik izvedbe konstrukcije i usporediti cijene armiranobetonske i čelične konstrukcije. Zgrada se sastoji od prizemlja i kata. Tlocrtnе osne dimenzije zgrade su 21,6 x 9,4 metara. Osna visina zgrade je 6,4 metara. Predviđeno uporabno opterećenje je 7 kN/m<sup>2</sup>. Zgrada ima jedno stubište. Lokaciju građevine treba odabrati kandidat. Svojstva materijala treba odabrati kandidat u ovisnosti o zahtjevima nosivosti i trajnosti konstrukcije.

Rad treba sadržavati: tehnički opis, proračune i dimenzioniranje, nacрте konstrukcije, zaključak i popis literature.

**Tema rada je uručena:** 24. veljače 2020.

Komentorica:  
doc. dr. sc. Paulina Krolo,  
dipl. ing. građ.

Mentor:  
prof. dr. sc. Davor Grandić,  
dipl. ing. građ.

## **IZJAVA**

Završni rad izradio sam samostalno, u suradnji s mentorom i komentoricom i uz poštivanje pozitivnih građevinskih propisa i znanstvenih dostignuća iz područja građevinarstva. Građevinski fakultet u Rijeci je nositelj prava intelektualnog vlasništva u odnosu na ovaj rad.



**Elvis Žigant**

**U Rijeci, 9.rujna 2020.**

## **ZAHVALA**

*Zahvaljujem se mentoru prof.dr.sc. Davoru Grandiću dipl.ing građ. i komentorici doc.dr.sc. Paulini Krolo dipl.ing.građ. na pomoći pri izradi ovog završnog rada.*

## **SAŽETAK:**

Cilj ovog završnog rada je proračunati dvije jednokatne građevine koje su napravljene u armiranobetonskoj i čeličnoj izvedbi te usporediti utrošak i cijenu materijala. Provedena je analiza djelovanja snijega (HRN EN 1991-1-3), pojednostavljena analiza djelovanja vjetara (HRN EN 1991-1-4) te analize stalnog opterećenja za obije konstrukcije (HRN EN 1991-1) . Za karakteristične okvire provedeni su statički proračuni u programskim paketima *STAAD.Pro* (armiranobetonski okvir) i *Robot Structural Analysis* (čelični okvir). Dimenzioniranja konstrukcijskih elemenata su provedena prema europskim normama (EC 2 i EC 3) i nacionalnim dodacima za Republiku Hrvatsku. U radu su prikazani nacrti planova oplata i presjeka za armiranobetonsku građevinu i uzdužna i poprečna dispozicija kao i detalji dvaju priključka za čeličnu građevinu.

## **KLJUČNE RIJEČI:**

Armiranobetonska konstrukcija, čelična konstrukcija, okvir, dimenzioniranje, usporedba cijena.

**ABSTRACT:**

The aim of this final paper is to calculate two single-storey buildings made of reinforced concrete and steel and compare the consumption and price of materials. An analysis of snow load (HRN EN 1991-1-3), a simplified analysis of wind load (HRN EN 1991-1-4) and analysis for the own weight for both structures (HRN EN 1991-1) were performed. For the characteristic frames, a static calculations were performed in the software packages *STAAD.Pro* (reinforced concrete frame) and *Robot Structural Analysis* (steel frame). Dimensioning of structure elements was carried out according to European standards (EC-2 and EC-3) and National Annexes for the Republic of Croatia. The paper presents the formwork plan and cross-section plans for the reinforced-concrete structure and the longitudinal and transverse disposition, as well as the details of the two connections for the steel structure.

**KEYWORDS:**

Reinforced concrete construction, steel construction, frame, design, price comparison.



## POPIS SLIKA

Slika 1: Tlocrt prizemlja AB građevine.....	3
Slika 2 :Tlocrt kata AB građevine .....	3
Slika 3:Uzdužni i poprečni pogled AB građevine .....	3
Slika 4:Tlocrt prizemlja čelične građevine .....	4
Slika 5:Tlocrt kata čelične građevine .....	4
Slika 6:Uzdužni i poprečni pogled čelične građevine .....	4
Slika 7:Smjer vjetra .....	6
Slika 8:Shema pozicija iznad kata .....	7
Slika 9:Slojevi ploče pozicije 200 .....	7
Slika 10:Statička visina presjeka 201 i 201 .....	9
Slika 11:Opterećenje na ploči 201 .....	10
Slika 12:Opterećenje na ploči 202.....	11
Slika 13:Statička visina presjeka kod ležajeva 201-202 i 202-202 .....	12
Slika 14:Shema pozicija iznad prizemlja.....	15
Slika 15:Slojevi ploče pozicije 100 .....	15
Slika 16:Statička visina presjeka za polja 101 i102 .....	16
Slika 17:Pozicija 101 .....	17
Slika 18:Pozicija 102.....	19
Slika 19:Shema pozicija oslonaca .....	20
Slika 20:Shema opterećenja okvira .....	24
Slika 21:Skica grede 203 .....	24
Slika 22:Skica grede 206 .....	25
Slika 23:Skica grede 208 .....	25
Slika 24:Skica grede 106 .....	26
Slika 25:Skica parapetnog zida .....	26
Slika 26:Skica grede 109 .....	27
Slika 27:Dijagram momenata savijanja greda .....	29
Slika 28:Dijagram momenata savijanja greda .....	29
Slika 29:Dijagram momenata savijanja greda .....	30
Slika 30:Dijagram momenata savijanja greda .....	30

Slika 31:Dijagram momenata savijanja grede .....	31
Slika 32:Anvelopa .....	31
Slika 33:Dijagram poprečnih sila grede .....	32
Slika 34:Dijagram poprečnih sila grede .....	32
Slika 35:Dijagram poprečnih sila grede .....	33
Slika 36:Dijagram poprečnih sila grede .....	33
Slika 37:Dijagram momenata savijanja stupova .....	34
Slika 38:Dijagram momenata savijanja stupova .....	34
Slika 39:Dijagram momenata savijanja stupova .....	35
Slika 40:Dijagram momenata savijanja stupova .....	35
Slika 41:Dijagram uzdužnih sila stupova .....	36
Slika 42:Dijagram uzdužnih sila stupova .....	36
Slika 43:Dijagram uzdužnih sila stupova .....	37
Slika 44:Dijagram uzdužnih sila stupova .....	37
Slika 45:Skica grede 211 .....	38
Slika 46:Zaštitni sloj betona u polju grede 211 .....	38
Slika 47:Sudjelujuća širina T-presjeka .....	39
Slika 48:Zaštitni sloj betona iznad oslonaca grede 211 .....	41
Slika 49:Skica grede 114 .....	46
Slika 50:Statička visina u polju grede 114 .....	46
Slika 51:Statička visina presjeka na osloncima grede 114 .....	48
Slika 52:Reakcije oslonaca ploče iznad kata .....	53
Slika 53:Skica ploče s minimalnim armaturama .....	54
Slika 54:Skica stupa III/200 .....	55
Slika 55:Skica stupa IV/200 .....	57
Slika 56:Skica stupa III/100 .....	58
Slika 57:Skica stupa IV/100 .....	60
Slika 58:Dijagram poprečnih sila sekundarnog nosača .....	69
Slika 59:Dijagram uzdužnih sila .....	72
Slika 60:Dijagram poprečnih sila .....	72
Slika 61:Dijagram momenata savijanja .....	73

Slika 62:Poprečni presjek stupa,HEB 180.....	74
Slika 63:Poprečni presjek nosača,HEB 160 .....	83
Slika 64:Prikaz segmenta 1 na momentnom dijagramu .....	88
Slika 65:Prikaz segmenta 2 na momentnom dijagramu .....	89
Slika 66:Priljučak glavnog stupa i temelja .....	91
Slika 67:Priljučak stupa i nosača .....	94
Slika 68:Raspodijela reznih sila na vijke.....	95
Slika 69:Prikaz otklona stupova i progiba nosača .....	99

## POPIS TABLICA

Tablica 1:Karakteristične vrijednosti proračunskog opterećenja snijegom na tlu.....	5
Tablica 2:Troškovnik AB građevine .....	68
Tablica 3:Opterećenja na okvir.....	70
Tablica 4:Kombinacije djelovanja za GSN .....	70
Tablica 5:Kombinacije djelovanja za GSU .....	71
Tablica 6 : Troškovnik čelične građevine.....	102

# Sadržaj

1. Tehnički opis.....	1
1.1 Armiranobetonska građevina .....	1
1.2 Čelična građevina.....	2
2. Grafički prikaz konstrukcije.....	3
2.1 Armiranobetonska građevina .....	3
2.2 Čelična građevina.....	4
3. Analiza djelovanja.....	5
4. Proračun konstrukcije .....	7
4.1 AB građevina .....	7
4.1.1. Proračun ploče iznad kata ( POZ 200 ) .....	7
4.1.2. Proračun ploče iznad prizemlja ( POZ 100 ).....	15
4.1.3. Shema opterećenja .....	24
4.1.4. Greda 211-211 .....	38
4.1.5. Greda 114-114 .....	46
4.1.6. Dimenzioniranje stupova .....	55
4.1.7. Troškovnik .....	65
4.2.1. Analiza opterećenja .....	69
4.2.2. Kombinacije djelovanja i dijagrami reznih sila.....	70
4.2.3. Dimenzioniranje stupa .....	74
4.2.4. Dimenzioniranje nosača.....	83
4.2.5. Proračun spoja stup-temelj (detalj A).....	91
4.2.6. Proračun spoja stup-nosač (detalj B) .....	94
4.2.6. Provjera progiba (GSU) .....	99
4.2.7. Troškovnik .....	101
5. Usporedba utroška materijala, cijene i zaključak.....	103
6. Literatura.....	104
7. Nacrti.....	105
7.1. Plan oplata iznad prizemlja; (list 1).....	105
7.2. Plan oplata iznad kata; (list 2).....	105
7.3. Presjek A-A; (list 3).....	105
7.4. Nacrt armature grede 211 ; (list 4) .....	105
7.5. Nacrt armature grede 114 i iskaz armature za grede 114 i 211; (list 5).....	105

<b>7.6. Nacrt armature stupova i iskaz armature stupova; (list 6)</b> .....	105
<b>7.7. Tlocrt čelične građevine, presjek A-A, presjek B-B; (list 7)</b> .....	105
<b>7.8. Detalj A; (list 8)</b> .....	105
<b>7.9. Detalj B; (list 9)</b> .....	105

## **1. Tehnički opis**

Predviđa se gradnja zgrade, skladišne namjene u Fužinama pri nadmorskoj visini od 100 m n.m.. Zgrada se sastoji od prizemlja i kata. Tlocrtna osna dimenzija zgrade su 21,6x9,4 m. Osnovna visina zgrade je 6,4 metra. Predviđeno uporabno opterećenje je 7 kN/m<sup>2</sup>. Zgrada ima jedno stubište smješteno uz poprečni vanjski okvir, odnosno bočni zid pročelja.

### **1.1 Armiranobetonska građevina**

Nosiva konstrukcija je monolitna armiranobetonska konstrukcija. Koristit će se isključivo beton C 30/37 i čelik za armiranje B500B. Strop iznad kata izvodi se kao puna armiranobetonska kontinuirana ploča debljine 10 cm, oslonjena na poprečne i uzdužne grede. Stropnu konstrukciju iznad prizemlja čine pune armiranobetonske ploče nosive u dva smjera debljine 16 cm koje su oslonjene na poprečne i uzdužne armiranobetonske grede. Armiranobetonske stropne ploče imaju i ulogu horizontalnog uključanja jer prenose horizontalna opterećenja od vjetra i potresa na vertikalno uključanje (okvire i zidove).

Poprečni okviri sastoje se od stupova dimenzija 30x30, 30x40, 40x40 cm povezani gredama 30x50 na prizemlju i 30x40 na katu.

U uzdužnom smjeru zgradu ukružuju primajući na sebe horizontalne sile armiranobetonski zidovi. Konstrukcija zgrade se u uzdužnom smjeru, zbog armiranobetonskih zidova, smatra horizontalno nepomičnom, a poprečni okviri se u proračunu tretiraju kao ravninski.

Poprečni okviri na prizemlju i na katu su dvopoljni, tj. imaju po tri stupa na osnovnom razmaku 4,7 metara.

Međusobni osni razmak okvira je 4,7 metara. U smjeru uzdužnih greda konstrukcija je horizontalno nepomična pa se grede proračunavaju kao kontinuirane grede opterećene vertikalnim opterećenjem.

Stupovi prizemlja upeti su u armiranobetonske temelje zgrade.

Konstrukcija se temeljima samcima. Dimenzija temelja ispod stupova je 200x200x75cm. Temelji samci međusobno su povezani armiranobetonskim temeljnim gredama poprečnog presjeka 30x30 cm. Dopustivo kontaktno naprezanje između temelja i tla određeno po kriteriju sloma, a kao i prihvatljivih veličina slijeganja iznosi 200 kN/m. Dubina temeljenja je 100 centimetra od razine postojećih terena. Ispod temelja izvodi se sloj podložnog betona debljine 5 cm na zbijenu podlogu.

Statički proračun proveden je za sva vertikalna i horizontalna djelovanja uz pridržavanje odgovarajućih normi.

## **1.2 Čelična građevina**

Nosiva konstrukcija je čelični okvir koji se sastoji od nosača i stupova. Ploča je riješena kao spregnuta ploča s Holorib limom 150/51/0,8 i betonom C25/30. Za sekundarne nosače odabran je čelični profil IPE 140 duljine 5,24 m koji se oslanja na glavne nosače. Za glavne stupove konstrukcije odabrani su čelični profili HEB 180 S235 visine 6,61 m. Stupovi su zglobovno povezani sa temeljima samcima. Spoj stupa i temelja samca izveden je vijcima M20, k.v.5.6 sa zavarenom čeonom pločom dimenzija 380x280x20 mm debljine vara 7 mm. Za glavne nosače okvira odabrani su čelični profili HEB 160 S450 duljine 4,52 m. Nosač je upeto povezan sa stupovima čeonom pločom 260x180x20 mm i vijcima M20,k.v. 5.6.

Primijenjeni propisi:

EN 1991-1-1 Vlastita težina građevine

EN 1991-1-3 Djelovanje snijega na konstrukciju

EN 1991-1-4 Djelovanje vjetra na konstrukciju

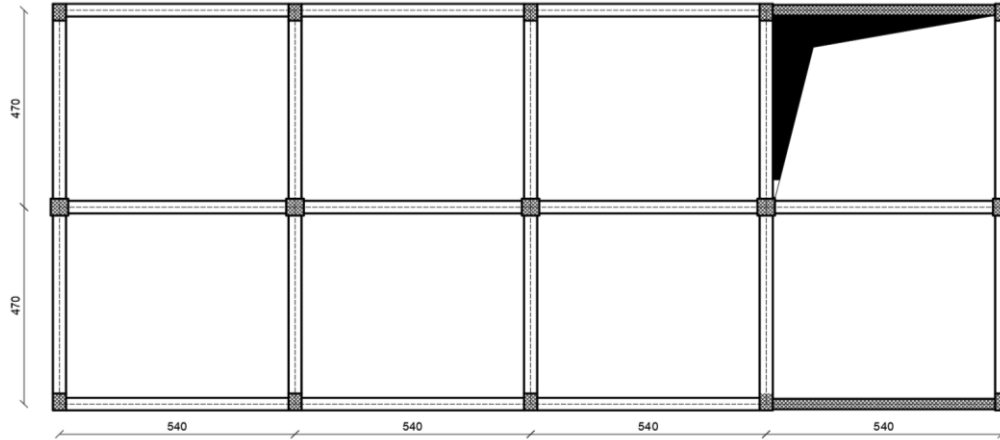
EN 1993-1-1 Dimenzioniranje čeličnih konstrukcija, opća pravila

EN 1993-1-8 Dimenzioniranje čeličnih spojeva

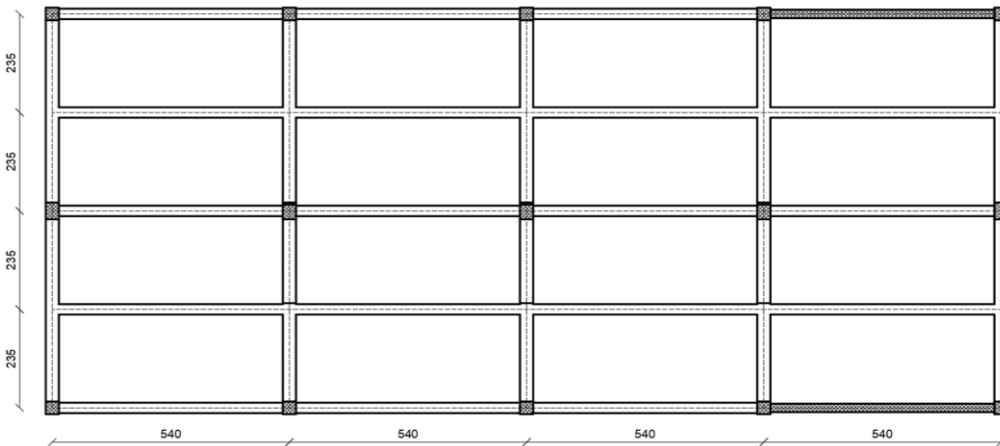


## 2. Grafički prikaz konstrukcije

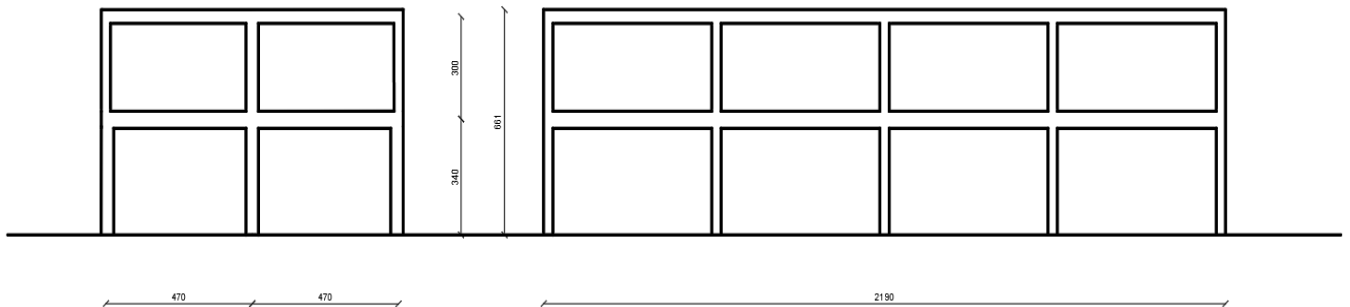
### 2.1 Armiranobetonska građevina



Slika 1: Tlocrt prizemlja AB građevine

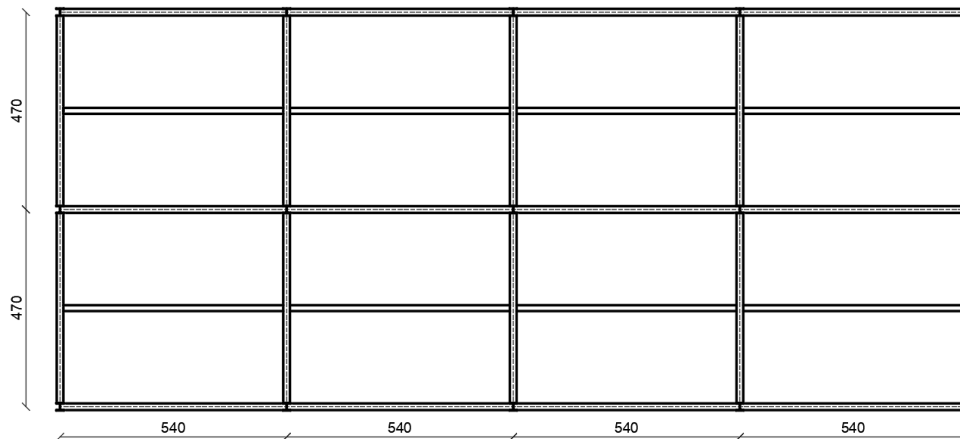


Slika 2 :Tlocrt kata AB građevine

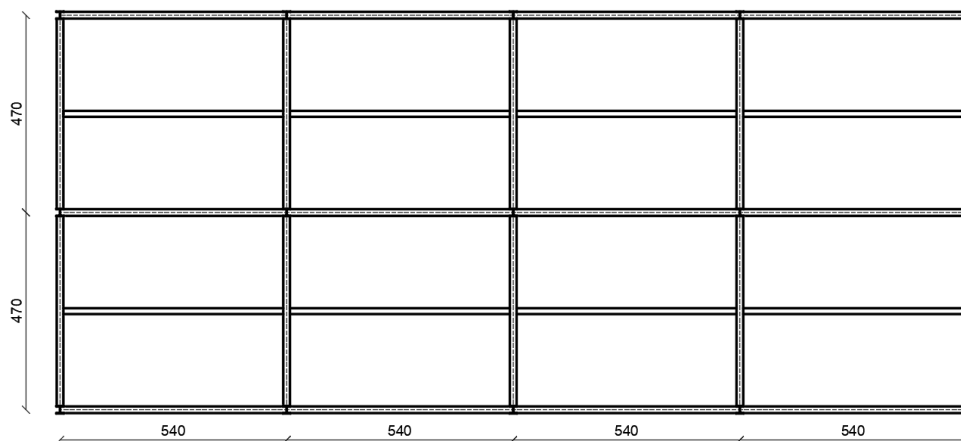


Slika 3:Uzdužni i poprečni pogled AB građevine

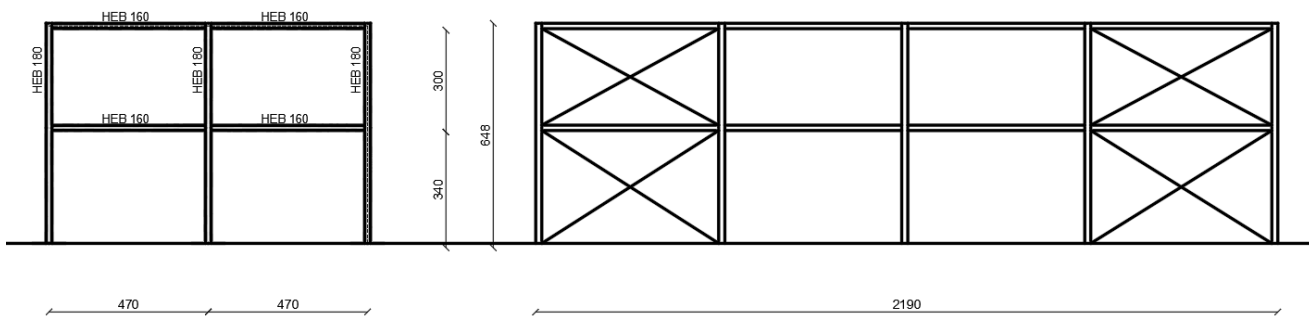
## 2.2 Čelična građevina



Slika 4: Tlocrt prizemlja čelične građevine



Slika 5: Tlocrt kata čelične građevine



Slika 6: Uzdužni i poprečni pogled čelične građevine

### 3. Analiza djelovanja

#### Proračunska čvrstoća betona (C30/37)

$$f_{cd} = \alpha_{cc} * \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1 * \frac{30}{1,5} = 2,00 \text{ kN/cm}^2$$

#### Proračunska čvrstoća čelika (B500B)

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 43,48 \text{ kN/cm}^2$$

#### Promjenjivo opterećenje (snijeg)

$\mu_i = 0,8$  (Koeff. oblika opterećenja snijegom za ravni krov,  $\alpha=0^\circ$ )

$C_e = 1,0$  (Koeff. izloženosti)

$C_t = 1,0$  (Toplinski koeff.)

Nadmorska visina do [m]	1. područje – priobalje i otoci [kN/m <sup>2</sup> ]	2. područje – zaleđe Dalmacije, Primorja i Istre [kN/m <sup>2</sup> ]	3. područje – kontinentalna Hrvatska [kN/m <sup>2</sup> ]	4. područje – gorska Hrvatska [kN/m <sup>2</sup> ]
100	0,50	0,75	1,00	1,25
200	0,50	0,75	1,25	1,50
300	0,50	0,75	1,50	1,75
400	0,50	1,00	1,75	2,00
500	0,50	1,25	2,00	2,50
600	0,50	1,50	2,25	3,00
700	0,50	2,00	2,50	3,50
800	0,50	2,50	2,75	4,00
900	1,00	3,00	3,00	4,50
1000	2,00	4,00	3,50	5,00
1100	3,00	5,00	4,00	5,50
1200	4,00	6,00	4,50	6,00
1300	5,00	7,00		7,00
1400	6,00	8,00		8,00
1500		9,00		9,00
1600		10,00		10,00
1700		11,00		11,00
1800		12,00		

Tablica 1: Karakteristične vrijednosti proračunskog opterećenja snijegom na tlu

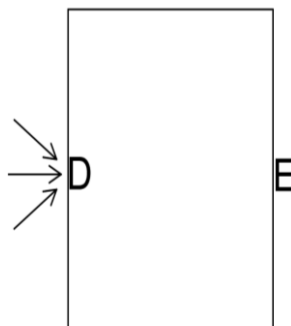
$S_{k(IV./100)} = 1,25$  (Karakteristična vrijednost opterećenja na tlo)

$$S = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_{k(IV./100)} = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 = 1,00 \text{ kN/m}$$


---

### Opterećenje vjetrom

Zadano vjetrovno područje II, nadmorska visina 100m



Slika 7:Smjer vjetra

$$C_{pe}^D = 0,8 ; C_{pe}^E = -0,5$$

$$\sum c_{pe} = 1,3$$

$$q_b = \frac{1}{2} * \varphi * v_b^2 = \frac{1}{2} * 1,25 * 35^2 = 0,766 \text{ kN/m}^2$$

$$v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0} = 1 * 1 * 35 = 35 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{b(ze)} = c_e * q_b = 2,0 * 0,766 = 1,53 \text{ kN/m}^2$$

$$\sum we = q_{b(ze)} * \sum c_{pe} = 1,53 * 1,3 = 1,99 \text{ kN/m}^2$$

n-broj okvira

A-površina zida

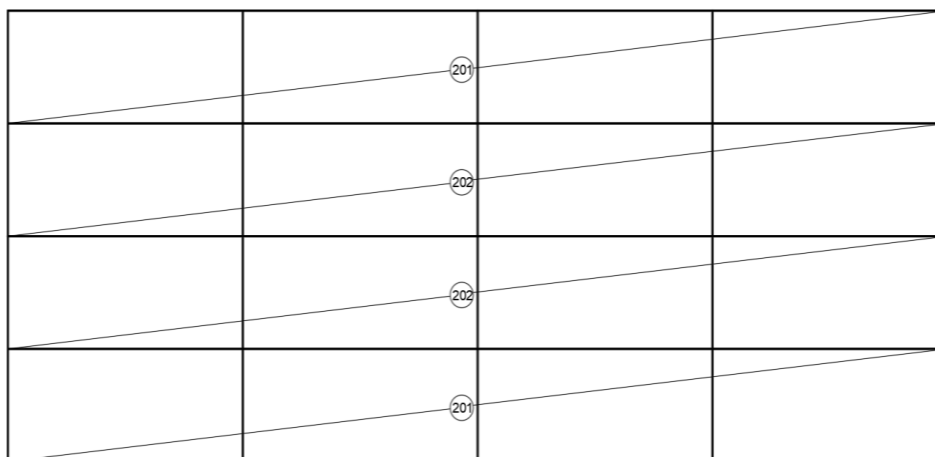
$$w_1 = \frac{1}{n} * A * \sum we = \frac{1}{5} * \left( 21,6 * \frac{3}{2} \right) * 1,99 = 12,90 \text{ kN}$$

$$w_2 = \frac{1}{n} * A * \sum we = \frac{1}{5} * \left( 21,6 * \frac{6,4}{2} \right) * 1,99 = 27,51 \text{ kN}$$

## 4. Proračun konstrukcije

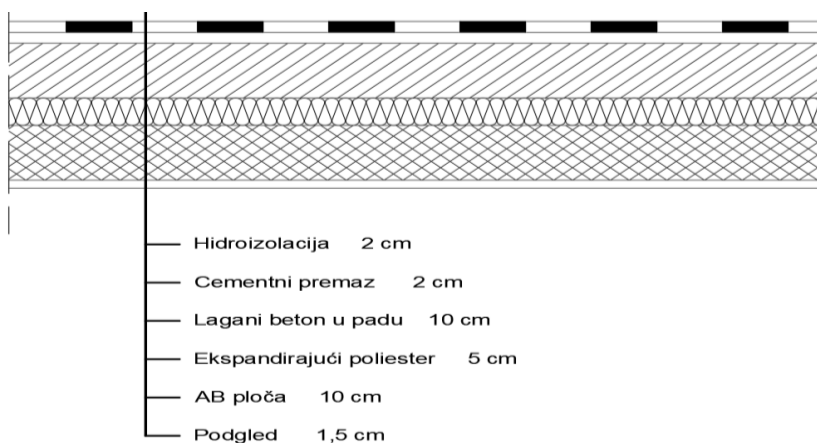
### 4.1 AB građevina

#### 4.1.1. Proračun ploče iznad kata ( POZ 200 )



Slika 8: Shema pozicija iznad kata

### Analiza opterećenja



Slika 9: Slojevi ploče pozicije 200

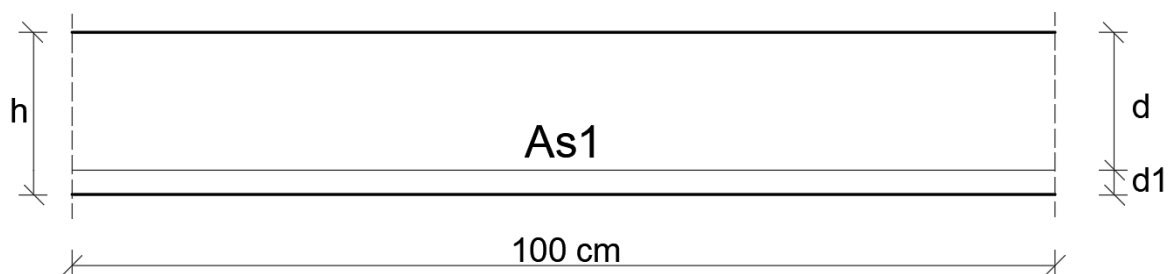
### **Stalno opterećenje**

-Hidroizolacija	0,5 kN/m <sup>2</sup>
-Cem. premaz	0,02·23 = 0,46 kN/m <sup>2</sup>
-Lagani beton u padu	0,1·20 = 2,00 kN/m <sup>2</sup>
-Ekspandirajući poliester	0,05·0,25 = 0,01 kN/m <sup>2</sup>
-AB ploča	0,1·25 = 2,5 kN/m <sup>2</sup>
-Podgled	0,015·18 = 0,27 kN/m <sup>2</sup>
<hr/>	
Ukupno stalno opterećenje [g]	g= 5,74 kN/m <sup>2</sup>

### **Promjenjivo opterećenje (snijeg)**

Ukupno promjenjivo opterećenje [q]	q= 1,00 kN/m <sup>2</sup>
------------------------------------	---------------------------

## Ploča 201 i 202



Slika 10: Statička visina presjeka 201 i 201

- Razred izloženosti – XC1 (Suho ili trajno vlažno)
- Vijek trajanja građevine – 50 godina
- Pločasti elementi
- Razred konstrukcije – S2

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{nom} = 10 + 10 = 20 \text{ mm}$$

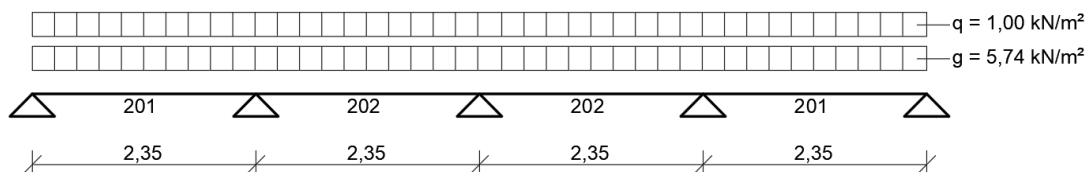
$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{min} = \max \begin{cases} c_{min,b} \\ c_{min,dur} \\ 10 \text{ mm} \end{cases} = \max \begin{cases} 10 \text{ mm} \\ 10 \text{ mm} \\ 10 \text{ mm} \end{cases} = 10 \text{ mm}$$

$$d_1 = c_{nom} + \frac{\phi}{2} = 2 + \frac{1,0}{2} = 2,5 \text{ cm}$$

$$d = h - d_1 = 10 + 3,5 = 7,5 \text{ cm}$$

## Ploča 201



Slika 11: Opterećenje na ploči 201

$$M_g = 0,077 * g * \left(\frac{l_1}{2}\right)^2 = 0,077 * 5,74 * \left(\frac{4,7}{2}\right)^2 = 2,44 \text{ kNm/m'}$$

$$M_q = 0,077 * q * \left(\frac{l_1}{2}\right)^2 = 0,077 * 1,00 * \left(\frac{4,7}{2}\right)^2 = 0,425 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{Ed} = \gamma_G * M_g + \gamma_Q * M_q = 1,35 * 2,44 + 1,5 * 0,425 = 3,93 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{Ed,s} = \frac{M_{Eds}}{b * d^2 * f_{cd}} = \frac{393}{100 * 7,5^2 * 2} = 0,035$$

$$\xi = 0,049 \quad \zeta = 0,979$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Eds}}{\zeta * d * f_{yd}} = \frac{393}{0,979 * 7,5 * 43,48} = 1,23 \text{ cm}^2/\text{m'}$$

Proračun minimalne armature

$$A_{s1,min} = 0,26 * \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} * b * d \geq 0,0013 * b * d$$

$$0,26 * \frac{2,9}{500} * 100 * 7,5 \geq 0,0013 * 100 * 7,5$$

$$1,13 > 0,98$$

$$A_{s1} > A_{s1,min}$$

Odabire se :  $\phi 6/15 \text{ cm}$  ( $1,89 \text{ cm}^2/\text{m'}$ )



Razdjelna armature

$$A_{st} = 0,2 * A_{s1} = 0,2 * 1,89 = 0,378 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{st,min} = 0,00075 * b * h = 0,00075 * 100 * 10 = 0,75 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{st,min} > A_{st}$$

Odabire se :  $\phi 6/30 \text{ cm}$  ( $0,93 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

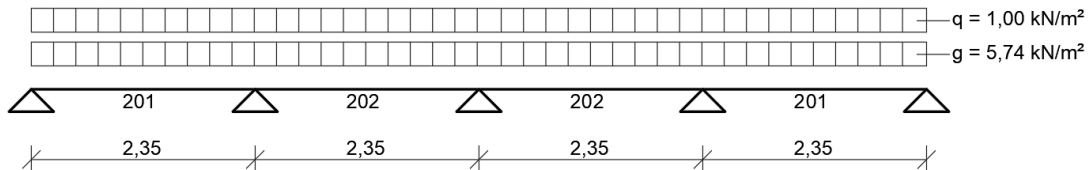
Najveći razmaci armature prema HRN-EN 1992-1-1

$$\text{Glavna armatura} = \min \left\{ \begin{array}{l} 1,5 * h = 1,5 * 100 = 150 \text{ mm} \\ 250 \text{ mm} \end{array} \right. = 15 \text{ cm}$$

$$\text{Razdjelna armatura} = \min \left\{ \begin{array}{l} 3 * h = 3 * 100 = 300 \text{ mm} \\ 400 \text{ mm} \end{array} \right. = 30 \text{ cm}$$

Odabrani razmaci zadovoljavaju uvjete prema EC2

## Ploča 202



Slika 12: Opterećenje na ploči 202

$$M_g = 0,037 * g * \left(\frac{l_1}{2}\right)^2 = 0,037 * 5,74 * \left(\frac{4,7}{2}\right)^2 = 1,17 \text{ kNm/m}'$$

$$M_g = 0,037 * q * \left(\frac{l_1}{2}\right)^2 = 0,037 * 1,00 * \left(\frac{4,7}{2}\right)^2 = 0,20 \text{ kNm/m}'$$

$$M_{Ed} = \gamma_G * M_g + \gamma_Q * M_q = 1,35 * 1,17 + 1,5 * 0,20 = 1,88 \text{ kNm/m}'$$

$$\mu_{Ed,s} = \frac{M_{Eds}}{b * d^2 * f_{cd}} = \frac{188}{100 * 7,5^2 * 2} = 0,017$$

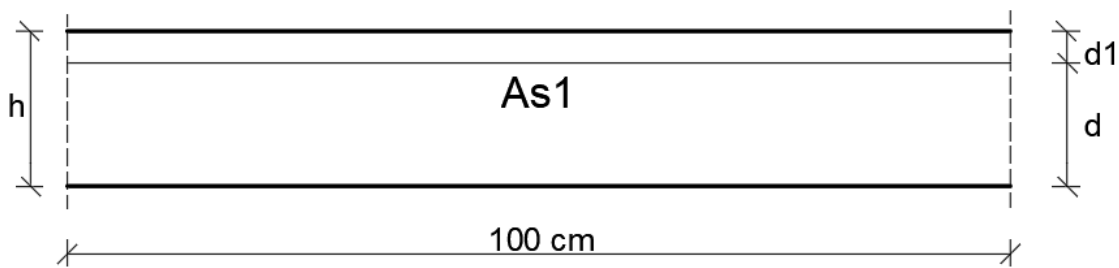
$$\xi = 0,025 \quad \zeta = 0,990$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Eds}}{\zeta * d * f_{yd}} = \frac{188}{0,990 * 7,5 * 43,48} = 0,58 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s1} < A_{s1,min}$$

Odabire se :  $\phi 6/15 \text{ cm}$  ( $1,89 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

**Ležajevi 201-202 i 202-202**



Slika 13: Statička visina presjeka kod ležajeva 201-202 i 202-202

- Razred izloženosti – XC2(vlažno, rijetko suho )
- Vijek trajanja građevine – 50 godina
- Pločasti elementi
- Razred konstrukcije – S3

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{nom} = 20 + 10 = 30 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{min} = \max \begin{cases} c_{min,b} \\ c_{min,dur} \\ 10 \text{ mm} \end{cases} = \max \begin{cases} 10 \text{ mm} \\ 20 \text{ mm} \\ 10 \text{ mm} \end{cases} = 20 \text{ mm}$$

$$d_1 = c_{nom} + \frac{\phi}{2} = 30 + \frac{10}{2} = 35 \text{ mm}$$

$$d = h - d_1 = 10 + 3,5 = 6,5 \text{ cm}$$

### Ležaj 201-202

$$M_g = -0,107 * g * \left(\frac{l_1}{2}\right)^2 = -0,107 * 5,74 * \left(\frac{4,7}{2}\right)^2 = -3,39 \text{ kNm/m'}$$

$$M_q = -0,107 * q * \left(\frac{l_1}{2}\right)^2 = -0,107 * 1,00 * \left(\frac{4,7}{2}\right)^2 = -0,59 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{Ed} = \gamma_G * M_g + \gamma_Q * M_q = 1,35 * (-3,39) + 1,5 * (-0,59) = -5,46 \text{ kNm/m'}$$

$$q' = \gamma_G * g + \gamma_Q * q = 1,35 * 5,74 + 1,5 * 1 = 9,25 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{Ed} = 1,143 * q' * \left(\frac{l_1}{2}\right) = 1,143 * 9,25 * \left(\frac{4,7}{2}\right) = 24,84 \text{ kN/m'}$$

$$\Delta M_{Ed} = \frac{F_{Ed} * b_{sup}}{4} = \frac{24,84 * 0,25}{4} = 1,55 \text{ kNm/m'}$$

-Reducirani moment

$$M_{Ed}' = M_{Ed} - \Delta M_{Ed} = -5,46 + 1,55 = -3,91 \text{ kNm/m'}$$

$$|M_{Ed}'| \geq 0,65 * \frac{q' * \left(\frac{l_1}{2}\right)^2}{8} = 0,65 * \frac{9,25 * \left(\frac{4,7}{2}\right)^2}{8} = 4,15 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{Ed}' = 4,15 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{Ed,s} = \frac{M_{Eds}}{b * d^2 * f_{cd}} = \frac{415}{100 * 6,5^2 * 2} = 0,049$$

$$\xi = 0,063$$

$$\zeta = 0,974$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Eds}}{\zeta * d * f_{yd}} = \frac{415}{0,974 * 6,5 * 43,48} = 1,51 \text{ cm}^2/\text{m'}$$

Odabire se :  $\phi 6/15 \text{ cm}$  ( $1,89 \text{ cm}^2/\text{m'}$ )

## Ležaj 202-202

$$M_g = -0,071 * g * \left(\frac{l_1}{2}\right)^2 = -0,071 * 5,74 * \left(\frac{4,7}{2}\right)^2 = -2,25 \text{ kNm/m'}$$

$$M_q = -0,071 * q * \left(\frac{l_1}{2}\right)^2 = -0,071 * 1,00 * \left(\frac{4,7}{2}\right)^2 = -0,39 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{Ed} = \gamma_G * M_g + \gamma_Q * M_q = 1,35 * (-2,25) + 1,5 * (-0,39) = -3,62 \text{ kNm/m'}$$

$$F_{Ed} = 0,929 * q' * \left(\frac{l_1}{2}\right) = 0,929 * 9,25 * \left(\frac{4,7}{2}\right) = 20,19 \text{ kN/m'}$$

$$\Delta M_{Ed} = \frac{F_{Ed} * b_{sup}}{4} = \frac{20,19 * 0,25}{4} = 1,26 \text{ kNm/m'}$$

-Reducirani moment

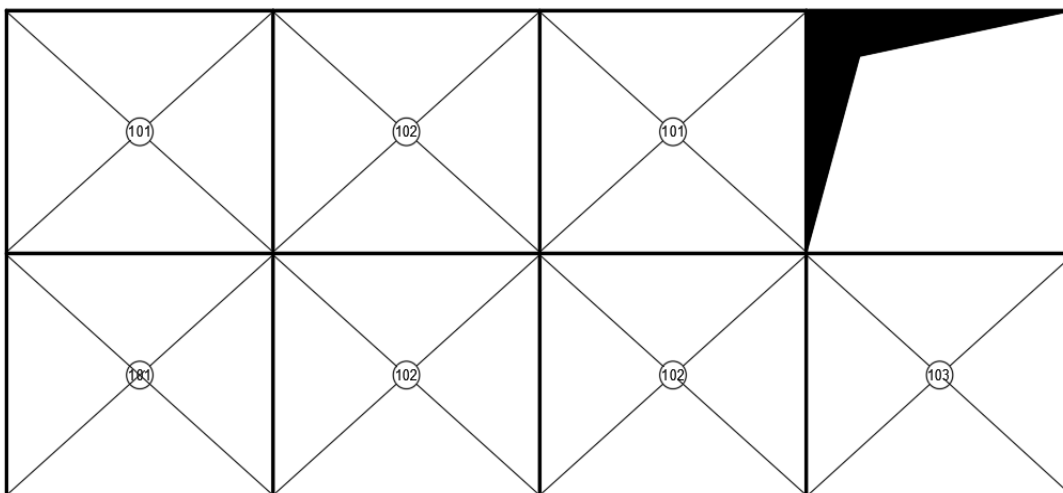
$$M_{Ed}' = M_{Ed} - \Delta M_{Ed} = -3,62 + 1,26 = -2,36 \text{ kNm/m'}$$

$$|M_{Ed}'| \geq 0,65 * \frac{q' * \left(\frac{l_1}{2}\right)^2}{8} = 0,65 * \frac{9,25 * \left(\frac{4,7}{2}\right)^2}{8} = 4,15 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{Ed}' = -4,15 \text{ kNm/m'}$$

Odabire se :  $\phi 6/15 \text{ cm}$  ( $1,89 \text{ cm}^2/\text{m'}$ )

#### 4.1.2. Proračun ploče iznad prizemlja ( POZ 100 )



Slika 14: Shema pozicija iznad prizemlja

#### Analiza opterećenja



Slika 15: Slojevi ploče pozicije 100

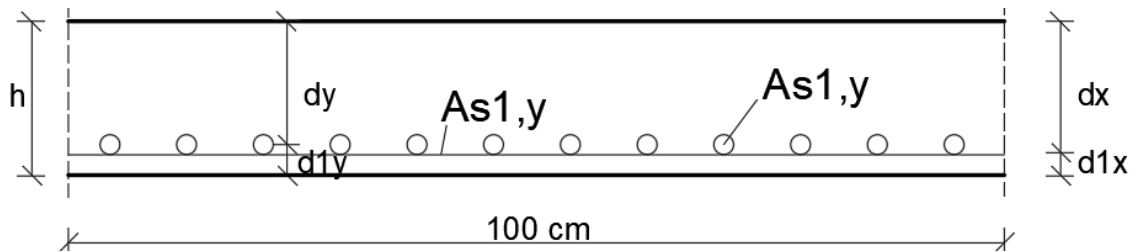
-Cem. glazura	$0,02 \cdot 24 = 0,48 \text{ kN/m}^2$
-AB ploča	$0,16 \cdot 25 = 4,00 \text{ kN/m}^2$
-Podgled	$0,015 \cdot 18 = 0,27 \text{ kN/m}^2$
<hr/>	
Ukupno stalno opterećenje [g]	$g = 4,75 \text{ kN/m}^2$
Ukupno promjenjivo opterećenje [q]	$q = 7 \text{ kN/m}^2$

Proračunska opterećenja

$$q_{Ed}' = 1,35 * g + 1,5 * \frac{q}{2} = 1,35 * 4,75 + 1,5 * \frac{7}{2} = 11,66 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{Ed}'' = 1,5 * \frac{q}{2} = 1,5 * \frac{7}{2} = 5,25 \text{ kN/m}^2$$

**Ploče 101 i 102**



Slika 16: Statička visina presjeka za polja 101 i 102

- Razred izloženosti – XC1 (suho ili trajno vlažno)
- Vijek trajanja građevine – 50 godina
- Pločasti elementi
- Razred konstrukcije – S2

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{nom} = 10 + 10 = 20 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{min} = \max \begin{cases} c_{min,b} \\ c_{min,dur} \\ 10 \text{ mm} \end{cases} = \max \begin{cases} 10 \text{ mm} \\ 10 \text{ mm} \\ 10 \text{ mm} \end{cases} = 10 \text{ mm}$$

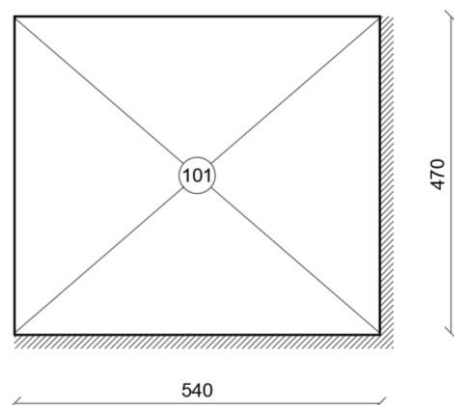
$$d_{1x} = c_{nom} + \frac{\phi}{2} = 20 + \frac{1,0}{2} = 20,5 \text{ cm}$$

$$d_x = h - d_{1x} = 16 + 20,5 = 36,5 \text{ cm}$$

$$d_{1y} = d_{1x} + \phi = 20,5 + 1 = 21,5 \text{ cm}$$

$$d_x = h - d_{1y} = 16 + 3,5 = 12,5 \text{ cm}$$

### Ploča 101



Slika 17: Pozicija 101

### Slučaj 4

$$\lambda = \frac{l_y}{l_x} = \frac{4,7}{5,4} = 0,87 = 0,9$$

$$\varphi_{4x} = 46,58; \varphi_{4y} = 30,56$$

$$\varphi_{1x} = 34,26; \varphi_{1y} = 22,36$$

$$M_{Ed,x} = \left( \frac{q_{ed}'}{\varphi_{4x}} + \frac{q_{ed}''}{\varphi_{1x}} \right) * l_x^2 = \left( \frac{11,66}{46,58} + \frac{5,25}{34,26} \right) * 5,4^2 = 11,77 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{Ed,y} = \left( \frac{q_{ed}'}{\varphi_{4y}} + \frac{q_{ed}''}{\varphi_{1y}} \right) * l_y^2 = \left( \frac{11,66}{30,56} + \frac{5,25}{22,36} \right) * 4,7^2 = 13,62 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{Ed,x} = \frac{M_{Ed,x}}{b * dx^2 * f_{cd}} = \frac{1177}{100 * 13,5^2 * 2} = 0,032$$

$$\xi = 0,49$$

$$\zeta = 0,979$$

$$A_{s1,x} = \frac{M_{Ed,x}}{\zeta * dx * f_{cd}} = \frac{1177}{0,979 * 13,5 * 43,48} = 2,05 \text{ cm}^2/\text{m'}$$

$$A_{s1,min,x} = 0,26 * \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} * b * d \geq 0,0013 * b * d$$

$$0,26 * \frac{2,9}{500} * 100 * 13,5 \geq 0,0013 * 100 * 13,5$$

$$2,04 \geq 1,76$$

$$A_{s1x} > A_{s1,min,x}$$

Odabire se :  $\phi 6/13,5$  ( $2,09 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

$$\mu_{Ed,y} = \frac{M_{Ed,x}}{b * dx^2 * f_{cd}} = \frac{1362}{100 * 12,5^2 * 2} = 0,044$$

$$\xi = 0,055$$

$$\zeta = 0,977$$

$$A_{s1,y} = \frac{M_{Ed,y}}{\zeta * dy * f_{cd}} = \frac{1362}{0,977 * 12,5 * 43,48} = 2,57 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s1,min,y} = 0,26 * \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} * b * d \geq 0,0013 * b * d$$

$$0,26 * \frac{2,9}{500} * 100 * 12,5 \geq 0,0013 * 100 * 12,5$$

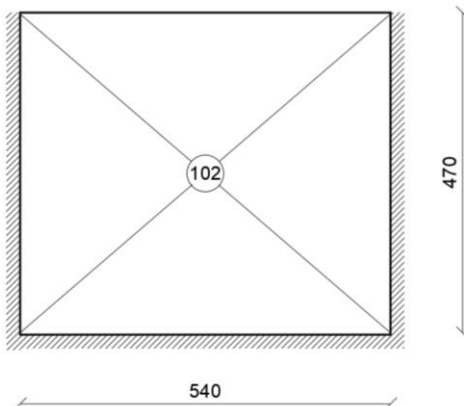
$$1,9 \geq 1,63$$

$$A_{s1y} > A_{s1,min,y}$$

Odabire se :  $\phi 8/19,5$  ( $2,58 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )



## Ploča 102



Slika 18:Pozicija 102

Slučaj 5

$$\Phi_{5x}=52,51; \varphi_{5y}=39,35$$

$$\varphi_{1x}=34,26; \varphi_{1y}=22,36$$

$$M_{Ed,x} = \left( \frac{q_{ed'}}{\varphi_{4x}} + \frac{q_{ed''}}{\varphi_{1x}} \right) * l_x^2 = \left( \frac{11,66}{52,51} + \frac{5,25}{34,26} \right) * 5,4^2 = 10,94 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{Ed,y} = \left( \frac{q_{ed'}}{\varphi_{4y}} + \frac{q_{ed''}}{\varphi_{1y}} \right) * l_y^2 = \left( \frac{11,66}{39,35} + \frac{5,25}{22,36} \right) * 4,7^2 = 11,73 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{Ed,x} = \frac{M_{Ed,x}}{b * dx^2 * f_{cd}} = \frac{1094}{100 * 13,5^2 * 2} = 0,030$$

$$\xi = 0,037$$

$$\zeta = 0,985$$

$$A_{s1,x} = \frac{M_{Ed,x}}{\zeta * dx * f_{cd}} = \frac{1094}{0,985 * 13,5 * 43,48} = 1,89 \text{ cm}^2/\text{m'}$$

$$A_{s1,x} < A_{s1,min,x}$$

Odabire se :  $\phi 6/13,5$  ( $2,09 \text{ cm}^2/\text{m'}$ )

$$\mu_{Ed,y} = \frac{M_{Ed,y}}{b * dx^2 * f_{cd}} = \frac{1173}{100 * 12,5^2 * 2} = 0,038$$

$$\xi = 0,049$$

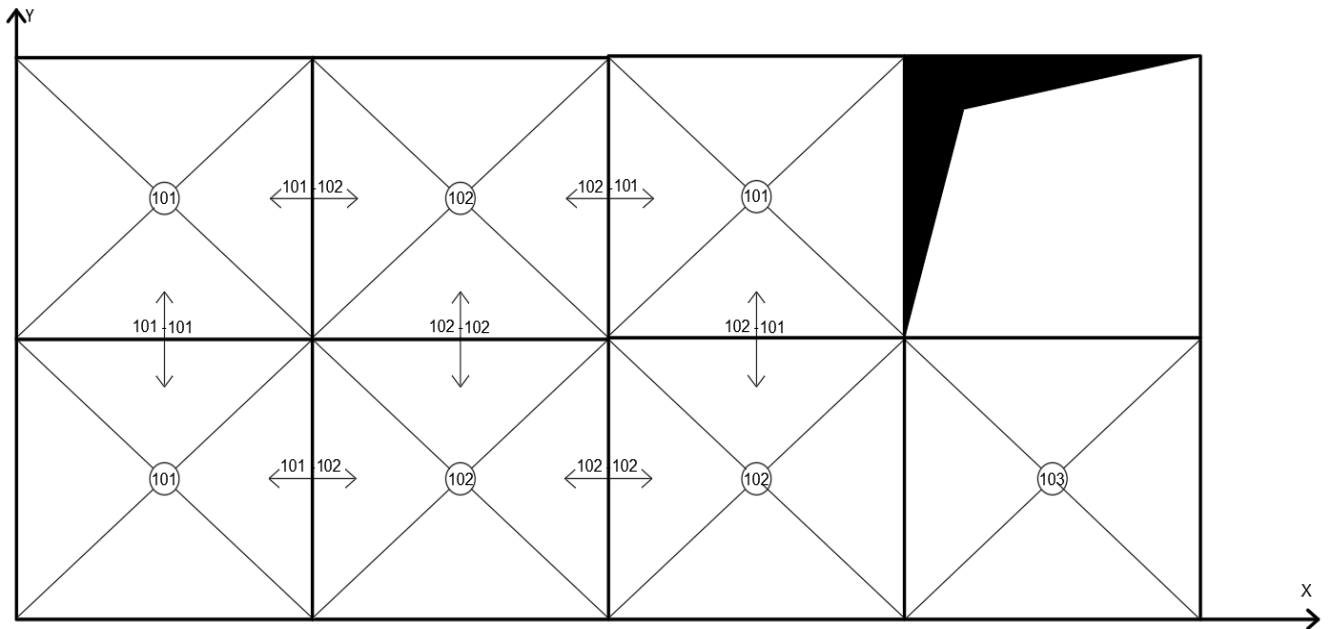
$$\zeta = 0,979$$

$$A_{s1,y} = \frac{M_{Ed,y}}{\zeta * d_y * f_{cd}} = \frac{1173}{0,979 * 12,5 * 43,48} = 2,21 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

$$A_{s1y} > A_{s1,min,y}$$

Odabire se :  $\phi 6/12,5$  ( $2,26 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

### Oslonci



Slika 19: Shema pozicija oslonaca

### Oslonac 101-102 (x-smjer)

$$\kappa_{4x}^{(101)}=0,3430$$

$$\kappa_{5x}^{(102)}=0,5108$$

$$q_{Ed,x}^{(101)} = \kappa_{4x}^{(101)} * (1,35 * g + 1,5 * q) = 0,343 * (1,35 * 4,75 + 1,5 * 7) = 5,8 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{Ed,x}^{(102)} = \kappa_{5x}^{(102)} * (1,35 * g + 1,5 * q) = 0,5108(1,35 * 4,75 + 1,5 * 7) = 8,64 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{Ed} = -\frac{1}{n} * \frac{q_{Ed,x}^{(101)} + q_{Ed,x}^{(102)}}{2} * l_x^2 = -\frac{1}{10} * \frac{5,8 + 8,64}{2} * 5,4^2 = -21,05 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{Ed,y} = \frac{M_{Ed,x}}{b * dx^2 * f_{cd}} = \frac{2105}{100 * 13,5^2 * 2} = 0,058$$

$$\xi = 0,076 \quad \zeta = 0,968$$

$$A_{s1,y} = \frac{M_{Ed,y}}{\zeta * dy * f_{cd}} = \frac{2105}{0,968 * 13,5 * 43,48} = 3,71 \text{ cm}^2/\text{m'}$$

Odabire se :  $\phi 8/13,5$  ( $3,72 \text{ cm}^2/\text{m'}$ )

### Oslonac 102-102 (x-smjer)

$$\kappa_{5x}^{(102)}=0,5108$$

$$q_{Ed,x}^{(102)} = \kappa_{5x}^{(102)} * (1,35 * g + 1,5 * q) = 0,5108(1,35 * 4,75 + 1,5 * 7) = 8,64 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{Ed} = -\frac{1}{n} * q_{Ed,x}^{(102)} * l_x^2 = -\frac{1}{12} * 8,64 * 5,4^2 = -20,99 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{Ed,y} = \frac{M_{Ed,x}}{b * dx^2 * f_{cd}} = \frac{2099}{100 * 13,5^2 * 2} = 0,058$$

$$\xi = 0,076 \quad \zeta = 0,968$$

$$A_{s1,y} = \frac{M_{Ed,y}}{\zeta * dy * f_{cd}} = \frac{2099}{0,968 * 13,5 * 43,48} = 3,69 \text{ cm}^2/\text{m'}$$

Odabire se :  $\phi 8/13,5$  cm ( $3,72 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

### 3.5.3. Oslonac 101-101 (y-smjer)

$$\kappa_{4y}^{(101)}=1- \kappa_{4x}^{(101)}=1-0,3430=0,657$$

$$q_{Ed,y}^{(101)} = \kappa_{4y}^{(101)} * (1,35 * g + 1,5 * q) = 0,657(1,35 * 4,75 + 1,5 * 7) = 11,11 \text{ kN}/\text{m}^2$$

$$M_{Ed} = -\frac{1}{n} * q_{Ed,y}^{(101)} * l_y^2 = -\frac{1}{8} * 11,11 * 4,7^2 = -30,68 \text{ kNm}/\text{m}'$$

$$\mu_{Ed,y} = \frac{M_{Ed,x}}{b * dx^2 * f_{cd}} = \frac{3068}{100 * 13,5^2 * 2} = 0,084$$

$$\xi = 0,113 \quad \zeta = 0,953$$

$$A_{s1,y} = \frac{M_{Ed,y}}{\zeta * dy * f_{cd}} = \frac{3068}{0,953 * 13,5 * 43,48} = 5,49 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Odabire se :  $\phi 10/14$  ( $5,61 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

### Oslonac 102-102 (y-smjer)

$$\kappa_{5y}^{(102)}=1- \kappa_{5x}^{(102)}=1-0,5108=0,4892$$

$$q_{Ed,y}^{(102)} = \kappa_{4y}^{(102)} * (1,35 * g + 1,5 * q) = 0,4892(1,35 * 4,75 + 1,5 * 7) = 8,27 \text{ kN}/\text{m}^2$$

$$M_{Ed} = -\frac{1}{n} * q_{Ed,y}^{(101)} * l_y^2 = -\frac{1}{8} * 8,27 * 4,7^2 = -22,84 \text{ kNm}/\text{m}'$$

$$\mu_{Ed,y} = \frac{M_{Ed,x}}{b * dx^2 * f_{cd}} = \frac{2284}{100 * 13,5^2 * 2} = 0,063$$

$$\xi = 0,080 \quad \zeta = 0,967$$

$$A_{s1,y} = \frac{M_{Ed,y}}{\zeta * dy * f_{cd}} = \frac{2284}{0,967 * 13,5 * 43,48} = 4,02 \text{ cm}^2/\text{m}'$$

Odabire se :  $\phi 8/12,5$  cm ( $4,02 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

### Oslonac 102-101 (y-smjer)

$$\kappa_{4y}^{(101)} = 0,6570$$

$$\kappa_{5y}^{(102)} = 0,4892$$

$$q_{ed,y}^{(101)} = \kappa_{4y}^{(101)} * (1,35 * g + 1,5 * q) = 0,657(1,35 * 4,75 + 1,5 * 7) = 11,11 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{ed,y}^{(102)} = \kappa_{5y}^{(102)} * (1,35 * g + 1,5 * q) = 0,489(1,35 * 4,75 + 1,5 * 7) = 8,27 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{Ed} = -\frac{1}{n} * \frac{q_{ed,y}^{(101)} + q_{ed,y}^{(102)}}{2} * l_x^2 = -\frac{1}{8} * \frac{11,11 + 8,27}{2} * 4,7^2 = -26,76 \text{ kNm/m'}$$

$$\mu_{Ed,y} = \frac{M_{Ed,x}}{b * dx^2 * f_{cd}} = \frac{2676}{100 * 13,5^2 * 2} = 0,073$$

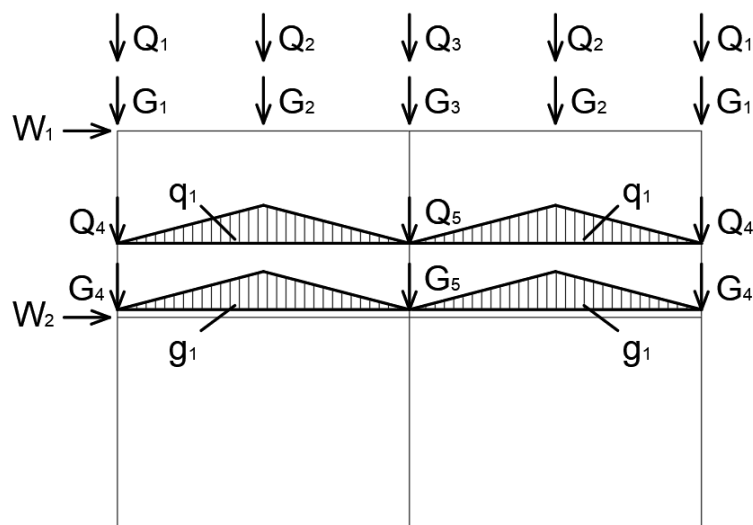
$$\xi = 0,097$$

$$\zeta = 0,960$$

$$A_{s1,y} = \frac{M_{Ed,y}}{\zeta * dy * f_{cd}} = \frac{2676}{0,960 * 13,5 * 43,48} = 4,75 \text{ cm}^2/\text{m'}$$

Odabire se :  $\phi 10/16,5$  ( $4,76 \text{ cm}^2/\text{m'}$ )

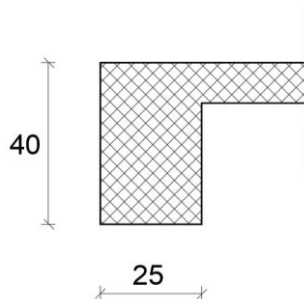
### 4.1.3. Shema opterećenja



Slika 20: Shema opterećenja okvira

### Proračun opterećenja

Opterećenje “G<sub>1</sub>”



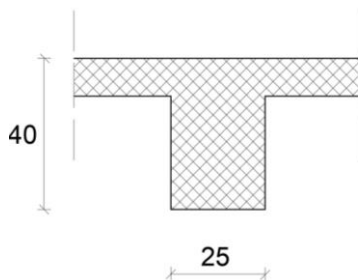
Slika 21: Skica grede 203

$$r1g = 0,393 * g * \frac{l_1}{2} = 0,393 * 5,74 * \frac{4,7}{2} = 5,3 \text{ kN/m'}$$

$$k1 = (0,25 * 0,4) * 25 = 2,5 \text{ kN/m'}$$

$$G_1 = (r1g + k1) * \left( \frac{l_2}{2} + \frac{l_2}{2} \right) = (5,3 + 2,5) * 5,4 = 42,12 \text{ kN}$$

### Opterećenje "G<sub>2</sub>"



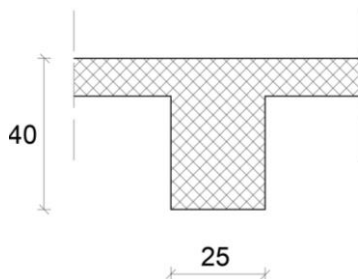
Slika 22:Skica grede 206

$$r2g = 1,143 * g * \frac{l_1}{2} = 1,143 * 5,74 * \frac{4,7}{2} = 15,42 \text{ kN/m'}$$

$$k2 = (0,25 * 0,3) * 25 = 1,88 \text{ kN/m'}$$

$$G_2 = (r1g + k1) * \left(\frac{l_2}{2} + \frac{l_2}{2}\right) = (15,42 + 1,88) * 5,4 = 93,42 \text{ kN}$$

### Opterećenje "G<sub>3</sub>"



Slika 23:Skica grede 208

$$r3g = 0,929 * g * \frac{l_1}{2} = 0,929 * 5,74 * \frac{4,7}{2} = 12,53 \text{ kN/m'}$$

$$k3 = (0,25 * 0,3) * 25 = 1,88 \text{ kN/m'}$$

$$G_3 = (r1g + k1) * \left(\frac{l_2}{2} + \frac{l_2}{2}\right) = (12,53 + 1,88) * 5,4 = 77,81 \text{ kN}$$

Opterećenje "Q<sub>1</sub>"

$$r1q = 0,393 * q * \frac{l_1}{2} = 0,393 * 1,00 * \frac{4,7}{2} = 0,92 \text{ kN/m'}$$

$$Q_1 = (r1q) * \left(\frac{l_2}{2} + \frac{l_2}{2}\right) = 0,92 * 5,4 = 4,99 \text{ kN}$$

Opterećenje "Q<sub>2</sub>"

$$r2q = 1,143 * q * \frac{l_1}{2} = 1,143 * 1,00 * \frac{4,7}{2} = 2,69 \text{ kN/m'}$$

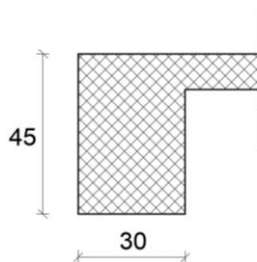
$$Q_2 = (r2q) * \left(\frac{l_2}{2} + \frac{l_2}{2}\right) = 2,69 * 5,4 = 14,53 \text{ kN}$$

Opterećenje "Q<sub>3</sub>"

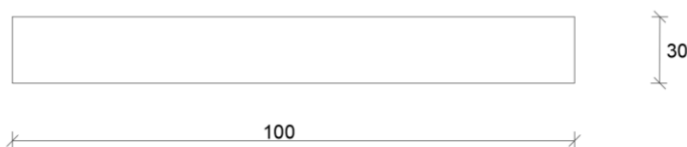
$$r3q = 0,929 * q * \frac{l_1}{2} = 0,929 * 1,00 * \frac{4,7}{2} = 2,18 \text{ kN/m'}$$

$$Q_3 = (r3q) * \left(\frac{l_2}{2} + \frac{l_2}{2}\right) = 2,18 * 5,4 = 11,77 \text{ kN}$$

Opterećenje "G<sub>4</sub>"



Slika 24:Skica grede 106



Slika 25:Skica parapetnog zida



$$g_{PL} = g * \frac{l_1}{2} = 4,75 * \frac{4,7}{2} = 11,16 \text{ kN/m'}$$

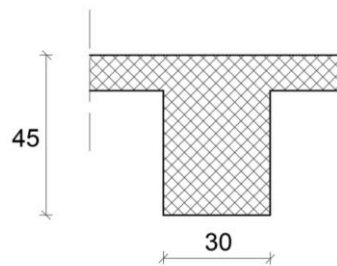
$$x = \frac{l_2}{2} - \frac{l_1}{2} = \frac{5,4}{2} - \frac{4,7}{2} = 0,35$$

$$k_4 = (0,45 * 0,3) * 25 + 0,3 * 1 * 15 = 7,8 \text{ kN/m'}$$

$$G_4 = 2 * \left( g_{PL} * x + \frac{g_{PL} * \frac{l_1}{2}}{2} \right) * k_4 * l_2$$

$$= 2 * \left( 11,16 * 0,35 + \frac{11,16 * \frac{4,7}{2}}{2} \right) * 7,8 * 5,4 = 76,16 \text{ kN/m'}$$

Opterećenje “G5”



Slika 26:Skica grede 109

$$2g_{PL} = 2 * g * \frac{l_1}{2} = 2 * 4,75 * \frac{4,7}{2} = 22,33 \text{ kN/m'}$$

$$x = \frac{l_2}{2} - \frac{l_1}{2} = \frac{5,4}{2} - \frac{4,7}{2} = 0,35$$

$$k_4 = (0,29 * 0,3) * 25 = 2,18 \text{ kN/m'}$$

$$G_5 = 2 * \left( 2g_{PL} * x + \frac{2g_{PL} * \frac{l_1}{2}}{2} \right) * k_4 * l_2$$

$$= 2 * \left( 22,33 * 0,35 + \frac{22,33 * \frac{4,7}{2}}{2} \right) * 2,18 * 5,4 = 79,88 \text{ kN/m'}$$

Opterećenje “g<sub>1</sub>”

$$g_1 = 2g_{PL} = 22,33 \text{ kN/m'}$$

Opterećenje “Q<sub>4</sub>”

$$q_{PL} = g * \frac{l_1}{2} = 7 * \frac{4,7}{2} = 16,45 \text{ kN/m'}$$

$$x = \frac{l_2}{2} - \frac{l_1}{2} = \frac{5,4}{2} - \frac{4,7}{2} = 0,35$$

$$Q_4 = 2 * \left( q_{PL} * x + \frac{q_{PL} * \frac{l_1}{2}}{2} \right) = 2 * \left( 16,45 * 0,35 + \frac{16,45 * \frac{4,7}{2}}{2} \right) = 50,17 \text{ kN/m'}$$

Opterećenje “Q<sub>5</sub>”

$$2q_{PL} = 2 * g * \frac{l_1}{2} = 2 * 7 * \frac{4,7}{2} = 32,9 \text{ kN/m'}$$

$$x = \frac{l_2}{2} - \frac{l_1}{2} = \frac{5,4}{2} - \frac{4,7}{2} = 0,35$$

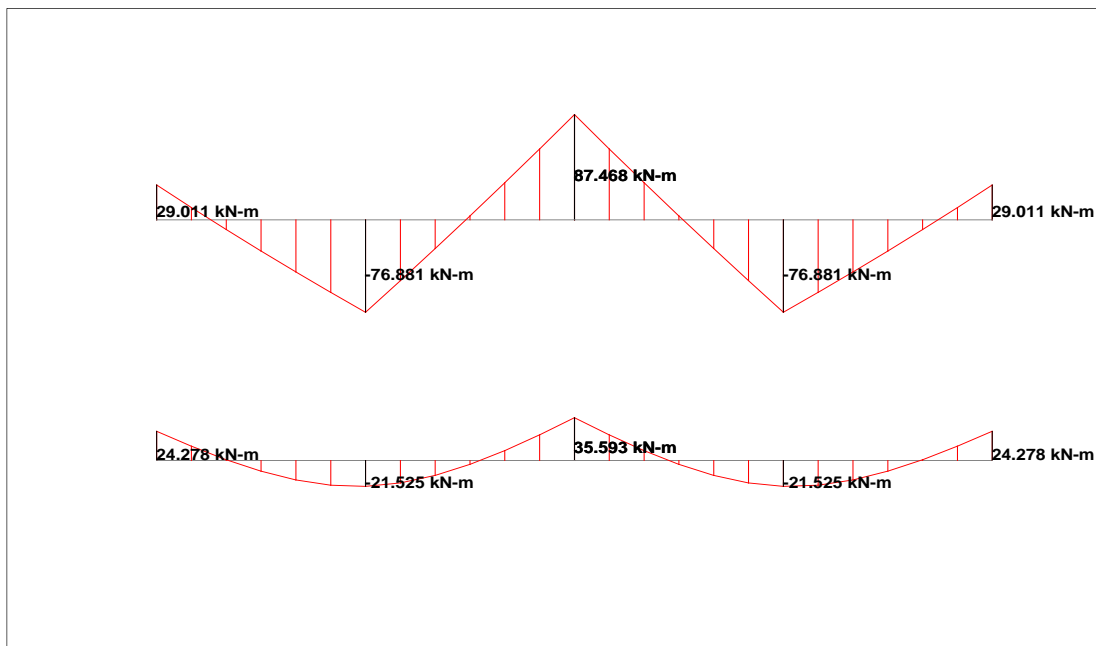
$$Q_5 = 2 * \left( q_{PL} * x + \frac{q_{PL} * \frac{l_1}{2}}{2} \right) = 2 * \left( 32,9 * 0,35 + \frac{32,9 * \frac{4,7}{2}}{2} \right) = 100,35 \text{ kN/m'}$$

Opterećenje “q<sub>1</sub>”

$$q_1 = 2q_{PL} = 32,9 \text{ kN/m'}$$

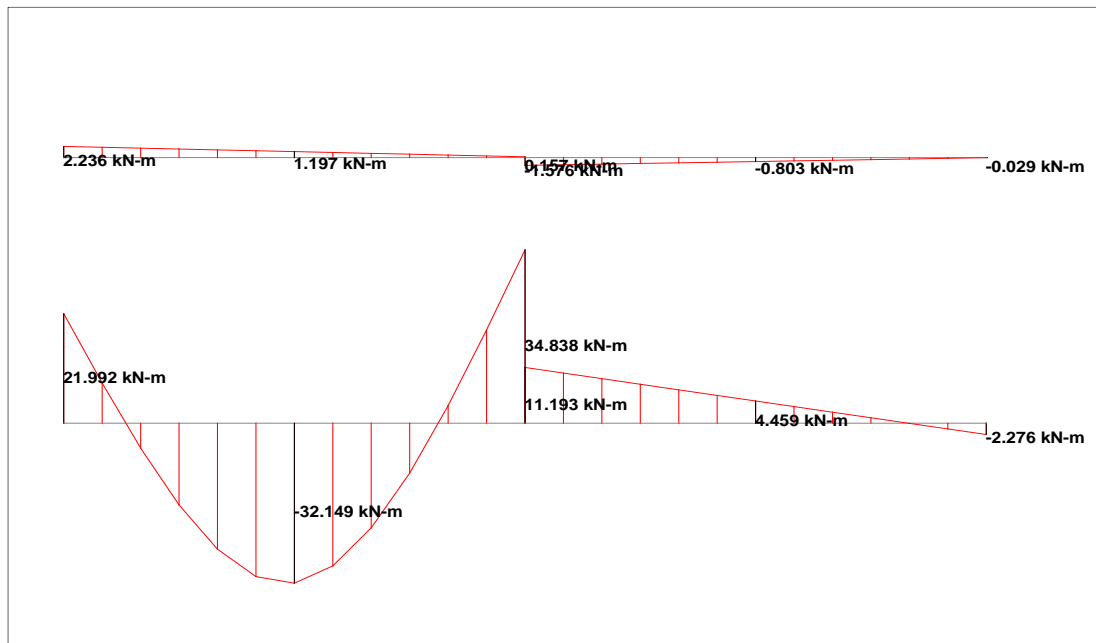
## Prikaz dijagrama reznih sila u programskom paketu STAAD.pro

### STALNO + SNIJEG (LOAD 7)



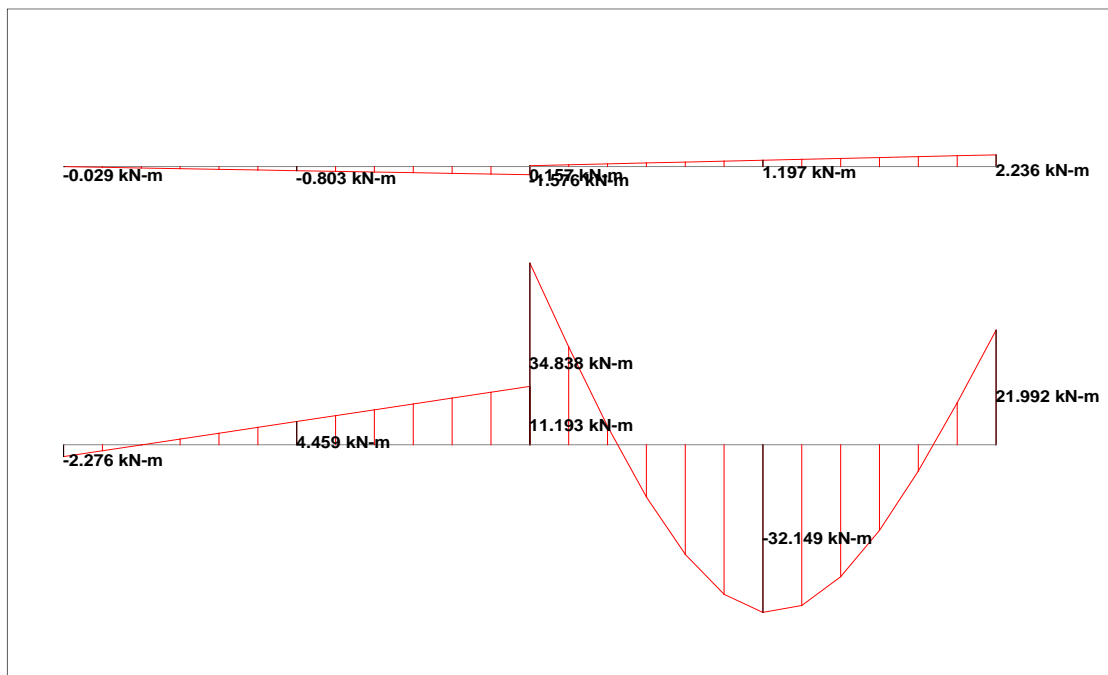
Slika 27: Dijagram momenata savijanja greda

### UPORABNO NESIMETRIČNO LIJEVO (LOAD 2)



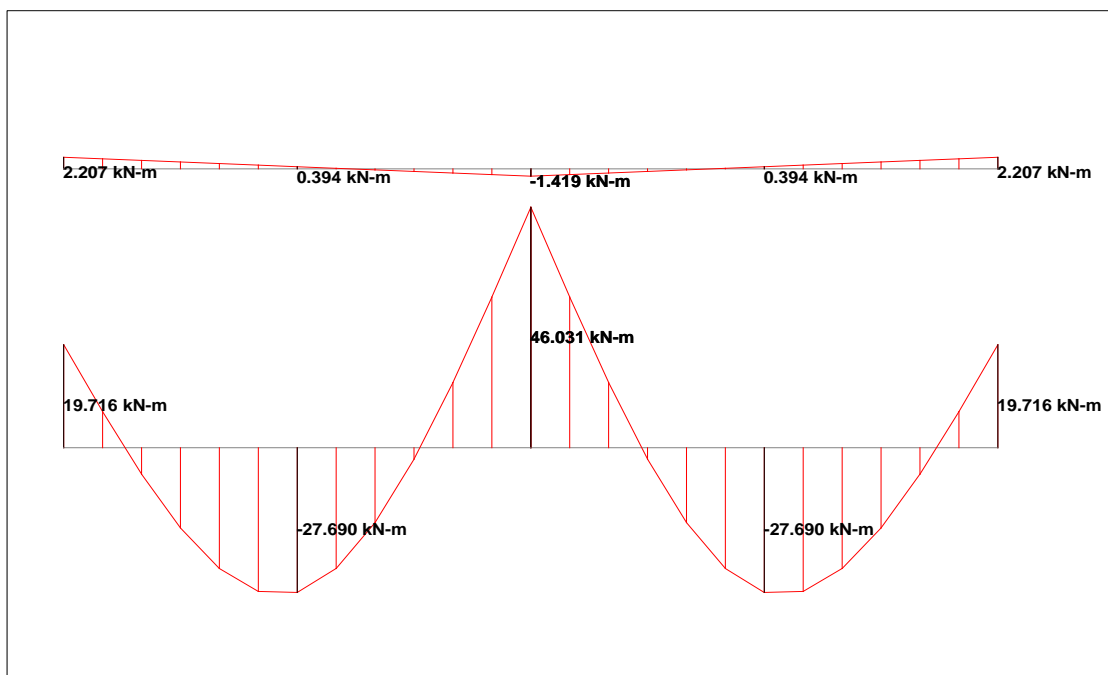
Slika 28: Dijagram momenata savijanja greda

### UPORABNO NESIMETRIČNO DESNO ( LOAD 3)



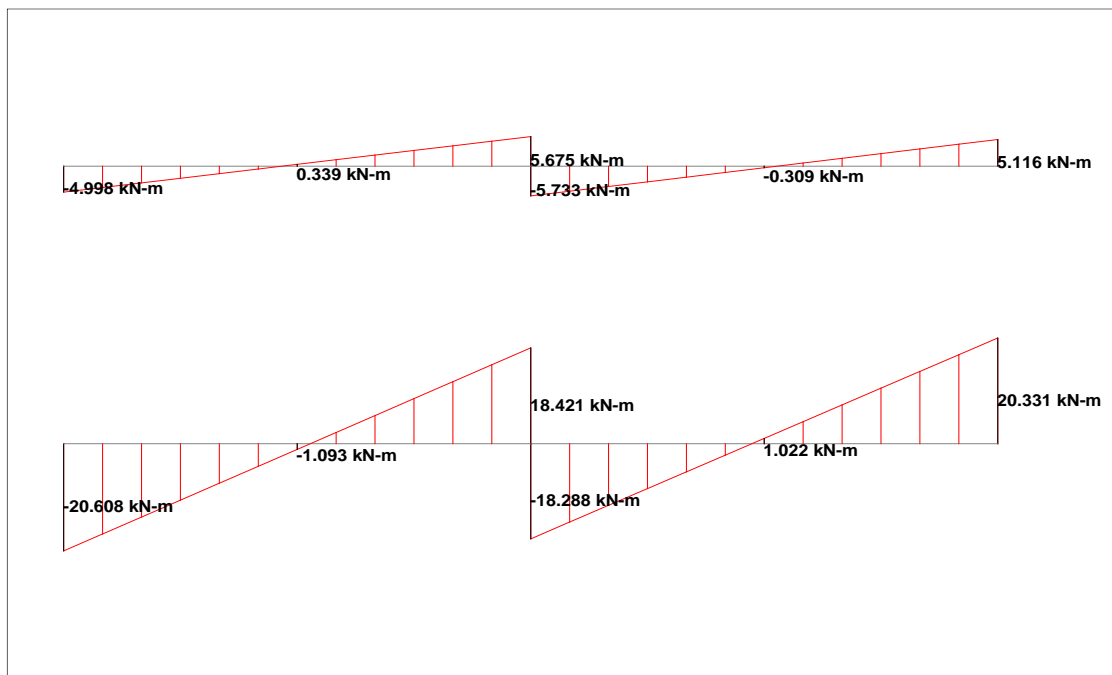
Slika 29: Dijagram momenata savijanja greda

### UPORABNO SIMETRIČNO ( LOAD 4)



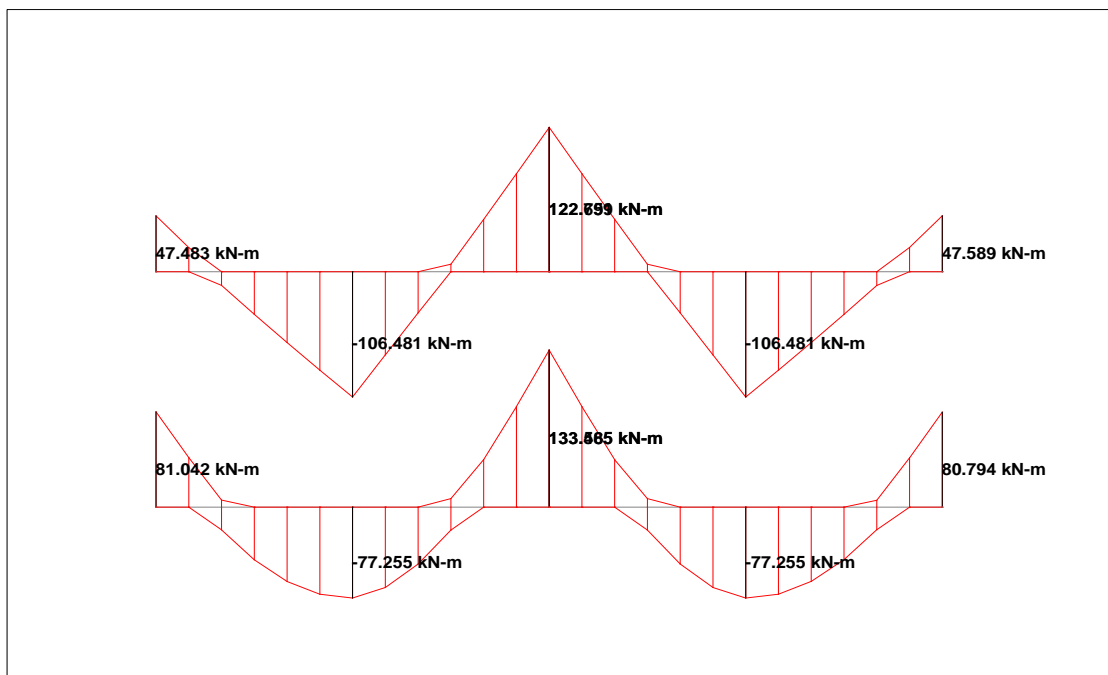
Slika 30: Dijagram momenata savijanja greda

## VJETAR ( LOAD 6)



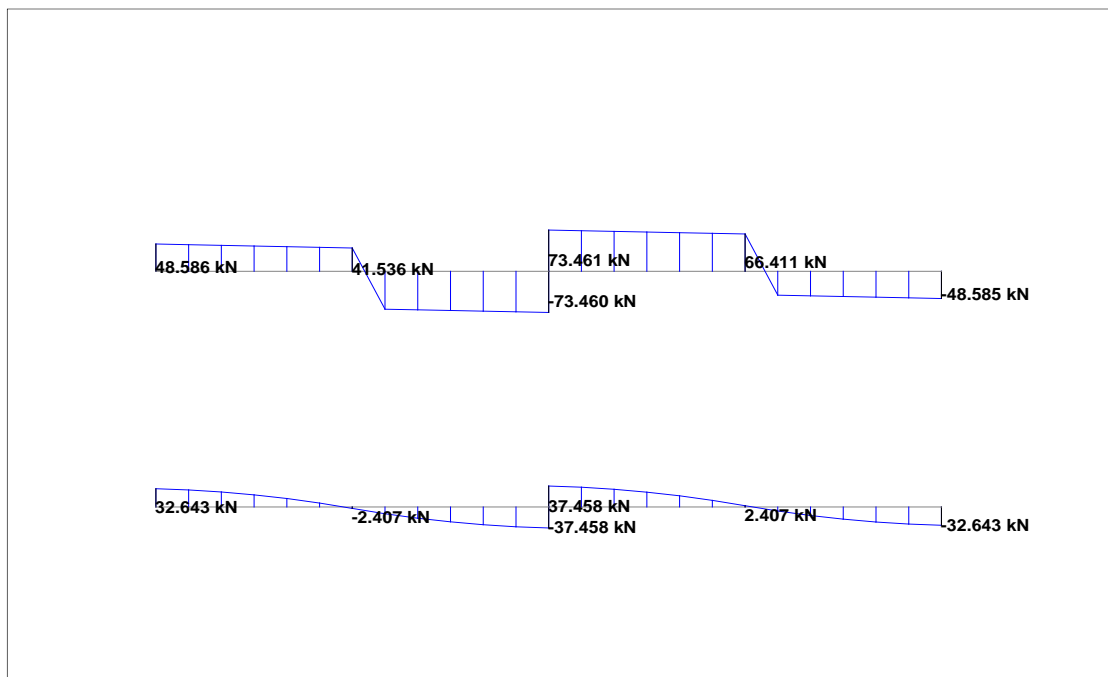
Slika 31: Dijagram momenata savijanja greda

## ANVELOPA



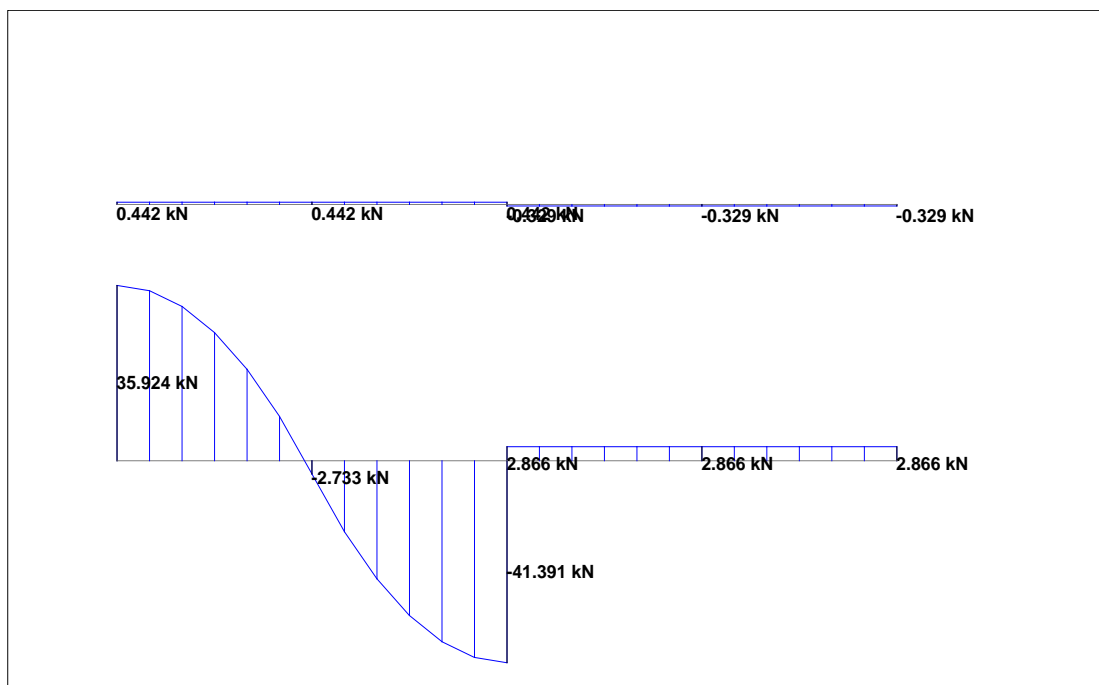
Slika 32: Anvelopa

## STALNO + SNIJEG (LOAD 7)



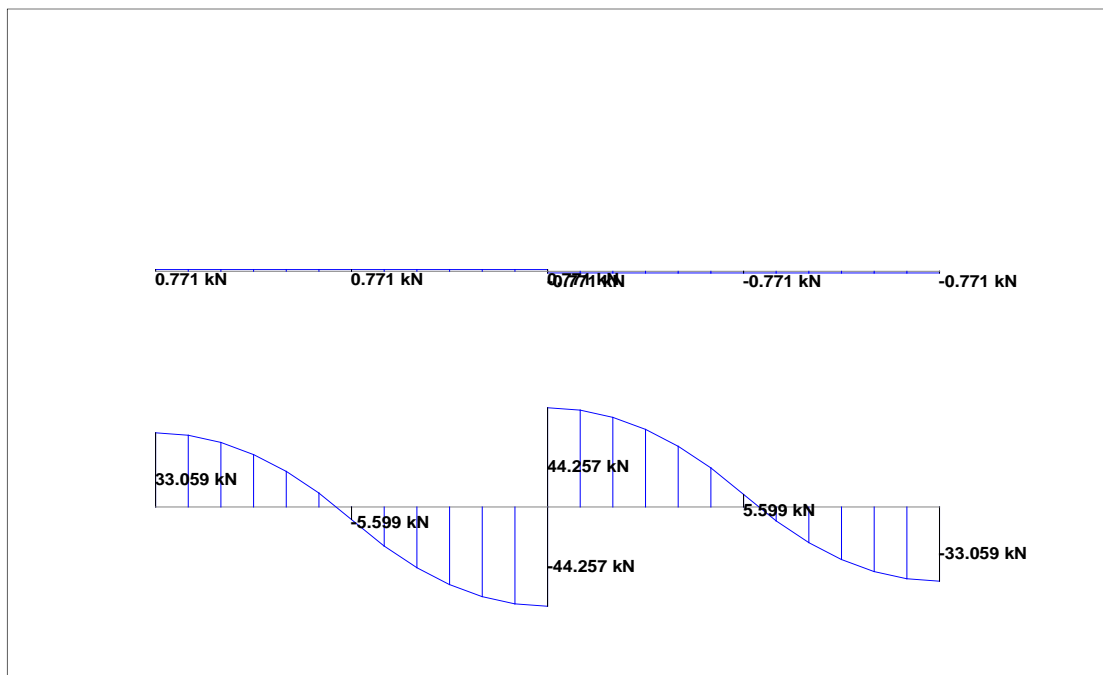
Slika 33: Dijagram poprečnih sila grede

## UPORABNO NESIMETRIČNO LIJEVO (LOAD 2)



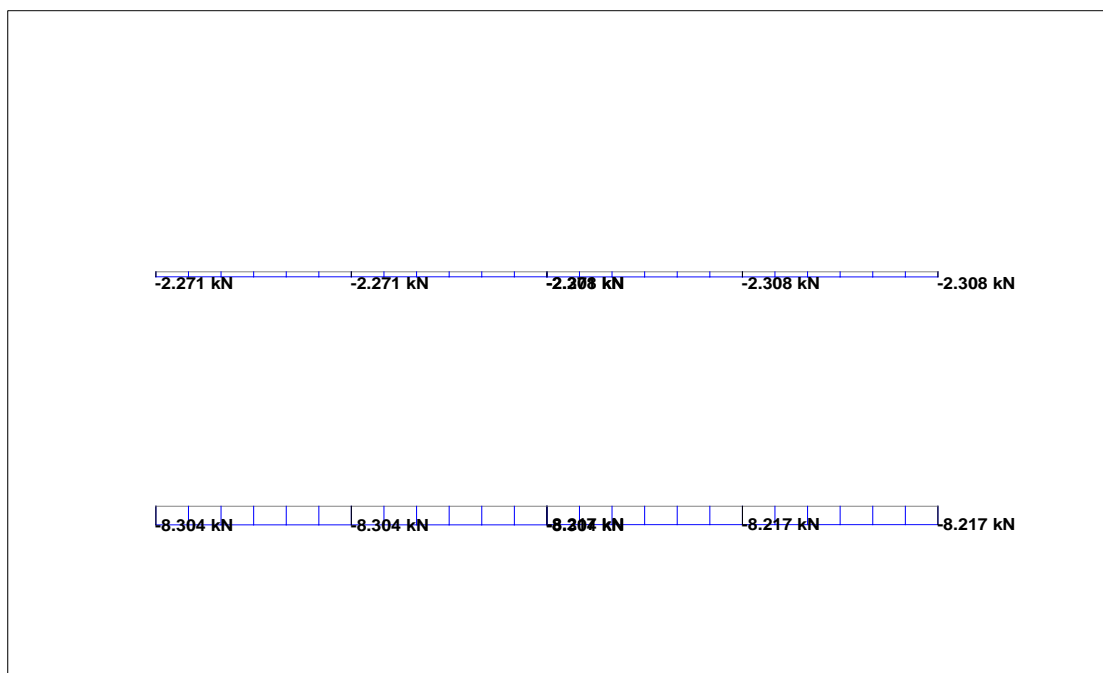
Slika 34: Dijagram poprečnih sila grede

## UPORABNO SIMETRIČNO ( LOAD 4)



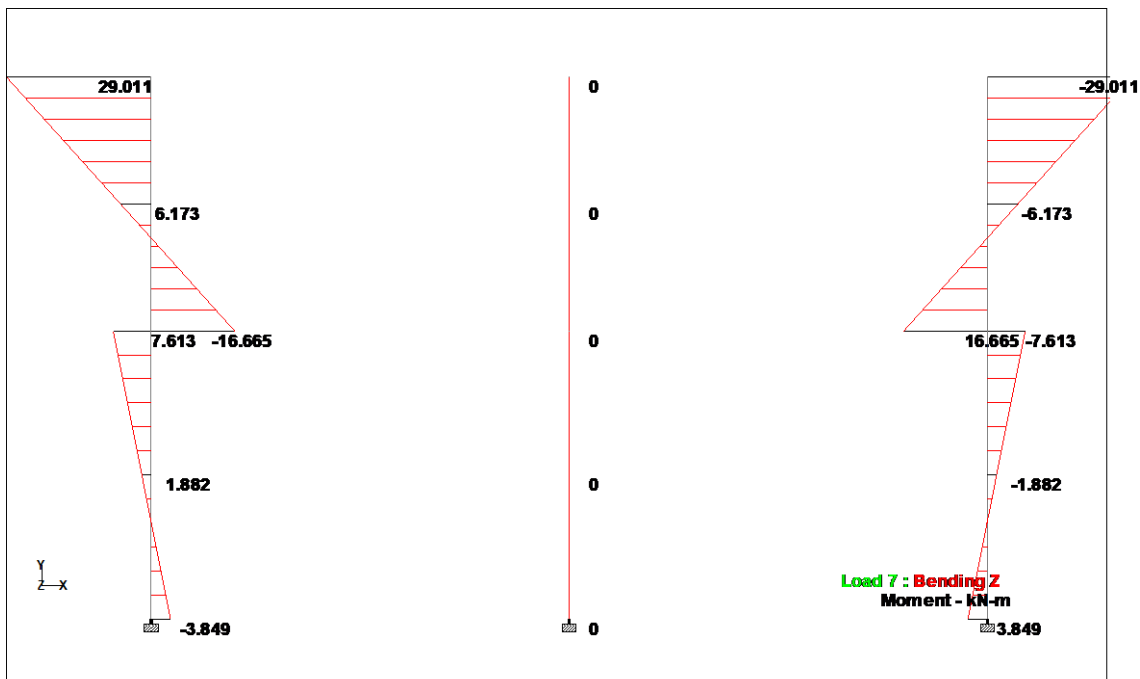
Slika 35: Dijagram poprečnih sila grede

## VJETAR ( LOAD 6)



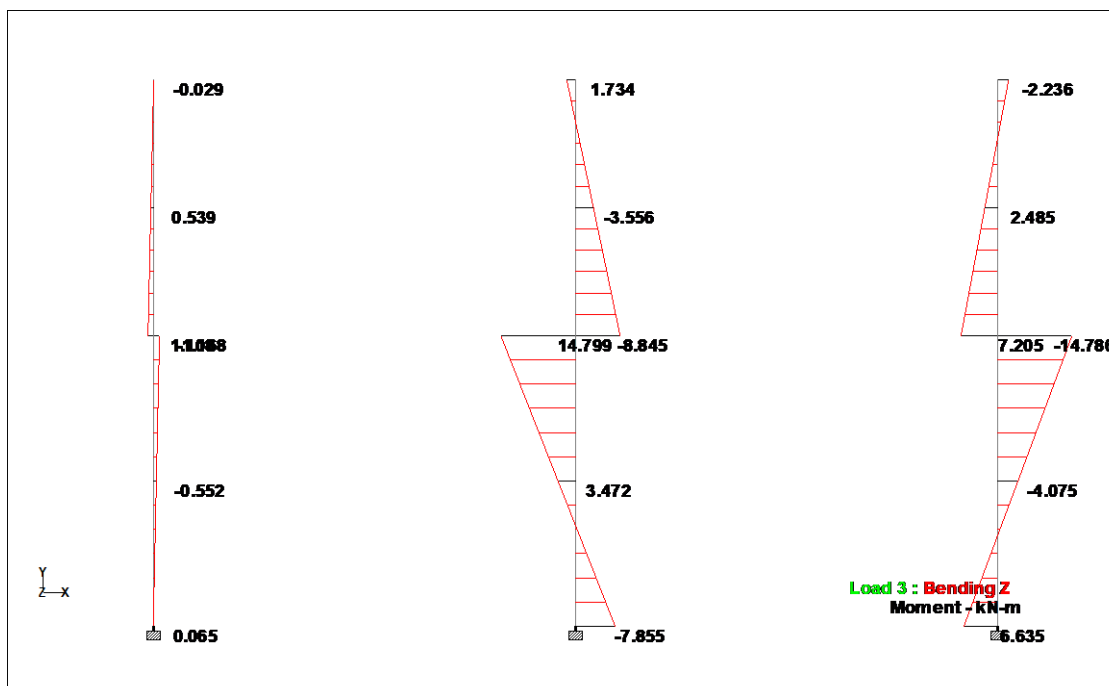
Slika 36: Dijagram poprečnih sila grede

## STALNO + SNIJEG (LOAD 7)



Slika 37: Dijagram momenata savijanja stupova

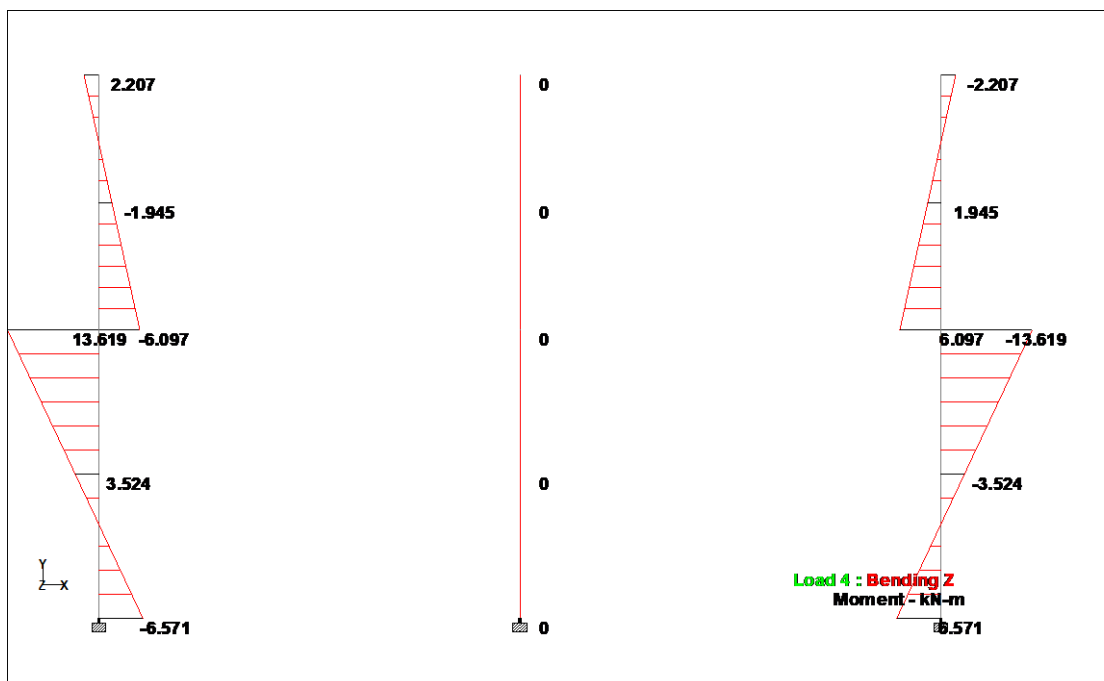
## UPORABNO NESIMETRIČNO DESNO (LOAD 3)



Slika 38: Dijagram momenata savijanja stupova

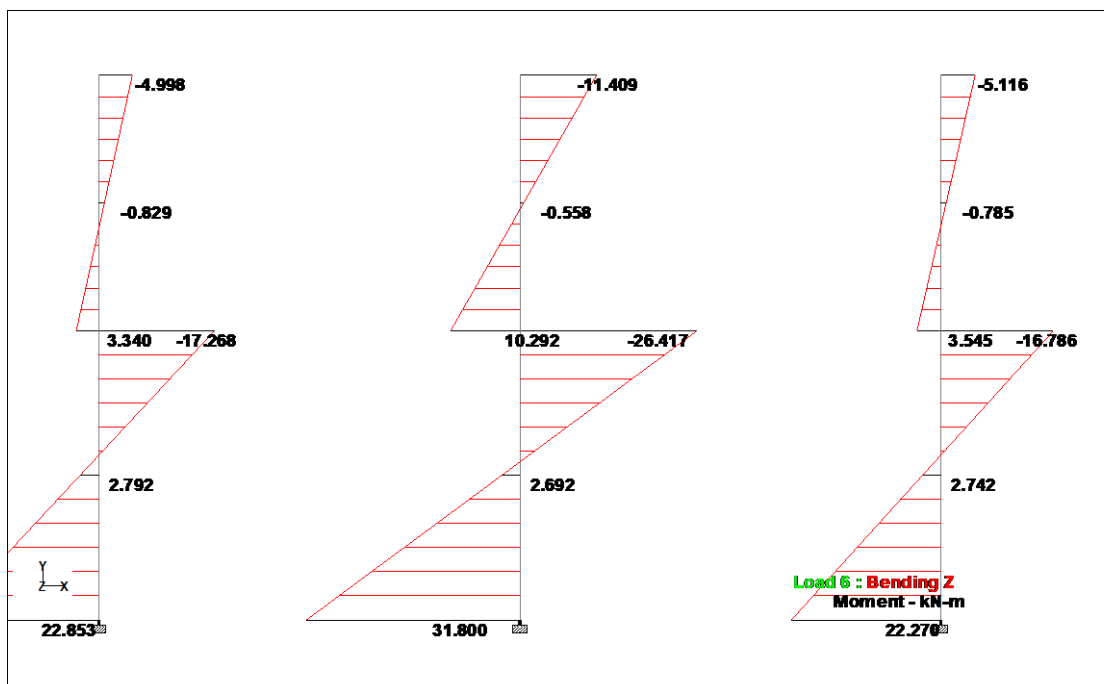


## UPORABNO SIMETRIČNO ( LOAD 4)



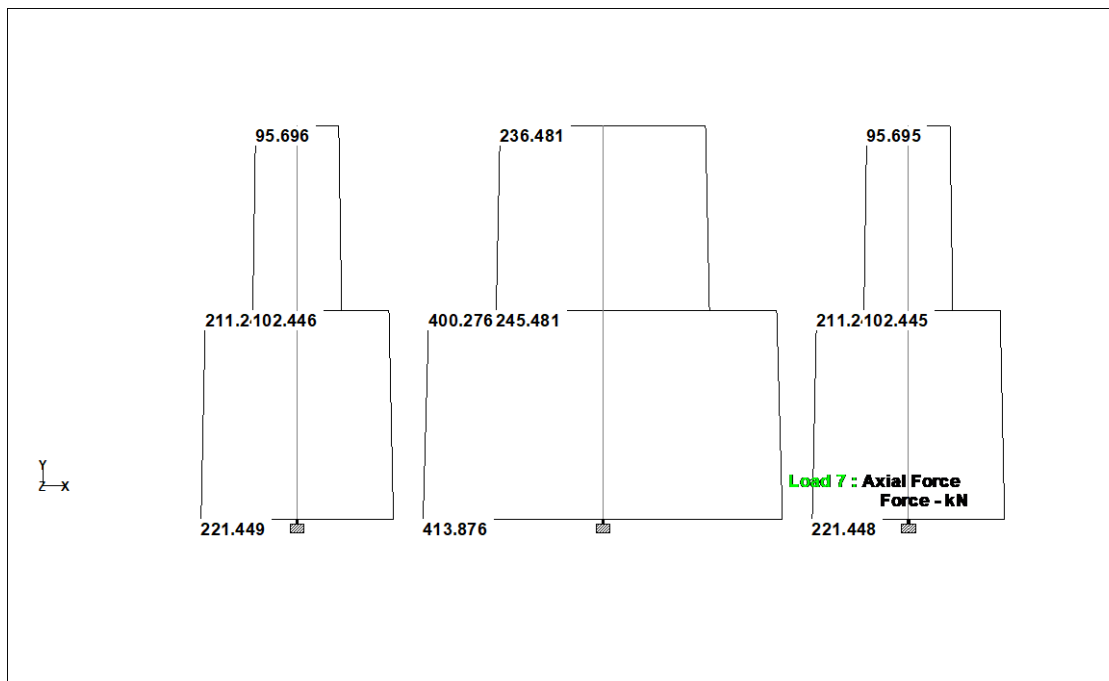
Slika 39: Dijagram momenata savijanja stupova

## VJETAR ( LOAD 6)



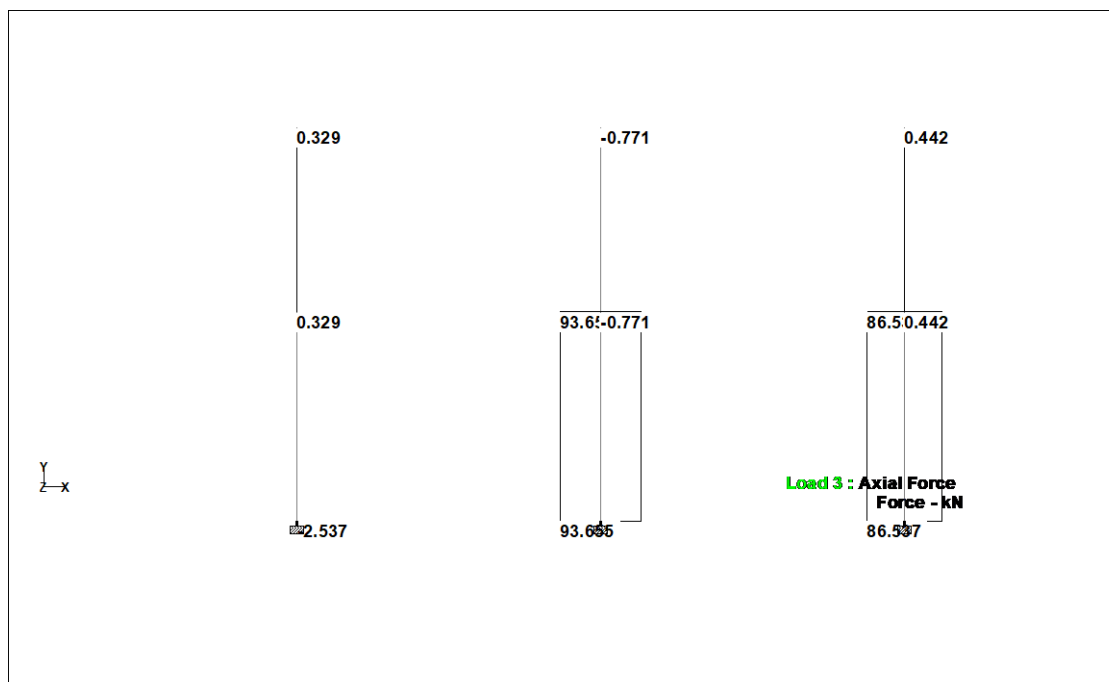
Slika 40: Dijagram momenata savijanja stupova

### STALNO + SNIJEG (LOAD 7)



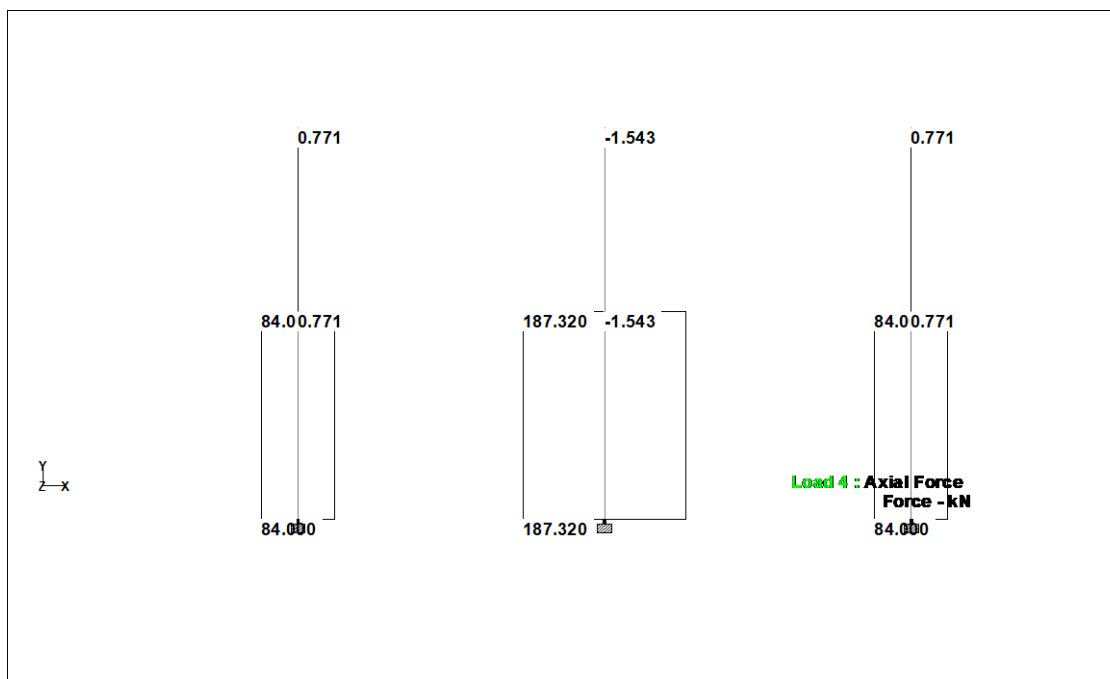
Slika 41: Dijagram uzdužnih sila stupova

### UPORABNO NESIMETRIČNO DESNO (LOAD 3)



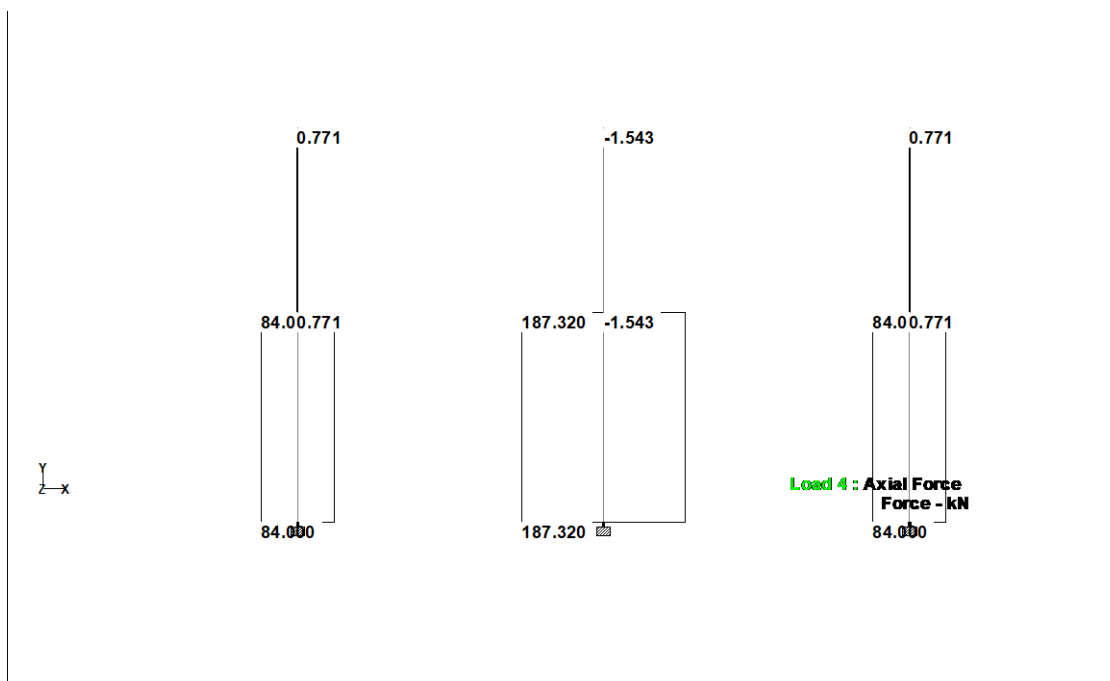
Slika 42: Dijagram uzdužnih sila stupova

## UPORABNO SIMETRIČNO ( LOAD 4)



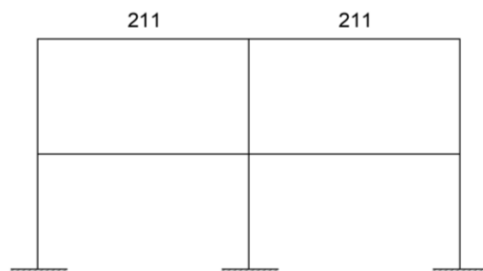
Slika 43: Dijagram uzdužnih sila stupova

## VJETAR ( LOAD 6)



Slika 44: Dijagram uzdužnih sila stupova

#### 4.1.4. Greda 211-211



Slika 45: Skica grede 211

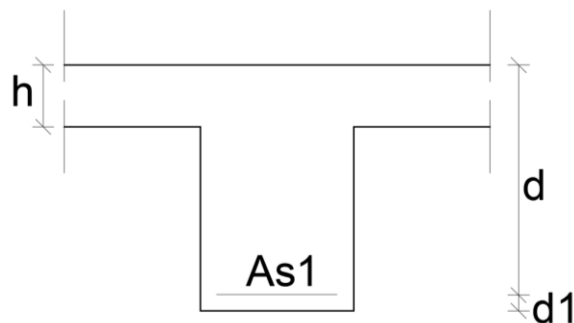
Za kombinaciju stalnog opterećenja i snijega gornje grede koristi se korigirani koeficijent  $\gamma'_g$ .

Stalno  $g = 5,74 \text{ kN/m}^2$

Snijeg  $q = 1,00 \text{ kN/m}^2$

$$\gamma'_g = \frac{1,35 * g + 1,5 * q}{g + q} = \frac{1,35 * 5,74 + 1,5 * 1,0}{5,74 + 1,0} = 1,38$$

**Greda 211-211 (polje)**



Slika 46: Zaštitni sloj betona u polju grede 211

- Razred izloženosti – XC1(suho ili trajno vlažno)
- Vijek trajanja građevine – 50 godina
- Razred konstrukcije – S3

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{nom} = 10 + 10 = 20 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{min} = \max \begin{cases} c_{min,b} \\ c_{min,dur} \end{cases} = \max \begin{cases} 10 \text{ mm} \\ 10 \text{ mm} \\ 10 \text{ mm} \end{cases} = 10 \text{ mm}$$

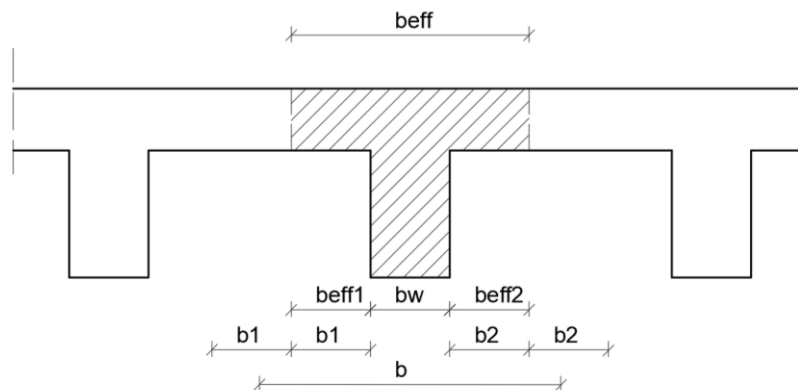
$$d_1 = c_{nom} + \phi_w + \frac{\phi}{2} = 2 + 0,8 + \frac{1,0}{2} = 3,8 \text{ cm} = 4 \text{ cm}$$

$$d = h - d_1 = 40 - 4 = 36 \text{ cm}$$

### Greda 211-211-polje

$$M_{Ed} = \gamma_G' * M_g + \gamma_Q * M_q + \gamma_Q * 0,6 * M_w = 1,38 * 76,88 + 1,5 * 0,8 = 107,3 \text{ kNm}$$

### Sudjelujuća širina T-presjeka



Slika 47: Sudjelujuća širina T-presjeka

$$b=l_2=5,4 \text{ m}$$

$$b_w=30 \text{ cm}$$

$$b_1=b_2=255 \text{ cm}$$

$$l_0 = 0,7 * l_1 = 0,7 * 4,7 = 3,29 \text{ m}$$

$$b_{eff1,2} = 0,2 * b_1 + 0,1 * l_0 \leq \begin{cases} 0,2 * l_0 \\ b_{1,2} \end{cases}$$

$$b_{eff1,2} = 0,2 * 255 + 0,1 * 329 \leq \begin{cases} 0,2 * 329 \\ 255 \end{cases}$$

$$b_{eff1,2} = 83,9 > \begin{cases} 65,8 \\ 255 \end{cases}$$

Usvaja se : 65,8 cm = 66 cm

$$b_{eff} = b_{eff,1} + b_{eff,2} + b_w$$

$$b_{eff} = 66 + 66 + 30 = 162 \text{ cm}$$

Pretpostavka da neutralna os prolazi kroz ploču.

$$\mu_{Ed,s} = \frac{M_{Eds}}{b_{eff} * d^2 * f_{cd}} = \frac{10730}{162 * 36^2 * 2} = 0,026$$

$$\xi = 0,037 \quad \zeta = 0,985$$

$$x = \xi * d = 0,037 * 36 = 1,33 \text{ cm} < 10 \text{ cm}$$

Zaključak provjere je da neutralna os prolazi kroz ploču.

$$A_{s1} = \frac{M_{Eds}}{\zeta * d * f_{yd}} = \frac{10730}{0,985 * 36 * 43,48} = 6,96 \text{ cm}^2$$

-Proračun minimalne armature

$$A_{s1,min} = 0,26 * \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} * b_w * d \geq 0,0013 * b_w * d$$

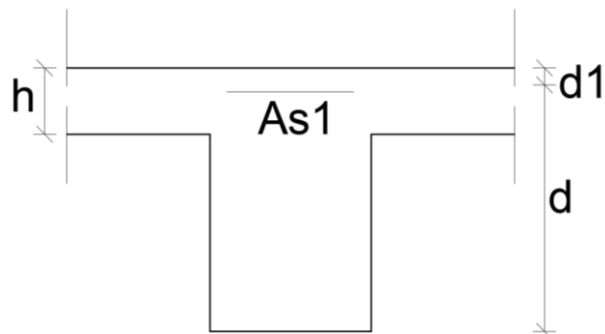
$$0,26 * \frac{2,9}{500} * 30 * 36 \geq 0,0013 * 30 * 36$$

$$1,63 > 1,404$$

$$A_{s1} > A_{s1min}$$

Odabire se : 2φ14+2φ16 (3,08 cm<sup>2</sup> + 4,02 cm<sup>2</sup>)=7,1 cm<sup>2</sup>

## Greda 211-211 (oslonci)



Slika 48: Zaštitni sloj betona iznad oslonaca grede 211

- Razred izloženosti – XC2 (vlažno, rijetko suho)
- Vijek trajanja građevine – 50 godina
- Razred konstrukcije – S4

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{nom} = 25 + 10 = 35 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{min} = \max \begin{cases} c_{min,b} \\ c_{min,dur} \\ 10 \text{ mm} \end{cases} = \max \begin{cases} 10 \text{ mm} \\ 25 \text{ mm} \\ 10 \text{ mm} \end{cases} = 25 \text{ mm}$$

$$d_1 = c_{nom} + \phi_w + \frac{\phi}{2} = 3,5 + 0,8 + \frac{1,0}{2} = 5,3 \text{ cm} = 5,5 \text{ cm}$$

$$d = h - d_1 = 40 - 5,5 = 34,5 \text{ cm}$$

### Greda 211-211-vanjski oslonci

$$M_{Ed} = -(1,38 * 29,01 + 1,5 * 2,24 + 0,9 * 5,12) = -47,99 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed,s} = \frac{M_{Eds}}{b_{eff} * d^2 * f_{cd}} = \frac{4799}{30 * 34,5^2 * 2} = 0,067$$
$$\xi = 0,085 \quad \zeta = 0,964$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Eds}}{\zeta * d * f_{yd}} = \frac{4799}{0,964 * 34,5 * 43,48} = 3,32 \text{ cm}^2$$

Odabire se : 2 $\phi$ 16 (4,02 cm<sup>2</sup>)

### Greda 211-211-unutarnji oslonac

$$M_{Ed} = -(1,38 * 87,47 + 1,5 * 0,156 + 0,9 * 5,68) = -126,05 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed,s} = \frac{M_{Eds}}{b_{eff} * d^2 * f_{cd}} = \frac{12605}{30 * 34,5^2 * 2} = 0,177$$
$$\xi = 0,241 \quad \zeta = 0,900$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Eds}}{\zeta * d * f_{yd}} = \frac{12605}{0,900 * 34,5 * 43,48} = 9,34 \text{ cm}^2$$

Odabire se : 5 $\phi$ 16 (10,05 cm<sup>2</sup>)



## Proračun na poprečne sile

### Greda 211-211-vanjski oslonci

$$\begin{aligned}V_{Ed} &= \gamma_G' * V_g + \gamma_Q * V_q + \gamma_Q * 0,6 * V_w = \\ &= 1,38 * 48,59 + 1,5 * 0,77 + 0,9 * 2,31 = 70,28 \text{ kN}\end{aligned}$$

Nagib tlačnih štapova  $1 \leq \cot \theta \leq 2,5$

$v_1$  = faktor smanjenja tlačne čvrstoće betona raspucalog od poprečnih sila

$$v_1 = 0,6 * \left[ 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 * \left[ 1 - \frac{30}{250} \right] = 0,528$$

$\alpha_{cw}$  = koeficijent ovisan o stanju naprezanja u tlačnom pojasu

$z$  = krak unutarnjih sila ( $z = \xi \cdot d = 0,9 \cdot 34,5 = 31,05 \text{ cm}$ )

$$\begin{aligned}V_{Rd,max} &= \alpha_{cw} * b_w * z * v_1 * f_{cd} * \frac{1}{\cot \theta + \tan \theta} = \\ &= 1 * 30 * (0,9 * 34,5) * 0,528 * 2 * \frac{1}{1,2 + \frac{1}{1,2}} = 483,7 \text{ kN}\end{aligned}$$

1) Provjera nosivosti tlačnih štapova

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

$$70,28 \text{ kN} < 483,7 \text{ kN}$$

2) Najmanja poprečna armature

2.1) Iz uvjeta najmanje pop. armature

$A_{sw}^1$  = ploština presjeka jedne grane spone (  $0,5 \text{ cm}^2$  )

$m$  = reznost spone ( 2 )

$\rho_{w,min}$  = koef. armiranja najmanjom poprečnom armaturom (0,001)

$$s_{l,max} = \frac{A_{sw}^1 * m}{b_w * \rho_{w,min}} = \frac{0,5 * 2}{30 * 0,001} = 33,33 \text{ cm}$$

2.2) Iz odnosa  $V_{Ed}/V_{Rd,max}$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,max}} = \frac{70,28}{483,7} = 0,15$$

$$s_{l,max} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,75d \\ 30 \text{ cm} \end{array} \right. = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,75 * 34,5 \\ 30 \text{ cm} \end{array} \right. = \min \left\{ \begin{array}{l} 25,9 \text{ cm} \\ 30 \text{ cm} \end{array} \right. = 26 \text{ cm}$$

Minimalne vilice su  $\phi 8 / 26 \text{ cm}$  ;  $m = 2$

Poprečna sila koju nose minimalne vilice,  $V_{Rd,s}^{\min}$

$$V_{Rd,s}^{\min} = \frac{A_{sw}^1 * m}{s_{l,max}} * z * f_{ywd} * \cot \theta = \frac{0,5 * 2}{26} * 31,05 * 43,48 * 1,2 = 62,31 \text{ kN}$$

3) Potrebna poprečna armature

$$s \leq \frac{A_{sw}^1 * m * z * f_{ywd}}{V_{Ed}} * \cot \theta = \frac{0,5 * 2 * 31,05 * 43,48}{70,28} * 1,2$$

$$s \leq 23,05 \text{ cm}$$

Odabire se  $s = 23 \text{ cm}$

Potrebna poprečna armature je  $\phi 8 / 23 \text{ cm}$  ;  $m = 2$

4) Najveća djelotvorna ploština poprečne armature za  $\text{ctg}\theta=1$

$$s \geq \frac{2 * (A_{sw}^1 * m) * f_{ywd}}{b_w * \alpha_{cw} * v_1 * f_{cd}} = \frac{2 * (0,5 * 2) * 43,48}{30 * 1 * 0,528 * 2} = 2,75 \text{ cm}$$

$$s = 23 \text{ cm} > 2,75 \text{ cm}$$

Tamo gdje je poprečna sila manja od 62,31 kN postavljaju se minimalne vilice  $\phi 8 / 26 \text{ cm}$  , a ostatak  $\phi 8 / 23 \text{ cm}$  .

## Greda 211-211-unutarnji oslonac

$$V_{Ed} = 1,38 * 73,46 + 1,5 * 0,77 + 0,9 * 2,31 = 104,61 \text{ kN}$$

1) Provjera nosivosti tlačnih štapova

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

$$104,61 \text{ kN} < 483,7 \text{ kN}$$

2) Najmanja poprečna armature

2.1) Iz uvjeta najmanje pop. armature

$$s_{l,max} = \frac{A_{sw}^1 * m}{b_w * \rho_{w,min}} = \frac{0,5 * 2}{30 * 0,001} = 33,33 \text{ cm}$$

2.3) Iz odnosa  $V_{Ed}/V_{Rd,max}$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,max}} = \frac{104,61}{483,7} = 0,22$$

$$s_{l,max} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,75d \\ 30 \text{ cm} \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,75 * 34,5 \\ 30 \text{ cm} \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 25,9 \text{ cm} \\ 30 \text{ cm} \end{array} \right\} = 26 \text{ cm}$$

Minimalne vilice su  $\phi 8 / 26 \text{ cm}$  ;  $m = 2$

Poprečna sila koju nose minimalne vilice,  $V_{Rd,s}^{\min}$

$$V_{Rd,s}^{\min} = \frac{A_{sw}^1 * m}{s_{l,max}} * z * f_{ywd} * \cot \theta = \frac{0,5 * 2}{26} * 31,05 * 43,48 * 1,2 = 62,31 \text{ kN}$$

3) Potrebna poprečna armature

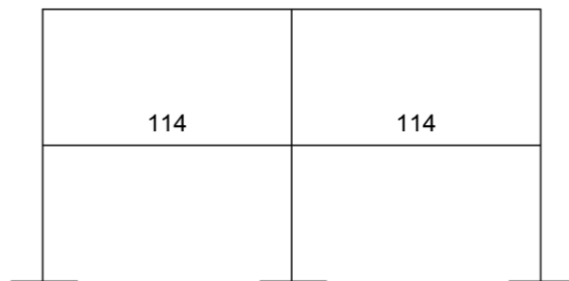
$$s \leq \frac{A_{sw}^1 * m * z * f_{ywd}}{V_{Ed}} * \cot \theta = \frac{0,5 * 2 * 31,05 * 43,48}{104,61} * 1,2$$

$$s \leq 15,49 \text{ cm}$$

Potrebna poprečna armature je  $\phi 8 / 15 \text{ cm}$  ;  $m = 2$

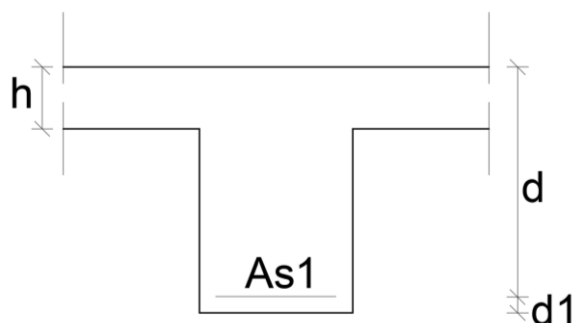
Tamo gdje je poprečna sila manja od 62,31 kN postavljaju se minimalne vilice  $\phi 8 / 26\text{cm}$ , a ostatak  $\phi 8 / 15\text{cm}$ .

#### 4.1.5. Greda 114-114



Slika 49: Skica grede 114

#### Statička visina presjeka grede 114 u polju



Slika 50: Statička visina u polju grede 114

- Razred izloženosti – XC1 (suho ili trajno vlažno)
- Vijek trajanja građevine – 50 godina
- Razred konstrukcije – S3

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{nom} = 10 + 10 = 20 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{min} = \max \begin{cases} c_{min,b} \\ c_{min,dur} \\ 10 \text{ mm} \end{cases} = \max \begin{cases} 10 \text{ mm} \\ 10 \text{ mm} \\ 10 \text{ mm} \end{cases} = 10 \text{ mm}$$

$$d_1 = c_{nom} + \phi_w + \frac{\phi}{2} = 2 + 0,8 + \frac{2,0}{2} = 3,8 \text{ cm} = 4,0 \text{ cm}$$

$$d = h - d_1 = 50 - 4,0 = 46,0 \text{ cm}$$

### Greda 114-114-polje

$$M_{Ed} = \gamma_G * M_g + \gamma_Q * M_q + \gamma_Q * 0,6 * M_w = 1,35 * 21,53 + 1,5 * 32,15 = 77,28 \text{ kNm}$$

Sudjeluj a širina uć T-presjeka

$$b_{eff} = 66 + 66 + 30 = 162 \text{ cm}$$

Pretpostavka da neutralna os prolazi kroz ploću.

$$\mu_{Ed,s} = \frac{M_{Eds}}{b_{eff} * d^2 * f_{cd}} = \frac{7728}{162 * 46^2 * 2} = 0,012$$

$$\xi = 0,025 \quad \zeta = 0,990$$

$$x = \xi * d = 0,025 * 45,5 = 1,14 \text{ cm} < 16 \text{ cm}$$

Zaključak provjere je da neutralna os prolazi kroz ploću.

$$A_{s1} = \frac{M_{Eds}}{\zeta * d * f_{yd}} = \frac{7728}{0,990 * 46 * 43,48} = 3,90 \text{ cm}^2$$

-Proračun minimalne armature

$$A_{s1,min} = 0,26 * \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} * b_w * d \geq 0,0013 * b_w * d$$

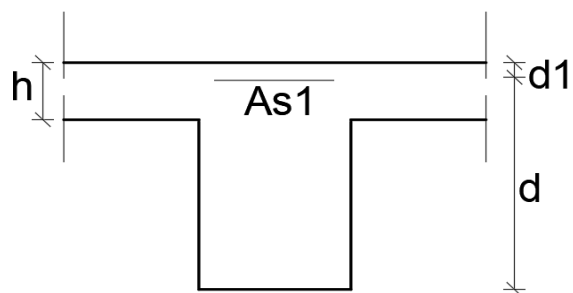
$$0,26 * \frac{2,9}{500} * 30 * 46 \geq 0,0013 * 30 * 45,5$$

$$2,08 > 1,79$$

$$A_{s1} > A_{s1min}$$

Odabire se : 4φ12(4,52 cm)

## Statička visina presjeka grede 114 na osloncima



Slika 51: Statička visina presjeka na osloncima grede 114

- Razred izloženosti – XC1(suho ili trajno vlažno)
- Vijek trajanja građevine – 50 godina
- Razred konstrukcije – S4

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{nom} = 10 + 10 = 20 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{min} = \max \begin{cases} c_{min,b} \\ c_{min,dur} \\ 10 \text{ mm} \end{cases} = \max \begin{cases} 10 \text{ mm} \\ 10 \text{ mm} \\ 10 \text{ mm} \end{cases} = 10 \text{ mm}$$

$$d_1 = c_{nom} + \phi_w + \frac{\phi}{2} = 2 + 0,8 + \frac{2,0}{2} = 3,8 \text{ cm} = 4,0 \text{ cm}$$

$$d = h - d_1 = 50 - 4,5 = 46,0 \text{ cm}$$

### Greda 114-114-vanjski oslonci

$$M_{Ed} = -(1,35 * 24,28 + 1,5 * 21,99 + 0,9 * 20,33) = -84,06 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed,s} = \frac{M_{Eds}}{b_{eff} * d^2 * f_{cd}} = \frac{8406}{30 * 46^2 * 2} = 0,066$$

$$\xi = 0,091 \quad \zeta = 0,962$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Eds}}{\zeta * d * f_{yd}} = \frac{8406}{0,962 * 46 * 43,48} = 4,37 \text{ cm}^2$$

Odabire se : 4 $\phi$ 12 (4,52 cm<sup>2</sup>)

### Greda 114-114-unutarnji oslonac

$$M_{Ed} = -(1,35 * 35,59 + 1,5 * 46,03 + 0,9 * 18,42) = -133,68 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed,s} = \frac{M_{Eds}}{b_{eff} * d^2 * f_{cd}} = \frac{13368}{30 * 46^2 * 2} = 0,105$$

$$\xi = 0,143 \quad \zeta = 0,941$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Eds}}{\zeta * d * f_{yd}} = \frac{13368}{0,941 * 46 * 43,48} = 7,10 \text{ cm}^2$$

Odabire se : 4 $\phi$ 16 (8,04 cm<sup>2</sup>)

## Proračun na poprečne sile

### Greda 114-114-vanjski oslonci

$$\begin{aligned} V_{Ed} &= \gamma_G * V_g + \gamma_Q * V_q + \gamma_Q * 0,6 * V_w = \\ &= 1,35 * 32,64 + 1,5 * 35,92 + 0,9 * 8,3 = 105,4 \text{ kN} \end{aligned}$$

z= krak unutarnjih sila ( $z = \xi \cdot d = 0,9 \cdot 45,5 = 40,95 \text{ cm}$ )

$$\begin{aligned} V_{Rd,max} &= \alpha_{cw} * b_w * z * v_1 * f_{cd} * \frac{1}{\cot \theta + \tan \theta} = \\ &= 1 * 30 * (0,9 * 45,5) * 0,528 * 2 * \frac{1}{1,2 + \frac{1}{1,2}} = 638,01 \text{ kN} \end{aligned}$$

1) Provjera nosivosti tlačnih štapova

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

$$105,4 \text{ kN} < 638,01 \text{ kN}$$

2) Najmanja poprečna armature

2.1) Iz uvjeta najmanje pop. armature

$A_{sw}^1$ =ploština presjeka jedne grane spone (  $0,5 \text{ cm}^2$ )

m= reznost spone ( 2)

$\rho_{w,min}$ =koef. armiranja najmanjom poprečnom armaturom (0,001)

$$s_{l,max} = \frac{A_{sw}^1 * m}{b_w * \rho_{w,min}} = \frac{0,5 * 2}{30 * 0,001} = 33,33 \text{ cm}$$

2.2) Iz odnosa  $V_{ed}/V_{Rd,max}$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,max}} = \frac{105,4}{638,01} = 0,17$$

$$s_{l,max} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,75d \\ 30 \text{ cm} \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,75 * 45,5 \\ 30 \text{ cm} \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 34,1 \text{ cm} \\ 30 \text{ cm} \end{array} \right\} = 30 \text{ cm}$$



Minimalne vilice su  $\phi 8 / 30 \text{ cm}$  ;  $m = 2$

Poprečna sila koju nose minimalne vilice,  $V_{Rd,s}^{\min}$

$$V_{Rd,s}^{\min} = \frac{A_{sw}^1 * m}{s_{l,max}} * z * f_{ywd} * \cot \theta = \frac{0,5 * 2}{30} * 40,95 * 43,48 * 1,2 = 71,2 \text{ kN}$$

3) Potrebna poprečna armature

$$s \leq \frac{A_{sw}^1 * m * z * f_{ywd}}{V_{Ed}} * \cot \theta = \frac{0,5 * 2 * 40,95 * 43,48}{105,4} * 1,2$$

$$s \leq 20,27 \text{ cm}$$

Odabire se  $s = 20 \text{ cm}$

Potrebna poprečna armature je  $\phi 8 / 20 \text{ cm}$  ;  $m = 2$

4) Najveća djelotvorna ploština poprečne armature za  $\text{ctg}\theta=1$

$$s \geq \frac{2 * (A_{sw}^1 * m) * f_{ywd}}{b_w * \alpha_{cw} * v_1 * f_{cd}} = \frac{2 * (0,5 * 2) * 43,48}{30 * 1 * 0,528 * 2} = 2,75 \text{ cm}$$

$$s = 20 \text{ cm} > 2,75 \text{ cm}$$

Proračun udaljenosti  $\lambda$  na kojoj je  $V_{ed} > V_{Rd,min}$

$$q_{Ed} = \gamma_G * g_1 + \gamma_Q * q_1 = 1,35 * 22,33 + 1,5 * 32,9 = 79,50 \text{ kN/m'}$$

$$g_{GR} = 1,35 * (0,3 * 0,34 * 25) = 3,44 \text{ kN/m'}$$

$$V_{Ed} - \frac{1}{2} * \frac{q_{Ed}}{\frac{l_1}{2}} * \lambda * \lambda - g_{GR} * \lambda = V_{Rd,s}^{\min}$$

$$105,4 - \frac{1}{2} * \frac{79,5}{2,35} * \lambda * \lambda - 3,44 * \lambda = 71,2$$

$$\lambda^2 + 0,203 * \lambda + 2,022 = 0$$

$$\lambda_1 = 1,32 \text{ m} ; \lambda_2 = -1,53 \text{ m}$$

Na udaljenosti 1,32 m od vanjskih oslonaca armira se s  $\phi 8 / 20 \text{ cm}$ , a ostatak  $\phi 8 / 30 \text{ cm}$ .

### Greda 114-114-unutarnji oslonac

$$V_{Ed} = 1,35 * 37,46 + 1,5 * 44,26 + 0,9 * 8,3 = 124,46 \text{ kN}$$

1) Provjera nosivosti tlačnih štapova

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

$$124,46 \text{ kN} < 638,01 \text{ kN}$$

2) Najmanja poprečna armature

2.1) Iz uvjeta najmanje pop. armature

$$s_{l,max} = \frac{A_{sw}^1 * m}{b_w * \rho_{w,min}} = \frac{0,5 * 2}{30 * 0,001} = 33,33 \text{ cm}$$

2.4) Iz odnosa  $V_{Ed}/V_{Rd,max}$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,max}} = \frac{124,46}{638,01} = 0,195$$

$$s_{l,max} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,75d \\ 30 \text{ cm} \end{array} \right. = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,75 * 45,5 \\ 30 \text{ cm} \end{array} \right. = \min \left\{ \begin{array}{l} 34,1 \text{ cm} \\ 30 \text{ cm} \end{array} \right. = 30 \text{ cm}$$

Minimalne vilice su  $\phi 8 / 30 \text{ cm}$  ;  $m = 2$

Poprečna sila koju nose minimalne vilice,  $V_{Rd,s}^{\min}$

$$V_{Rd,s}^{\min} = 71,2 \text{ kN}$$

3) Potrebna poprečna armature

$$s \leq \frac{A_{sw}^1 * m * z * f_{ywd}}{V_{Ed}} * \cot \theta = \frac{0,5 * 2 * 40,95 * 43,48}{124,46} * 1,2$$

$$s \leq 17,17 \text{ cm}$$

Potrebna poprečna armature je  $\phi 8 / 17 \text{ cm}$  ;  $m = 2$

Proračun udaljenosti  $\lambda$  na kojoj je  $V_{Ed} > V_{Rd,min}$

$$V_{Ed} - \frac{1}{2} * \frac{q_{ed}}{\frac{l_1}{2}} * \lambda * \lambda - g_{GR} * \lambda = V_{Rd,s}^{min}$$

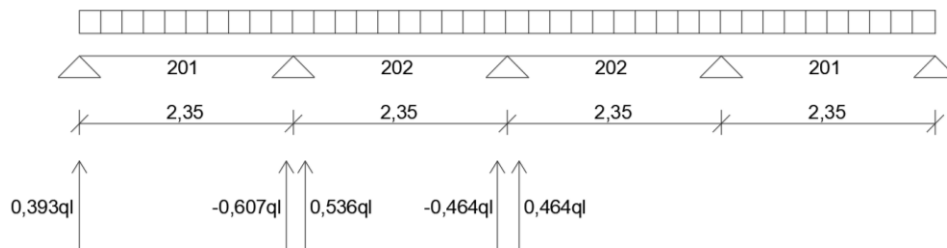
$$124,43 - \frac{1}{2} * \frac{79,5}{2,35} * \lambda * \lambda - 3,44 * \lambda = 71,2$$

$$\lambda^2 + 0,203 * \lambda - 3,15 = 0$$

$$\lambda_1 = 1,68 \text{ m} ; \lambda_2 = -1,88 \text{ m}$$

Na udaljenosti 1,68 m od vanjskih oslonaca armira se s  $\phi 8/17$  cm, a ostatak  $\phi 8/30$  cm .

### Provjera posmika u ploči poz 200



Slika 52: Reakcije oslonaca ploče iznad kata

Maksimalna sila se javlja na osloncu 201-202

$$V_{Ed} = 0,607 * q_{Ed} * \frac{l_1}{2} = 0,607 * 9,25 * 2,35 = 13,195 \text{ kN}$$

$$v_{Ed} = \frac{V_{Ed}}{b * d} = \frac{13,195 * 10^3}{100 * 7,5} = 0,176 \text{ MPa}$$

$$\rho_{arm} = \frac{A_{sl}}{b * d} = \frac{1,89}{100 * 7,5} = 0,0025 = 0,25 \%$$

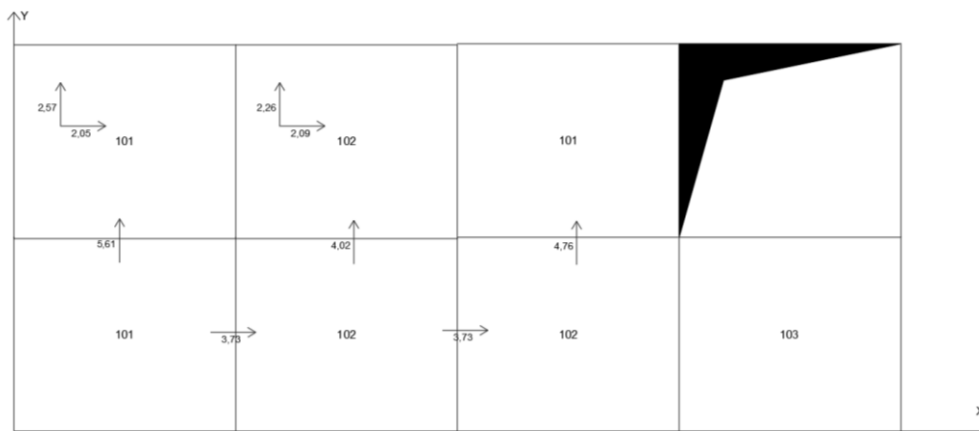
$$v_{Rdc} = 0,54 \text{ MPa}$$

$$v_{Ed} < v_{Rdc}$$

$$0,176 < 0,54$$

Nije potrebna poprečna armature

## Provjera posmika u ploči poz 100



Slika 53:Skica ploče s minimalnim armaturama

$$q_{Ed} = 1,35 * 4,75 + 1,5 * 7 = 16,913 \text{ kNm/m'}$$

$$V_{Ed} = 0,5 * q_{Ed} * l_1 = 0,5 * 16,91 * 4,7 = 39,75 \text{ kN}$$

$$v_{Ed} = \frac{V_{Ed}}{b * d} = \frac{39,75 * 10^3}{1 * 0,135} = 0,29 \text{ MPa}$$

$$\rho_{arm} = \frac{A_{sl}}{b * d} = \frac{2,05}{100 * 13,5} = 0,15 \%$$

$$v_{Rdc} = 0,54 \text{ MPa}$$

$$v_{Ed} < v_{Rdc}$$

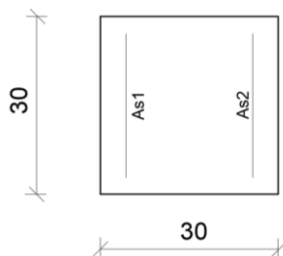
$$0,29 < 0,54$$

Nije potrebna poprečna armature.

#### 4.1.6. Dimenzioniranje stupova

Proračun svih stupova osim stupa POZ IV ( štap II) se provode pojednostavljenim postupkom proračuna na vitkim stupovima ,a stup POZ IV ( štap II) se proračunava po teoriji II. reda.

#### Stup III/200



Slika 54:Skica stupa III/200

Presjek gore:

$$M_{Ed} = \gamma_G' * M_g + \gamma_Q * M_q + \gamma_Q * 0,6 * M_w =$$
$$1,38 * 29,01 + 1,5 * 2,21 + 0,9 * 5,12 = 47,95 \text{ kNm}$$
$$N_{Ed} = -(\gamma_G' * N_g + \gamma_Q * N_q + \gamma_Q * 0,6 * N_w) =$$
$$-(1,38 * 95,70 + 1,5 * 0,77 + 0,9 * 2,31) = -135,3 \text{ kN}$$

$$\mu_{Ed,s} = \frac{M_{Ed}}{b * d^2 * f_{cd}} = \frac{4795}{30 * 30^2 * 2} = 0,133$$

$$\nu_{Ed,s} = \frac{N_{Ed}}{b * h * f_{cd}} = \frac{-135,3}{30 * 30 * 2} = -0,075$$

$$\omega = 0,1$$

Presjek dolje:

$$M_{Ed} = \gamma_G * M_g + \gamma_Q * M_q + \gamma_Q * 0,6 * M_w =$$
$$1,35 * 16,67 + 1,5 * 7,21 + 0,9 * 3,55 = 36,51 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = -(\gamma_G' * N_g + \gamma_Q * N_q + \gamma_Q * 0,6 * N_w) =$$

$$-(1,35 * 102,45 + 1,5 * 0,77 + 0,9 * 2,31) = -141,54 \text{ kN}$$

$$\mu_{Ed,s} = \frac{M_{Ed}}{b * d^2 * f_{cd}} = \frac{3651}{30 * 25^2 * 2} = 0,1$$

$$\nu_{Ed,s} = \frac{N_{Ed}}{b * h * f_{cd}} = \frac{-141,54}{30 * 25 * 2} = -0,09$$

$$\omega = 0,08$$

$$\text{Mjerodavno : } \omega = 0,1$$

$$\beta = A_{s1}/A_{s2} = 1,0$$

$$A_{s1} = \omega * \frac{f_{cd}}{f_{yd}} * b * h = 0,1 * \frac{2}{43,48} * 30 * 25 = 3,45 \text{ cm}^2$$

$$A_{s2} = \beta * A_{s1} = 1,0 * 3,45 = 3,45 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} + A_{s2} = 6,9 \text{ cm}^2$$

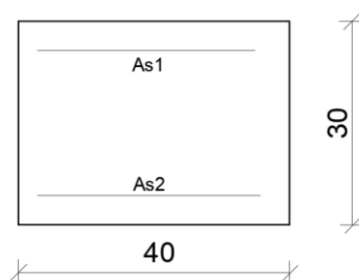
Minimalna armatura:

$$A_{s,min} = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{0,15 * N_{Ed}}{f_{yd}} = 0,488 \text{ cm}^2 \\ 0,003 * A_c = 2,25 \text{ cm}^2 \\ 4\phi 12 = 4,52 \text{ cm}^2 \end{array} \right. = 4,52 \text{ cm}^2$$

$$A_s > A_{s,min}$$

Odabire se : 2x2φ16 (4,02·2=8,04 cm<sup>2</sup>)

## Stup IV/200



Slika 55:Skica stupa IV/200

Presjek gore:

$$\begin{aligned}M_{Ed} &= \gamma_G' * M_g + \gamma_Q * M_q + \gamma_Q * 0,6 * M_w = \\1,38 * 0 + 1,5 * 1,73 + 0,9 * 11,41 &= 12,86 \text{ kNm} \\N_{Ed} &= -(\gamma_G' * N_g + \gamma_Q * N_q + \gamma_Q * 0,6 * N_w) = \\-(1,38 * 236,48 + 1,5 * 1,54 + 0,9 * 0) &= -328,65 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\mu_{Ed,s} = \frac{M_{Ed}}{b * d^2 * f_{cd}} = \frac{1286}{40 * 30^2 * 2} = 0,018$$

$$\nu_{Ed,s} = \frac{N_{Ed}}{b * h * f_{cd}} = \frac{-328,65}{40 * 30 * 2} = -0,14$$

$$\omega = 0,0$$

Presjek dolje:

$$\begin{aligned}M_{Ed} &= \gamma_G * M_g + \gamma_Q * M_q + \gamma_Q * 0,6 * M_w = \\1,35 * 0 + 1,5 * 8,84 + 0,9 * 10,29 &= 22,52 \text{ kNm} \\N_{Ed} &= -(\gamma_G' * N_g + \gamma_Q * N_q + \gamma_Q * 0,6 * N_w) = \\-(1,35 * 245,48 + 1,5 * 1,54 + 0,9 * 0) &= -333,71 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\mu_{Ed,s} = \frac{M_{Ed}}{b * d^2 * f_{cd}} = \frac{2252}{40 * 30^2 * 2} = 0,03$$

$$\nu_{Ed,s} = \frac{N_{Ed}}{b * h * f_{cd}} = \frac{-333,71}{40 * 30 * 2} = -0,14$$

$$\omega = 0,0$$

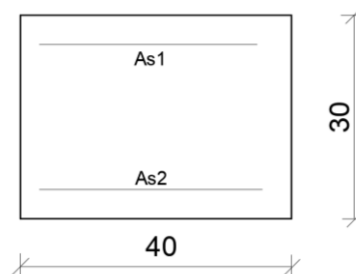
Minimalna armatura:

$$A_{s,min} = \max \begin{cases} \frac{0,15 * N_{Ed}}{f_{yd}} = 1,51 \text{ cm}^2 \\ 0,003 * A_c = 2,25 \text{ cm}^2 \\ 4\phi 12 = 4,52 \text{ cm}^2 \end{cases} = 4,52 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,min} = 4,52 \text{ cm}^2$$

Odobire se : 2x2 $\phi$ 12 (4,52 cm<sup>2</sup>)

### Stup III/100



Slika 56:Skica stupa III/100

Presjek gore:

$$M_{Ed} = \gamma_G * M_g + \gamma_Q * M_q + \gamma_Q * 0,6 * M_w =$$

$$1,35 * 7,61 + 1,5 * 14,79 + 0,9 * 17,17 = 48 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = -(\gamma_G * N_g + \gamma_Q * N_q + \gamma_Q * 0,6 * N_w) =$$



$$-(1,35 + 211,25 + 1,5 * 86,54 + 0,9 * 10,57) = -424,51 \text{ kN}$$

$$\mu_{Ed,s} = \frac{M_{Ed}}{b * d^2 * f_{cd}} = \frac{4800}{40 * 30^2 * 2} = 0,06$$

$$\nu_{Ed,s} = \frac{N_{Ed}}{b * h * f_{cd}} = \frac{-424,51}{40 * 30 * 2} = -0,18$$

$$\omega = 0,0$$

Presjek dolje:

$$M_{Ed} = \gamma_G * M_g + \gamma_Q * M_q + \gamma_Q * 0,6 * M_w =$$

$$1,35 * 3,85 + 1,5 * 6,57 + 0,9 * 22,85 = 35,62 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = -(\gamma_G * N_g + \gamma_Q * N_q + \gamma_Q * 0,6 * N_w) =$$

$$-(1,35 * 221,45 + 1,5 * 84 + 0,9 * 10,53) = -434,44 \text{ kN}$$

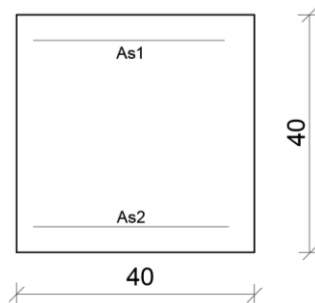
$$\mu_{Ed,s} = \frac{M_{Ed}}{b * d^2 * f_{cd}} = \frac{3562}{40 * 30^2 * 2} = 0,049$$

$$\nu_{Ed,s} = \frac{N_{Ed}}{b * h * f_{cd}} = \frac{-434,44}{40 * 30 * 2} = -0,18$$

$$\omega = 0,0$$

Odabire se : 2x2 $\phi$ 12 (4,52 cm<sup>2</sup>)

## Stup IV/100



Slika 57:Skica stupa IV/100

K-Rotacijska krutost čvora

E-Modul elastičnosti

$I_{col}$ -Moment tromosti stupa

$I_b^{II}$ -Moment tromosti grede za raspucalo stanje

$l_b$ = duljina grede

$l_{col}$ =duljina stupa

Modul elastičnosti grede i stupa su jednaki.

$$I_{col^1} = \frac{b * h^3}{12} = \frac{30 * 40^3}{12} = 160000 \text{ cm}^4$$

$$I_{col^2} = \frac{b * h^3}{12} = \frac{40 * 40^3}{12} = 213333 \text{ cm}^4$$

$$I_{gr} = \frac{b * h^3}{12} * 0,5 = \frac{30 * 50^3}{12} * 0,5 = 156250 \text{ cm}^4$$

Krutost čvora 1

$$K_1 = \frac{\sum(E * \frac{I_{col}}{l_{col}})}{12 * (E * \frac{I_b^{II}}{l_b})} = \frac{\frac{160000}{3} + \frac{213333}{3,4}}{12 * (\frac{156250}{4,7})} = 0,29$$

$$K_2 = 0,1$$

Efektivna duljina  $l_0$  za ne pridrżane okvire

$$l_0 = l * \max \left\{ \sqrt{1 + 10 \frac{K_1 * K_2}{K_1 + K_2}} ; \left(1 + \frac{K_1}{1 + K_1}\right) * \left(1 + \frac{K_2}{1 + K_2}\right) \right\}$$

$$l_0 = 3,4 * \max \left\{ \sqrt{1 + 10 \frac{0,29 * 0,1}{0,29 + 0,1}} ; \left(1 + \frac{0,29}{1 + 0,29}\right) * \left(1 + \frac{0,1}{1 + 0,1}\right) \right\}$$

$$l_0 = 3,4 * \max\{1,32 ; 1,34\}$$

$$l_0 = 3,4 * 1,34 = 4,56 \text{ m}$$

Vitkost

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{456}{0,289 * 40} = 39,45$$

Granična vitkost

$$A=0,7$$

$$B=1,1$$

$$C=0,7$$

$$N_{Ed} = -(\gamma_G * N_g + \gamma_Q * N_q) = -(1,35 * 413,88 + 1,5 * 187,32) = -838,72 \text{ kN}$$

$$n = \frac{N_{Ed}}{b * h * f_{cd}} = \frac{838,72}{40 * 40 * 2} = 0,26$$

$$\lambda_{lim} = 20 * A * B * C * \frac{1}{\sqrt{n}} = 20 * 0,7 * 1,1 * 0,7 * \frac{1}{\sqrt{0,26}} = 21,14$$

$$\lambda_{lim} < \lambda$$

$$21,14 < 39,14$$

Utjecaj teorije II. Reda mora se uzeti u obzir kod proračuna.

Uzimanjem u obzir utjecaj teorije II. reda stup se proračunava za 2 slučaja.:

1. Maksimalna uzdužna sila i pripadajući moment savijanja
2. Maksimalni moment savijanja i pripadajuća uzdužna sila

Slučaj 1 Maksimalna uzdužna sila i pripadajući moment savijanja

Donji presjek

$$M_{Ed} = \gamma_G * M_g + \gamma_Q * M_q + \gamma_Q * 0,6 * M_w =$$

$$1,35 * 0 + 1,5 * 0 + 0,9 * 31,80 = 28,62 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = -(\gamma_G * N_g + \gamma_Q * N_q + \gamma_Q * 0,6 * N_w) =$$

$$-(1,35 * 413,88 + 1,5 * 187,32 + 0,9 * 0) = -829,72 \text{ kNm}$$

$$e_i = \frac{l_0}{l} = \frac{4,56}{3,4} = 1,34 \text{ cm}$$

$$M_{0,Ed} = M_{Ed} + |N_{Ed}| * e_i = 28,62 + 829,72 * 0,0134 = 39,73 \text{ kNm}$$

Zakrivljenost

$$\frac{1}{r} = k_r * k_\varphi * \frac{1}{\gamma_0}$$

$k_r = 1$  (korekcijski faktor ovisan o uzdužnom opterećenju )

$$k_{\varphi} = 1 + \beta * \varphi_{ef} \geq 1$$

$$\varphi_{ef} = \varphi_{(\infty)} * \frac{M_{otgp}}{M_{0Ed}} = 0$$

$k_{\varphi}=1$  (efektivni koeficijent puzanja )

$$\frac{1}{\gamma_0} = \frac{\varepsilon_{yd}}{0,45 * d}$$

$$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{43,48}{20000} = 2,174 \text{ ‰}$$

$$\frac{1}{\gamma_0} = \frac{2,174 \text{ ‰}}{0,45 * 0,36} = 0,0134 \text{ m}^{-1}$$

$C= 10$  (faktor ovisan o raspodijeli zakrivljenosti za konstantni poprečni presjek)

$$e_2 = \frac{1}{r} * \frac{l_0^2}{c} = 0,0134 * \frac{4,56^2}{10} = 0,027 \text{ m} = 2,7 \text{ cm}$$

$$M_2 = |N_{Ed}| * e_2 = 829,72 * 0,027 = 22,4 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = M_{0,Ed} + M_2 = 39,73 + 22,4 = 62,13 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed,s} = \frac{M_{Ed}}{b * d^2 * f_{cd}} = \frac{6213}{40 * 40^2 * 2} = 0,049$$

$$\nu_{Ed,s} = \frac{N_{Ed}}{b * h * f_{cd}} = \frac{-829,72}{40 * 40 * 2} = -0,26$$

$\omega = 0,0$

Odabire se :  $2x2\phi 12$  ( $4,52 \text{ cm}^2$ )

Slučaj 2   Maksimalni moment savijanja i pripadajuća uzdužna sila

Gornji presjek

$$M_{Ed} = \gamma_G * M_g + \gamma_Q * M_q + \gamma_Q * 0,6 * M_w =$$

$$1,35 * 0 + 1,5 * 14,80 + 0,9 * 26,42 = 45,98 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = -(\gamma_G * N_g + \gamma_Q * N_q + \gamma_Q * 0,6 * N_w) =$$

$$-(1,35 * 400,28 + 1,5 * 93,66 + 0,9 * 0) = -680,87 \text{ kNm}$$

$$M_{0.Ed} = M_{Ed} + |N_{Ed}| * e_i = 45,98 + 680,87 * 0,0134 = 55,10 \text{ kNm}$$

$$M_2 = |N_{Ed}| * e_2 = 680,87 * 0,027 = 18,38 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = M_{0.Ed} + M_2 = 55,10 + 18,38 = 73,48 \text{ kNm}$$

$$\mu_{Ed,s} = \frac{M_{Ed}}{b * d^2 * f_{cd}} = \frac{7348}{40 * 40^2 * 2} = 0,06$$

$$\nu_{Ed,s} = \frac{N_{Ed}}{b * h * f_{cd}} = \frac{-680,87}{40 * 40 * 2} = -0,2$$

$$\omega = 0,0$$

Odabire se : 2x2 $\phi$ 12 (4,52 cm<sup>2</sup>)

Proračun vilica

$$s \leq \begin{cases} 12\phi = 12 * 1,4 = 16,8 \text{ cm} \\ b_{min} = 40 \text{ cm} \\ 30 \text{ cm} \end{cases} = 16,8 \text{ cm}$$

Odabire se : s = 10cm

#### **4.1.7. Troškovnik**

Količine betona i oplata su dobivene izračunom volumena i površine konstrukcije iz tlocrta i presjeka. Količina armature za okvire je proračunata i iskazana iskazom armature, a za ostale konstrukcijske elemente pretpostavljena je količina armature za m<sup>3</sup>.

Pretpostavljene količine armature po m<sup>3</sup>: Uzdužne grede – 140 kg / m<sup>3</sup>

Ploče nosive u 1 smjeru – 42 kg / m<sup>3</sup>

Ploče nosive u 2 smjera – 80 kg / m<sup>3</sup>

AB zidovi – 70 kg / m<sup>3</sup>

Temelji – 50 kg / m<sup>3</sup>

Građevina Armirano betonska hala					
r.br.	Opis stavke	Jedinica	Količina	Jed. Cijena	Ukupno
<b>1. BETONSKI RADOVI</b>					
1.1	Betoniranje svih okvira betonske konstrukcije betonom C 30/37 . Beton se spravlja u centralnoj betonari, a transport se vrši automješalicom na prosječnoj udaljenosti od 15 km. Cijena betona je FCO gradilište.U jediničnu cijenu je uključen sav potreban materijal, rad ljudi i strojeva. Obračun po m3 ugrađenog betona.	m <sup>3</sup>	19.7	900	17730
1.2	Betoniranje uzdužnih greda betonske konstrukcije betonom C 30/37. Beton se spravlja u centralnoj betonari, a transport se vrši automješalicom na prosječnoj udaljenosti od 15 km. Cijena betona je FCO gradilište.U jediničnu cijenu je uključen sav potreban materijal, rad ljudi i strojeva. Obračun po m3 ugrađenog betona	m <sup>3</sup>	11.3	900	10170
1.3	Betoniranje ploče pozicije 100 nosive u 2 smjera betonom C 30/37. Beton se spravlja u centralnoj betonari, a transport se vrši automješalicom na prosječnoj udaljenosti od 15 km. Cijena betona je FCO gradilište.U jediničnu cijenu je uključen sav potreban materijal, rad ljudi i strojeva. Obračun po m3 ugrađenog betona.	m <sup>3</sup>	30.52	900	27468
1.4	Betoniranje ploče pozicije 200 nosive u 1 smjeru betonom C 30/37. Beton se spravlja u centralnoj betonari, a transport se vrši automješalicom na prosječnoj udaljenosti od 15 km. Cijena betona je FCO gradilište.U jediničnu cijenu je uključen sav potreban materijal, rad ljudi i strojeva. Obračun po m3 ugrađenog betona.	m <sup>3</sup>	21.24	900	19116
1.5	Betoniranje armiranobetonskih zidova betonom C 30/37. Beton se spravlja u centralnoj betonari, a transport se vrši automješalicom na prosječnoj udaljenosti od 15 km. Cijena betona je FCO gradilište.U jediničnu cijenu je uključen sav potreban materijal, rad ljudi i strojeva. Obračun po m3 ugrađenog betona.	m <sup>3</sup>	15	900	13500
1.6	Betoniranje temelja betonom C 30/37. Beton se spravlja u centralnoj betonari, a transport se vrši automješalicom na prosječnoj udaljenosti od 15 km. Cijena betona je FCO gradilište.U jediničnu cijenu je uključen sav potreban materijal, rad ljudi i strojeva. Obračun po m3 ugrađenog betona.	m <sup>3</sup>	45	900	40500



2. ARMIRAČKI RADOVI					
2.1	Nabava,čišćenje,rezanje,savijanje i postavljanje armaturne šipke rebrastog profila B500B u okvire betonske konstrukcije.Armatura se obrađuje strojno na gradilištu.Raspored i razmak šipki se određuje iz plana armature i statičkog proračuna.U jediničnu cijenu uključen je sav potreban materijal,alat i rad.Obračun po kilogramu ugrađene armature.	kg	4150	10	41500
2.2	Nabava,čišćenje,rezanje,savijanje i postavljanje armaturne šipke rebrastog profila B500B u uzdužne grede.Armatura se obrađuje strojno na gradilištu.Raspored i razmak šipki se određuje iz plana armature i statičkog proračuna.U jediničnu cijenu uključen je sav potreban materijal,alat i rad.Obračun po kilogramu ugrađene armature.	kg	1580	10	15800
2.3	Nabava,čišćenje,rezanje,savijanje i postavljanje armaturne šipke rebrastog profila B500B u ploče pozicija 100 nosive u 2 smjera .Armatura se obrađuje strojno na gradilištu.Raspored i razmak šipki se određuje iz plana armature i statičkog proračuna.U jediničnu cijenu uključen je sav potreban materijal,alat i rad.Obračun po kilogramu ugrađene armature.	kg	2440	10	24400
2.4	Nabava,čišćenje,rezanje,savijanje i postavljanje armaturne šipke rebrastog profila B500B u ploče pozicija 200 nosive u 1 smjera .Armatura se obrađuje strojno na gradilištu.Raspored i razmak šipki se određuje iz plana armature i statičkog proračuna.U jediničnu cijenu uključen je sav potreban materijal,alat i rad.Obračun po kilogramu ugrađene armature.	kg	900	10	9000
2.5	Nabava,čišćenje,rezanje,savijanje i postavljanje armaturne šipke rebrastog profila B500B u armiranobetonske zidove .Armatura se obrađuje strojno na gradilištu.Raspored i razmak šipki se određuje iz plana armature i statičkog proračuna.U jediničnu cijenu uključen je sav potreban materijal,alat i rad.Obračun po kilogramu ugrađene armature.	kg	1050	10	10500

3.TESARSKI RADOVI					
3.1	Izrada oplata okvira betonske konstrukcije. Predviđa se izrada od vodootporne šperploče debljine 15 mm s gredicama za ojačanje dimenzija 48/48 mm. Povezivanje se vrši paljenom žicom debljine 3 mm. Oplata mora biti poduprta tako da se onemogući izvijanje u bilo kojem smjeru. U jediničnu cijenu uključen je sav potreban materijal, rad i transport. Obračun po m2.	m <sup>2</sup>	206.9	170	35173
3.2	Izrada oplata za poziciju 100 sa svim uzdužnim gredama . Predviđa se izrada od vodootporne šperploče debljine 15 mm s gredicama za ojačanje dimenzija 48/48 mm. Povezivanje se vrši paljenom žicom debljine 3 mm. Oplata mora biti poduprta tako da se onemogući izvijanje u bilo kojem smjeru. U jediničnu cijenu uključen je sav potreban materijal, rad i transport. Obračun po m2.	m <sup>2</sup>	213.75	170	36338
3.3	Izrada oplata za poziciju 200 sa svim uzdužnim gredama . Predviđa se izrada od vodootporne šperploče debljine 15 mm s gredicama za ojačanje dimenzija 48/48 mm. Povezivanje se vrši paljenom žicom debljine 3 mm. Oplata mora biti poduprta tako da se onemogući izvijanje u bilo kojem smjeru. U jediničnu cijenu uključen je sav potreban materijal, rad i transport. Obračun po m2.	m <sup>2</sup>	268.4	170	45628
3.4	Izrada oplata za armiranobetonske zidove . Predviđa se izrada od vodootporne šperploče debljine 15 mm s gredicama za ojačanje dimenzija 48/48 mm. Povezivanje se vrši paljenom žicom debljine 3 mm. Oplata mora biti poduprta tako da se onemogući izvijanje u bilo kojem smjeru. U jediničnu cijenu uključen je sav potreban materijal, rad i transport. Obračun po m2.	m <sup>2</sup>	64.67	170	10994
REKAPITULACIJA GRAĐEVINSKIH RADOVA					
1	Betonski radovi		128484.00		KN
2	Armirački radovi		101200.00		
3	Tesrski radovi		128132.40		
	UKUPNO		357816.40		
	PDV		89454.10		
	KUPNO S PDVom		447270.50		

Tablica 2:Troškovnik AB građevine

## 4.2 Čelična građevina

### 4.2.1. Analiza opterećenja

Opterećenje od spregnute ploče:

$$g_{k, lim} = 0,13 \text{ kN/m}^2$$

$$g_{k, beton} = 3,67 \text{ kN/m}^2$$

$$g_k = 0,13 + 3,67 = 3,8 \text{ kN/m}^2$$

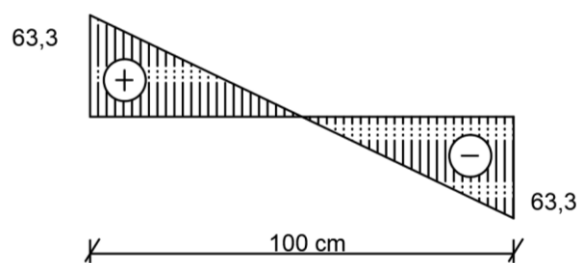
$$g = g_k * l = 3,8 * 5,4 = 20,52 \text{ kN/m'}$$

Opterećenje od sekundarnog nosača:

IPE 140

12,90 kg/m'

$$q = 12,90 * 9,81 = 126,6 \text{ N/m'}$$



Slika 58: Dijagram poprečnih sila sekundarnog nosača

$$F = 63,3 \text{ N} = 0,063 \text{ kN}$$

#### 4.2.2. Kombinacije djelovanja i dijagrami reznih sila

Case	Load type	List	Load values
2	uniform load	1 2 8 9	PZ=-20.52(kN/m)
2	bar force	1 2 8 9	FZ=-0.06(kN) X=0.50 relative
3	uniform load	8 9	PZ=-7.00(kN/m)
4	uniform load	1 2	PZ=-1.00(kN/m)
5	nodal force	1	FX=12.90(kN)
5	nodal force	12	FX=27.51(kN)

Tablica 3: Opterećenja na okvir

Oznake karakterističnih djelovanja:

- 1 – Vlastita težina , 2 – Stalno djelovanje , 3 – Promjenjivo djelovanje (uporabno simetrično),  
4 – Djelovanje snijega , 5 – Djelovanje vjetra

#### Granično stanje nosivosti

Combinations	Name	Combination type	Definition
6 (C)	COMB1	ULS	$(1+2)*1.35+3*1.50$
7 (C)	COMB2	ULS	$(1+2)*1.35+4*1.50$
8 (C)	COMB3	ULS	$(1+2)*1.35+5*1.50$
9 (C)	COMB4	ULS	$(1+2)*1.35+3*1.50+4*0.75$
10 (C)	COMB5	ULS	$(1+2)*1.35+3*1.50+5*0.90$
11 (C)	COMB6	ULS	$(1+2)*1.35+4*1.50+5*0.90$
12 (C)	COMB7	ULS	$(1+2)*1.35+(3+4)*1.50$
13 (C)	COMB8	ULS	$(1+2)*1.35+(3+5)*1.50$
14 (C)	COMB9	ULS	$(1+2)*1.35+5*1.50+4*0.75$
15 (C)	COMB10	ULS	$(1+2)*1.35+3*1.50+4*0.75+5*0.30$
16 (C)	COMB11	ULS	$(1+2)*1.35+3*1.50+5*0.90+4*0.30$
17 (C)	COMB12	ULS	$(1+2)*1.35+(3+5)*1.50+4*0.30$
18 (C)	COMB13	ULS	$(1+2+3)*1.35+5*1.50+4*0.75$
19 (C)	COMB14	ULS	$(1+2+3)*1.35+4*1.50+5*0.90$
20 (C)	COMB15	ULS	$(1+2)*1.35+(4+3)*1.50+5*0.30$

Tablica 4: Kombinacije djelovanja za GSN

## Granično stanje uporabljivosti

Combinations	Name	Analysis type	Combination	Case nature	Definition
6 (C)	COMB1	Linear Combinati	SLS:CH	Structural	(1+2+3)*1.00
7 (C)	COMB2	Linear Combinati	SLS:CH	Structural	(1+2+4)*1.00
8 (C)	COMB3	Linear Combinati	SLS:CH	Structural	(1+2+5)*1.00
9 (C)	COMB4	Linear Combinati	SLS:CH	Structural	(1+2+3)*1.00+4*0.50
10 (C)	COMB5	Linear Combinati	SLS:CH	Structural	(1+2+3)*1.00+5*0.60
11 (C)	COMB6	Linear Combinati	SLS:CH	Structural	(1+2+4)*1.00+5*0.60
12 (C)	COMB7	Linear Combinati	SLS:CH	Structural	(1+2+3+4)*1.00
13 (C)	COMB8	Linear Combinati	SLS:CH	Structural	(1+2+3+5)*1.00
14 (C)	COMB9	Linear Combinati	SLS:CH	Structural	(1+2+5)*1.00+4*0.50
15 (C)	COMB10	Linear Combinati	SLS:CH	Structural	(1+2+3)*1.00+4*0.50+5*0.20
16 (C)	COMB11	Linear Combinati	SLS:CH	Structural	(1+2+3)*1.00+5*0.60+4*0.20
17 (C)	COMB12	Linear Combinati	SLS:CH	Structural	(1+2+3+5)*1.00+4*0.20
18 (C)	COMB13	Linear Combinati	SLS:CH	Structural	(1+2+5)*1.00+4*0.50+3*0.90
19 (C)	COMB14	Linear Combinati	SLS:CH	Structural	(1+2+4)*1.00+5*0.60+3*0.90
20 (C)	COMB15	Linear Combinati	SLS:CH	Structural	(1+2+4+3)*1.00+5*0.20

Tablica 5:Kombinacije djelovanja za GSU

### Dijagrami reznih sila

Mjerodavna kombinacija za dijagram uzdužnih sila je “COMB 7”.

$$\text{Comb 7} \rightarrow 1,35*(G + \text{STALNO}) + 1,5 * (\text{SNIJEG}) + 1*1,5*\text{USIMET}$$

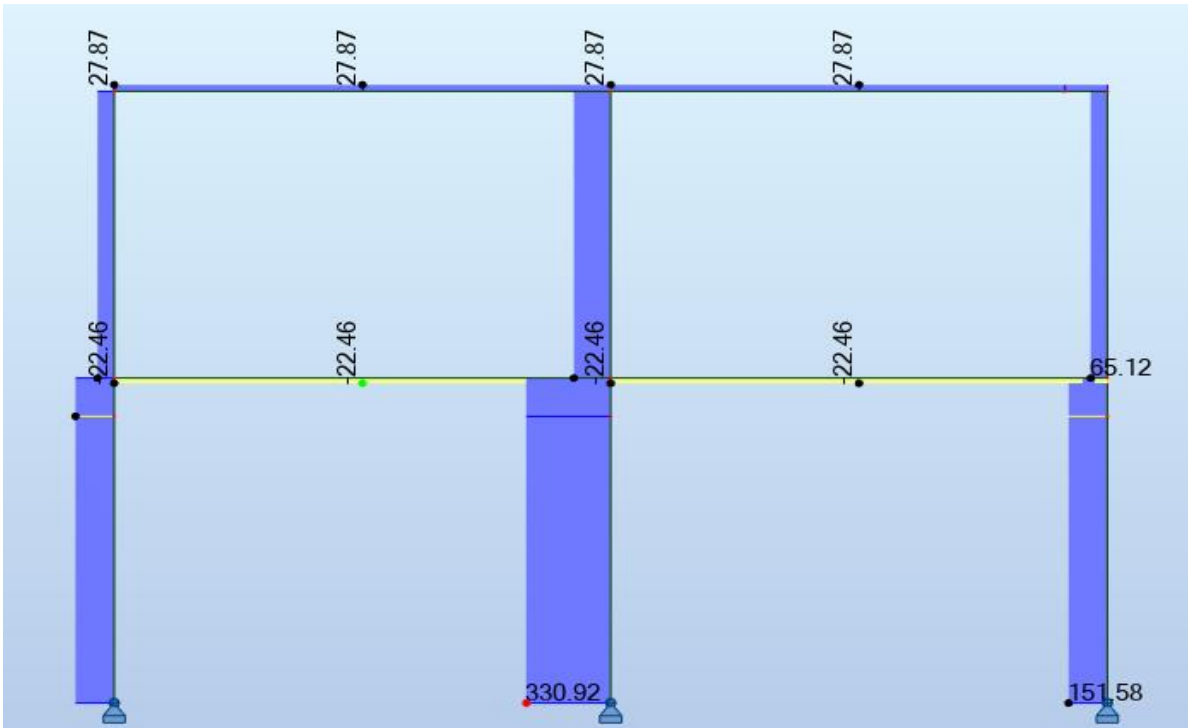
Mjerodavna kombinacija za dijagram poprečnih sila je “COMB 8”.

$$\text{Comb 8} \rightarrow 1,35*(G + \text{STALNO}) + 1,5 * (\text{VJETAR}) + 1*1,5*\text{USIMET}$$

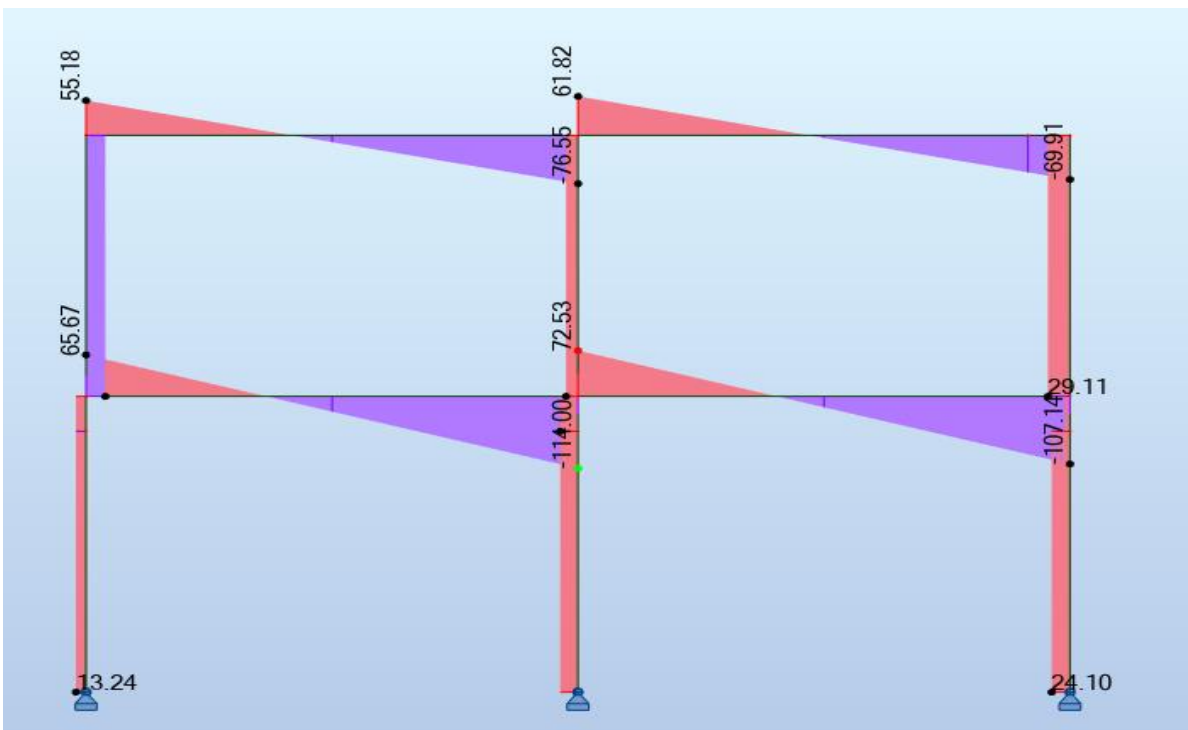
Mjerodavna kombinacija za dijagram momenata savijanja je “COMB 8”.

$$\text{Comb 8} \rightarrow 1,35*(G + \text{STALNO}) + 1,5 * (\text{VJETAR}) + 1*1,5*\text{USIMET}$$

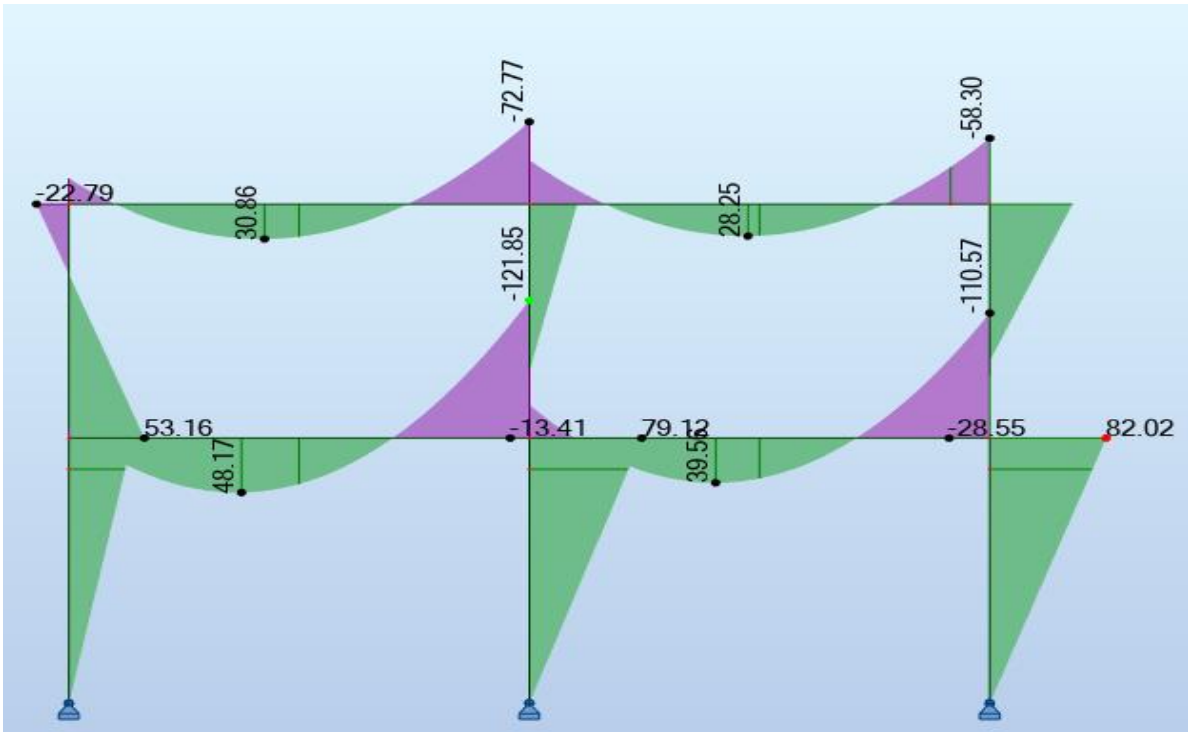
Kombinacije su mjerodavne za dimenzioniranje stupa i nosača jer daju maksimalne sile za pojedini element.



Slika 59: Dijagram uzdužnih sila (GSN)

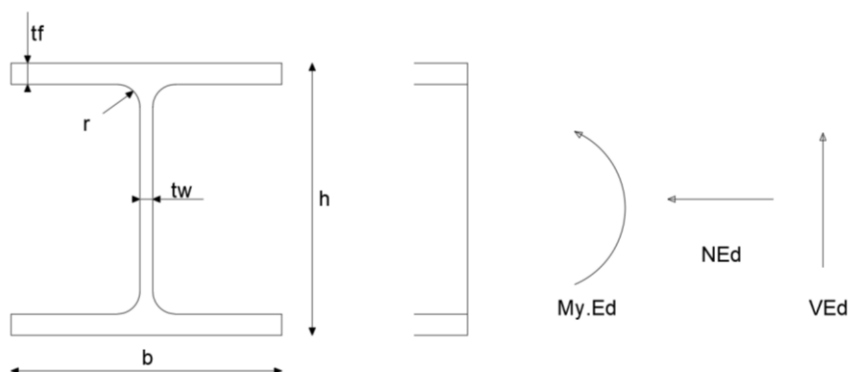


Slika 60: Dijagram poprečnih sila (GSN)



Slika 61: Dijagram momenata savijanja (GSN)

### 4.2.3. Dimenzioniranje stupa



Slika 62: Poprečni presjek stupa, HEB 180

HEB 180	$A = 65,3 \text{ cm}^2$	$M_{y.Ed} = 79,12 \text{ kNm}$
S 235	$W_{pl} = 481,4 \text{ cm}^3$	$N_{Ed} = 330,92 \text{ kN}$
$b = 180 \text{ mm}$	$I_y = 3831 \text{ cm}^4$	$V_{Ed} = 23,27 \text{ kN}$
$h = 180 \text{ mm}$	$I_z = 1363 \text{ cm}^4$	
$t_w = 8,5 \text{ mm}$	$I_w = 93,75 \text{ cm}^4$	
$t_f = 14 \text{ mm}$	$I_t = 42,16 \text{ cm}^4$	
$r = 15 \text{ mm}$		

#### a) KLASIFIKACIJA

- HRBAT ( unutarnji) – Tlak i savijanje

Uvjet za 1. klasu:

Proračun “ $\alpha$ ”



$$a = \frac{N_{Ed} * \gamma_{M0}}{2 * t_w * f_y} = \frac{330,92 * 1}{2 * 0,85 * 23,5} = 8,3 \text{ cm}$$

$$d = h - 2 * t_f - 2 * r = 180 - 2 * 14 - 2 * 15 = 122 \text{ mm}$$

$$\alpha = \frac{1}{d} * \left( \frac{d}{2} + a \right) = \frac{1}{12,2} * \left( \frac{12,2}{2} + 8,3 \right) = 1,2$$

Za  $\alpha > 0,5$

$$\frac{c}{t} \leq \frac{396\varepsilon}{13 * \alpha - 1}$$

$$\frac{12,2}{0,85} \leq \frac{396 * 1}{13 * 1,2 - 1}$$

$$14,35 < 27,12$$

Uvjet zadovoljen!

Hrbat je 1. klase !

- POJASNICA(vanjski) – Tlak

Uvjet za 1. klasu:

$$\frac{c}{t} \leq 9\varepsilon$$

$$\frac{\frac{b}{2} - \frac{t_w}{2} - r}{t_f} \leq 9\varepsilon$$

$$\frac{180}{2} - \frac{8,5}{2} - 15 \leq 9$$

$$5,05 < 9$$

Uvjet zadovoljen!

Pojasnica je 1. klase!

**Poprečni presjek je 1. klase!**

b) OTPORNOST POPREČNOG PRESJEKA NA TLAK

$$N_{c.Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{65,3 \cdot 23,5}{1} = 1534,55 \text{ kN}$$

Uvjet nosivosti:

$$N_{c.Ed} \leq N_{c.Rd}$$

$$330,92 \text{ kN} < 1534,55 \text{ kN} \quad (22\%)$$

Uvjet zadovoljen!

c) OTPORNOST POPREČNOG PRESJEKA NA SAVIJANJE:

$$M_{y.Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{481,44 \cdot 23,5}{1} = 11313,84 \text{ kNcm}$$

Uvjet nosivosti:

$$M_{y.Ed} \leq M_{y.Rd}$$

$$79,12 \text{ kNm} < 113,14 \text{ kNm} \quad (70\%)$$

Uvjet zadovoljen!

d) OTPORNOST POPREČNOG PRESJEKA NA POSMIK

*Provjera izbočivanja hrpta na posmik zbog utjecaja poprečne sile*

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

$$\frac{h - 2t_f}{t_w} \leq 72 \frac{\varepsilon}{\eta}$$

$$\frac{180 - 2 \cdot 14}{8,5} \leq 72 * \frac{1}{1,2}$$

$$17,88 < 60$$

Nema izbočivanja hrptova!

*Posmična površina:*

$$A_{vz} = A - 2b * t_f + (t_w + 2r) * t_f \geq \eta * h_w * t_w$$

$$A_{vz} = 65,3 - 2 * 18 * 1,4 + (0,85 + 2 * 1,5) * 1,4 \geq 1,2 * 15,2 * 0,85$$

$$A_{vz} = 20,29 \text{ cm}^2 > 15,5 \text{ cm}^2$$

$$A_{vz} = 20,29 \text{ cm}^2$$

$$V_{pl.Rd} = A_{vz} * \frac{f_y}{\sqrt{3}} * \frac{1}{\gamma_{M0}} = 20,29 * \frac{23,5}{\sqrt{3}} * \frac{1}{1} = 275,29 \text{ kN}$$

Uvjet nosivosti:

$$V_{pl.Ed} \leq V_{pl.Rd}$$

$$23,37 \text{ kN} < 275,29 \text{ kN} \quad (8,5\%)$$

Uvjet zadovoljen!

e) INTERAKCIJE

Interakcija M-N

1. Uvjet

$$N_{Ed} \leq 0,25 N_{c,Rd}$$

$$330,92 \leq 0,25 \cdot 1534,55$$

$$330,92 \text{ kN} < 383,64 \text{ kN}$$

Uvjet zadovoljava!

2. Uvjet

$$N_{Ed} \leq \frac{0,5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$330,92 \leq \frac{0,5 \cdot 15,2 \cdot 0,85 \cdot 23,5}{1}$$

$$330,92 \text{ kN} > 151,82 \text{ kN}$$

Uvjet ne zadovoljava!

Redukcija plastičnog momenta otpornosti

$$n = \frac{N_{Ed}}{N_{pl.Rd}} = \frac{330,92}{1534,55} = 0,22$$

$$a = \frac{A - 2b * t_f}{A} = \frac{65,3 - 2 * 18 * 1,4}{65,3} = 0,23$$

$$M_{N,y.Rd} = M_{pl,y.Rd} * \left[ \frac{1 - n}{1 - 0,5 * a} \right] = 113,14 * \left[ \frac{1 - 0,22}{1 - 0,5 * 0,23} \right] = 99,72 \text{ kNm}$$

$$M_{y.Ed} \leq M_{N,y.Rd}$$

$$79,12 \text{ kNm} < 99,72 \text{ kNm} \quad (80\%)$$

Uvjet zadovoljava!

Interakcija M-V

$$V_{Ed} \leq 0,5 * V_{pl.Ed}$$

$$23,27 \leq 0,5 * 275,29$$

$$23,27 \text{ kN} < 137,65 \text{ kN}$$

Uvjet zadovoljava!

Interakcija N-V

$$N_{pl.V} = N_{pl.Rd} * \left[ 1 - \left[ 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{V_{Ed}}{V_{pl}} \right)^2} \right] * \frac{A_{vz}}{A} \right] =$$

$$= 1534,55 \left[ 1 - \left[ 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{23,27}{275,29} \right)^2} \right] * \frac{20,29}{65,3} \right] = 1532,83 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} \leq N_{pl.V}$$

$$330,92 \text{ kN} \leq 1532,83 \text{ kN}$$

Uvjet zadovoljava!

OTPORNOST ELEMENTA NA ČISTO IZVIJANJE

Otpornost na čisto izvijanje oko osi y-y

Elastična kritična sila:

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 * E * I_y}{L_{cr}^2} = \frac{\pi^2 * 21000 * 3831}{340^2} = 6868,68 \text{ kN}$$

Svedena vitkost elementa

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{65,3 * 23,5}{6868,68}} = 0,47$$

Pomoćni koeficijent

$$\begin{aligned} \phi_y &= 0,5 * (1 + \alpha * (\lambda - 0,20) + \lambda^2) \\ &= 0,5 * (1 + 0,34 * (0,47 - 0,20) + 0,47^2) = 0,66 \end{aligned}$$

Koeficijent redukcije

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}} = \frac{1}{0,66 + \sqrt{0,66^2 - 0,49^2}} = 0,89$$

Otpornost na čisto izvijanje oko osi z-z

*Elastična kritična sila :*

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 * E * I_z}{L_{cr}^2} = \frac{\pi^2 * 21000 * 1363}{340^2} = 2443,75 \text{ kN}$$

*Svedena vitkost elementa :*

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{A * f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{65,3 * 23,5}{2443,75}} = 0,79$$

*Pomoćni koeficijent :*

$$\begin{aligned} \phi_z &= 0,5 * (1 + \alpha * (\lambda - 0,20) + \lambda^2) \\ &= 0,5 * (1 + 0,49 * (0,79 - 0,20) + 0,79^2) = 0,96 \end{aligned}$$

Koeficijent redukcije :

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}} = \frac{1}{0,96 + \sqrt{0,96^2 - 0,79^2}} = 0,66$$

Odabire se :

$$\chi = \min(\chi_y, \chi_z) = \min(0,89; 0,66) = 0,66$$

Uvjet nosivosti

$$N_{c.Ed} \leq N_{b.Rd}$$

$$330,92 \leq \chi * \frac{A * f_y}{\gamma_{M1}}$$

$$330,92 \leq 0,66 * \frac{65,3 * 23,5}{1,1}$$

$$330,92 \text{ kN} < 920,73 \text{ kN} \quad (36\%)$$

Uvjet zadovoljava!

f) OTPORNOST ELEMENTA NA BOČNO TORZIJSKO IZVIJANJE

*Elastični kritični moment bočnog torzijskog izvijanja :*

$$M_{cr} = C_1 * \frac{\pi^2 * E * I_z}{L_{cr}^2} * \sqrt{\frac{I_w}{I_z} + \frac{L_{cr}^2 * G * I_t}{\pi^2 * E * I_z}} =$$

$$= 1,77 * \frac{\pi^2 * 21000 * 1363}{340^2} * \sqrt{\frac{93,75}{1363} + \frac{340^2 * 8100 * 42,16}{\pi^2 * 21000 * 1363}} = 51144,8 \text{ kNm}$$

*Svedena vitkost elementa :*

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} * f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{481,4 * 23,5}{51144,8}} = 0,47$$

*Pomoćni koeficijent bočnog torzijskog izvijanja :*

$$\phi_{LT} = 0,5 * (1 + \alpha_{LT} * (\lambda_{LT} - 0,20)) + \lambda_{LT}^2 =$$

$$0,5 * (1 + 0,21 * (0,47 - 0,20)) + 0,47^2 = 0,64$$

*Koeficijent redukcije :*

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = \frac{1}{0,64 + \sqrt{0,64^2 - 0,47^2}} = 0,93$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} * \frac{W_{pl,y} * f_y}{\gamma_{M1}} = 0,93 * \frac{481,4 * 23,5}{1,1} = 9564,5 \text{ kNm}$$

Uvjet nosivosti

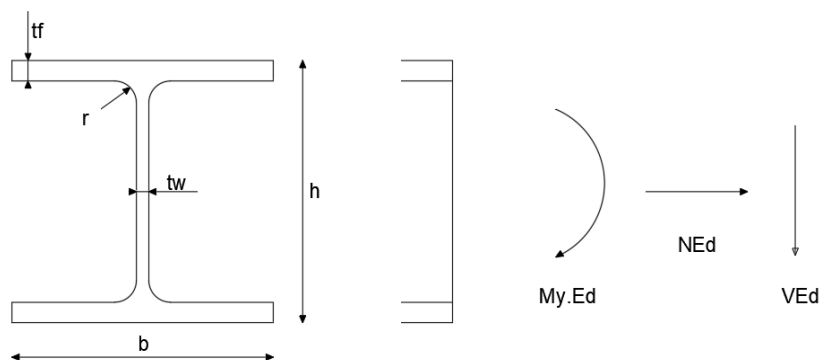
$$M_{y,Ed} \leq M_{b,Rd}$$

$$79,12 \text{ kNm} < 95,65 \text{ kNm} \quad (83\%)$$

Uvjet zadovoljava!



#### 4.2.4. Dimenzioniranje nosača



Slika 63: Poprečni presjek nosača, HEB 160

HEB 160	$A = 54,3 \text{ cm}^2$	$M_{yEd} = -121,85 \text{ kNm}$
S 450	$W_{pl} = 354,0 \text{ cm}^3$	$N_{Ed} = -22,46 \text{ kN}$
$b = 160 \text{ mm}$	$I_y = 2492 \text{ cm}^4$	$V_{Ed} = -114,02 \text{ kN}$
$h = 160 \text{ mm}$	$I_z = 889,1 \text{ cm}^4$	
$t_w = 8 \text{ mm}$	$I_w = 47,94 \text{ cm}^4$	
$t_f = 13 \text{ mm}$	$I_t = 31,24 \text{ cm}^4$	
$r = 15 \text{ mm}$		

##### a) KLASIFIKACIJA

- HRBAT ( unutarnji) –Savijanje

Uvjet za 1. klasu:

$$\frac{c}{t} \leq 72\varepsilon$$

$$\frac{160 - 2 * 13 - 2 * 15}{8} \leq 72 * 0,73$$

$$13 < 52,56$$

Uvjet zadovoljen!

Hrbat je 1. klase !

- POJASNICA(vanjski) – donja tlak

Uvjet za 1. klasu:

$$\frac{c}{t} \leq 9\varepsilon$$

$$\frac{\frac{b}{2} - \frac{t_w}{2} - r}{t_f} \leq 9\varepsilon$$

$$\frac{\frac{160}{2} - \frac{8}{2} - 15}{13} \leq 9 * 0,73$$

$$4,69 < 6,57$$

Uvjet zadovoljen!

Pojasnica je 1. klase!

**Poprečni presjek je 1. klase!**

b) OTPORNOST POPREČNOG PRESJEKA NA VLAK

$$N_{t.Rd} = \frac{A * f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{54,3 * 44}{1} = 2389,2 kN$$

Uvjet nosivosti:

$$N_{c.Ed} \leq N_{c.Rd}$$

$$22,46 kN < 2389,2 kN \quad (0,9\%)$$

Uvjet zadovoljen!

c) OTPORNOST POPREČNOG PRESJEKA NA SAVIJANJE:

$$M_{y.Rd} = \frac{W_{pl,y} * f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{354 * 44}{1} = 15576 kNcm$$

Uvjet nosivosti:

$$M_{y.Ed} \leq M_{y.Rd}$$

$$121,85 kNm < 155,76 kNm \quad (77\%)$$

Uvjet zadovoljen!

d) OTPORNOST POPREČNOG PRESJEKA NA POSMIK

*Provjera izbočivanja hrpta na posmik zbog utjecaja poprečne sile*

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

$$\frac{h - 2t_f}{t_w} \leq 72 \frac{\varepsilon}{\eta}$$

$$\frac{160 - 2 * 13}{8} \leq 72 * \frac{0,73}{1,2}$$

$$16,75 < 42$$

Nema izbočivanja hrptova!

*Posmična površina:*

$$A_{vz} = A - 2b * t_f + (t_w + 2r) * t_f \geq \eta * h_w * t_w$$

$$A_{vz} = 54,3 - 2 * 16 * 1,3 + (0,8 + 2 * 1,5) * 1,3 \geq 1,2 * 13,6 * 0,8$$

$$A_{vz} = 17,64 \text{ cm}^2 > 13,06 \text{ cm}^2$$

$$A_{vz} = 17,64 \text{ cm}^2$$

$$V_{pl.Rd} = A_{vz} * \frac{f_y}{\sqrt{3}} * \frac{1}{\gamma_{M0}} = 17,64 * \frac{44}{\sqrt{3}} * \frac{1}{1} = 448,12 \text{ kN}$$

Uvjet nosivosti:

$$V_{pl.Ed} \leq V_{pl.Rd}$$

$$114,02 \text{ kN} < 448,12 \text{ kN} \quad (25\%)$$

Uvjet zadovoljen!

e) INTERAKCIJE

Interakcija M-V

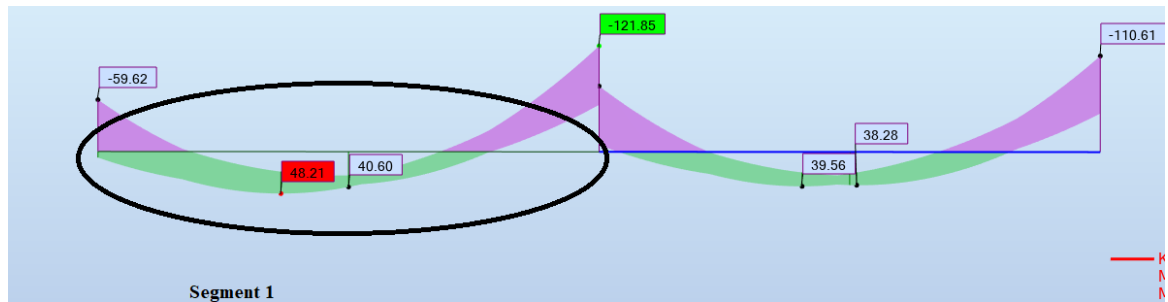
$$V_{Ed} \leq 0,5 * V_{pl.Ed}$$

$$114,02 \leq 0,5 * 448,12$$

$$114,02 \text{ kN} < 224,06 \text{ kN}$$

Uvjet zadovoljava te nije potrebna redukcija plastične otpornosti na savijanje!

f) OTPORNOST ELEMENTA NA BOČNO TORZIJSKO IZVIJANJE



Slika 64: Prikaz segmenta 1 na momentnom dijagramu

Segment 1

$$\psi = \frac{-59,62}{-121,85} = 0,49 = 0,5$$

$$C_1 = 1,31$$

Elastični kritični moment bočnog torzijskog izvijanja :

$$M_{cr} = C_1 * \frac{\pi^2 * E * I_z}{L_{cr}^2} * \sqrt{\frac{I_w}{I_z} + \frac{L_{cr}^2 * G * I_t}{\pi^2 * E * I_z}} =$$

$$= 1,3 * \frac{\pi^2 * 21000 * 889,2}{235^2} * \sqrt{\frac{47,94}{889,2} + \frac{235^2 * 8100 * 31,24}{\pi^2 * 21000 * 889,2}} = 38081,60 \text{ kNcm}$$

Svedena vitkost elementa :

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl.y} * f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{354 * 44}{38081,6}} = 0,64$$

Pomoćni koeficijent bočnog torzijskog izvijanja :

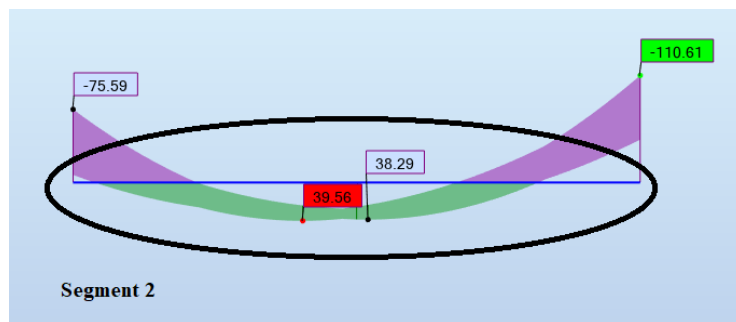
$$\phi_{LT} = 0,5 * (1 + \alpha_{LT} * (\lambda_{LT} - 0,20)) + \lambda_{LT}^2 =$$

$$= 0,5 * (1 + 0,21 * (0,64 - 0,20)) + 0,64^2 = 0,75$$

Koeficijent redukcije :

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = \frac{1}{0,75 + \sqrt{0,75^2 - 0,64^2}} = 0,88$$

$$M_{b.Rd} = \chi_{LT} * \frac{W_{pl,y} * f_y}{\gamma_{M1}} = 0,88 * \frac{354 * 44}{1,1} = 12460,8 \text{ kNm} = 124,6 \text{ kNm}$$



Slika 65: Prikaz segmenta 2 na momentnom dijagramu

Segment 2

$$\psi = \frac{-75,59}{-110,61} = 0,69$$

$$C_1 = 1,18$$

Elastični kritični moment bočnog torzijskog izvijanja :

$$M_{cr} = C_1 * \frac{\pi^2 * E * I_z}{L_{cr}^2} * \sqrt{\frac{I_w}{I_z} + \frac{L_{cr}^2 * G * I_t}{\pi^2 * E * I_z}}$$

$$= 1,18 * \frac{\pi^2 * 21000 * 889,2}{235^2} * \sqrt{\frac{47,94}{889,2} + \frac{235^2 * 8100 * 31,24}{\pi^2 * 21000 * 889,2}} = 34302,50 \text{ kNcm}$$

Svedena vitkost elementa :

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} * f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{354 * 44}{34302,5}} = 0,67$$

Pomoćni koeficijent bočnog torzijskog izvijanja :

$$\begin{aligned} \phi_{LT} &= 0,5 * (1 + \alpha_{LT} * (\lambda_{LT} - 0,20)) + \lambda_{LT}^2 = \\ &= 0,5 * (1 + 0,21 * (0,67 - 0,20)) + 0,67^2 = 0,77 \end{aligned}$$

Koeficijent redukcije :

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = \frac{1}{0,77 + \sqrt{0,77^2 - 0,67^2}} = 0,87$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} * \frac{W_{pl,y} * f_y}{\gamma_{M1}} = 0,87 * \frac{354 * 44}{1,1} = 12319 \text{ kNm} = 123,19 \text{ kNm}$$

Mjerodavno:

$$M_{b,Rd} = 123,19 \text{ kNm}$$

Uvjet nosivosti

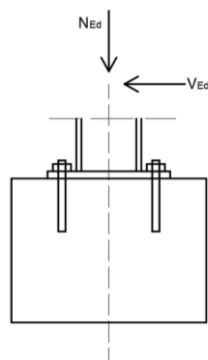
$$M_{y,Ed} \leq M_{b,Rd}$$

$$121,85 \text{ kNm} < 123,19 \text{ kNm} \quad (97\%)$$

Uvjet zadovoljava!



#### 4.2.5. Proračun spoja stup-temelj (detalj A)



Slika 66: Priključak glavnog stupa i temelja

STUP - S235 HEB 180	M20 k.v. 5.6	$f_{ub} = 500 \text{ MPa}$
$N_{Ed} = -330,92 \text{ kN}$	$d_o = 22 \text{ mm}$	$f_{yb} = 300 \text{ MPa}$
$V_{Ed} = 23,27 \text{ kN}$	$A = 245 \text{ mm}^2$	$e_1 = 50 \text{ mm}$
		$p_1 = 280 \text{ mm}$
		$p_2 = 180 \text{ mm}$
		$e_2 = 50 \text{ mm}$

#### a) OTPORNOST POPREČNOG PRESJEKA NA POSMIK

Otpornost jednog vijka na posmik :

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v * f_{ub} * A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 * 50 * 2,45}{1,25} = 58,8 \text{ kN}$$

Posmična otpornost za 4 vijaka u spoju:

$$\sum F_{v,Rd} = F_{v,Rd} * n * r = 58,8 * 4 * 1 = 235,2 \text{ kN}$$

Uvjet nosivosti:

$$V_{z,Ed} \leq \sum F_{v,Rd}$$

$$23,27 \text{ kN} < 235,2 \text{ kN} \quad (10\%)$$

Uvjet zadovoljen!

## b) OTPORNOST NA PRITISAK PO OMOTAČU RUPE OSNOVNOG MATERIJALA

Koeficijent  $\alpha_b$  u smjeru naprezanja za krajnje vijke dan je izrazom :

$$\alpha_b = \min\left(\frac{e_1}{3d_o}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1\right) = \min\left(\frac{50}{3 \cdot 22}; \frac{50,0}{36,0}; 1\right) = \min(0,76; 1,4; 1) = 0,76$$

Koeficijent  $k_1$  okomito na smjer naprezanja za krajnje vijke dan je izrazom :

$$\begin{aligned} k^1 &= \min\left(2,8 * \frac{e_2}{d_o} - 1,7; 2,5\right) = \min\left(2,8 * \frac{40}{22} - 1,7; 2,5\right) = \\ &= \min(4,7; 2,5) = 2,5 \end{aligned}$$

Otpornost na pritisak po omotaču rupe osnovnog materijala:

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 * \alpha_b * f_u * d * t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 * 0,76 * 36 * 2 * 2}{1,25} = 218,9 \text{ kN}$$

Otpornost po omotaču rupe osnovnog materijala za 4 vijka u spoju:

$$\sum F_{b,Rd} = F_{b,Rd} * n * r = 218,9 * 4 * 1 = 875,6 \text{ kN}$$

Uvjet nosivosti:

$$V_{z,Ed} \leq \sum F_{b,Rd}$$

$$23,27 \text{ kN} < 875,6 \text{ kN} \quad (3\%)$$

Uvjet zadovoljen!

c) OTPORNOST ZAVARA

Proračun duljine zavora:

$$\begin{aligned} \Sigma L &= b + (b - t_w - 2r) + 2t_f = \\ &= 180 + (180 - 8,5 - 2 \cdot 15) + 2 \cdot 14 = 349,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Proračunska otpornost zavora :

$$F_{w,Rd} = \frac{\frac{f_u}{\sqrt{3} \cdot \beta_w} * a * \Sigma L}{\gamma_{m2}} = \frac{\frac{36}{\sqrt{3} \cdot 0,8} * 0,7 * 34,95}{1,25} = 508,50 \text{ kN}$$

Proračunsko djelovanje na zavar :

$$F_{w,Ed} = \sqrt{\left(\frac{V_{z,Ed}}{2}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{23,27}{2}\right)^2} = 11,64 \text{ kN}$$

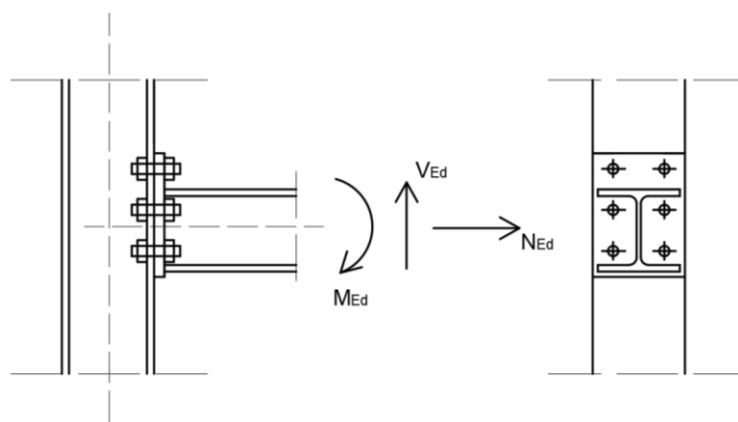
Uvjet nosivosti zavora :

$$F_{w,Ed} \leq F_{w,Rd}$$

$$11,64 \text{ kN} < 508,50 \text{ kN} \quad (2\%)$$

Uvjet zadovoljen!

#### 4.2.6. Proračun spoja stup-nosač (detalj B)



Slika 67: Priključak stupa i nosača

STUP HEB 180 S235

NOSAČ HEB 160 S450 M20 k.v. 5.6  $f_{ub} = 500 \text{ MPa}$

$N_{Ed} = -22,46 \text{ kN}$   $d_o = 22 \text{ mm}$   $f_{yb} = 300 \text{ MPa}$

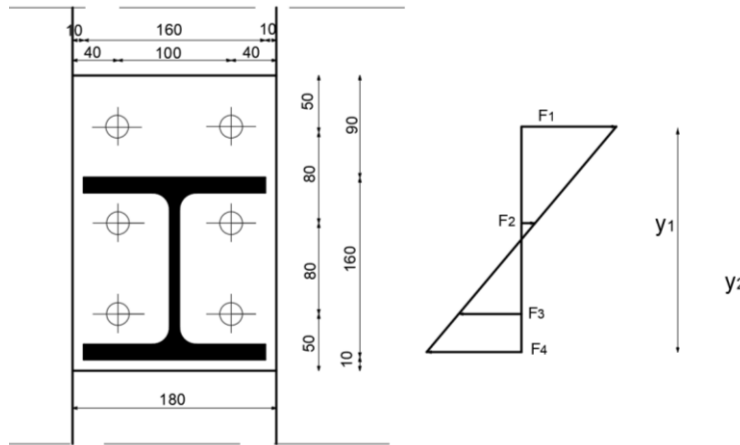
$V_{Ed} = 84,46 \text{ kN}$   $A = 245 \text{ mm}^2$   $e_1 = 40 \text{ mm}$

$M_{Ed} = -59,62 \text{ kN}$   $p_1 = 100 \text{ mm}$

$p_2 = 80 \text{ mm}$

$e_2 = 50 \text{ mm}$

a) OTPORNOST POPREČNOG PRESJEKA NA VLAK



Slika 68: Raspodijela reznih sila na vijke

$$y_1 = 80 + 80 + 50 - 10 - \frac{13}{2} = 193,5 \text{ mm}$$

$$y_2 = 80 + 50 - 10 - \frac{13}{2} = 113,5 \text{ mm}$$

$$\sum y^2 = 2 * (y_1^2 + y_2^2) = 2 * (0,1935^2 + 0,1135^2) = 0,10 \text{ m}^2$$

$$F_1 = \frac{M_{Ed} * y}{\sum y^2} = \frac{59,62 * 0,194}{0,1} = 115,66 \text{ kN}$$

$$F_2 = \frac{M_{Ed} * y}{\sum y^2} = \frac{59,62 * 0,114}{0,082} = 68,0 \text{ kN}$$

$$N = \frac{1}{3} * N_{Ed} + F_1 = \frac{1}{3} * 22,46 + 115,66 = 123,15 \text{ kN}$$

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 * f_{ub} * A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 * 50 * 2,45}{1,25} = 88,2 \text{ kN}$$

Vlačna otpornost za 2 vijaka u vlaku:

$$\sum F_{t,Rd} = F_{v,Rd} * n * r = 88,2 * 2 * 1 = 176,4 \text{ kN}$$

Uvjet nosivosti:

$$N \leq \sum F_{t,Rd}$$

$$123,15 \text{ kN} < 176,4 \text{ kN} \quad (75\%)$$

Uvjet zadovoljen!

b) OTPORNOST POPREČNOG PRESJEKA NA POSMIK

Otpornost jednog vijka na posmik :

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v * f_{ub} * A_s}{\gamma_{m2}} = \frac{0,6 * 50 * 2,45}{1,25} = 58,8 \text{ kN}$$

Posmična otpornost za 6 vijaka u spoju:

$$\sum F_{v,Rd} = F_{v,Rd} * n * r = 58,8 * 6 * 1 = 352,8 \text{ kN}$$

Uvjet nosivosti:

$$V_{z,Ed} \leq \sum F_{v,Rd}$$

$$84,46 \text{ kN} < 352,8 \text{ kN} \quad (24\%)$$

Uvjet zadovoljen!

c) OTPORNOST NA PRITISAK PO OMOTAČU RUPE OSNOVNOG MATERIJALA

Koeficijent  $\alpha_b$  u smjeru naprezanja za krajnje vijke dan je izrazom :

$$\alpha_b = \min\left(\frac{e_1}{3d_o}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1\right) = \min\left(\frac{40}{3 \cdot 22}; \frac{50,0}{36,0}; 1\right) = \min(0,61; 1,4; 1) = 0,61$$

Koeficijent  $k_1$  okomito na smjer naprezanja za krajnje vijke dan je izrazom :

$$k^1 = \min\left(2,8 * \frac{e_2}{d_o} - 1,7 ; 2,5\right) = \min\left(2,8 * \frac{50}{22} - 1,7 ; 2,5\right) = \\ = \min(4,66 ; 2,5) = 2,5$$

Otpornost na pritisak po omotaču rupe osnovnog materijala:

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 * \alpha_b * f_u * d * t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 * 0,61 * 36 * 2 * 2}{1,25} = 175,7kN$$

Otpornost po omotaču rupe osnovnog materijala za 6 vijaka u spoju:

$$\sum F_{b,Rd} = F_{b,Rd} * 6 = 175,7 * 6 = 1054,1 kN$$

Uvjet nosivosti:

$$V_{z,Ed} \leq \sum F_{b,Rd} \\ 84,6 kN < 1054,1 kN \quad (8\%)$$

Uvjet zadovoljen!

d) INTERAKCIJA POSMIKA I VLAKA

$$\frac{V_{z,Ed}}{\sum F_{v,Rd}} + \frac{N}{1,4 * \sum F_{t,Rd}} \leq 1 \\ \frac{84,46}{352,8} + \frac{134}{1,4 * 176,4} \leq 1 \\ 0,8 < 1$$

Uvjet zadovoljen!

e) OTPORNOST ZAVARA

Proračun duljine zavora:

$$\sum L = b + (b - t_w - 2r) + 2t_f = 160 + (160 - 8 - 2 \cdot 15) + 2 \cdot 13 = 308 \text{ mm}$$

Proračunska otpornost zavora :

$$F_{w,Rd} = \frac{\frac{f_u}{\sqrt{3} \cdot \beta_w} * a * \sum L}{\gamma_{m2}} = \frac{\frac{36}{\sqrt{3} \cdot 0,8} * 0,7 * 30,8}{1,25} = 448,12 \text{ kN}$$

Proračunsko djelovanje na zavar :

$$F_{w,Ed} = \sqrt{\left(\frac{V_{z,Ed}}{2}\right)^2 + N_2^2} = \sqrt{\left(\frac{23,27}{2}\right)^2 + 427,96^2} = 430,04 \text{ kN}$$

Uvjet nosivosti zavora :

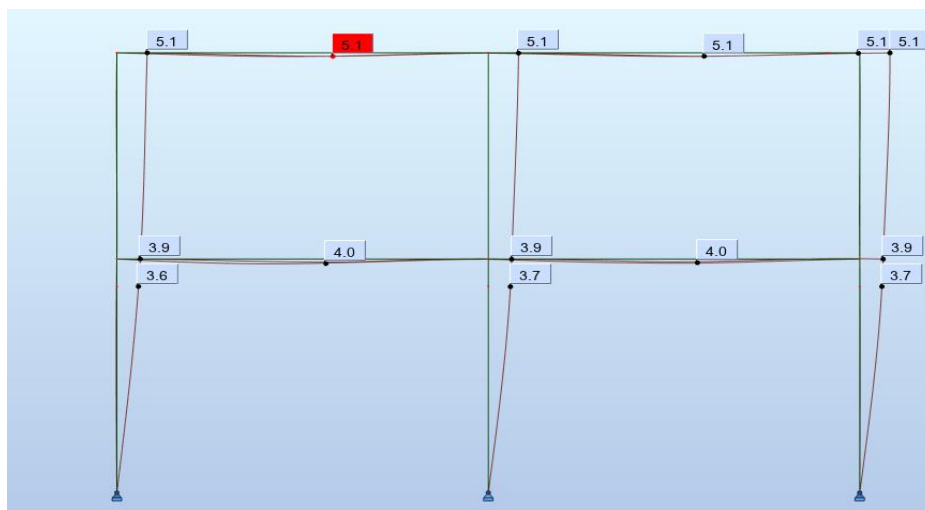
$$F_{w,Ed} \leq F_{w,Rd}$$

$$430,04 \text{ kN} < 448,12 \text{ kN} \quad (96\%)$$

Uvjet zadovoljen!



#### 4.2.6. Provjera progiba (GSU)



Slika 69: Prikaz otklona stupova i progiba nosača

Najveći otklon stupa :

$$\delta_{\max, \text{stupa}} = 5,1 \text{ mm}$$

Najveći progib nosača :

$$\delta_{\max, \text{nosača}} = 5,1 \text{ mm}$$

Maksimalni dopušteni otklon stupa :

$$\frac{H}{200} = \frac{6400}{200} = 32 \text{ mm}$$

Maksimalni dopušteni progib nosača :

$$\frac{L}{250} = \frac{4700}{250} = 18,8 \text{ mm}$$

Uvjeti graničnog stanja uporabljivosti:

$$5,1 < 32 \text{ mm}$$

$$5,1 < 18,8 \text{ mm}$$

Uvjeti zadovoljeni!

GSU zadovoljava!

#### 4.2.7. Troškovnik

Građevina : Čelična hala					
r.br.	Opis stavke	Jedinica	Količina	Jed. Cijena	Ukupno
<b>1. ČELIČNI RADOVI</b>					
1.1	Izrada, dobava i ugradnja čeličnih stupova HEB 180 profila. Obračun po kg.	kg	4976.6	30	149298
1.2	Izrada, dobava i ugradnja čeličnih nosača HEB 160 profila. Obračun po kg.	kg	3851	30	115530
1.3	Izrada, dobava i ugradnja čeličnih nosača HEB 160 profila. Obračun po kg.	kg	2693.5	30	80805
1.4	Dobava i ugradnja sidrenih vijaka M20 za spojeve stupova i temelja. Obračun po komadu.	kom	60	40	2400
1.5	Dobava i ugradnja vijka M20 za spojeve nosača i stupova kao i sekundarnih nosača sa glavnim nosačima . Obračun po komadu.	kom	560	29	16240
1.6	Izrada, dobava i ugradnja čeonih ploča za spojeve stupova i temelja dimenzija 380x280x20 mm. Obračun po kg.	kg	247.5	30	7425

1.7	Izrada, dobava i ugradnja čeonih ploča za spojeve stupova i nosača dimenzija 280x180x20 mm . Obračun po kg.	kg	312	30	9360
1.8	Izrada, dobava i ugradnja čeonih ploča za spojeve sekundarnih nosača i glavnih nosača dimenzija 180x100x20 mm . Obračun po kg.	kg	223.4	30	6702
<b>2. BETONSKI RADOVI</b>					
2.1	Betoniranje ploče betonom C 25/30 . Beton se spravlja u centralnoj betonari, a transport se vrši automješalicom na prosječnoj udaljenosti od 15 km. Cijena betona je FCO gradilište. U jediničnu cijenu je uključen sav potreban materijal, rad ljudi i strojeva. Obračun po m <sup>3</sup> ugrađenog betona.	m <sup>3</sup>	70	700	49000
<b>REKAPITULACIJA GRAĐEVINSKIH RADOVA</b>					
1	Čelični radovi		387760.00		KN
2	Betonski radovi		49000.00		
	UKUPNO		436760.00		
	PDV		109190.00		
	UKUPNO S PDVom		545950.00		

Tablica 6 : Troškovnik čelične građevine

## 5. Usporedba utroška materijala, cijene i zaključak

U ovom završnom radu dimenzionirane su armiranobetonska i čelična građevina istih osnih dimenzija. Dimenzioniranje je provedeno po europskim normama i nacionalnim dodatcima za Republiku Hrvatsku.

Troškovnik za betonsku građevinu je opsežniji jer je i obim radova opsežniji nego za čeličnu građevinu. U troškovniku za armiranobetonsku građevinu ulaze betonski, armirački i tesarski radovi dok u troškovniku za čeličnu građevinu ulaze samo čelični i betonski radovi. U troškovniku za armiranobetonsku građevinu cijena betonskih radova iznosi ~36 %, cijena armiračkih radova iznosi ~28 % i cijena tesarskih radova ~36 % ukupne cijene radova, dok kod čelične građevine cijena betonskih radova iznosi ~10 %, a cijena čeličnih radova ~90 % ukupne cijene radova.

Za npr. jednu betonsku gredu utrošeno je cca. 80 kg armature, 0,5 m<sup>3</sup> betona i 4 m<sup>2</sup> oplata, dok je za čelični nosač utrošeno 4,52 m profila HEB 160, 12 vijak M20 i 2 čeone ploče. Cijena materijala potrebna za izradu jedne betonske grede je cca. 2000 kn, a čeličnog nosača je cca. 6500 kn.

Cijena priključaka iznosi ~10 % ukupne cijene radova za čeličnu građevinu, dok kod armiranobetonske građevine nema priključaka.

Usporedbom armiranobetonske i čelične građevine pokazalo se da je čelična građevina skuplja u odnosu na armiranobetonsku građevinu za ~ 20 %. Međutim svaka od ovih građevina ima svoje prednosti i nedostatke.

Kao najveću prednost čelične građevine istaknuo bih jednostavno funkcionalno projektiranje, veliki dio konstrukcije se priprema u radionici u kontroliranim uvjetima kao i jednostavnu i brzu gradnju koja nije toliko ovisna o vremenskim prilikama.

Armiranobetonska građevina je jeftinija, ali je vrijeme izrade u odnosu na čeličnu duže, dok je održavanje betonske građevine manje zahtjevno u odnosu na čeličnu građevinu koju treba zaštititi od korozije i od požara.

## 6. Literatura

- 1) HRN EN 1991-1-1:2008 Eurokod 1 – Djelovanja na konstrukciju
- 2) HRN EN 1992-1-1:2008 Eurokod 2 – Projektiranje betonskih konstrukcija
- 3) HRN EN 1993-1-1:2008 Eurokod 3 – Projektiranje čeličnih konstrukcija
- 4) Grandić D. ; Materijali s predavanja, Osnove betonskih konstrukcija, Građevinski fakultet Rijeka
- 5) Drobac J. ; Materijali s vježbi, Osnove betonskih konstrukcija, Građevinski fakultet Rijeka
- 6) Krolo P. ; Materijali s vježbi, Osnove čeličnih konstrukcija, Građevinski fakultet Rijeka
- 7) Bulić M. ; Materijali s predavanja, Osnove čeličnih konstrukcija, Građevinski fakultet Rijeka

## **7. Nacrti**

**7.1. Plan oplata iznad prizemlja; (list 1)**

**7.2. Plan oplata iznad kata; (list 2)**

**7.3. Presjek A-A; (list 3)**

**7.4. Nacrt armature grede 211 ; (list 4)**

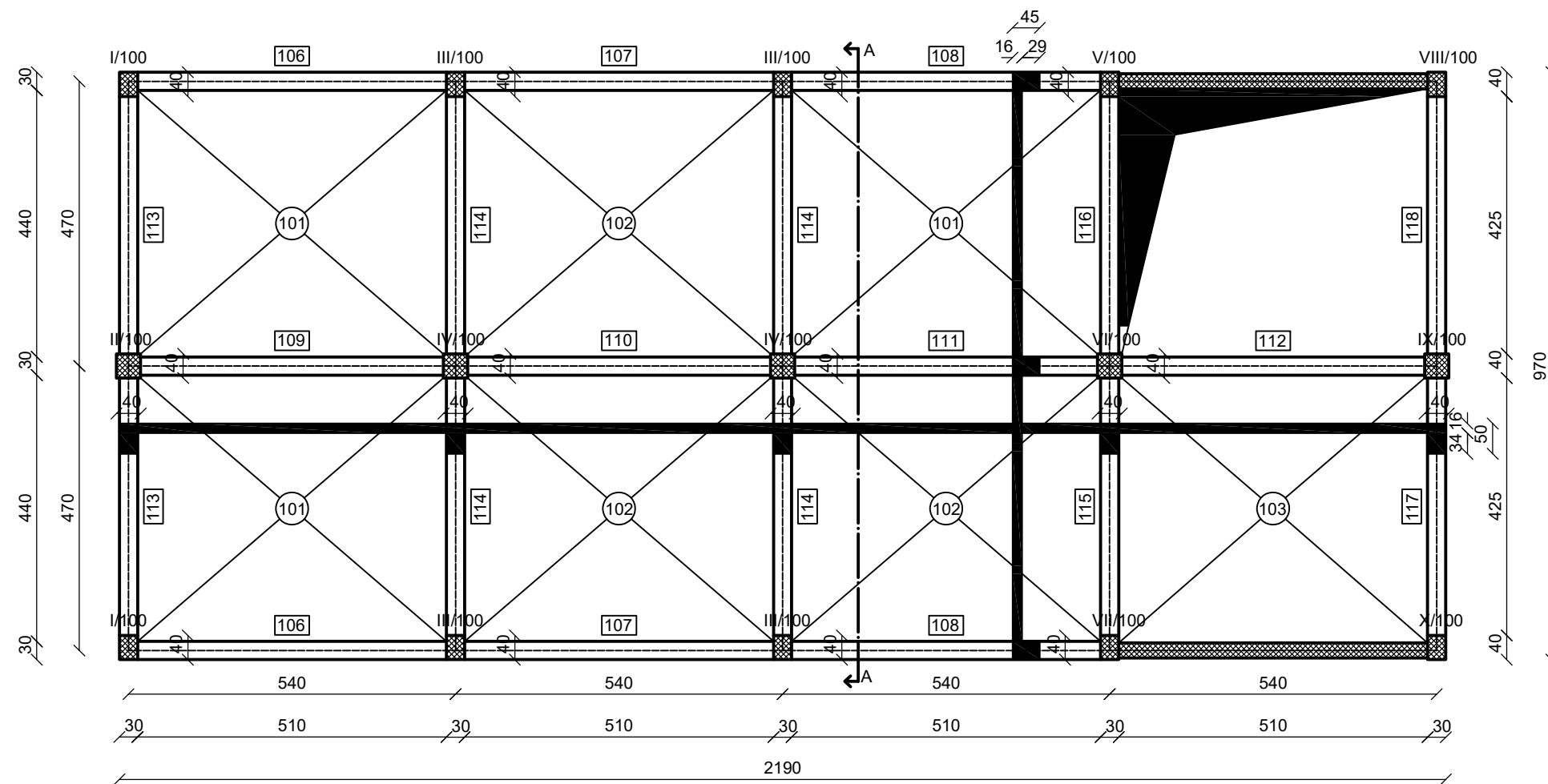
**7.5. Nacrt armature grede 114 i iskaz armature za grede 114 i 211; (list 5)**

**7.6. Nacrt armature stupova i iskaz armature stupova; (list 6)**

**7.7. Tlocrt čelične građevine, presjek A-A, presjek B-B; (list 7)**

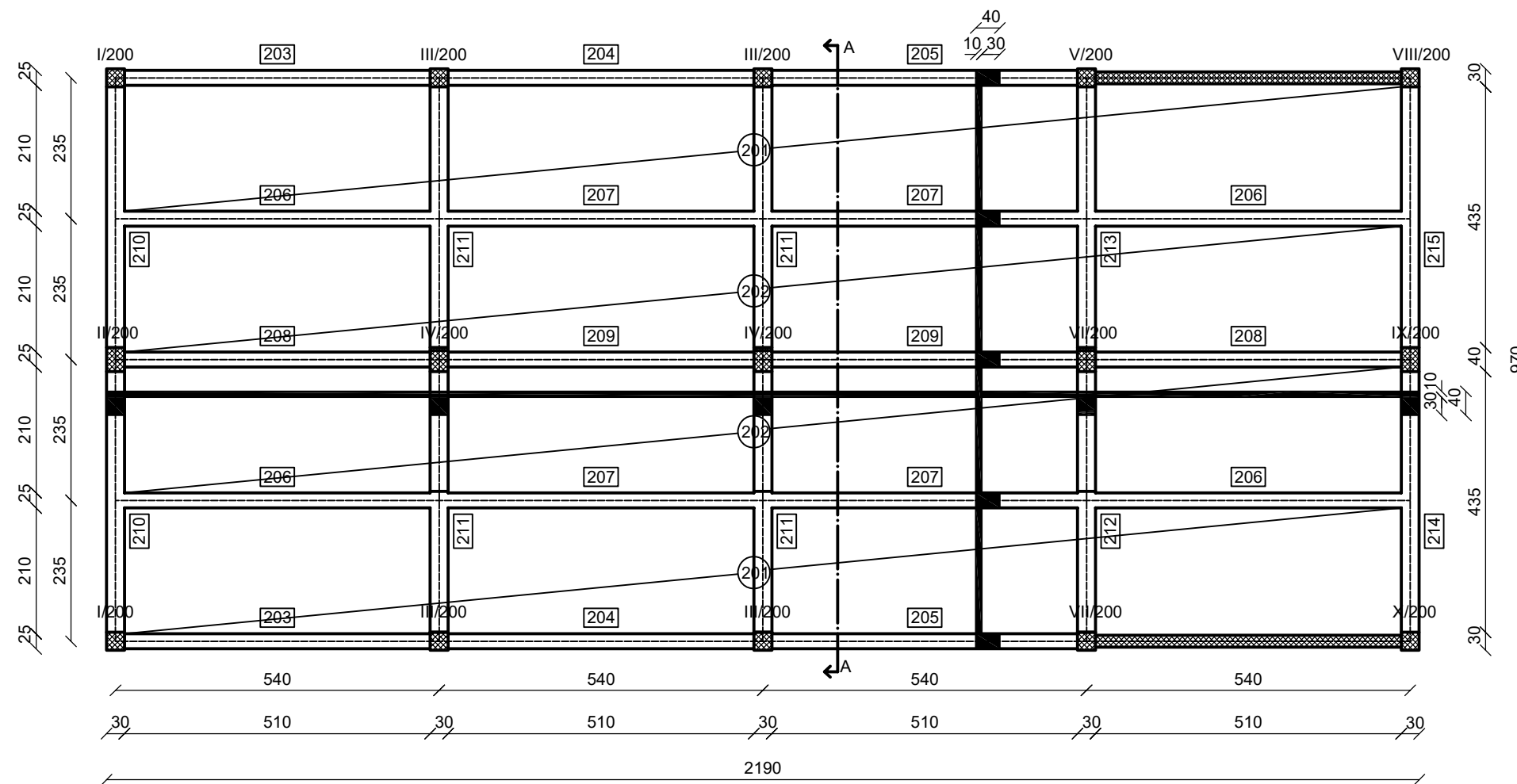
**7.8. Detalj A; (list 8)**

**7.9. Detalj B; (list 9)**

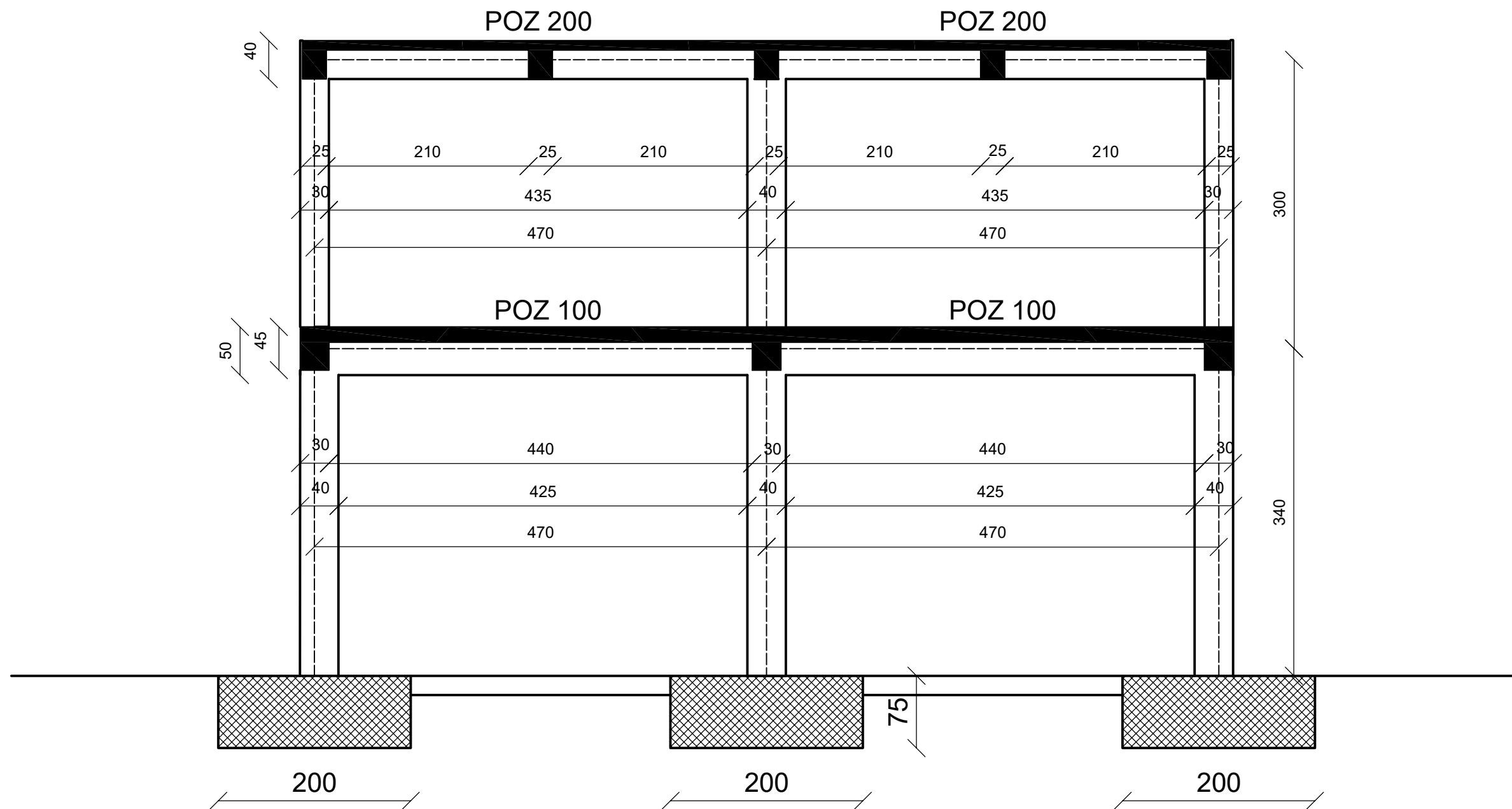


<b>GF GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI</b>			
Naziv rada:		Sadržaj nacrt:	
Dimenzioniranje i utrošak materijala za armiranobetonsku i čeličnu građevinu		Plan oplata iznad prizemlja	
Student: Elvis Žigant		Kolegij: Osnove betonskih konstrukcija	
Mentor: Prof.dr.sc.Davor Grandić	Datum: 8.9.2020.	Mjerilo: 1:100	List: 1





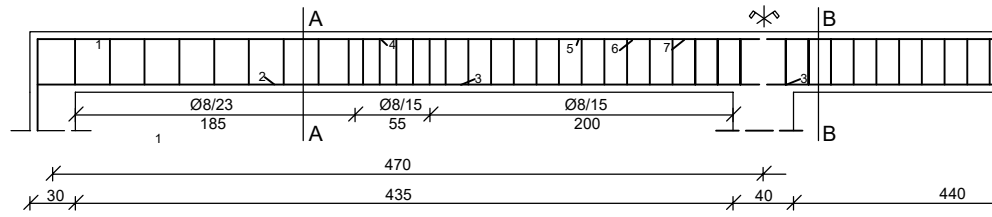
<b>GF GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI</b>			
Naziv rada:		Sadržaj nacrt:	
Dimenzioniranje i utrošak materijala za armiranobetonsku i čeličnu građevinu		Plan oplata iznad kata	
Student: Elvis Žigant		Kolegij: Osnove betonskih konstrukcija	
Mentor: Prof.dr.sc.Davor Grandić	Datum: 8.9.2020.	Mjerilo: 1:100	List: 2



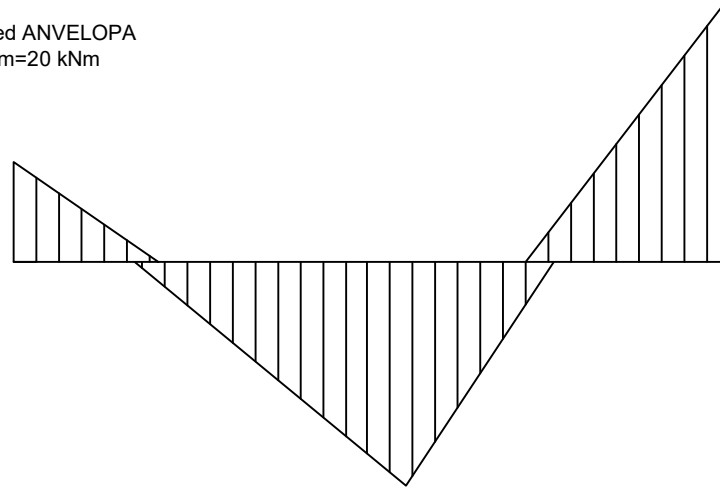
GF GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI			
Naziv rada:		Sadržaj nacrt:	
Dimenzioniranje i utrošak materijala za armiranobetonsku i čeličnu građevinu		Presjek A-A	
Student: Elvis Žigant		Kolegij: Osnove betonskih konstrukcija	
Mentor: Prof.dr.sc.Davor Grandić	Datum: 8.9.2020.	Mjerilo: 1:50	List: 3

# NACRT ARMATURE GREDE 211

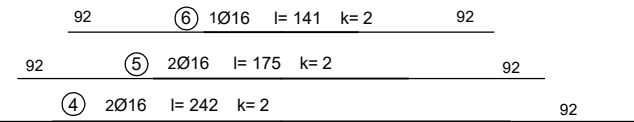
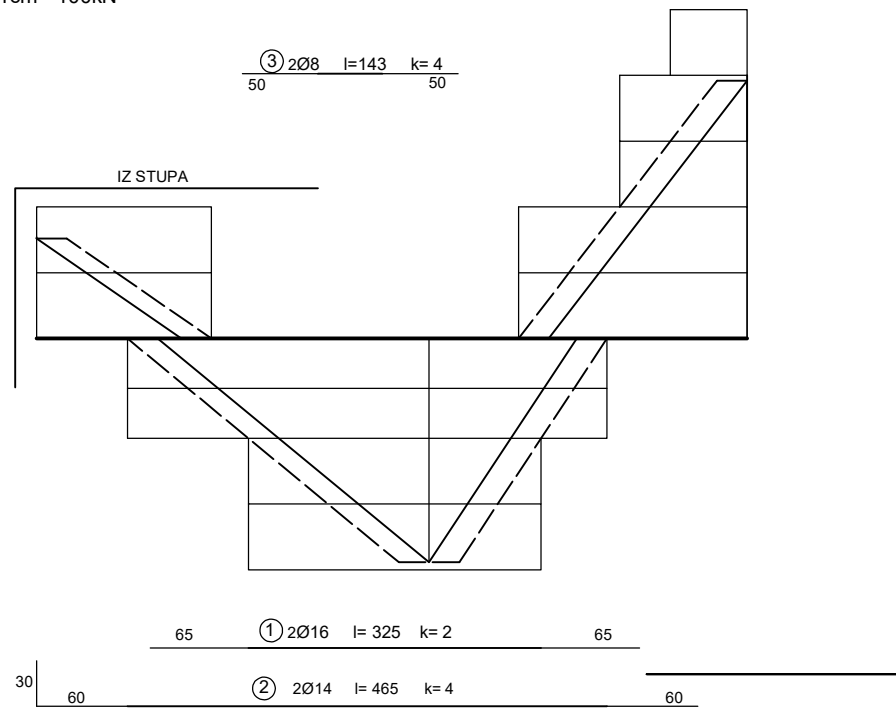
## MJ 1:50



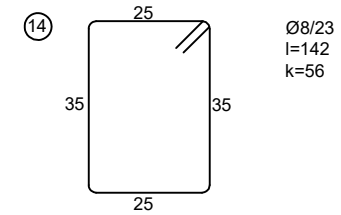
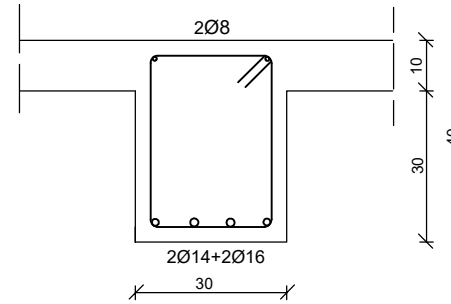
Med ANVELOPA  
1cm=20 kNm



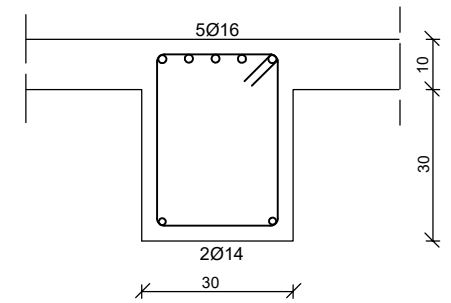
Fsd DIJAGRAM  
1cm= 100kN



Presjek A-A



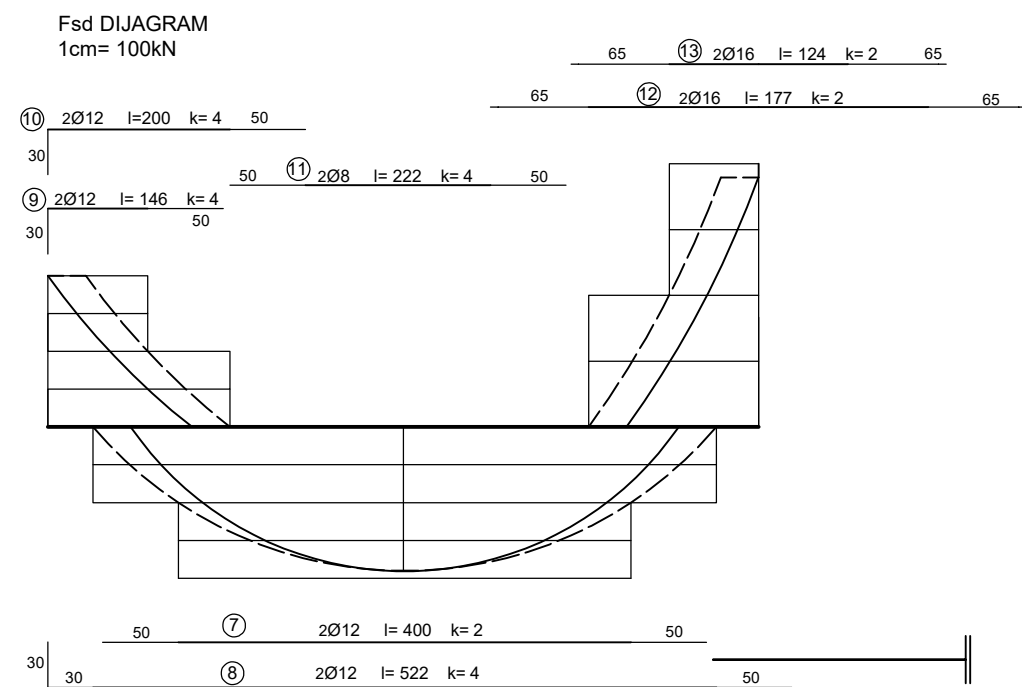
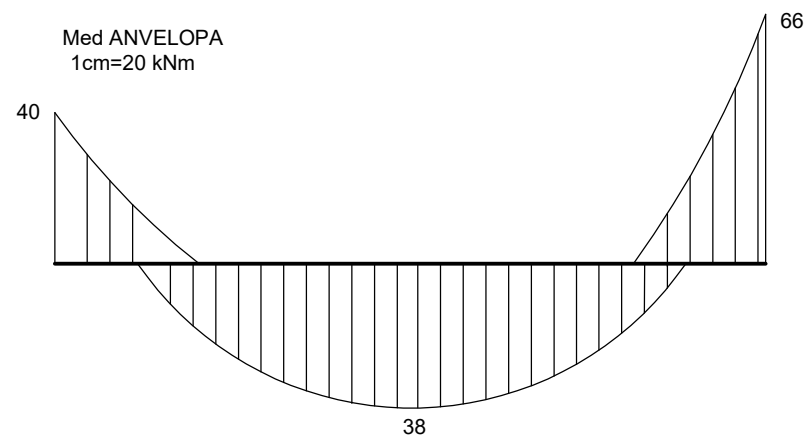
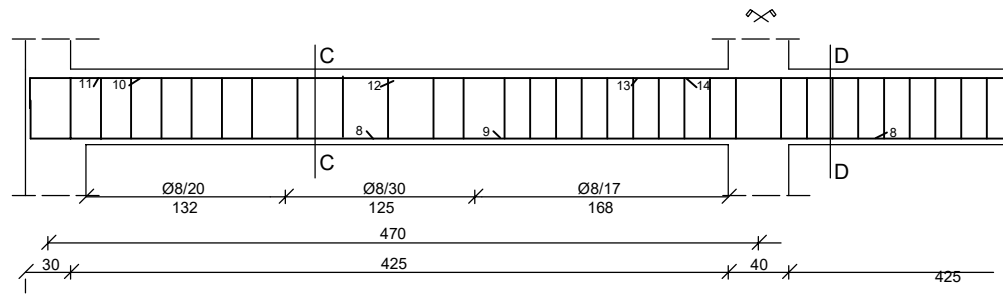
Presjek B-B



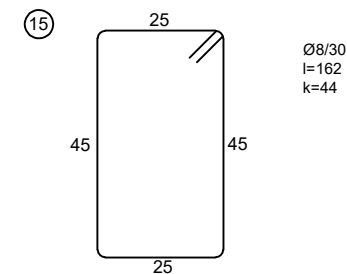
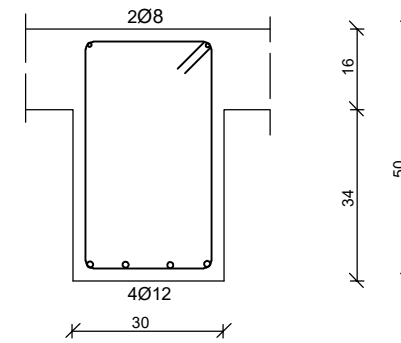
GF GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI			
Naziv rada:		Sadržaj nacrt:	
Dimenzioniranje i utrošak materijala za armiranobetonsku i čeličnu građevinu		Nacrt armature grede 211	
Student: Elvis Žigant		Kolegij: Osnove betonskih konstrukcija	
Mentor: Prof.dr.sc.Davor Grandić	Datum: 8.9.2020.	Mjerilo: 1:50	List: 4

# NACRT ARMATURE GREDE 114

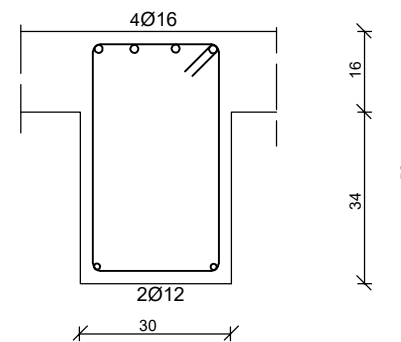
## MJ 1:50



Presjek C-C



Presjek D-D



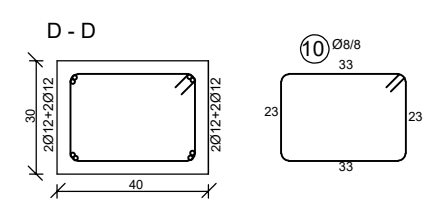
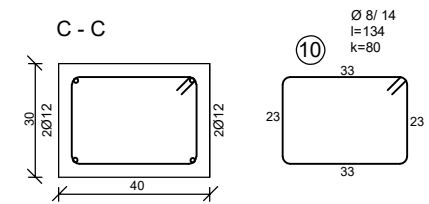
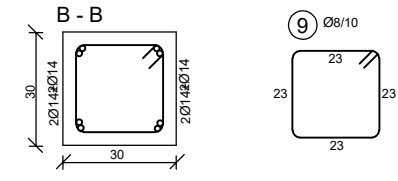
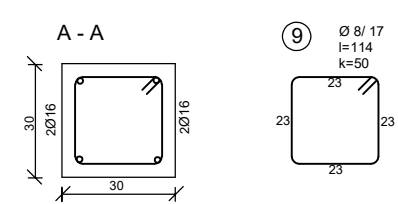
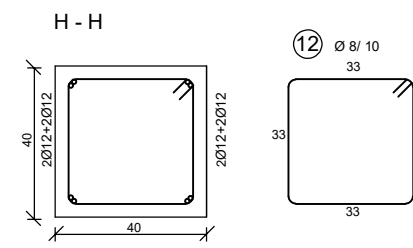
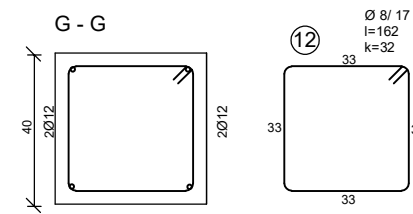
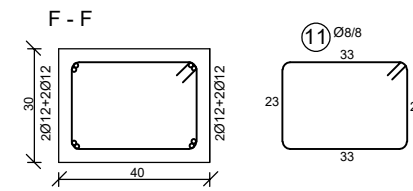
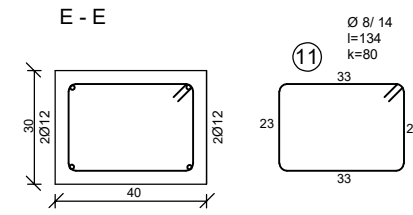
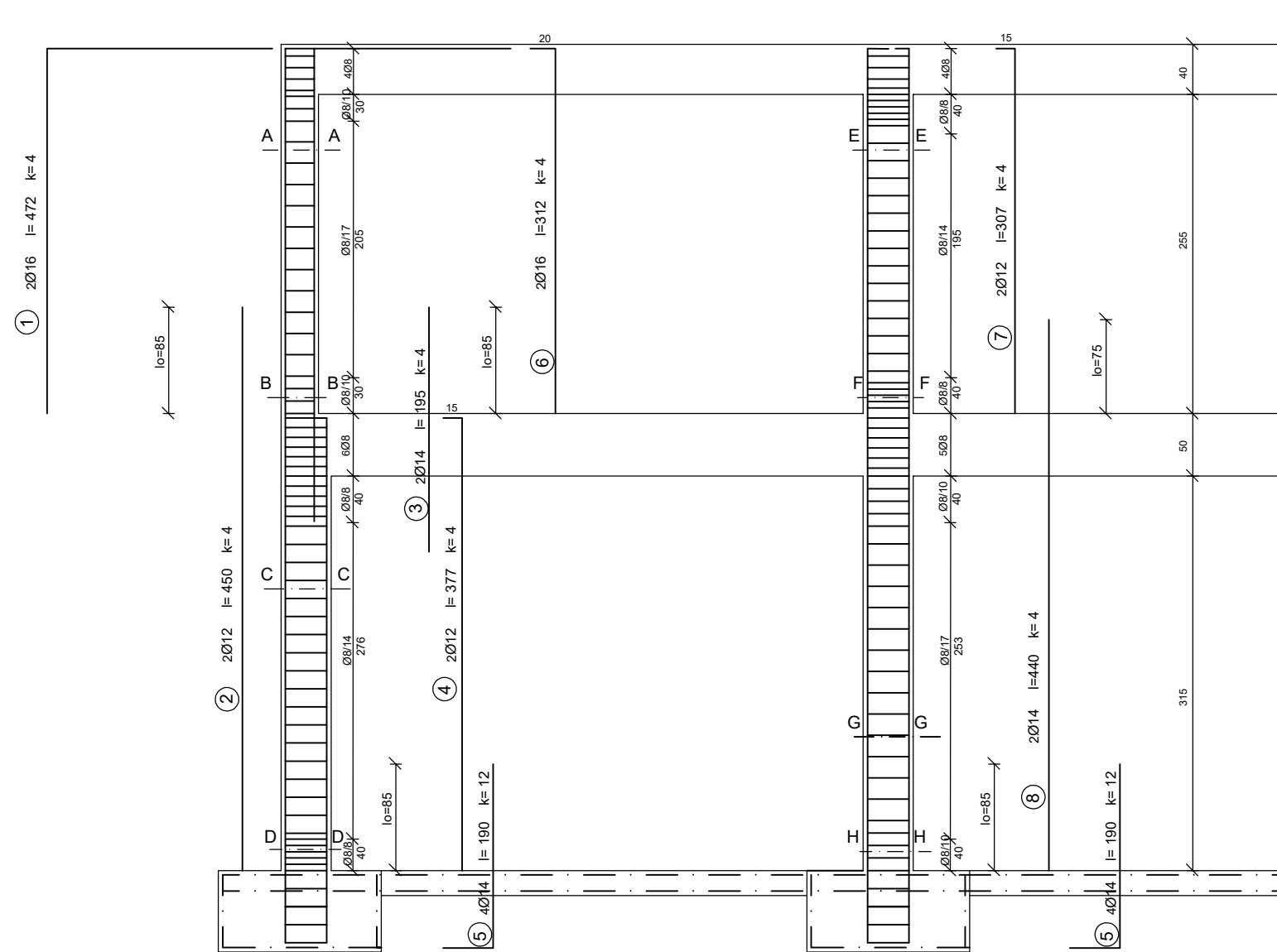
# ISKAZ ARMATURE ZA GREDE 211 I 114

POZ	DULJINA	Ø	KOM	UKUPNA DULJINA			
				Ø8	Ø12	Ø14	Ø16
1	3,25	16	2				6,5
2	4,65	14	4			18,6	
3	1,43	8	4	5,72			
4	2,42	16	2				4,84
5	1,75	16	2				3,5
6	1,41	16	2				2,82
7	4,00	12	2		8		
8	5,22	12	4		20,88		
9	1,46	12	4		5,84		
10	2,00	12	4		8		
11	2,22	8	4	8,88			
12	1,77	16	2				3,54
13	1,24	16	2				2,48
14	1,42	8	56	79,52			
15	1,62	8	44	71,28			
UKUPNO (m)				165,39	42,72	18,6	23,68
MASA(kg/m <sup>3</sup> )				0,405	0,911	1,242	1,621
UKUPNO PO PROMJERIMA(kg)				66,98	38,92	23,1	38,39
UKUPNO				167,39			

GF GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI			
Naziv rada:		Sadržaj nacрта:	
Dimenzioniranje i utrošak materijala za armiranobetonsku i čeličnu građevinu		Nacrt armature grede 114 i iskaz armature	
Student: Elvis Žigant		Kolegij: Osnove betonskih konstrukcija	
Mentor: Prof.dr.sc.Davor Grandić	Datum: 8.9.2020.	Mjerilo: 1:50	List: 5

# NACRT ARMATURE STUPOVA OKVIRA MJ 1:50

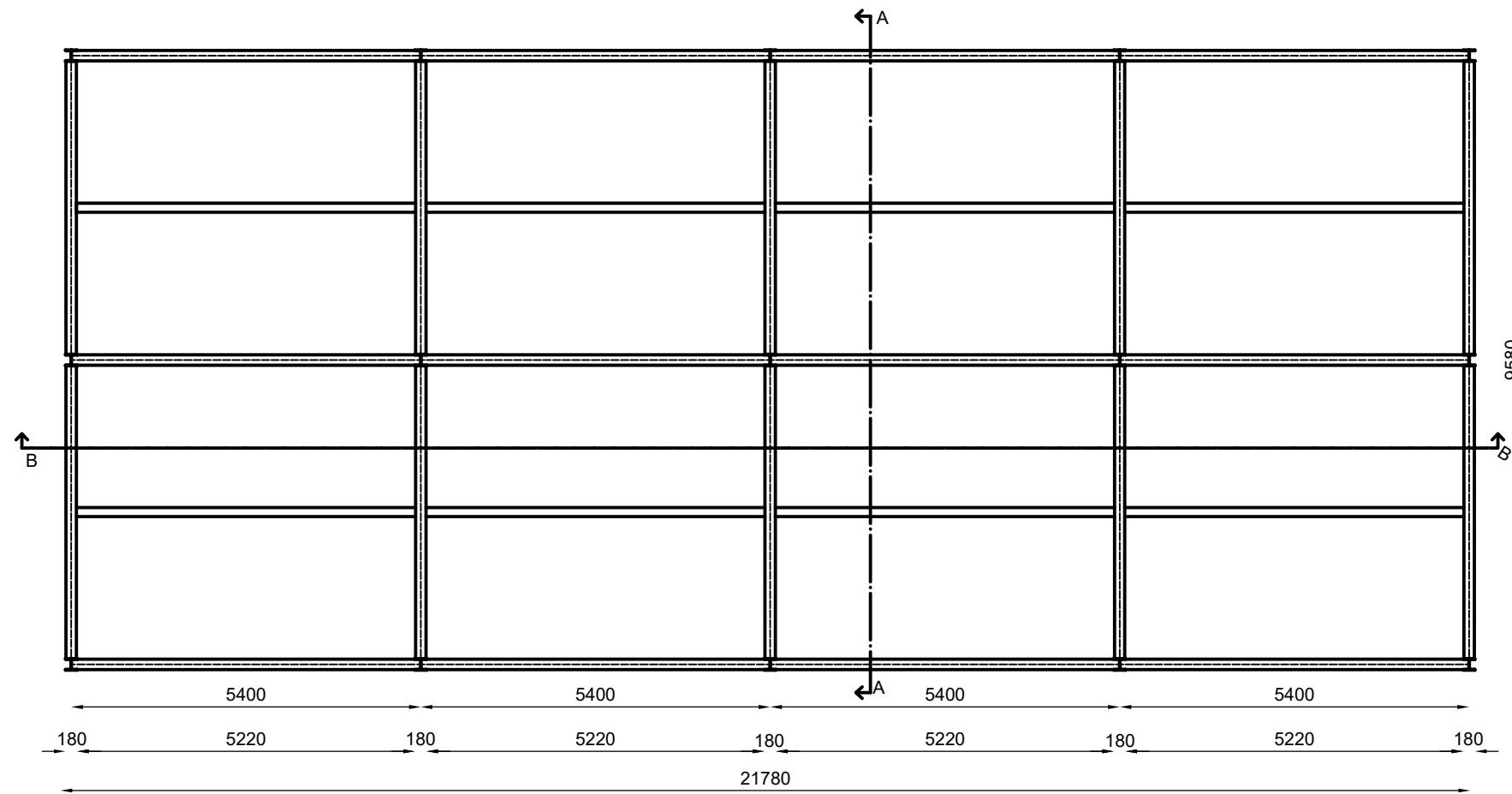
## ISKAZ ARMATURE ZA STUPOVE



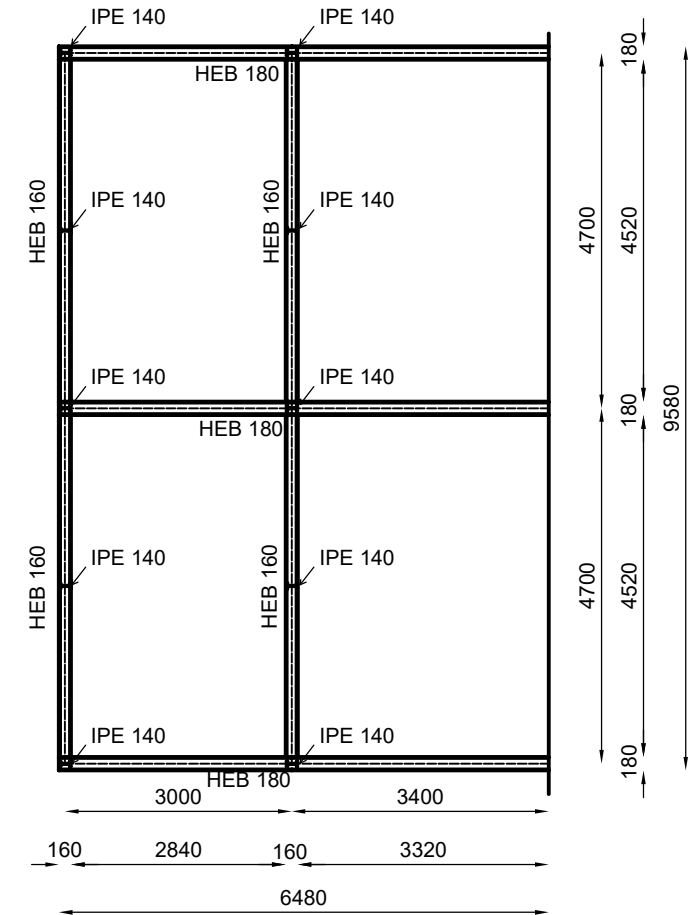
POZ	DULJINA	Ø	KOM	UKUPNA DULJINA			
				Ø8	Ø12	Ø14	Ø16
1	4,72	16	4				18,88
2	4,5	12	4		18		
3	1,95	14	4			7,8	
4	3,77	12	4		15,08		
5	1,9	14	12			22,8	
6	3,12	16	4				12,48
7	3,07	12	4		12,28		
8	4,4	14	4			17,6	
9	1,14	8	50	57,0			
10	1,34	8	80	107,2			
11	1,34	8	80	107,2			
12	1,62	8	32	51,84			
UKUPNO (m)				323,24	45,36	48,2	31,36
MASA(kg/m³)				0,405	0,911	1,242	1,621
UKUPNO PO PROMJERIMA(kg)				130,9	41,32	59,86	50,83
UKUPNO						282,91	

GF GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI			
Naziv rada:		Sadržaj nacrt:	
Dimenzioniranje i utrošak materijala za armiranobetonsku i čeličnu građevinu		Nacrt armature stupova i iskaz armature stupova	
Student: Elvis Žigant		Kolegij: Osnove betonskih konstrukcija	
Mentor: Prof.dr.sc.Davor Grandić	Datum: 8.9.2020.	Mjerilo: 1:50	List: 6

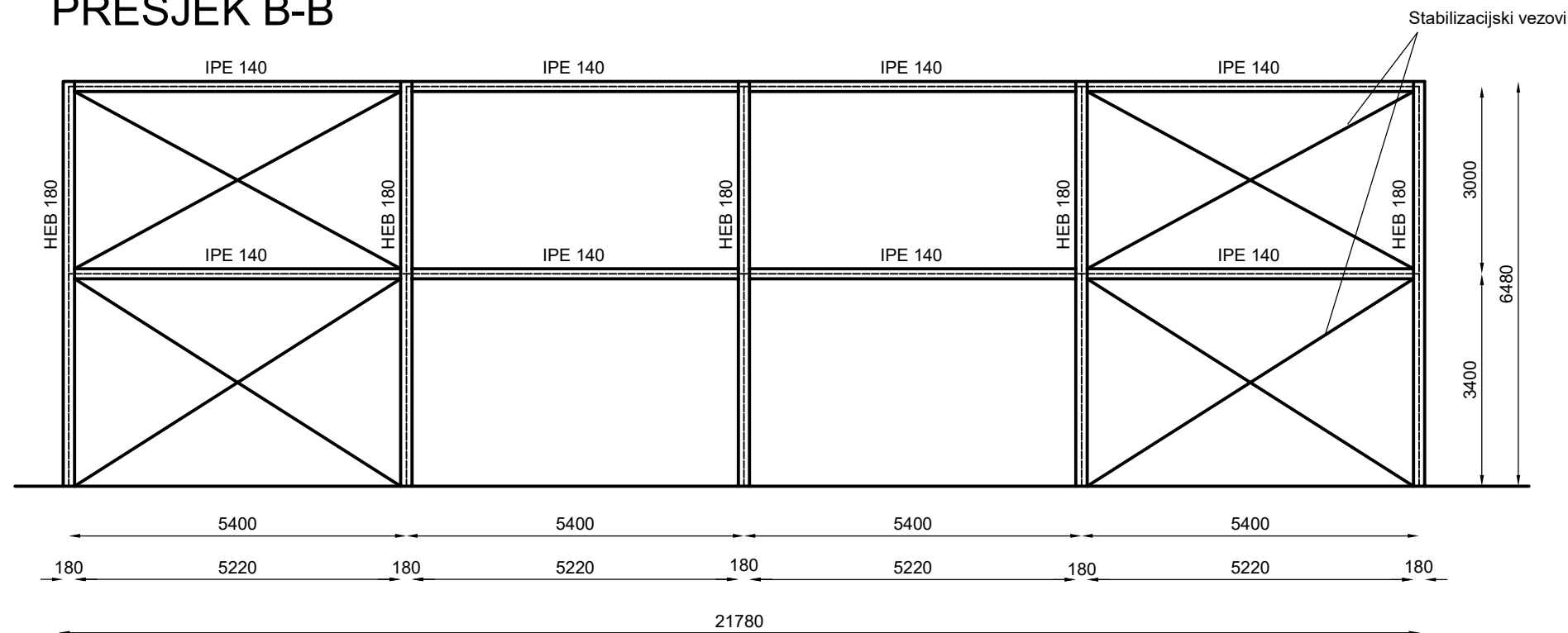
# TLOCRT



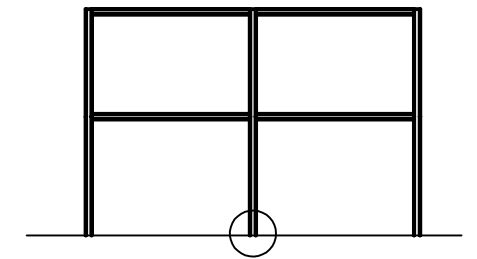
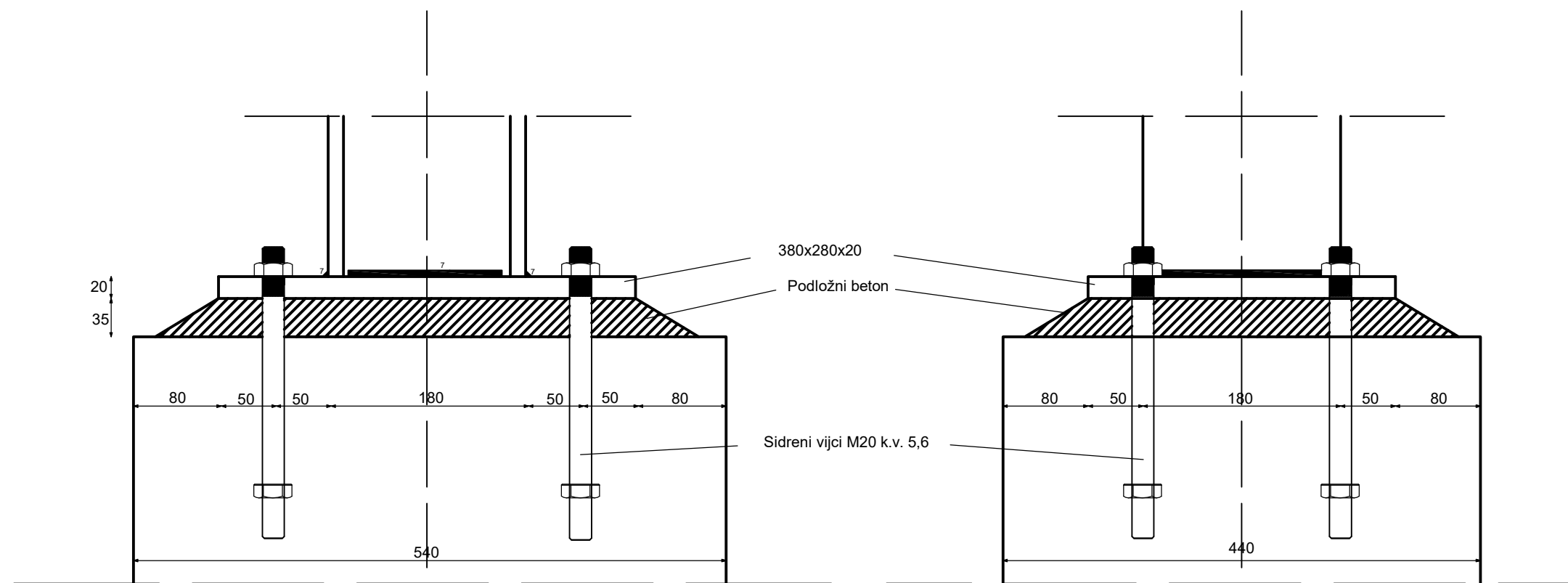
# PRESJEK A-A



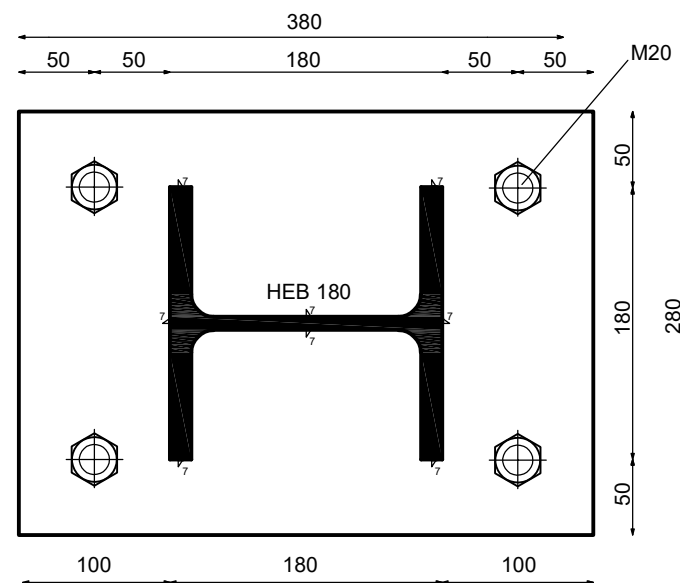
# PRESJEK B-B



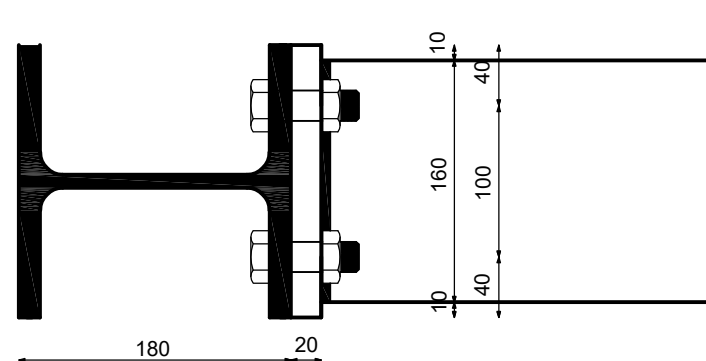
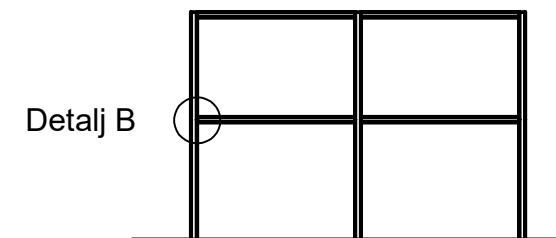
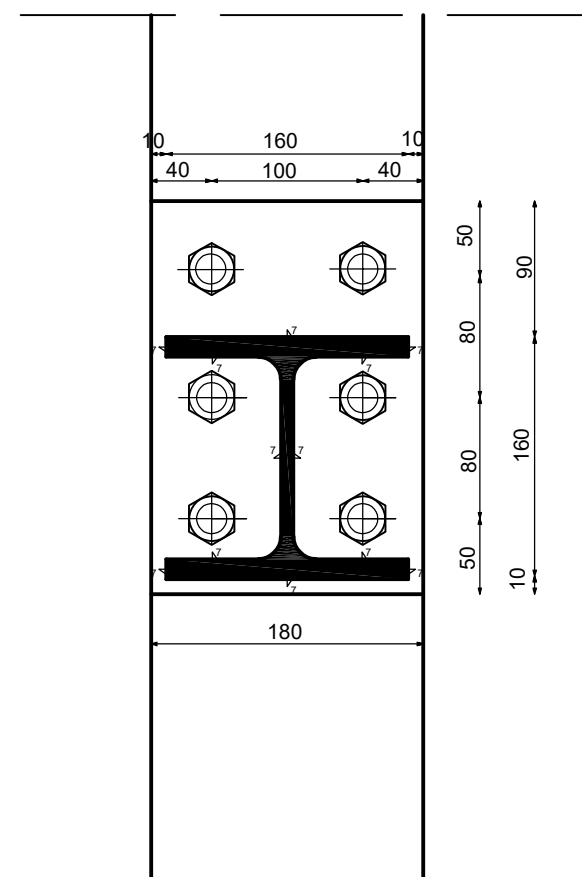
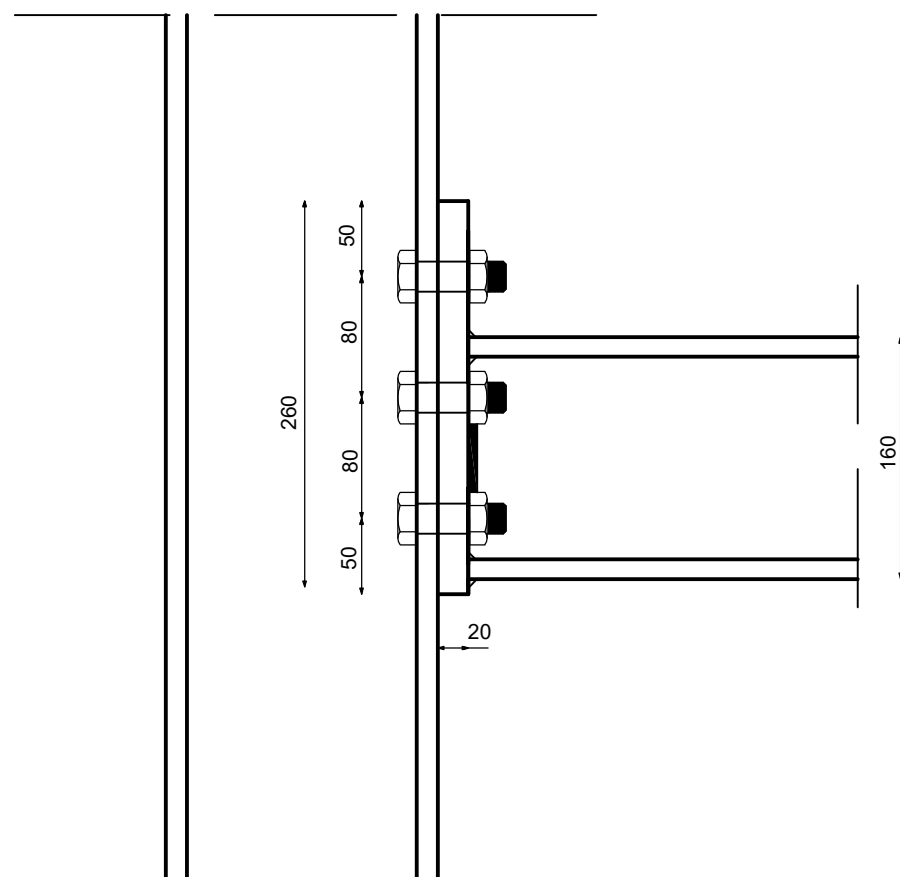
GF GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI			
Naziv rada:		Sadržaj nacрта:	
Dimenzioniranje i utrošak materijala za armiranobetonsku i čeličnu građevinu		Tlocrt čelične građevine Presjek A-A Presjek B-B	
Student: Elvis Žigant		Kolegij: Osnove čeličnih konstrukcija	
Mentor: doc.dr.sc.Paulina Krolo	Datum: 8.9.2020.	Mjerilo: 1:100	List: 7



Detalj A



GF GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI			
Naziv rada: Dimenzioniranje i utrošak materijala za armiranobetonsku i čeličnu građevinu		Sadržaj nacrt:  Detalj A	
Student: Elvis Žigant		Kolegij: Osnove čeličnih konstrukcija	
Mentor: Doc.dr.sc. Paulina Krolo	Datum: 8.9.2020.	Mjerilo: 1:5	List: 8



<b>GF</b> GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI			
Naziv rada: Dimenzioniranje i utrošak materijala za armiranobetonsku i čeličnu građevinu		Sadržaj nacrt:  Detalj B	
Student: Elvis Žigant		Kolegij: Osnove čeličnih konstrukcija	
Mentor: Doc.dr.sc. Paulina Krolo	Datum: 8.9.2020.	Mjerilo: 1:5	List: 9